

Schalldämmende Installationswände

Neue Wege zur Verringerung der Installationsgeräusche

K. Gösele*)

Kurzfassung der Ergebnisse des Forschungsauftrages
B I 5 - 80 01 96 - 17 des Bundesministeriums für
Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

1. Ziel der Untersuchungen

Installationsgeräusche aus Bädern, WC's u.ä. sind seit drei Jahrzehnten in unseren Wohnungen etwa gleich laut geblieben. Bisher hat man sich nur bemüht, das Geräusch der Armaturen zu verringern. Dabei ist man jedoch seit langem ziemlich am Ende.

Das Ziel der hier vorgenommenen Untersuchungen war deshalb nicht die Geräuschenstehung zu vermindern sondern die Weiterleitung des entstehenden Körperschalls zu den Nachbarwohnungen zu verringern und zwar durch Maßnahmen an den Wänden, an denen die Einrichtungsgegenstände wie WC und Waschbecken u.ä. befestigt sind. Diese Wände werden im folgenden "Installationswände" genannt.

Die erste Aufgabe war, zu prüfen, welchen Einfluß die flächenbezogene Masse dieser Wände auf die Geräusch-Übertragung in die Nachbarwohnungen hat. Anschließend sollten Wege gesucht werden, wie diese Übertragung durch Maßnahmen an der Installationswand verringert werden kann. Dazu wurde folgendes überprüft:

- eine Erhöhung der Körperschalldämpfung der Wände
- Beschwerung der Wand nahe der Befestigungsstelle der Einrichtungsgegenstände
- Maßnahmen beim Wandanschluß an die Decke

*) Prof. Dr. Ing. habil K. Gösele, 71549 Auenwald (Mittelbrüden)

2. Durchführung der Messungen

Nur ein Teil der Messungen, nämlich die bei "normal" ausgeführten Wänden wurden in Bauten vorgenommen. Dabei wurden die Wände mit einem Körperschall-Sender anstelle einer Armatur angeregt und der auftretende Luft- und Körperschall in einem schräg darunter liegenden Wohnraum gemessen, siehe Bild 1.

Die Meßwerte wurden auf eine anregende Wechselkraft an der Wand umgerechnet, die der bei einem Norm-Trittschallhammerwerk entsprach.

Die Messungen über Verbesserungsmaßnahmen wurden an Modellen vorgenommen, die das Wesentliche des Fortleitungsvorgangs Wand/Decke umfaßte, nämlich die Anregung der Installationswand und die Fortleitung auf die darunter befindliche Decke, wobei die Abmessungen 1/3 der Großausführung waren. Die Ergebnisse wurden, wie bekannt für die Großausführung auf 1/3 so hohe Frequenzen umgerechnet. Bestimmt wurde eine Körperschalldämmung D_K , siehe Bild 2. Sie ist bei üblichen Wänden am Bau wie auch am Modell erstaunlicherweise etwa gleich Null. Mit den im folgenden besprochenen Maßnahmen an Modellen konnten dagegen D_K -Werte von etwa 10 - 20 dB erreicht werden.

3. Meßergebnisse

3.1 Einfluß der flächenbezogenen Masse der Wand

Er ist aus Bild 1 ersichtlich. Dort sind als Beispiel (für 500 Hz) die Schallpegel in Kurve a aufgetragen, die sich bei verschiedenen schweren Installationswänden in einem schräg darunter liegenden Raum ergaben, wenn die jeweilige Wand in gleicher Weise mit einem Körperschall-Sender angeregt wird. Dabei ist die Kurve unter bestimmten Annahmen gerechnet. Die Punkte entsprechen Meßwerten. Der Schallpegel nimmt zwar mit zunehmender Masse der Wand etwas ab, jedoch nur wenig. Die entsprechenden Meß-Werte für die angeregte Wand - Kurve b - nehmen jedoch mit zunehmender Masse sehr stark ab. Dieses ganz unterschiedliche Verhalten läßt sich nach Bild 3 erklären.

Zusammenfassend:

Die bisherige Annahme, daß Installationsgeräusche in Nachbarräumen umso kleiner sind, je schwerer die Installationswände sind, trifft für unmittelbar horizontal angrenzende Räume zu, nicht jedoch für schräg darunter liegende Räume. Dieser Fall ist jedoch der wichtigste im Bau.

3.2 Geräuschminderung durch Körperschalldämpfung der Installationswand

3.2.1 Allgemeines

Sie stellt akustisch einen sehr komplexen Resonator dar, dessen Schwingungen man durch Körperschalldämpfung (= Umwandlung der mechanischen Schwingungsenergie in Wärme) verringern kann. Dieser Einfluß ist für verschieden starke Dämpfungen in Bild 4 schematisch dargestellt.

Die Verringerung der Übertragung auf die Decke ergibt sich in der Abnahme A der Schwingungspegel in der Nähe der Anschlußstelle zur Decke. Sie kann sehr groß sein.

3.2.2 Sanddämpfung

Als Dämpfungsmaßnahme ist seit langem [1] loser Sand, Kies o.ä. in Wandhohlräumen bekannt. Ihre Wirksamkeit ist bisher weit unterschätzt worden, weil die Hohlräume falsch dimensioniert worden sind. Sandschüttungen u.ä. sind nur dann wirksam, wenn sie Resonanzen senkrecht zur Wandfläche aufweisen, näheres siehe [2]. Dazu müssen sie eine genügende Ausdehnung senkrecht zur Wandfläche aufweisen, siehe Bild 5. Was man erreichen kann, sei an einem Modellversuch in Bild 6 gezeigt. Die Dämmwirkung gegenüber einer massiven Wand (ohne Sand) beträgt in diesem Fall etwa 20 dB. Wenn man die hier angewandte große Sandmenge nicht anwenden kann und nur in einem Teil der Wand eine Füllung anbringen kann, dann reduziert sich die Wirkung, wie aus Bild 6, Kurve b ersichtlich ist auf etwa 10 dB. Durch eine etwa 0,2 m hohe Schüttung im Hohlraum einer üblichen Vormauerung sind z.B. noch etwa 5 dB zu erwarten.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß man mit einer Körperschalldämpfung der Installationswand eine erhebliche Verringerung der Installationsgeräusche in angrenzenden Räumen erwarten kann.

3.2.3 Andere Dämpfungsmaßnahmen

Es gibt auch andere Möglichkeiten, um eine hohe Körperschalldämpfung bei Wänden zu erreichen, die weniger lästig sind als loser Sand. In Bild 7 ist als Beispiel im Rahmen eines Modellversuchs eine Wand untersucht worden, bei der "trockene Reibung" zur Körperschalldämpfung ausgenutzt worden ist. Sie wurde dadurch erreicht, daß zwei lose auf-

einander liegende Pappen in "Omega"-Form am Ende der Wandplatte eingegossen worden waren. Durch diese Formgebung sollte verhindert werden, daß die Wand bei statischen seitlichen Kräften senkrecht zur Wand wegrutschen kann. In schalltechnischer Sicht reibt sich das Wandende bei seinen Schwingungen an dem Gegenstück, das mit der Decke starr verbunden ist und deshalb keine oder nur geringe Schwingungen ausführt. Die übertragenen Schwingungen sind um mehr als 10 dB geringer als bei einer starren Befestigung ohne Zwischenschicht.

3.3 Beschwerung an der Anregungstelle

Eine erhebliche Verringerung der Übertragung kann bei leichten Installations-Wänden dadurch erreicht werden, indem man die Wand in der Nähe der jeweiligen Anregerstelle (z.B. Befestigungsstelle von WC-Spülbecken oder Waschbecken) mit einer zusätzlichen Beschwerung durch eine Masse versieht. Dann wirkt an der Befestigungsstelle neben dem Schwingungswiderstand der Wand noch zusätzlich der Massewiderstand der zusätzlichen Beschwerung, wodurch die Schwingungen kleiner werden.

Eine praktische Ausführung ist, wiederum am Modell, in Bild 8 dargestellt. Dort ist bei einer Porenbetonwand ein Teil der Wand durch KSV-Steine an der Anregerstelle ersetzt worden. Die dadurch hervorgerufene Verringerung der Geräusch-Übertragung ($= D_K$) beträgt rund 10 dB für eine verhältnismäßig einfache Maßnahme.

Verhalten von Ständerwänden

Mit dem hier geschilderten Beschwerungseffekt hängt es auch zusammen, daß nach Untersuchungen von Gösele und Engel [3] am Bau Ständerwände, die mit dicken Gipskartonplatten beplankt waren, eine um 10 dB(A) geringere Installationsgeräusch-Übertragung bei WC-Geräuschen schräg nach unten ergaben als gemauerte Installationswände. Dabei wirkten die ungefähr 10 kg schweren WC-Becken als "Beschwerung" im obigen Sinne. Eine weitere Beschwerung wäre dabei vorteilhaft, jedoch nur wenn die zusätzliche Beschwerung relativ groß wäre, z.B. ebenfalls noch einmal etwa 10 kg.

Dieser Beschwerungseffekt ist im übrigen auch mit ein Grund dafür, daß die Installationsgeräusche in Holzhäusern in ähnlicher Größe liegen wie in Massivbauten und keineswegs 10 dB(A) oder mehr lauter sind, obwohl

die Wände und Decken in der Größenordnung nur etwa 1/5 so schwer sind.

Jedenfalls könnten auch dort sowohl durch Beschwerung als auch durch Dämpfung erhebliche Verbesserungen erwartet werden.

3.4 Anschluß an Decke

Die Übertragung von der Wand auf die Decke kann erheblich vermindert werden, wenn der Anschluß der Wand biegeweicher als beim normalen Anschluß ausgeführt wird. Dies sei an einem Beispiel in Bild 9 gezeigt, wonach durch ein noch relativ steifes 0,24 m hohes Zwischenstück die Übertragung um etwas mehr als 10 dB vermindert wird.

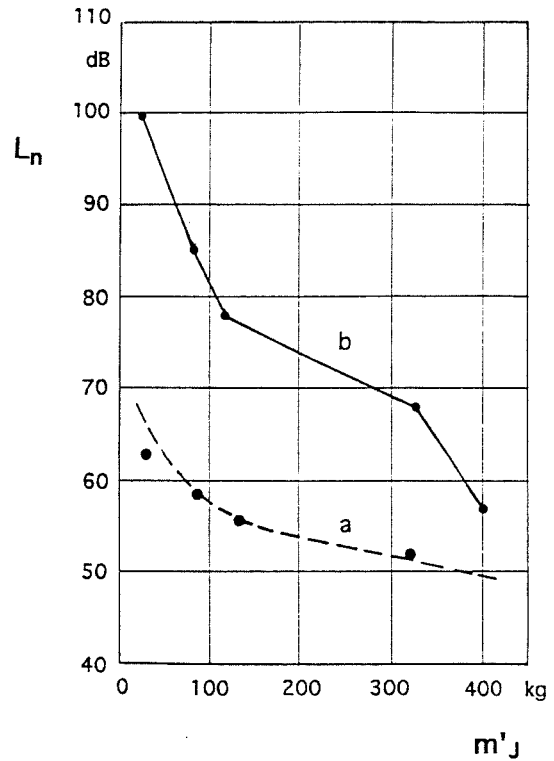
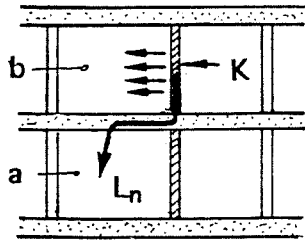
4. Zusammenfassung

Völlig überraschend hat sich bei der Körperschall-Übertragung von Installationsgeräuschen auf das angrenzende Geschoß folgendes ergeben:

- a. Die flächenbezogene Masse dieser Wand ist nicht von wesentlicher Bedeutung.
- b. Durch eine Körperschalldämpfung, z.B. durch Sand in Hohlräumen, können Verringerungen der Geräusche um 10 - 20 dB(A) erreicht werden.
- c. Durch schwerere Ausbildung der Wand dort, wo die Installations-Gegenstände befestigt werden, können auch Verbesserungen bis zu 10 dB(A) erzielt werden.
- d. Auch über den Deckenanschluß sind Verbesserungen möglich.

5. Literatur

- [1] Kurtze, G. "Körperschalldämpfung durch körnige Medien", VDI-Berichte 8, (1956), S. 110
- [2] Gösele, K. "Körperschalldämpfung im Bauwesen", in Vorbereitung
- [3] Gösele, K. und V. Engel " Körperschalldämmung in Sanitärräumen",Bauforschung für die Praxis, Band 11, IRB-Verlag (1995)

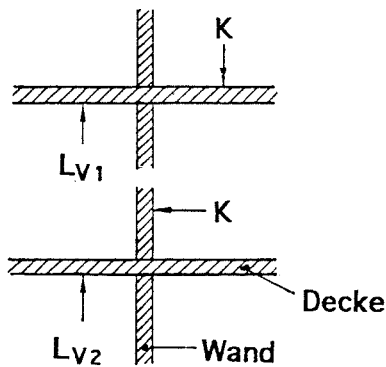


500 Hz Terzrauschen

K: Körperschall-Anregung

Bild 1:

Einfluß der flächenbezogenen Masse m'_j der Installationswand auf den Schallpegel L_n bei Körperschall-Anregung in Bauten



$$D_K = L_{V1} - L_{V2}$$

Bild 2:

Bestimmung des Körperschalldämm-Maßes D_K für die Übertragung Wand/Decke

K: Körperschall-Sender

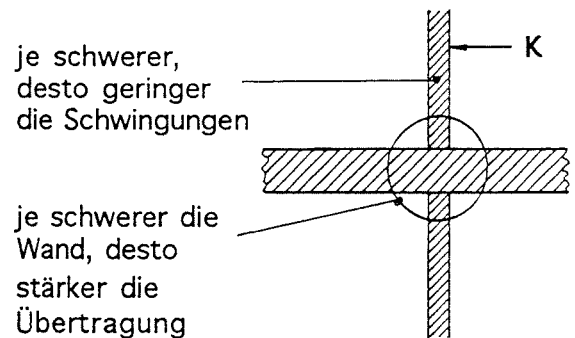


Bild: 3

Die beiden maßgeblichen Einflüsse auf die Installationsgeräusch-Übertragung

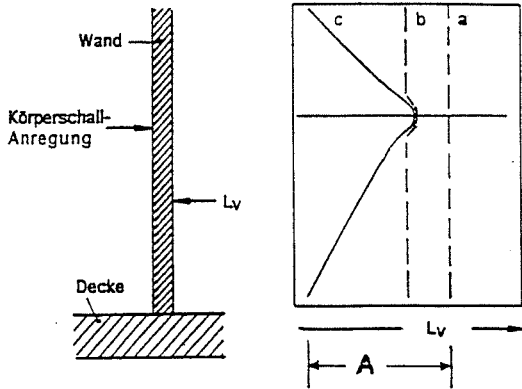


Bild 4:

Schwingungspegel L_v an der Installationswand in verschiedener Wandhöhe bei verschiedener Körperschalldämpfung der Wand, schematisch

- a: gerine Dämpfung (normal)
- b: erhöhte Dämpfung
- c: stark erhöhte Dämpfung z.B. mit Schüttung

A: erreichbare Dämmwirkung für das auf die Decke übertragene Installationsgeräusch

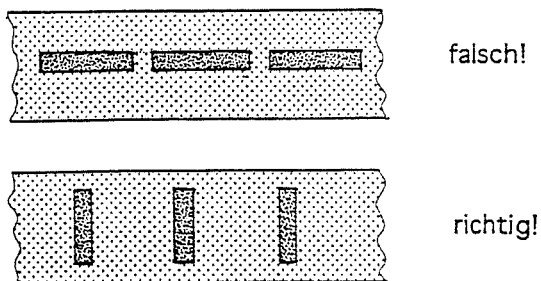
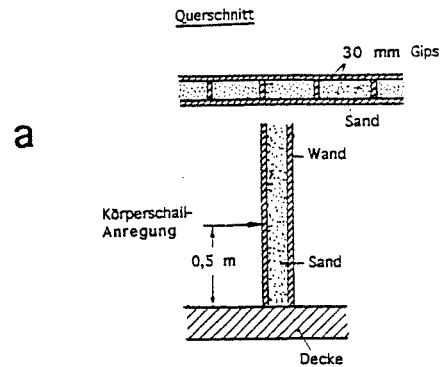
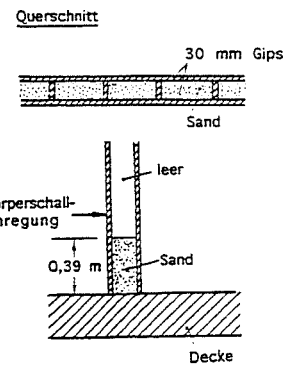


Bild 5:

Sandschüttungen haben für Biegeschwingungen nur dann eine hohe Körperschalldämpfung, wenn sie senkrecht zur Wandfläche eine große Abmessung haben



a



b

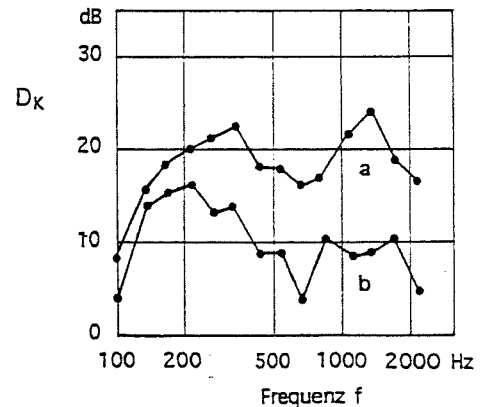


Bild 6:

Körperschalldämmung einer Installationswand gegen eine Decke durch eine Sandfüllung

- a: voll Sand
- b: nur teilweise Füllung

(Modellversuch, Werte auf Großausführung umgerechnet)

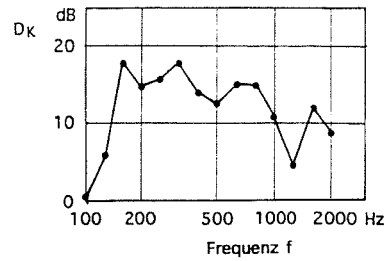
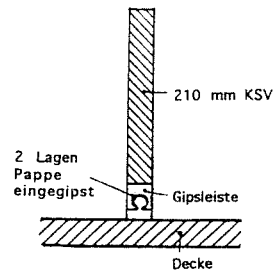


Bild 7:

Dämmwirkung D_K einer Installationswand, die an der Unterkante durch Reibungsdämpfung zweier Pappen eine erhöhte Körperschalldämpfung aufweist

(Modellversuch, Werte auf Großausführung umgerechnet)

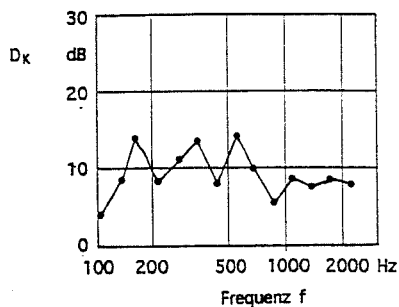
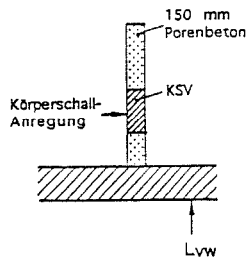


Bild 8:

Dämmwirkung D_K einer inhomogen aufgebauten Installationswand (schwere KSV-Steine an Anregerstelle und leichte Porenbetonsteine für den übrigen Teil der Wand)

(Modellversuch, Werte auf Großausführung umgerechnet)

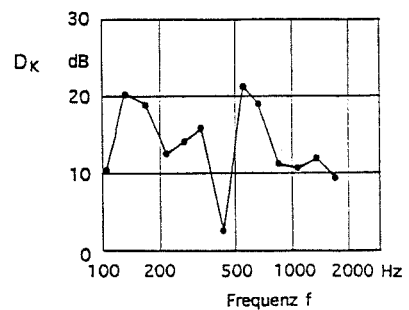
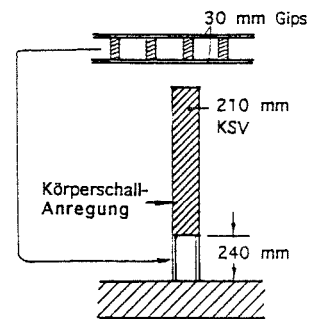


Bild 9:

Körperschalldämmung D_K einer KSV-Wand-schale auf einem Sockel aus Hohlelementen

(Modellversuch, Werte auf Großausführung umgerechnet)

Dämmwirkung auf eine biegeweichere Ausbildung des Wandanschlusses zurückzuführen