

Kalksandstein Schallschutz-Workshop

Schallschutz im Wohnungsbau: Neue Regelwerke und (un-)bekannte Vorgehensweisen

Schallschutz im
Geschosswohnungsbau
und bei
Reihen- und Doppelhäusern

Veranstalter: Kalksandsteinindustrie Nord e.V.
Lüneburger Schanze 35
21614 Buxtehude

Autor: Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke
TAUBERT und RUHE GmbH
Rellinger Str. 26
25421 Pinneberg

TAUBERT und RUHE GmbH

Dipl.-Ing. Ulrich Taubert – Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke
Beratende Ingenieure für Akustik und Thermische Bauphysik VBI

Schallschutzprüfstelle DIN 4109 - Mess-Stelle nach § 26 BImSchG

Kalksandstein Schallschutz-Workshop



Schallschutz im Wohnungsbau: Neue Regelwerke (un-)bekannte Vorgehensweisen



Schallschutz im
Geschosswohnungsbau
und bei
Reihen- und Doppelhäusern

Veranstalter: Kalksandsteinindustrie Nord e.V.
Lüneburger Schanze 35
21614 Buxtehude

Autor: Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke
TAUBERT und RUHE GmbH
Rellinger Str. 26
25421 Pinneberg

November 2013

Rellinger Str. 26 - 25421 Pinneberg - Telefon 04101 51779-0 - Telefax 04101 51779-10
E-Mail: email@taubertundruhe.de - Internet: www.taubertundruhe.de

Unsere Ausarbeitungen sind nur im Rahmen des erteilten Auftrages für das darin bezeichnete Objekt bestimmt. Jede anderweitige Verwertung sowie Mitteilung oder Weitergabe an Dritte - sei es vollständig oder in Auszügen - bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Der Auftraggeber hat die Firma Taubert und Ruhe GmbH - auch ohne deren ausdrückliche Anweisung - in angemessener Weise als Herausgeber des Werkes auszuweisen und beim Abschluss von Lizenzverträgen Dritten eine entsprechende Verpflichtung aufzuerlegen. Eine Neubearbeitung durch Dritte wird der Auftraggeber in angemessener Weise kennzeichnen.

Amtsgericht Pinneberg HRB 1953 – Geschäftsführende Gesellschafter: Dipl.-Ing. Ulrich Taubert, Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke

	Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Einleitung	3
2	Entwicklung schalltechnischer Anforderungen	3
2.1	Anforderungen aus DIN 4109	4
2.2	Anforderungen an Geschossdecken	7
2.3	Trennwände von Einfamilien-Reihen und -Doppelhäusern	8
2.4	Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen	9
3	Die Richtlinie VDI 4100	12
3.1	Allgemeines	12
3.2	Anwendung von VDI 4100	15
4	Rechnerischer Nachweis	16
4.1	Wände	16
4.2	Rechnerischer Nachweis Geschossdecken	19
5	Trittschallschutz / Trittschalldämmung	21
6	Zweischalige Haustrennwände	25
7	Aufzugsanlagen	28
7.1	Allgemeines	28
7.2	Aufzugsschachtwand	29
7.3	Erhöhter Schallschutz bei Aufzugsanlagen	30
8	Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz und Ausblick	31
9	Literatur	34

1 Einleitung

Seit etwa dem Jahr 2007 kommt es beim Schallschutz für den Wohnungsbau durch verschiedene Einflüsse zu erheblichen Veränderungen, was zu starker Verwirrung geführt hat. Zu der Zeit gab es zahlreiche Urteile bezüglich des Schallschutzes von Wohnungen und Einfamilien-Reihen- und Doppelhäusern. In den Urteilen wurde festgestellt, dass DIN 4109 [1] für den Schallschutz von Wohnungen nicht mehr anerkannte Regel der Technik sei. Es wurde dann darauf verwiesen, dass seinerzeit z. B. der erhöhte Schallschutz nach dem Beiblatt 2 zu DIN 4109 [2] oder nach der Richtlinie VDI 4100:2007-08 [3] dimensioniert werden könnte. Aus heutiger Sicht kann nunmehr anstelle der Ausgabe von 2007 die Ausgabe vom Oktober 2012 der Richtlinie VDI 4100 [4] genannt werden. Im weiteren Verlauf des Textes wird jedoch noch auf die Besonderheiten dieser Ausgabe hingewiesen.

2 Entwicklung schalltechnischer Anforderungen

In der Planungspraxis wird häufig gefragt, welcher Schallschutz der aktuellen Rechtsprechung entspricht. Diese Frage kann selten bis nie eindeutig mit einer konkreten Schallschutzstufe oder einem bestimmten Schallschutzniveau beantwortet werden. Wesentlich ist die Vereinbarung eines Schallschutzniveaus oberhalb des Mindest-Schallschutzes. Wie viel dieser Schallschutz darüber liegen muss, kann nicht eindeutig geklärt werden. Zur Festlegung eines Schallschutzniveaus können die unterschiedlichen Regelwerke oder sonstigen Veröffentlichungen, wie z. B. der Vorschlag der TAUBERT und RUHE GmbH aus



dem Deutschen Ingenieurblatt vom März 2013 [5], oder der DEGA Schallschutzausweis [6] sein, in dem einzelne Klassen definiert werden. Die Klasse D entspricht dabei bei dem Mindestschallschutz nach DIN 4109. Die Klasse A ist im Wesentlichen bei Einfamilienhäuser und Reihen- bzw. Doppelhäusern zu erwarten. Im Geschosswohnungsbau ist die Klasse A nur mit

sehr viel Aufwand umsetzbar.

In der Beratungspraxis ist zu klären, welche Baukonstruktionen umgesetzt werden sollen und welcher Schallschutz damit erreicht werden kann. Dann ist es häufig sinnvoll, zu prüfen, wie diese zueinander passen. Unerlässlich ist, dass in Baubeschreibungen, Verkaufserläuterungen und dergleichen ein Schallschutzniveau für alle schalltechnisch relevanten Bauteile eindeutig beschrieben ist. Ist dies nicht der Fall, wird das einzuhaltende Schallschutzniveau bei Unzufriedenheit und nach einem häufig langen nervenaufreibenden Gerichtsverfahren durch den Richter festgelegt. Dann kann nachträglich der Schallschutz nicht mehr diesem Niveau angepasst werden, so dass es zu einem Mangel kommen kann.

2.1 Anforderungen aus DIN 4109

Aus den vorangegangenen Zeilen war bereits erkennbar, dass bezüglich der DIN 4109 die Bedeutung als anerkannte Regel der Technik nur eingeschränkt abgesprochen wurde. Dies liegt daran, dass in DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ nicht nur die Kennwerte für Wohnungen, sondern auch für Bürogebäude, Schulen, Hotels und Krankenhäuser beschrieben werden. Außerdem gibt es Kennwerte zum Schutz gegen Außenlärm. Mit Ausnahme des Hotels können die Kennwerte für die anderen Nicht-Wohngebäude in dieser Form durchaus angewandt werden. Aus der Beratungspraxis und zahlreichen Messungen in

den vergangenen Jahren hat sich nicht herausgestellt, dass bei Einhalten dieser Kennwerte im Nicht-Wohnungsbereich keine überproportional häufige Unzufriedenheit mit dem Schallschutz besteht.



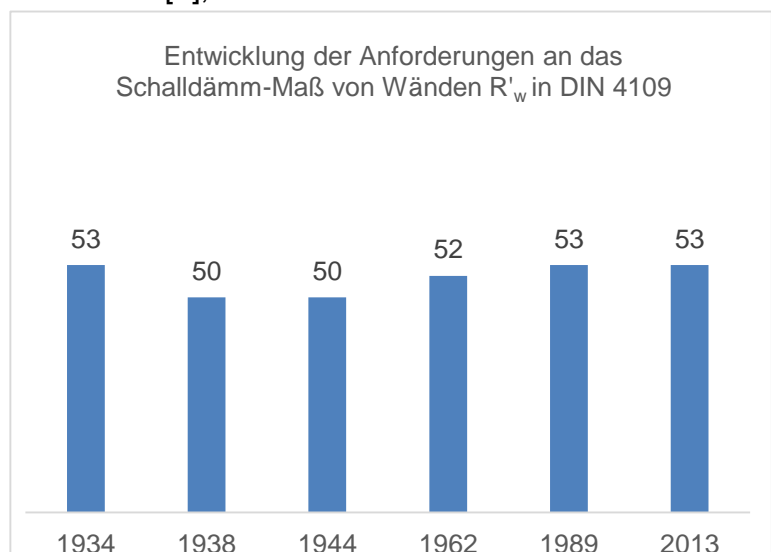
Die Anforderungen für Hotels sind etwas differenzierter zu betrachten. Hier geht es ähnlich wie bei Wohnungen um die Qualität des Hotelstandards und die Erwartungshaltung der Gäste. Deswegen

sind auch hier vermutlich eher individuelle Werte zu vereinbaren, obwohl auch Hotels in höheren Kategorien gelegentlich nur die Kennwerte des Mindestschallschutzes erfüllen. Dass diese gegebenenfalls als ausreichend erachtet werden, kann auch auf den Unterschied zwischen Schalldämmung (Schalldämm-Maß R'_w) und Schallschutz (Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$) zurückgeführt werden. Auf diesen Unterschied wird im weiteren Verlauf des Textes noch eingegangen. Grundsätzlich steckt dahinter, dass der Schallschutz in großen Räumen günstiger ist als in kleinen Räumen, so dass bei gleichem Schalldämm-Maß der Trennwand subjektiv ein höherer Schallschutz erreicht wird.

Darüber hinaus sind in DIN 4109 die Anforderungswerte zum Schutz gegen Außenlärm genannt. Bei Einhalten dieser Anforderungen ist im Allgemeinen festzustellen, dass ein ausreichender Schallschutz gegenüber Straßen- und Schienenverkehr besteht. Erst bei Nicht-Einhalten wird Unzufriedenheit geäußert. In besonders ruhigen Wohnlagen ist festzustellen, dass durch die heutigen Anforderungen an den Wärmeschutz und die Gebäudedichtheit die Fenster-Schalldämm-Maße höher ausfallen als es zum Schutz gegen Außenlärm erforderlich

ist. Dadurch sinkt der Innenpegel in den Wohnungen soweit ab, dass Geräusche aus den Nachbarwohnungen deutlicher wahrgenommen werden. Das Verdeckungsgeräusch, was ansonsten durch Straßenverkehr im Raum vorhanden wäre, ist praktisch zwischen einzelnen Vorbeifahrten von Fahrzeugen gar nicht mehr vorhanden. Einzelne Vorbeifahrten von Fahrzeugen sind deutlich hörbar, so dass ein Bezug zur Außenwelt besteht. Während zwischen Fahrzeugvorbeifahrten häufig Grundgeräuschpegel zwischen 15 und 20 dB(A) auch in Seitenstraße einer Großstadt auftreten, können Pegelspitzen bei der Vorbeifahrt dennoch bei ca. 30...45 dB(A) liegen. In den Zwischenzeiten ergeben sich dann jedoch Schallübertragungen aus den Nachbarwohnungen, die aufgrund ihres Schallpegels zwar häufig die Anforderungen auch an einen erhöhten Schallschutz einhalten aber lauter sind als der Grundgeräuschpegel. Deswegen sind sie (gut) wahrnehmbar. Daraus ergibt sich zwangsläufig der Hinweis, dass ohne das Erhöhen des internen Schallschutzes die Fassade mit guter Absicht nicht verbessert werden sollte.

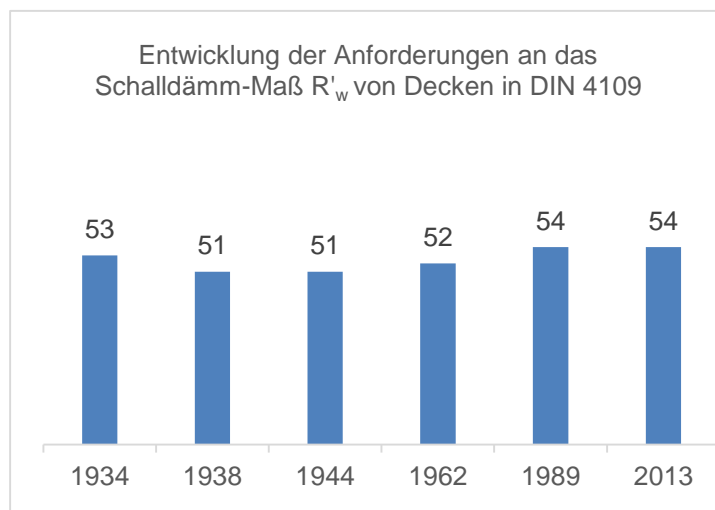
Die Anforderungen an die vorgenannten Nicht-Wohngebäude sind erst 1962 [7] bzw. 1989 in DIN 4109 aufgenommen worden. Ursprünglich war es tatsächlich so, dass sich die Richtlinie zum Schallschutz mit dem Schallschutz von Wohnungen beschäftigt hat. Erste Hinweise fanden sich in einem Vorläufer von DIN 4109, in der Richtlinie DIN 4110 [8], die 1934 erschien. Darin wurden Baukonstruktionen beschrieben, die seinerzeit üblich waren und als Trennbauteile zwischen Wohnungen umgesetzt werden sollten. Eine Überarbeitung gab es 1938 [9] und 1944 [10]. Es ist sehr verwunderlich, dass sogar während des



Krieges eine Norm zum Schallschutz erarbeitet wurde. In den Nachkriegsjahren bis 1962 gab es dann dazu keine weiteren Überarbeitungen, so dass 1962 eine weitere Ausgabe erschien. Bis zur nächsten Ausgabe dauerte es dann wiederum 27 Jahre, bis 1989 die noch heute geltende Richtlinie auf den Markt kam. In den unterschiedlichen Ausgaben, bzw. dem Vorläufer von DIN 4109, gab es unterschiedliche physikalische Kenngrößen, die jedoch umgerechnet auf die heutige typische Kennzeichnung, Werte von $R'_w = 50 \dots 53$ dB erbrachten. Die Grenzwerte von $R'_w = 50$ dB gab 1938 bis 1944, ansonsten, mit Ausnahme von 1962, betrug der Wert $R'_w = 53$ dB, der auch noch heute gültig ist.

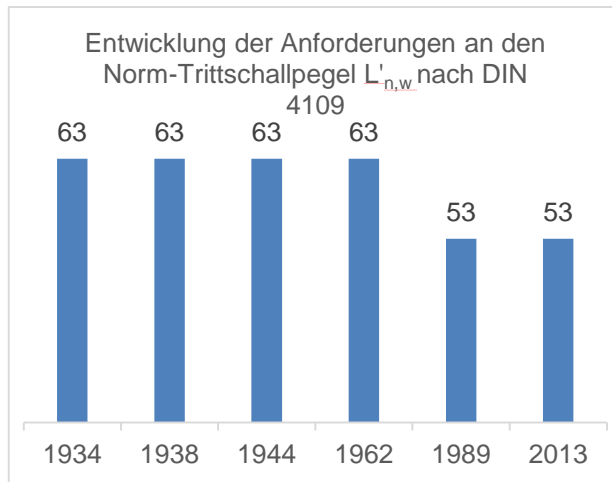
2.2 Anforderungen an Geschossdecken

Für Geschossdecken ergibt sich ein ähnliches Bild. Auch hier wurde über Bauteilkonstruktionen der notwendige Schallschutz beschrieben, die ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 53$ dB erbrachten. Dieser Wert ist bis 1989 bzw. bis heute



auf $R'_w = 54$ dB gestiegen. Einen „Durchhänger“ gab es, wie bei den Trennwänden, in den Jahren 1938 und 1944. Dementsprechend gab es auch hier keine wirkliche Änderung der Anforderungen.

Bezüglich des Trittschallschutzes ergibt sich für die Geschossdecken eine Phase von 1934 bis 1962 mit bewertetem Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w} \leq 63$ dB. Auch hier wurden teilweise Kenngrößen aus den früheren Jahren



umgerechnet. 1989 wurde dieser Anforderungswert um 10 dB auf $L'_{n,w} \leq 53$ dB reduziert. Dies war zu der Zeit möglich, weil etwa Ende der 50iger, Anfang der 60iger Jahre schwimmende Estrich eingeführt wurden und spätestens 1989 dann eine übliche Konstruktion waren.

2.3 Trennwände von Einfamilien-Reihen- und -Doppelhäusern

Für die Anforderungen von Trennwänden zwischen Einfamilien-Reihen- und Doppelhäusern ergab sich eine eher langsame Entwicklung. Ursprünglich wurden auch diese Gebäude wie Mehrfamilienwohngebäude eingestuft. So entstanden die Arbeitersiedlungen im Ruhrgebiet, wie z. B. Oberhausen-Eisenheim und dergleichen, aus einschaligen Trennwänden. Demnach galten ähnliche Kennwerte wie für Wohnungen. Erst mit den Normenausgaben 1962 und 1989 wurden höhere Kennwerte eingeführt.



1989 wurde ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w \geq 57$ dB als Anforderung benannt. Dies ist durch zahlreiche Urteile eindeutig nicht mehr anerkannte Regel der Technik. Hinweise auf die anerkannten Regeln der Technik finden sich z. B. in dem Memorandum BR101 des Fachausschusses Bau- und Raumakustik der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) [11], die im Jahre 2007 unter anderem aufgrund von Reihenuntersuchungen [12] und weiteren Erfahrungen festgelegt hatte, dass bei nicht-unterkellerten Gebäuden im Erdgeschoss ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w \geq 60$ dB und ansonsten von $R'_w \geq 62$ dB

einzuhalten ist und dass auf jeden Fall eine zweischalige Trennwandkonstruktion umzusetzen ist.

Interessanterweise ist bei der Recherche in alter Literatur festzustellen, dass die zweischaligen Konstruktionen seinerzeit schon lange bekannt sind. Im Jahr 1938 schrieb Prof. Dr. Ing. Eugen Michel [14]: *„Zum Nachbarschutz von aneinander gebauten Häusern werden am besten getrennte Brandmauern mit Luftschicht und eingehängter Dämmmatte vorgesehen. Wo die Zwischenfuge an die Außenmauern tritt, ist sie durch Verfalzung abzuschließen und zu einer engen Trockenfuge zusammenzuziehen“*. Demnach wären seinerzeit, bei konsequenter Umsetzung und schallbrückenfreier Ausführung dieser Bauweise, bewertete Schalldämm-Maße möglich gewesen, die bei ca. $R'_w \geq 60$ dB lagen und somit bereits vor 75 Jahren den heute anerkannten Regeln der Technik entsprochen hätten.

2.4 Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen

Bezüglich der Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen, die zu früheren Zeiten der Normenausgaben sich i. A. auf Geräusche aus Sanitärinstallationen beschränkten, kamen mit dem zunehmenden Einbau von Aufzugsanlagen auch deren Geräuschanteile hinzu. Erstmals wurde diese Art von Geräuschen 1962 Anforderungen unterworfen. Seinerzeit war ein maximaler Schalldruckpegel von 35 dB(A) einzuhalten. Dieser Wert wurde 1989 gleichlautend übernommen und erst später, im Jahre 1995, durch einen Änderungserlass [1] auf $L_{AF,max} \leq 30$ dB(A) angepasst. Zwischenzeitlich gab es ein Memorandum deutscher Akustiker, die gegen den Wert von $L_{AF,max} \leq 30$ dB(A) protestiert hatten [14]. Dieser Wert gilt heute noch als Mindestanforderung für den Schallschutz. Im Vergleich mit den oben beschriebenen Grundgeräuschpegeln von 15...20 dB(A) sind die Geräusche deutlich darüber hinausgehend, so dass nachvollziehbar ist, dass diese zu Beanstandungen führen.

Dieser Blick in die Geschichte der Schallschutzanforderungen zeigt, dass insbesondere bei Wänden und Decken die Qualität eines notwendigen Schallschutzes nicht durch ein Störpotential oder ein Schutzbedürfnis bemessen wurde. Vielmehr wurde sie aus Baukonstruktionen abgeleitet. Das Niveau des Schallschutzes, das in DIN 4109 geregelt wurde, hat sich nicht verändert. Im Laufe der Zeit ist der Anwendungsbereich, jeweils der Abschnitt 1 der Norm, angepasst worden. So hieß es in den verschiedenen ersten Abschnitten wie folgt:

- DIN 4110, Juli 1938: Technische Bestimmung für Zulassung neuer Bauweisen: keine Erläuterungen zum Schallschutzniveau
- DIN 4109, April 1944: Richtlinien für den Schallschutz im Hochbau: „*Der Schallschutz ist im Hochbau vielfach nicht genügend beachtet worden, obwohl sich im Zeitalter der Technik die Geräuschquellen wesentlich vermehrt haben (Lautsprecher). ... Lärmeinwirkungen können die Gesundheit der Menschen schädigen und ihre Leistungsfähigkeit herabsetzen. Deshalb muss der Mensch in seiner Wohnung vor Lärmeinwirkungen möglichst geschützt werden. ... Der Schutz der Gesundheit und der Arbeitskraft des Menschen rechtfertigt jedoch die Aufwendung zusätzlicher Kosten.*
- DIN 4109, Blatt 2, September 1962: Schallschutz im Hochbau – Anforderungen: *Voraussetzung für die ungestörte Benutzung von Aufenthaltsräumen, wie Wohn- und Schlafräumen sowie Arbeits- (z. B. Büro-)räumen, ist ein ausreichender Schallschutz gegen Störungen durch den Nachbarn, gegen Lärm von haustechnischen Anlagen, gegen Lärm aus gewerblichen Betrieben und gegen Außenlärm. ... Blatt 2 enthält – in Bezug auf die Schallübertragung – Zahlenangaben für den Mindestschallschutz und für einen gehobenen Schallschutz.*
- DIN 4109, Schallschutz im Hochbau – Anforderung und Nachweise, November 1989: *Der Schallschutz in Gebäuden hat große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen. Besonders wich-*

tig ist der Schallschutz im Wohnungsbau, da die Wohnung dem Menschen sowohl zur Entspannung und zum Ausruhen dient als auch den eigenen häuslichen Bereich gegenüber den Nachbarn abschirmen soll. Um eine zweckentsprechende Nutzung der Räume zu ermöglichen, ist auch in Schulen, Krankenanstalten, Beherbergungsstätten und Bürobauten der Schallschutz von Bedeutung. In dieser Norm sind Anforderungen an den Schallschutz mit dem Ziel festgelegt, Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen. ... Aufgrund der festgelegten Anforderungen kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr wahrgenommen werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit gegenseitiger Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms. Die Anforderungen setzen voraus, dass in benachbarten Räumen keine ungewöhnlich starken Geräusch verursacht werden...“

Im Lauf der Zeit wurde – trotz Entfall einzelner Textpassagen in diesem Zitat - nicht nur der Text länger, sondern zeigt auch mehr Einschränkungen auf. Der einleitende Satz von 1938 könnte heute noch so gelten. Insbesondere der heute noch gültige Abschnitt von 1989 zeigt, dass DIN 4109 gar nicht den Anspruch hat, Wohnungsschallschutz für Komfortwohnungen zu definieren, sondern lediglich Anforderungen für den Gesundheitsschutz zugrunde legt. Dies wird auch in einer zukünftigen Ausgabe, die für die kommenden Jahre nach jahrelanger Überarbeitungsphase zu erwarten ist, unverändert sein. Demnach ist es verständlich, dass DIN 4109 gar nicht anerkannte Regel der Technik für einen üblichen Wohnungsstandard des Schallschutzes bei Komfortwohnungen sein möchte. Sie ist vielmehr anerkannte Regel der Technik für den Gesundheitsschutz, bezüglich Schallschutz, sowie, wie oben schon beschrieben, für die verschiedenen Nicht-Wohngebäude.

3 Die Richtlinie VDI 4100

3.1 Allgemeines

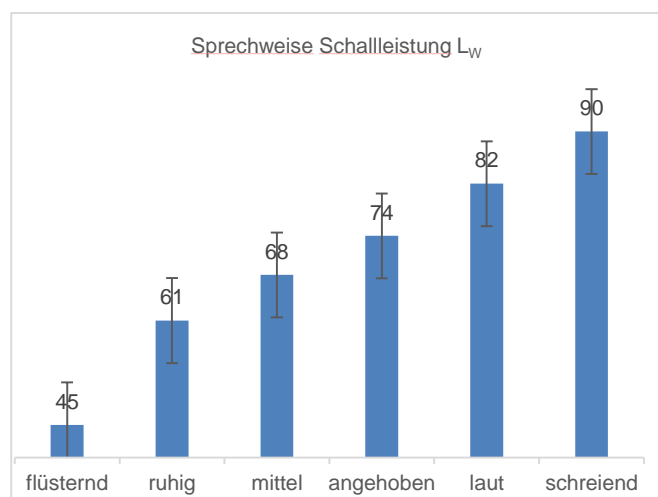
Nachvollziehbarerweise entstanden dann gleichzeitig 1989 mit Ausgabe der Mindestanforderung das Beiblatt 2 zu DIN 4109, worin Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz enthalten sind. 1994 erschien dann erstmalig die Richtlinie VDI 4100, in der drei Schallschutzstufen gekennzeichnet wurden. Die Schallschutzstufe SSt I entsprach dabei den Mindestanforderungen nach DIN 4109. Die Schallschutzstufen SSt II und SSt III kennzeichneten einen erhöhten und hohen Schallschutz. Diese Richtlinie wurde in den Jahren 2004 und 2007 sowie 2012 überarbeitet.

Mit der Überarbeitung im Jahr 2012, bei der auch der Autor dieses Textes beteiligt war, wurden neue Kenngrößen eingeführt. Anstelle des bewerteten Schalldämm-Maßes für eine Bauteilqualität wurden bewertete Standard-Schallpegeldifferenzen eingeführt, die den Schallschutz für spezielle Raumsituationen beschreiben, wobei die geometrischen Situationen zugrunde gelegt werden. Der Standard-Schallpegeldifferenz liegt verständlicherweise im Wesentlichen das bewertete Schalldämm-Maß zugrunde, das um Korrekturwerte bezüglich der Größe der Trennwandfläche und des Raumvolumens korrigiert wird.

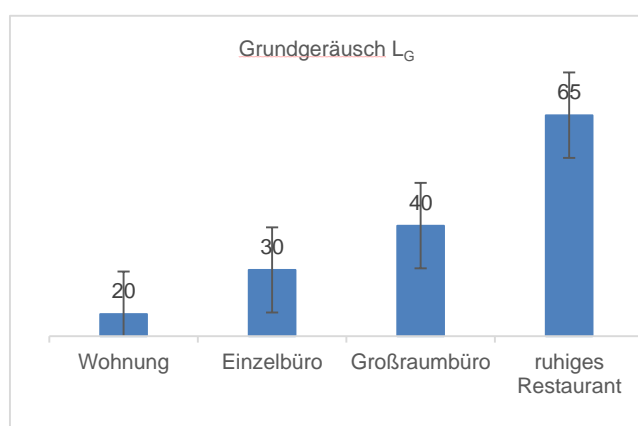
Für einfache Baukonstruktionen mit nebeneinanderliegenden Räumen und einer gemeinsamen Trennwandfläche gilt, dass bei Raumtiefen von 3,1 m senkrecht zur Trennwand die Standard-Schallpegeldifferenz und das bewertete Schalldämm-Maß zahlenmäßig gleich sind. Wird der zu schützende Raum kleiner, muss das Schalldämm-Maß angehoben werden, um die gleiche bewertete Standard-Schallpegeldifferenz zu erreichen.

Bei größeren Räumen würde prinzipiell ein geringeres bewertetes Schalldämm-Maß genügen, um den gleichen Schallschutz zu erzielen. Bei gleichem Schalldämm-Maß ergibt sich, gemittelt auf die gesamte Raumsituation ein höherer Schallschutz, weil die immittierte Schallenergie sich in einem größeren Volumen „verdünnt“. Unmittelbar an der Trennwand wird die gleiche Schallleistung übertragen, so dass es im Nahbereich zur Trennwand keinen Unterschied gibt, ob diese in einen kleinen oder einen großen Raum übertragen wird.

Die in VDI 4100:2012 enthaltenen Kennwerte für die Standard-Schallpegeldifferenzen wurden nunmehr nicht mehr, wie in vielen vergangenen Jahren, aus Bauteilkonstruktionen abgeleitet, sondern aus der Höhe des Störgeräusches sowie dem Schutzbedürfnis. Es wurde anhand folgender Parameter die Schallschutzqualität beschrieben:



- Schalleistung der Sprechweise (angehoben bis laut)
- Höhe des Grundgeräuschpegels, verursacht durch allgemeine Geräusche von außen bei sonstiger absoluter Ruhe in der Wohnung
- Verdeckung als Differenz zwischen dem Grundgeräuschpegel und
- der Höhe des immittierten Schallpegels



Bei der Differenz wurde eine 3 dB-Stufung eingehalten. Für die erste Schallschutzstufe wurde davon ausgegangen, dass der immittierte Schalldruckpegel 4 dB niedriger ist als der Grundgeräuschpegel.

Stufe	Schallschutz-qualität	Schallleistung dB(A)	Grundgeräusch dB(A)	ΔL dB	$D_{nT,w}$ dB
SSt I	Verbessert	78	20	4	56
SSt II	Gut	78	20	7	59
SSt III	Sehr gut	78	18	10	64

Dies bedeutet für guthörende Personen, dass diese Immission noch wahrnehmbar ist. Für die weiteren höheren Schallschutzstufen SSt II und SSt III wurde die Differenz weiter vergrößert, so dass in der Schallschutzstufe SSt III angehobene bis laute Sprachweisen aus Nachbarwohnungen kaum hörbar sind. Zusätzlich wurde für die höhere Schallschutzstufe auch der zu erwartende Grundgeräuschpegel um 2 dB reduziert, so dass die Differenz zwischen den Kennwerten der Schallschutzstufen SSt I und SSt II 3 dB und zwischen den Schallschutzstufen SSt II und SSt III 5 dB beträgt.

Weil es sich um eine Standard-Schallpegeldifferenz und Beschreibung zum Schallschutz handelt, wird nicht mehr unterschieden zwischen Anforderungen für Wände und Decken. Diese sind nunmehr gleichlautend, womit sich zunächst eine Vereinfachung ergeben hat. Darüber hinaus wurde definiert, welche Räume schutzbedürftig sind: Räume mit Grundflächen $\geq 8 \text{ m}^2$. Die Anforderungen gelten auch für Bäder, um eine ausreichende Intimsphäre zu anderen Wohnungen sicherzustellen. Teilweise zeigen Grundrisse jedoch auch Räume $< 8 \text{ m}^2$, die dennoch eine Möblierung aufweisen, wie sie in schutzbedürftigen Räumen üblich sind. Hier sollte aus gutachterlicher Sicht die gleiche Anforderung gelten, wie für schutzbedürftige Räume, weil es keinen Grund gibt, warum diese Räume schlechter gestellt werden sollten.

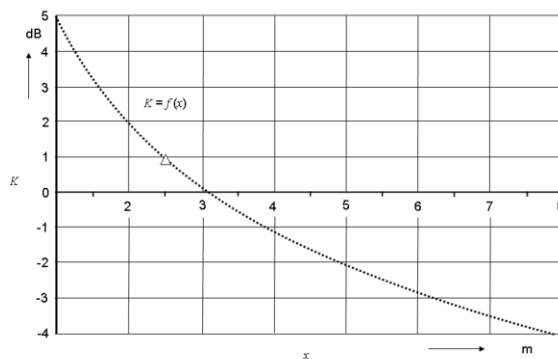
3.2 Anwendung von VDI 4100

Mit dem skizzierten Verfahren nach VDI 4100:2012 ist es nun möglich, einzelne Raumsituationen differenziert zu betrachten und ein jeweils angemessenes Schallschutzniveau zu erreichen. Diese sehr detaillierte Vorgehensweise, gegebenenfalls auch unter eigener Anpassung der Höhe des Störpotentials und der gewünschten Verdeckung der immittierten Schallenergie kann bei bekannten Wünschen der zukünftigen Bewohner zu einer der Situation angemessenen Dimensionierung von Trennbauteilen führen.

Im üblichen Geschosswohnungsbau im großen Stil sind die zukünftigen Bewohner während der Planungsphase noch nicht bekannt, geschweige denn, dass spezielle Wünsche bezüglich des Schallschutzes geäußert werden könnten. Dies kommt häufig erst im Zuge der Vermarktungsphase. Dann stehen jedoch die typischen Bauteilquerschnitte schon lange fest und werden selten angepasst. Natürlich ist es denkbar, durch zusätzliche schalldämmende Vorsatzschalen und Unterdecken die schalltechnische Qualität in einigen Fällen zu verbessern, was aber in den seltensten Fällen umgesetzt wird.

Im Zuge der Planungsphase mit unbekanntem zukünftigen Bewohnern versuchen Bauphysiker/Akustiker, Architekt sowie Bauherr bzw. Investor zunächst ein sinnvolles Niveau des Schallschutzes festzulegen und damit auch die notwendigen Trennwand- und Deckenkonstruktionen. Aus wirtschaftlichen Gründen und aus Gründen des Bauablaufes entscheidet man sich in der Regel im Allgemeinen für durchgängig gleichbleibende Konstruktionen, ohne dass auf spezielle Grundriss-Situationen mit kleinen oder großen Räumen Rücksicht genommen wird: Die jeweils geometrisch ungünstigste Situation wird als Ausgangswert genommen, um auch die Trennwandkonstruktionen für große Räume zu dimensionieren.

Der Korrekturwert zwischen dem bewerteten Schalldämm-Maß und der Standard-Schallpegeldifferenz ergibt sich, wie bereits oben geschrieben, im Wesentlichen aus der Größe der Trennwandfläche und dem Raumvolumen, was in den allermeisten Fällen dazu führt, dass die Raumtiefe senkrecht zur Trennwand bzw. Raumhöhe bei Betrachtung von Geschossdecken mindestens in einem Fall innerhalb eines Geschosswohnungsbaus kleiner ist als 3,1 m, im Allgemeinen auch größer als 2,47 m. Letzterer Wert wird von den üblichen Raumhöhen von $\geq 2,5$ m ohnehin immer überschritten.



Gemäß dem Diagramm in VDI 4100:2012 ergibt sich dann ein Korrekturwert von 1 dB. Dies bedeutet, dass zum Einhalten der erforderlichen Standard-Schallpegeldifferenz in einer der gewählten Schallschutzstufen das bewertete Schalldämm-Maß

zahlenmäßig um 1 dB höher sein muss als die Anforderung an die Standard-Schallpegeldifferenz. Diese Systematik kann dann auf alle luftschallrelevanten Trennbauteile übertragen werden, so dass man sich im weiteren Planungsverlauf von der Standard-Schallpegeldifferenz lösen kann.

4 Rechnerischer Nachweis

4.1 Wände

Bleibt im weiteren Planungsverlauf dann die rechnerische Dimensionierung von Wänden und Decken, die heute noch nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 [15] durchgeführt wird, obwohl es das „europäische“ Rechenverfahren nach

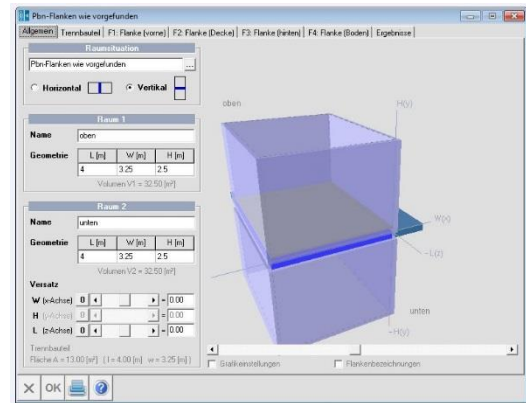
DIN EN 12354-1 [16] gibt. Die grundsätzliche Systematik dahinter besteht darin, dass die flächenbezogene Masse des Trennbauteils ermittelt wird. Daraus wird gemäß Beiblatt 1 zu DIN 4109, aber auch nach DIN EN 12354-1, ein bewertetes Schalldämm-Maß ermittelt.

Das Beiblatt 1 zu DIN 4109 berücksichtigt, dass die flankierenden Bauteile eine flächenbezogene Masse von 300 kg/m^2 aufweisen. Dies entspricht einer etwa 17,5 cm dicken Kalksand-Vollsteinwand der Rohdichteklasse 1,8. Sofern die flächenbezogenen Massen der flankierenden Bauteile von 300 kg/m^2 abweichen, gibt es Zu- oder Abschläge zu diesen bewerteten Schalldämm-Maßen nach Tabelle 13 in Beiblatt 1 zu DIN 4109. Diese beträgt für flächenbezogene Massen von $\geq 300 \text{ kg/m}^2$ 0 dB und für flächenbezogene Massen von 100 bis 250 kg/m^2 -1 dB. Demnach kann das nach diesem Verfahren ermittelte bewertete Schalldämm-Maß einschließlich flankierender Bauteile maximal um 1 dB geringer sein als mit den 300 kg/m^2 schweren Flanken.

Weitere Tabellen im Beiblatt 1 zu DIN 4109 zu Schalllängsdämm-Maßen von Wänden zeigen bei Flanken mit einem Flächengewicht von $< 300 \text{ kg/m}^2$ Schalllängsdämm-Maße, die niedriger sind als $R_{Lw,R} = 50 \text{ dB}$, so dass bei Berechnungen mit Schalllängsdämm-Maßen das Schalldämm-Maß des Gesamtbauteils einschließlich flankierender Bauteile nicht höher sein kann als der geringste Wert.

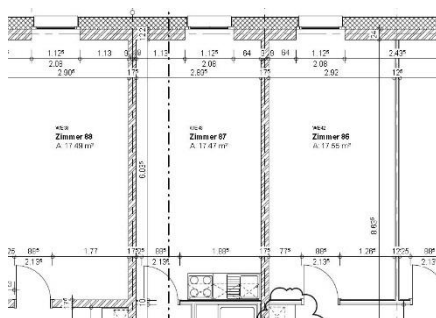
Die Wirkung flankierender Bauteile wird in dem Rechenverfahren nach DIN EN 12354-1 detaillierter betrachtet. Aus dem Direktschalldämm-Maß durch

das Bauteil ohne flankierende Bauteile sowie den unterschiedlichen Übertragungswegen bei flankierenden Bauteilen ergeben sich 13 einzelne Übertragungswege, die zu einem Gesamt-Schalldämm-Maß energetisch aufaddiert werden. Dies wird typischerweise von computergestützter Software durchgeführt, die z. B. in dem Kalksandsteinrechner hinterlegt ist [17].



Beispiel 1:

In einem Studentenwohnheim gibt es Zimmertrennwände, die aus 17,5 cm dicken Kalksand-Vollsteinen bestehen, die zwischen den 22 cm dicken Rohdecken eingebaut wurden.



Die Außenwand besteht aus 24 cm dickem Kalksand-Vollsteinmauerwerk. Interne Wände zu Bädern bzw. Fluren sind Montagewände mit Beplankungen aus Gipskartonplatten oder ebenfalls 17,5 cm dicke Kalksand-Vollsteinwände.

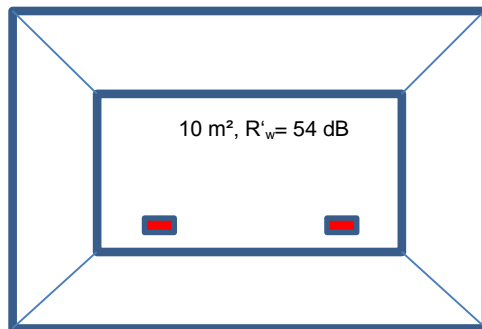
Messtechnisch wurde dabei ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 54$ dB ermittelt. Die Berechnung nach dem Beiblatt 1 zu DIN 4109 hätte lediglich ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 51$ dB ergeben. Wird die Situation nach DIN EN 12354-1 berechnet, ergibt sich ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 53$ dB einschließlich eines Vorhaltemaßes von 2 dB. Dieses Beispiel zeigt, dass mit dem detaillierteren Rechenverfahren ein Berechnungsergebnis erzeugt wird, dass dem gemessenen Ergebnis nahe kommt.

An dieser Stelle ist jedoch darauf hinzuweisen, dass diese rechnerisch und messtechnisch ermittelte Variante mit einer 17,5 cm dicken KSV-Wand zwar auch den Anforderungen an den Mindestschallschutz für Trennwände zwischen Wohnungen genügt,

dies jedoch nicht als Standardkonstruktion übernommen werden kann. In den seltensten Fällen sind flankierende Bauteile und die Abmessungen so identisch, dass in anderen Situationen dieses Schallschutzniveau erreicht werden kann.

Beispiel 2:

Häufig wird in der Praxis die Frage gestellt, ob in massiven Trennwänden Steckdosen eingebaut werden können, ohne dass die Schalldämmung verschlechtert wird. Vielfach besteht die Befürchtung, dass insbesondere bei symmetrischem Einbau von Steckdosen auch in ≥ 24 cm dicken Wänden die Luftschalldämmung unzulässig weit geschwächt werden könnte. Um diese Befürchtung aufzunehmen, wird die im Bild dargestellte Situation rechnerisch überprüft. Ausgehend von einer Trennwand aus 24 cm



KSV-Steinen der Rohdichteklasse 2,0 und einem beidseitigen 10 mm dicken Gipsputz ergibt sich ein bewertetes Schalldämm-Maß, von etwas über $R'_{w} = 54$ dB. Werden in eine 10 m^2 große Trennwand nun acht Steckdosen auf der Vorder- und Rückseite symmetrisch eingebaut, wird die Trennwand auf einem Flächenanteil

von ca. $0,02 \text{ m}^2$ geschwächt. Im Bereich der Steckdosen mit einer geschätzten Tiefe von 5 bis 6 cm verbleibt bei einer 24 cm dicken Wand dann ein Restwandquerschnitt von etwa 12 cm, der noch ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_{w,R} = 46$ dB aufweist. Weil in diesem Rechenbeispiel Nachkommastellen berücksichtigt wurden, bleibt als resultierendes bewertetes Schalldämm-Maß für die Gesamtsituation immer noch ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_{w} = 54$ dB zu erwarten.

4.2 Rechnerischer Nachweis Geschossdecken

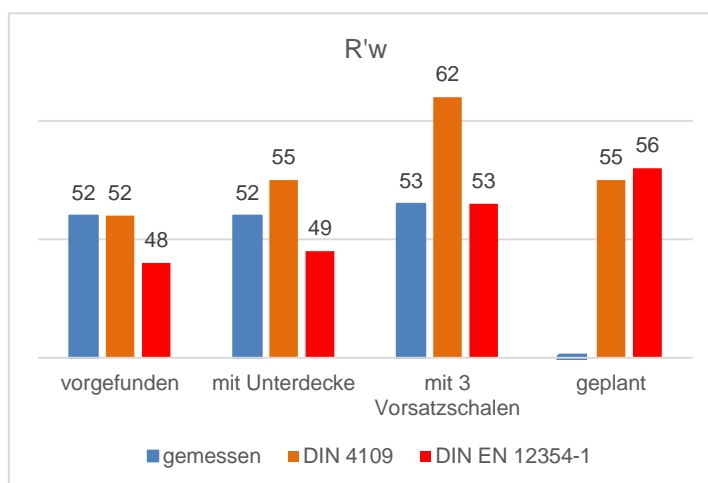
Bei Geschossdecken erfolgt die Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes in gleicher Weise wie bei den Trennwänden. Aus Gründen des Trittschallschutzes gibt es jedoch oberseitig immer einen schwimmenden Estrich, der als Vorsatzschale wirkt. Dadurch nimmt die Bedeutung der flankierenden Bauteile zu.

Dies ist im Beiblatt 1 zu DIN 4109 in der Tabelle 13 wiederum mit den Korrekturwerten $K_{L,1}$ abgebildet. Bei flächenbezogenen Massen von 300 kg/m^2 beträgt dieser Wert 0 dB.

Bei höheren flächenbezogenen Massen im Mittel von 400 kg/m^2 kann das Schalldämm-Maß um 2 dB erhöht werden. Bei flächenbezogenen Massen von im Mittel 100 kg/m^2 kann dieser Korrekturwert auch zu einem Abschlag von 4 dB führen. Die Berechnung mit Mittelwerten zeigt wiederum die Unsicherheit, dass es in einer Bausituation möglicherweise drei sehr schwere flankierende Bauteile gibt und damit eine ungünstige besonders leichte Flanke unterschätzt wird. Deswegen bietet es sich bei speziellen Fällen mit besonders leichten Flanken an, das Berechnungsverfahren nach DIN EN 12354-1 anzuwenden.

Beispiel 3:

In einer Bausituation mit 16 cm dicken Geschossdecken und oberseitigem schwimmenden Estrich wurden die flankierenden Bauteile anstelle von KSV-Wänden in Porenbeton ausgeführt [18]. Bei der Ausführung mit schweren flankierenden Bauteilen hätte sich ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_{w,R} = 55 \text{ dB}$ nach Beiblatt 1 zu



DIN 4109 ergeben. Aufgrund der leichten flankierenden Bauteile wurde jedoch lediglich $R'_w = 52 \text{ dB}$ gemessen. Entgegen der Empfehlung, schalldämmende Vorsatzschalen vor den leichten biegesteifen Bauteilen zu errichten, wurde eine schalldämmende Unterdecke be-

vorzugt, die jedoch messtechnisch das gleiche bewertete Schalldämm-Maß von $R'_w = 52 \text{ dB}$ ergab, wie die Situation ohne schalldämmende Unterdecke.

Außerdem wurde ein Raum mit einer dreiseitigen schalldämmenden Vorsatzschale ausgestattet. Die Außenwand wurde aufgrund von Heizungsinstallationen ausgelassen. Es ergab sich messtechnisch ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 56$ dB.

Im Diagramm werden die unterschiedlichen Messergebnisse Berechnungsergebnissen nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 und nach DIN EN 12354-1 einander gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass bei der geplanten Variante mit schweren Bauteilen beide Rechenverfahren vergleichbare Ergebnisse ergeben. Für den vorgefundenen Zustand ergibt sich durch EN 123254-1 ein eher pessimistischer Ansatz, der auch bei der Variante mit schalldämmender Unterdecke erhalten bleibt. Bei Vergleich der Berechnungsergebnisse mit den Messergebnissen für die Situation mit drei schalldämmenden Vorsatzschalen ergibt sich eine deutliche Überschätzung durch das Verfahren nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 und immer noch eine kleine Unterschätzung der Situation durch DIN EN 12354-1.

5 Trittschallschutz / Trittschalldämmung

Die Trittschalldämmung von Geschossdecken setzt sich zusammen aus der flächenbezogenen Masse und dem daraus abgeleiteten äquivalenten bewerteten Trittschallpegel der Geschossdecke ohne weitere Aufbauten. Dieses Verfahren ist in DIN 4109 und DIN EN 12354-2 [19] sogar formelmäßig identisch. Nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 ist dann ein Vorhaltemaß von 2 dB zu addieren. Anschließend wird die Trittschallminderung des schwimmenden Estrichs berücksichtigt. Diese ergibt sich aus der dynamischen Steifigkeit der Trittschalldämmschicht. Hier gilt, dass eine weichere Trittschalldämmschicht zu höheren Trittschallminderungen $\Delta L_{w,R}$ führt. Die Trittschallminderung wird von dem äquivalenten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w,eq,R}$ abgezogen, so dass sich der bewertete Norm-Trittschallpegel ergibt.

VDI 4100:2012 leitet aus dem bewerteten Norm-Trittschallpegel unter Berücksichtigung der Größe des zu schützenden Raumes den bewerteten Standard-Trittschallpegel ab. Dabei wird jetzt ausschließlich das Raumvolumen betrachtet. Bei einem Raumvolumen von ca. 31 m³ sind der Standard-Trittschallpegel und der Norm-Trittschallpegel zahlenmäßig gleich. Dieses Raumvolumen entspricht bei einer Raumhöhe von ca. 2,6 m einer Grundfläche von etwa 12 m². Wie bereits oben in ähnlicher Weise für die Luftschalldämmung von Trennwänden und Decken beschrieben, gibt es jedoch < 12 m² große Räume. Es ergibt sich zwangsläufig ein Zuschlag zum bewerteten Norm-Trittschallpegel, der bei Räumen mit Grundflächen zwischen ca. 8 und 12 m² 1 dB beträgt. Kleinere Räume sind selten in Wohnungen zu finden. Trittschallschutzbedürftig sind nach VDI 4100:2012 jedoch auch nur Räume ≥ 8 m². Bäder sind in diesem Fall davon ausgenommen, weil davon ausgegangen wird, dass die eigene Geräuscherzeugung im Bad so hoch ist, dass aus anderen Räumen einwirkende Trittschallenergie verdeckt wird.

Bislang werden im Beiblatt 1 zu DIN 4109 und DIN 12354-2 keine flankierenden Bauteile bei der Trittschallübertragung berücksichtigt. In einem Forschungsbericht der Hochschule für Technik [20] wird ein Verfahren beschrieben, womit auch dieses möglich ist. Dabei wird in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der Geschossdecke und der mittleren flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile ein Korrekturwert eingeführt. Bei typischen flächenbezogenen Massen der Geschossdecke von etwa 400 kg/m² erhöht sich die Trittschallübertragung bei flankierenden Bauteilen mit ca. 250 kg/m² um 1 dB und bei flächenbezogenen Massen der flankierenden Bauteile von 100 kg/m² sogar um 4 dB. Die Wirkung der flankierenden Bauteile bei hohen flächenbezogenen Massen der Geschossdecke kann auf bis zu 6 dB ansteigen. Hier zeigt sich eine ähnliche Tendenz wie bei der Luftschallübertragung: sehr leichte flankierende Bauteile haben einen überproportionalen Anteil an der Schallübertragung.

Dass die rechnerisch prognostizierten Werte des Trittschallschutzes in ausgeführten Bauten nicht eingehalten werden, liegt seltener an der Qualität der Geschossdecke und der Qualität der Trittschalldämmschicht bei mangelfreiem Einbau. Schwimmende Estriche sind in jedem Raum Einzelanfertigungen, die bei nachlässigem Einbau zu Schallbrücken führen können. Die häufigsten Ursachen für Schallbrücken sind Folgende:

- Fehlender Randdämmstreifen zwischen der Estrichplatte und aufgehenden Bauteilen
- Nicht vollflächig verlegte Trittschalldämmschicht
- Abschneiden des Randdämmstreifens vor Einbau des Bodenbelages und damit Überbrücken dieser Fuge durch Kleber des Bodenbelages
- Nicht-rechtwinklige Räume mit unsauber eingebauten nicht-rechtwinkligen und nicht passend-winkligen Trittschalldämmplatten
- Einbau von (Abwasser-)Leitungen im Fußbodenaufbau

Durch diese Schallbrücken kann die Trittschalldämmung um bis zu 20 dB verschlechtert werden. Grundsätzlich gilt dabei, dass die erste Schallbrücke die schlimmste ist. Weitere Schallbrücken können das Ergebnis noch verschlechtern. Dies bedeutet im entgegengesetzten Sinn jedoch auch, dass nicht nur viele Schallbrücken, sondern alle Schallbrücken beseitigt werden müssen, weil die letzte Schallbrücke immer noch ausschlaggebend ist. Schallbrücken können mit unterschiedlichen Verfahren geortet werden: Im Büro des Autors werden dazu die schwimmenden Estriche mit einem Kunststoffhammer abgeklopft und Klangveränderungen festgestellt. Damit können Schallbrücken gezielt geortet werden, so dass der vollflächige Ausbau eines schwimmenden Estrichs eher selten notwendig ist.

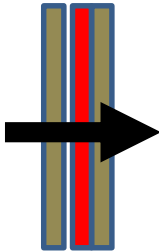
Oben wurde bereits der Unterschied zwischen dem bewerteten Norm-Trittschallpegel und dem bewerteten Standard-Trittschallpegel beschrieben. Auch hier gilt in der Planungspraxis beim gewerblichen Geschosswohnungsbau, dass für den rechnerischen Nachweis im Wesentlichen die kleinen Räume für die zu

wählende Konstruktion ausschlaggebend sind, um unterschiedliche Fußboden-
aufbaukonstruktionen in den Räumen zu vermeiden. Aufgrund der Ableitung für
kleine Räume ergibt sich dann ein Zuschlag zum Standard-Trittschallpegel
 $L'_{nT,w}$ von +1 dB, so dass bei der Schallschutzstufe SSt I nach VDI 4100 umge-
rechnet ein bewerteter Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w} \leq 52$ dB einzuhalten ist.
Dieser Wert ist lediglich um 1 dB besser als die Anforderung an den Mindest-
schallschutz.

Während beim Luftschallschutz die Schallschutzstufe SSt I im Allgemeinen
noch einen Wert von 4 dB oberhalb des Mindestschallschutzes erzeugt, wird
beim Trittschallschutz nahezu kein Unterschied erreicht. Dies ist aus Sicht des
Autors ein großer Mangel der VDI 4100, weil dadurch eine Mogelpackung bei
der Kennzeichnung einer Wohnung entsteht, die eigentlich einen erhöhten
Schallschutz aufweist. In der Praxis wird sich jedoch aufgrund der Anforderun-
gen an die Luftschalldämmung rein rechnerisch im Allgemeinen ein geringerer
Wert bei mangelfreier Ausführung ergeben. Die für den Luftschallschutz hohen
flächenbezogenen Massen der Decken sollten zu Standard-Trittschallpegeln
der Schallschutzstufe SSt II und gegebenenfalls der Schallschutzstufe SSt III
führen.

Denkbar sind jedoch auch unglückliche Fälle bei denen leichte Ausführungs-
mängel die guten Werte nicht erreichen lassen. Dennoch ist möglicherweise der
Kennwert der Schallschutzstufe SSt I eingehalten. Aus der rein zahlenmäßigen
Sicht wäre demnach „alles in Ordnung“. Dann bleibt lediglich das Pochen auf
eine mangelfreie Ausführung, die vorausgesetzt werden sollte. Aus dieser Sicht
wäre es günstiger, wenn die Schallschutzstufe SSt I strengere Kennwerte
nennt, um Diskussionen am Bau mit den Argumenten „ist doch eingehalten“ und
„ist aber nicht mangelfrei“ von vornherein zu vermeiden.

6 Zweischalige Haustrennwände



Dieser Absatz heißt bewusst „Zweischalige Haustrennwände“, weil diese Konstruktion vornehmlich als anerkannte Regel der Technik für die Trennung zwischen Einfamilienreihen- und Einfamilien-Doppelhäusern gilt. Dennoch ist auch im Geschosswohnungsbau gelegentlich eine zweischalige Konstruktion anzutreffen, um Trennwände zwischen Wohnungen zu errichten. Hinzu kommt gelegentlich, dass die Grundrisse verspringen und die Geschossdecken im Bereich der zweischaligen Trennwand durchlaufen. Damit kann diese zweischalige Konstruktion nicht das bewertete Schalldämm-Maß, was mit einer durchgehenden Fuge möglich wäre, erreichen. Im Bereich von Treppenhäusern und Aufzugsanlagen (siehe auch nächsten Abschnitt) können zweischalige Trennbauteile durchaus sinnvoll sein, weil in Treppenhäusern und Aufzugsanlagen neben der Anforderung an die Luftschalldämmung eine erhöhte Trittschall- und Körperschalldämmung erforderlich ist.

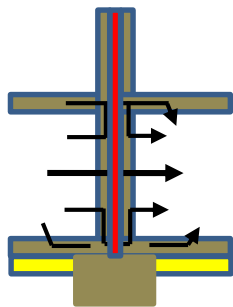


Bei Wohnungstrennwänden wird empfohlen, von diesen Konstruktionen Abstand zu nehmen, weil häufig, um Platz zu sparen, eher dünne Wandschalen errichtet werden, die dann den Schallschutz in vertikaler Richtung zwischen zwei Wohnungen aufgrund der flankierenden Übertragung reduzieren. Auf diese Wirkung wurde im Abschnitt zu den Geschossdecken eingegangen. Möglicherweise sind die flankierenden Bauteile so leicht, dass nicht einmal Sanitärinstallationen an ihnen befestigt werden dürfen, weil eine flächenbezogene Masse von 220 kg/m^2 unterschritten wird.

Das Schalldämm-Maß einer zweischaligen Haustrennwand mit vollständig durchlaufender Gebäudetrennfuge ergibt sich aus der Summe der beiden flächenbezogenen Massen der einzelnen Schalen zuzüglich eines Zuschlages von 12 dB. Bei vollständigen Trennungen wie sie z.B. im Erd- und Obergeschoss unterkellerten Reihen- und Doppelhäuser vorhanden sind, liegt diese vor. Das gilt auch, wenn der Keller des Reihen- und Doppelhaus wegen der Abdichtungsproblematik als gemeinsame Wanne ausgeführt ist. Reihenuntersuchungen, die systematisch ausgewertet wurden, können dies bestätigen [12].



Bei unvollständigen Trennungen zeigt die vorgenannte Literaturstelle auch, dass das Schalldämm-Maß in Nähe durchlaufender Bauteile wie z. B. bei nicht-



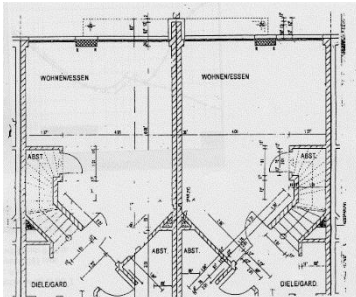
unterkellerten Reihenhäusern, geringer ist als im Obergeschoss. Die Differenz kann bis zu 6 dB betragen. Das tabellarische Verfahren nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 kann diesen Einfluss nicht abbilden. Deswegen ist auf andere Literaturstellen zurückzugreifen. Die bereits vorgenannte Literatur nach J. Maack [21] oder nach einem Forschungsbericht der

HfT Stuttgart [22] kann dazu angewendet werden.

Nach letzterem Verfahren können auch die flankierenden Bauteile mit ihren flächenbezogenen Massen berücksichtigt werden. Wie bereits oben für Wohnungstrennwände beschrieben, werden dabei die Stoßstellen der Maße berücksichtigt. Darüber hinaus geht der Einfluss der Fugenbreite mit ein. Nach Beiblatt 1 zu DIN 4109 muss die Fuge eine Breite von mindestens 3 cm haben und als Empfehlung mit Mineralmaterial gefüllt werden. Das sollte allgemeiner Standard sein. Die Verfahren nach Focke und der HfT Stuttgart berücksichtigen, dass das Schalldämm-Maß der Trennwand mit jedem weiteren Zentimeter Fugenbreite um ca. 1 dB zunimmt.

Beispiel 4:

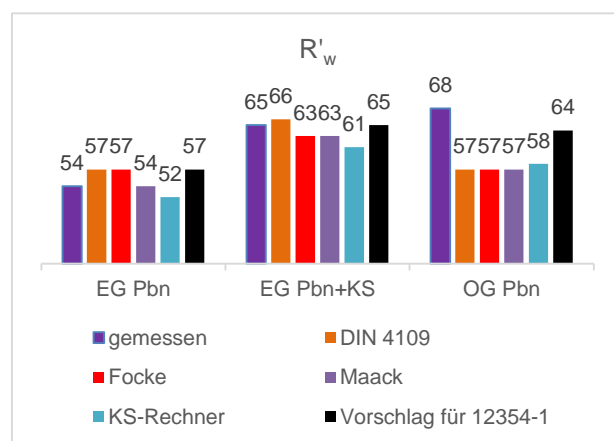
In einer Bausituation in einem nicht-unterkellerten Reihenhaus mit einer Trennwandkonstruktion aus zwei Schalen Porenbeton mit einer Fugenbreite 4 cm wurde die Luftschallübertragung zwischen den Wohnräumen beanstandet. Erste Messergebnisse ergaben ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 53$ dB im Erdgeschoss, obwohl im



Obergeschoss ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 68$ dB erreicht wurde. Diese hohe Differenz zwischen den Schallschutzqualitäten im Erdgeschoss und Obergeschoss führte zu den nachvollziehbaren Beanstandungen. Bei den im Nachhinein durchgeführten rechnerischen Bestimmungen des zu erwartenden bewerteten Schalldämm-Maßes hätte bei dieser Konstruktion im Erdgeschoss ein bewertetes Schalldämm-Maß je nach Rechenverfahren zwischen $R'_{w,R} = 52$ dB und $R'_{w,R} = 57$ dB ergeben müssen. Beim Nachrechnen des Schalldämm-Maßes für das Obergeschoss hätte sich nach dem Vorschlag für DIN EN 12354-1 ein Wert von $R'_{w,R} = 64$ dB ergeben, der den Messwert im Vergleich zu den übrigen Berechnungsverfahren „nur“ um 4 dB unterschreitet. Die übrigen Berechnungsverfahren hätten $R'_{w,R} = 57$ dB bzw. 58 dB ergeben.

Aufgrund der gewählten Sanierungsweise wurde nach den ungünstigen Messergebnissen im Erdgeschoss die Geschossdecke abgestützt und eine Wandschale, die bislang aus Porenbeton errichtet wurde, durch eine Kalksandsteinwand ersetzt. In einem

ersten Messdurchgang ergab sich immer noch ein zu geringes bewertetes Schalldämm-Maß, das dann auf Schallbrücken im Bereich der Haustrennwand auf der Außenseite durch Mörtelbatzen des Wärmedämm-Verbandsystems entstanden sind. Diese Stellen konnten durch Körperschall-



anregungen geortet und beseitigt werden. Nach Beseitigung der Schallbrücken wurden erneut Messungen der Luftschalldämmung durchgeführt. Dabei ergaben sich die in der Mitte des Diagrammes dargestellten Ergebnisse. Der Messwert betrug dann im Erdgeschoss $R'_w = 65$ dB. Die un-

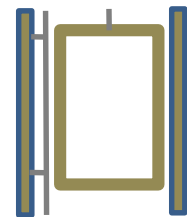
terkellerten Reihenhaus mit einer Trennwandkonstruktion aus zwei Schalen Porenbeton mit einer Fugenbreite 4 cm wurde die Luftschallübertragung zwischen den Wohnräumen beanstandet. Erste Messergebnisse ergaben ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 53$ dB im Erdgeschoss, obwohl im Obergeschoss ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 68$ dB erreicht wurde. Diese hohe Differenz zwischen den Schallschutzqualitäten im Erdgeschoss und Obergeschoss führte zu den nachvollziehbaren Beanstandungen. Bei den im Nachhinein durchgeführten rechnerischen Bestimmungen des zu erwartenden bewerteten Schalldämm-Maßes hätte bei dieser Konstruktion im Erdgeschoss ein bewertetes Schalldämm-Maß je nach Rechenverfahren zwischen $R'_{w,R} = 52$ dB und $R'_{w,R} = 57$ dB ergeben müssen. Beim Nachrechnen des Schalldämm-Maßes für das Obergeschoss hätte sich nach dem Vorschlag für DIN EN 12354-1 ein Wert von $R'_{w,R} = 64$ dB ergeben, der den Messwert im Vergleich zu den übrigen Berechnungsverfahren „nur“ um 4 dB unterschreitet. Die übrigen Berechnungsverfahren hätten $R'_{w,R} = 57$ dB bzw. 58 dB ergeben.

verschiedlichen Berechnungsverfahren ergaben dann Berechnungsergebnisse zwischen $R'_{w,R} = 61 \dots 66$ dB, so dass die tatsächliche Situation ohne Überschätzung und mit ein wenig Sicherheit realistisch abgebildet wird.

7 Aufzugsanlagen

7.1 Allgemeines

Für Aufzugsanlagen gibt es sehr unterschiedliche Schachtwandkonstruktionen aber auch sehr unterschiedliche Anlagentypen mit sehr vielfältigen Möglichkeiten der Geräuscherzeugung. Typische Unterschiede bei Aufzugsanlagen ist die Art des Antriebs:

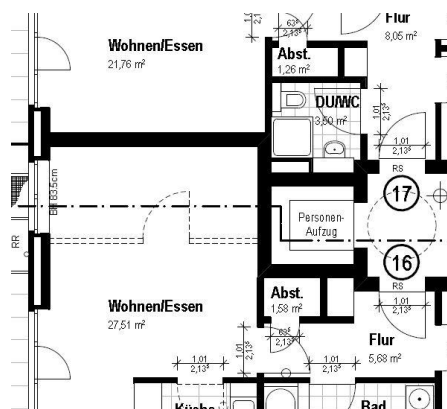


- Seilaufzüge
- Hydraulikaufzüge

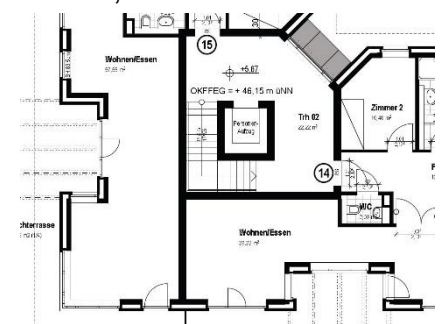
Wesentliche geräuscherzeugende Elemente sind die Triebwerke, die sowohl im eigenen Triebwerksraum als auch im Schacht installiert oder im Schacht mitfahrend montiert sein können. Darüber hinaus erfolgt eine Körperschalleinleitung durch Führungsschienen von Kabinen und Gegengewichten, das Lösen und Schließen der Bremse, durch Körperschallübertragung vom Schaltschrank oder von den Türen der Aufzugsanlage. Einleitungen ergeben sich auch durch Rollen oder Gleitschuhe an den Führungsschienen, Durchführung von Hydraulikschläuchen durch die Aufzugsschachtwände. Ein wesentlicher Einfluss stellt die lotrechte Montage der Führungsschienen und der absatzfreie Übergang zwischen den Führungsschienen dar. Neben diesen anlagentechnischen Einflüssen ist jedoch auch die Aufzugsschachtwand relevant.

7.2 Aufzugsschachtwand

Vorgaben für die flächenbezogenen Massen, die notwendig sind, um den Mindestschallschutz nach DIN 4109 einzuhalten, finden sich in der Richtlinie VDI 2566 „Schallschutz von Aufzugsanlagen“, die derzeit noch aus zwei Blättern besteht, in denen Aufzugsanlagen mit und ohne Triebwerksraum beschrieben werden [23]. Die Vorgaben für die flächenbezogenen Massen der Schachtwände sind jedoch identisch.



Die kritischste und leider auch typischste Situation für die Lage des Aufzugsschachtes ist die unmittelbare Angrenzung des Schachtes an schutzbedürftige Aufenthaltsräume. Ein höheres Schallschutzniveau lässt sich im Allgemeinen bereits dadurch erreichen, dass der Aufzugsschacht in das Treppenhaus integriert und die Treppenläufe um ihn herumgeführt werden, bzw. alternativ in den Wohnungen zunächst nicht-schutzbedürftige Räume, wie z. B. Abstellräume, Flure und WCs dazwischengeschaltet werden.



Für die direkte Angrenzung fordert VDI 2566, dass die Aufzugsschachtwand eine flächenbezogene Masse von 580 kg/m² betragen muss. Dazu können z. B. 30 cm dicke Kalksand-Vollsteinwände oder 25 cm dicke Stahlbetonwände errichtet werden.

Häufig ist auch der Irrglaube anzutreffen, dass es sich bei der Geräuschübertragung von der Aufzugsanlage in angrenzende schutzbedürftige Räume um eine Luftschallübertragung handelt. Hierzu ist festzustellen, dass die Aufzugsanlage im Schacht vergleichsweise geringe Schallpegel aufweisen. Die oben genannte flächenbezogene Masse erzeugt eine so hohe Schallpegeldifferenz, dass die Geräuschimmission in angrenzenden Wohnungen deutlich geringer ist

als der Schallpegel, der tatsächlich bei Betrieb der Aufzugsanlage gemessen wird. Dies ist ein eindeutiger Hinweis darauf, dass es sich um eine Körperschallübertragung handelt, die zu einem höheren Schalldruckpegel führt als durch Luftschallübertragung. Dementsprechend sind schallabsorbierende Auskleidungen im Aufzugsschacht keine sinnvolle und hilfreiche Maßnahme und braucht keinesfalls durchgeführt werden.

Sofern die flächenbezogene Masse der Aufzugsschachtwand gemäß VDI 2566 eingehalten wird, jedoch dennoch die Mindestanforderungen nach DIN 4109 und unglücklicherweise zahlenmäßig identisch auch mit der Schallschutzstufe SSt I nach VDI 4100:2012-10 überschritten werden, ist im Allgemeinen davon auszugehen, dass weitere Ursachen an der Aufzugsanlagentechnik zu suchen und zu beseitigen sind.

7.3 Erhöhter Schallschutz bei Aufzugsanlagen

Um einen erhöhten Schallschutz mit Aufzugsanlagen zu erreichen, gibt es in keiner der genannten Regelwerke Verfahren zu einer eindeutigen Vorgehensweise. Logisch nachvollziehbar ist zunächst, dass für einen höheren Schallschutz entweder Maßnahmen wie z. B. Entkopplungen an der Aufzugsanlage notwendig sind und/oder die flächenbezogene Masse erhöht werden muss. Als Orientierungswert ohne wissenschaftlichen Nachweis kann gegebenenfalls gelten, dass das Erhöhen des Luftschalldämm-Maßes der Schachtwand um einen bestimmten Wert zu einer ähnlichen Reduzierung des durch Körperschall übertragenen Schalldruckpegels führt. Aber auch bei höheren flächenbezogenen Massen ist bei unsauberer Montage der Aufzugsanlage ein Überschreiten der Kennwerte für einen erhöhten Schallschutz oder des Mindestschallschutzes möglich.

8 Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz und Ausblick

Die Kennwerte für den erhöhten Schallschutz nach Schallschutzstufe SSt I der VDI 4100:2012, die beim Luftschallschutz einen erhöhten Schallschutz impliziert, bei den maximal zulässigen Geräuschen aus gebäudetechnischen Anlagen (Aufzugsanlagen und Sanitärinstallationen) zahlenmäßig identisch mit den Mindestanforderungen nach DIN 4109 und beim Trittschallschutz nur wenig erhöht. In den anderen Bereichen gibt es wiederum die Mogelpackung, auf die bei der Anwendung dieser Schallschutzstufe hinzuweisen ist. In den weiteren Schallschutzstufen SSt II und SSt III sind die Kennwerte für Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen gegenüber den Mindestanforderungen unterschiedlich, jedoch ist auch hier die Anforderung an die Luftschalldämmung von Trennwänden und Geschosdecken erhöht, was zu deutlich größeren Aufwendungen bei diesen Bauteilen führt.

Aus diesem Grund hatte der Autor im Deutschen Ingenieurblatt einen Vorschlag erarbeitet, bei dem die Kennwerte einer neuen Schallschutzstufe SSt*I identisch sind mit den Kennwerten des Mindestschallschutzes nach DIN 4109. Die weiteren Schallschutzstufen SSt*II bis SSt*IV sind gegenüber den Mindestanforderungen nach DIN 4109 in gleichmäßigen Schritten erhöht. Darüber hinaus wurden Kennwerte für die Geräusche aus raumluftechnischen Anlagen, wie z. B kontrollierter Wohnungslüftung (KWL) benannt. Bislang gibt es derartige Kennwerte lediglich für Passivhäuser oder spezielle Förderprogramme in den unterschiedlichen Bundesländern. Die vollständigen Anforderungen lauten wie folgt:

Mehrfamilienwohngebäude

Schallschutzkriterium	Kennzeichnende Größe	SSt*I entspricht DIN 4109	SSt*II	SSt*III	SSt*IV
		mindest	erhöht	hoch	sehr hoch
Luftschall Decken	R'_w	≥ 54 dB	≥ 57 dB	≥ 60 dB	≥ 65 dB
Luftschall Wände	R'_w	≥ 53 dB	≥ 57 dB	≥ 60 dB	≥ 65 dB

Schallschutzkriterium	Kennzeichnende Größe	SSt*I entspricht DIN 4109	SSt*II	SSt*III	SSt*IV
Luftschall Wohnungseingangstüren in Flure oder Dielen von Wohnungen	R_w	≥ 27 dB	≥ 32 dB	≥ 37 dB	≥ 42 dB
Luftschall Wohnungseingangstüren in Aufenthaltsräume von Wohnungen	R_w	≥ 37 dB	≥ 42 dB	≥ 47 dB	zu vermeiden
Trittschall Decken	$L'_{n,w}$	≤ 53 dB	≤ 46 dB	≤ 39 dB	≤ 35 dB
Trittschall Treppen	$L'_{n,w}$	≤ 53 dB	≤ 46 dB	≤ 39 dB	≤ 35 dB
Gebäudetechnische Anlagen	$L_{AF,max}$	≤ 30 dB(A)	≤ 27 dB(A)	≤ 25 dB(A)	≤ 24 dB(A)
Schutz gegen Außenlärm	$R'_{w,res}$	DIN 4109	DIN 4109	DIN 4109 + 3 dB	DIN 4109 + 5 dB
Raumlufttechnische Anlagen ¹⁾	$L_{AFeq,nT}$	≤ 25 dB(A)	≤ 22 dB(A)	≤ 20 dB(A)	≤ 20 dB(A)

1) Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz nach DIN 1946-6 in Zulufräumen, Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s; Für „Partylüftung“ und Ablufträume sind um 10 dB höhere Werte zulässig.

Reihenhäuser

Schallschutzkriterium	Kennzeichnende Größe	DIN 4109 SSt*I	SSt*II	SSt*III	SSt*IV
		mindest	erhöht	hoch	sehr hoch
Luftschall	R'_w	≥ 57 dB	≥ 63 dB	≥ 68 dB	≥ 71 dB
Trittschall Decken	$L'_{n,w}$	≤ 48 dB	≤ 41 dB	≤ 34 dB	≤ 27 dB
Trittschall Treppen	$L'_{n,w}$	≤ 53 dB	≤ 46 dB	≤ 39 dB	≤ 32 dB
Gebäudetechnische Anlagen	$L_{AF,max}$	≤ 30 dB(A)	≤ 25 dB(A)	≤ 20 dB(A)	≤ 20 dB(A)
Schutz gegen Außenlärm	$R'_{w,res}$	DIN 4109	DIN 4109	DIN 4109 + 3 dB	DIN 4109 + 5 dB
Raumlufttechnische Anlagen ¹⁾	$L_{AFeq,nT}$	≤ 25 dB(A)	≤ 22 dB(A)	≤ 20 dB(A)	≤ 20 dB(A)

1) Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz nach DIN 1946-6 in Zulufräumen, Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s; Für „Partylüftung“ und Ablufträume sind um 10 dB höhere Werte zulässig.

Der vorgenannte Vorschlag ist natürlich ein zusätzlicher Vorschlag zu den bereits bestehenden Regelwerken nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 und VDI 4100:2012. Teilweise zeigt die Beratungspraxis auch, dass die Richtlinie VDI 4100:2007 noch angewandt wird, weil sie als nachvollziehbarer gilt. Diese hatte jedoch das kleine Manko, dass beim erhöhten Schallschutz der Schallschutzstufe SSt II der gleiche Kennwert für Geräusche aus gebäudetechnischen

Anlagen bestand, wie bei den Mindestanforderungen nach DIN 4109 und dass keine Kennwerte für Wohnungseingangstüren benannt waren. Auch hier muss man sich behelfen.

Das Beiblatt 2 zu DIN 4109 mit den Empfehlungswerten für einen erhöhten Schallschutz aus dem Jahre 1989 wird mit Neuausgaben von DIN 4109 vermutlich zurückgezogen werden. Allein das Alter dieser Richtlinie lässt die Vermutung aufkommen, dass diese überholt ist. Die Vorzüge und Schwächen von VDI 4100:2012 wurden in diesem Artikel bereits beschrieben.

Deswegen bleibt ein bunter Strauß von Möglichkeiten, wie der Schallschutz beschrieben werden kann. Sofern die gewählte Baukonstruktion nicht zu einer sinnvollen Deckung mit dem gewünschten Schallschutz führt, kann es gegebenenfalls hilfreich sein, in den Baubeschreibungen eindeutige Zahlenwerte für alle schalltechnisch relevanten Bauteile konkret aufzunehmen. Damit wären die schalltechnischen Qualitäten genauso beschrieben, wie die Anzahl von Steckdosen, die Raumhöhe oder die Größe der Wohnung. Auch können eindeutig gezählt, bzw. gemessen werden und mit den vereinbarten Qualitäten verglichen werden.

So lange es keine widerspruchsfreien Regelwerke gibt, ist dies möglicherweise neben dem eigenen Vorschlag mit den Schallschutzstufen SSt*-Stufen eine Möglichkeit, eindeutige Verhältnisse zu schaffen, um nachträgliche Auseinandersetzungen vor Gericht zu vermeiden. Gleichzeitig wird hiermit auch dazu aufgerufen, die Richtlinie VDI 4100:2012 zu überarbeiten und die Widersprüche zu beseitigen.

Dipl.-Ing. (FH) Klaus Focke

01. November 2013

9 **Literatur**

1. DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, November 1989, mit Berichtigung 1 zu DIN 4109, August 1992, und Änderung A1
2. Beiblatt 2 zu DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich, November 1989
3. VDI 4100 Schallschutz von Wohnungen, Kriterien für Planung und Beurteilung, Ausgabe August 2007, (inzwischen zurückgezogen und ersetzt durch Oktober 2012)
4. VDI 4100, Schallschutz im Hochbau, Wohnungen, Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz, Oktober 2012
5. Klaus Focke, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz aus „Neue Regelwerke und (un)bekannte Vorgehensweisen“, Deutsches Ingenieurblatt, DIB 3-2013 März <http://dib.schiele-schoen.de/archivsuche.html>
6. Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis, DEGA-Empfehlung 103, Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., Fachausschuss Bau- und Raumakustik, März 2009
7. DIN 4109, Blatt 2, Schallschutz im Hochbau, September 1962
8. DIN 4110, Technische Bestimmungen für Zulassung neuer Bauweisen, August 1934
9. DIN 4110, Technische Bestimmungen für Zulassung neuer Bauweisen, Juli 1938
10. DIN 4110, Technische Bestimmungen für Zulassung neuer Bauweisen, 2. Juli 1938
11. Memorandum, Die allgemein anerkannten Regeln der Technik in der Bauakustik, Deutsche Gesellschaft für Akustik eV, Fachausschuss Bau- und Raumakustik, DEGA BR 0101, März 2011 http://www.dega-akustik.de/fachausschuesse/bra/dokumente/DEGA_BR_0101.pdf
12. Klaus Focke, Carsten Ruhe, „Schallschutz von Haustrennwänden - Was ist erreichbar? Was wird geschuldet?“, wksb, Heft 56 (2006, S.19 – 30)
13. Prof. Dr.-Ing. Eugen Michel. Akustik und Schallschutz im Hochbau, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1938
14. „Memorandum“, DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau keine allgemein anerkannte Regel der Technik“, Akustiksachverständige
15. Beiblatt 1 zu DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, November 1989, und Änderung A1, September 2003, und Änderung A2, Februar 2010
16. DIN EN 12354, Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden , aus den Bauteileigenschaften, Teil 1 Luftschalldämmung zwischen Räumen, Dezember 2000

17. Bundesverband Kalksandstein e.V., KS-Schallschutzrechner (Version 4.03);
www.kalksandstein.de
18. Hochporosierte tragende Wände verursachen Schallschutzprobleme, Diskrepanzen zwischen Nachweis und Messergebnis, neues Rechenverfahren hilft, Deutsches Ingenieurblatt, Carsten Ruhe, April 1999
19. DIN EN 12354, Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden , aus den Bauteileigenschaften, Teil 2 Trittschalldämmung zwischen Räumen, September 2000
20. Hochschule für Technik Stuttgart, Schallschutznachweis für die Trittschalldämmung auf der Basis der DIN EN 12354-2, Juli 2005
21. Jürgen Maack, Schallschutz zwischen Reihenhäusern mit unvollständiger Trennung, Bauphysik, Heft 4, Seite 244, August 2006
22. Hochschule für Technik Stuttgart, Schallschutznachweis für zweischalige Haustrennwände in Doppel- und Reihenhäusern, Mai 2012
23. VDI 2566, Blatt 1, Schallschutz bei Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum, Dezember 2001 und Blatt 2, Schallschutz bei Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum, Mai 2004

Notizen

