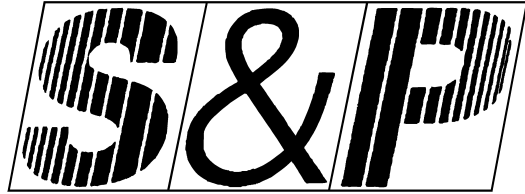


STEGER & PIENING GMBH Lärmschutzberatung



Lärmimmissionsschutz Beratung
§26 BImSchG Messung
Raumakustik Wärmeschutz
Bauakustik Güteprüfstelle DIN4109

eMail: info@sp-laermschutz.de
Internet: http://www.sp-laermschutz.de

Beitrag im Deutschen Architektenblatt in der Ausgabe März 2005.

Alexander Müller und Andreas Piening

Mangelhafter Luftschallschutz von Wohnungstrennwänden trotz ausreichend bemessener flächenbezogener Masse

Ein guter Schallschutz von Wohnungstrennwänden ist unverzichtbar. Je schwerer die Wand, desto besser die Schalldämmung, lautet der Lehrsatz für den Praktiker. Dicke Wände vernichten aber teure Wohnfläche. So liegt der Wunsch nahe, immer dünnere Wände aus immer schwererem Material zu bauen. Aber da scheint es bisher nicht bekannte Grenzen zu geben.

Sachverhalt

In Mehrfamilienwohnhäusern (Baujahr 2003/2004) in Schottenbauweise mit drei bis sechs Vollgeschossen sind 17,5 cm und 20 cm dicke Wohnungstrennwände aus Vollziegeln der Rohdichteklasse 2,4 (beidseitig ca. 1 cm Gipsputz) ausgeführt worden. Diese gegenüber der Standard-Dicke von 24 cm wesentlich schlankeren Wände wurden aus Gründen der größeren verbleibenden Wohnfläche gewählt.

Flankierende Bauteile:

- Decke : 18 cm Stahlbeton, Rohdichte 2.300 kg/m³
- Fußboden : schwimmender Zementestrich
- Innenwände : Metallständerwände mit Gipsfaser-Bepankung
- Fassade : Holzelemente (Paneel + Fenster)

Eine erste Güteprüfung gemäß DIN EN ISO 140 Teil 4 (Messung der Luftschalldämmung) an einer der 17,5 cm dicken Wände ergab ein bewertetes Bau-Schalldämmmaß von $R'_w = 49$ dB. Den frequenzabhängigen Verlauf der Dämmkurve

zeigt Kurve 1 in Abb. 1. Der Anforderungswert gemäß DIN 4109 [1] von erf. $R'_w \geq 53$ dB wurde damit um 4 dB unterschritten. Da dieses Ergebnis zunächst nicht gedeutet werden konnte, wurden ca. 10 weitere Messungen in den übrigen Geschossen derselben Gebäudeachse und auch bei anderen Achsen durchgeführt. Die Kurvenverläufe der Messungen an Wänden einer Achse mit den zugehörigen bewerteten Bau-Schalldämmmaßen sind ebenfalls in Abb. 1 wiedergegeben.

Es zeigte sich bei allen Wänden ein ähnliches bewertetes Bau-Schalldämmmaß (zwischen $R'_w = 49$ dB und 50 dB) und ein ähnlicher Kurvenverlauf. Alle Kurven zeigen bei ca. 315 Hz einen Einbruch in der Schalldämmung. Danach steigt die Schalldämmung wieder an, um bei 4000 Hz erneut einzubrechen. Alle Messwerte verfehlten die DIN-Anforderung.

Weitere ca. 15 Messungen der Luftschalldämmung wurden an 20 cm dicken Wänden des gleichen Materials ausgeführt. Die Ergebnisse stellten sich ähnlich dar. Die Anforderung gemäß DIN 4109 wurde überwiegend nicht eingehalten.

Die Kurvenverläufe von Wänden eines diagonal geteilten Hauses mit quadratischem Grundriss sind in Abb. 2 dargestellt. Kurve 7 in Abb. 2 zeigt eine 20 cm dicke Stahlbetonwand, die im Erdgeschoss aus statischen Gründen erforderlich war. Diese Wand mit etwa gleicher flächenbezogener Masse wie die darüber stehenden Ziegelwände gleicher Dicke erreicht im Gegensatz zu diesen ein bewertetes Bau-Schalldämmmaß von $R'_w = 58$ dB, bei gleichen flankierenden Bauteilen und Grundrissen.

Abb. 3 zeigt Messungen an einem weiteren Geschosshaus in Stangenform mit 20 cm dicken Wohnungstrennwänden. Die Einzahlwerte schwanken zwischen $R'_w = 49$ dB und 51 dB. Auch die Kurvenverläufe dieser Wände weisen relative Minima bei 315 Hz und 3150 Hz auf.

Ursachen

Laut allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für die Massiv-Vollziegel der Rohdichteklasse 2,4 kann der Schallschutz durch rechnerische Prognose gemäß Beiblatt 1 zu DIN 4109 [2] oder alternativ durch Eignungsprüfung nachgewiesen werden. Der Hersteller, der keine Ergebnisse von Eignungsprüfungen vorlegen konnte, gab für die 17,5 cm dicke Wand $R'_w = 54$ dB und für die 20 cm dicke Wand $R'_w = 55$ dB an (jeweils mit 2x 15 mm Kalkgipsputz).

Gemäß rechnerischem Schallschutznachweis nach Beiblatt 1 (hierauf beziehen sich die nachfolgenden Tabellenzitate) zu DIN 4109 [2] ergeben sich diese Werte, wenn

die Rohdichte mit 2.400 kg/m^3 (d.h. der Obergrenze der Rohdichteklasse) angesetzt wird. Davon ging der Hersteller offenbar aus.

Nach unseren Ermittlungen und auch nachträglichen Herstellerangaben beträgt die Rohdichte des Materials jedoch tatsächlich nur ca. 2.250 kg/m^3 . Außerdem ist noch ein Abzug für die Vermörtelung gemäß Tab. 3 anzusetzen.

Mit diesen realistischeren Ansätzen ergeben sich flächenbezogene Massen von 402 kg/m^2 für die 17,5 cm dicke Wand und von 455 kg/m^2 für die 20 cm dicke Wand, einschließlich Berücksichtigung der Vermörtelung.

Mit Tab. 1 ergeben sich daraus Rechenwerte des Bau-Schalldämmmaßes von $R'_{w,R} = 53 \text{ dB}$ für die 17,5 cm und $R'_{w,R} = 54 \text{ dB}$ für die 20 cm dicke Wand.

Der Korrekturfaktor $k_{L,1}$ nach Tab. 13 für den Einfluss der flankierenden Massivbauteile ergibt sich zu Null, da die mittlere flächenbezogene Masse der flankierenden Decken größer als 300 kg/m^2 ist. Die Schalllängsleitung über die in Trockenbauweise erstellten Innenwände und über den schwimmenden Estrich kann vernachlässigt werden. Die Schalllängsdämmung der leichten Außenfassade (vorgehängte Holzkonstruktion) war ausreichend hoch. Für diese wurde ein Flankendämm-Maß von $R_{w,L} \geq 58 \text{ dB}$ in der Planung durch Vergleich mit bekannten Konstruktionen nachgewiesen. Mit einer Diagonalmessung am Bau wurde der nicht maßgebliche Einfluss der Fassade auf die Gesamt-Schalldämmung auch messtechnisch bestätigt.

Gemäß rechnerischem Nachweis nach DIN 4109 Beiblatt 1 könnten also beide Wände die Normanforderung erf. $R'_w = 53 \text{ dB}$ erfüllen.

Es stellt sich die Frage, warum dieses bei schweren Massivwänden eigentlich bewährte Prognoseverfahren in den hier untersuchten Fällen versagte.

Betrachtet man die Kurvenverläufe der Schalldämm-Maße und vergleicht sie mit bisher bekannten Dämmkurven von Wohnungstrennwänden aus Vollziegeln bis Rohdichteklasse 2,0 oder aus ähnlich schweren Verfüllziegeln oder auch aus Beton, so fällt auf:

Es gibt hier zwei ausgeprägte Bereiche mit Einbrüchen der Schalldämmung (resonanz-artig), die übliche Wände nicht aufweisen. Die Kurven folgen im mittleren Frequenzbereich nicht dem theoretisch (auf Grund der Masse) zu erwartenden Verlauf; übliche Wände haben hier einen steileren Anstieg der Dämmkurve. Dieser Bereich ist bei diesen Wänden jedoch verantwortlich für den Einzahlwert R'_w .

Massivwände haben immer zwei Eigenfrequenzen: Die sogenannte Koinzidenz-Grenzfrequenz (tieffrequent) und die sogenannte Dickenresonanz (hochfrequent).

Beide Frequenzen hängen u.a. von Materialkenngrößen ab, die von der Elastizität des jeweiligen Stoffes bestimmt sind, wie z.B. der Longitudinalwellengeschwindigkeit. Bei den bekannten Materialien für Wohnungstrennwände liegen diese Frequenzen i.d.R. unterhalb bzw. oberhalb des bauakustisch interessierenden Frequenzbereichs von 100 bis 3150 Hz und stören somit meist nicht. Die Longitudinalwellengeschwindigkeit wird dabei in einer Größenordnung von 2.500 bis 3.000 m/s erwartet [3]. Stichprobenmessungen an den Ziegelwänden mit Rohdichteklasse 2,4 ergaben jedoch signifikant niedrigere Werte (die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen). Wenn diese zuträfen, würden die beiden Eigenfrequenzen etwa bei den beiden Einbrüchen der Messkurven liegen.

Eine Vermutung für die Gründe dieses Materialverhaltens geht in Richtung des verwendeten Gemisches des Ziegelscherbens, denn zur Erreichung der relativ hohen Rohdichteklasse von 2,4 konnte der Stein offenbar nicht mehr ausschließlich aus einem konventionellen homogenen Material (Ton) hergestellt werden, sondern es wurden schwere (eisenhaltige) Zuschlagsstoffe verwendet, deren Zusammensetzung uns jedoch nicht bekannt ist.

Sanierung

Eine Sanierung mit dem Ergebnis von $R'_w = 60$ dB konnte durch das Anbringen biegeweicher Vorsatzschalen (einseitig) durchgeführt werden, bestehend aus freistehendem Metall-CW-Profil-Ständerwerk (50 mm) mit dazwischen liegender Mineralfasereinlage und einer Beplankung aus zwei Lagen von 9,5 mm dicken Gipskartonplatten; Gesamt-Aufbaudicke ca. 8 cm.

Stellungnahme

Aus den Ergebnissen der Güteprüfungen ist die Erkenntnis abzuleiten, dass zumindest bei diesen schweren Ziegelsteinen nicht mehr davon ausgegangen werden kann, dass die Schalldämmung gemäß dem Rechenverfahren des Beiblatts 1 zu DIN 4109 aus der flächenbezogenen Masse zu prognostizieren ist, auch wenn dieses Vorgehen gemäß bauaufsichtlicher Zulassung erlaubt ist. Nach den vorliegenden Erkenntnissen sollte der Nachweis der Eignung ausschließlich über Eignungsprüfungen (Messungen) gemäß DIN 4109 geführt werden.

Darüber hinaus basierte die Berechnung des Herstellers offenbar auf einer flächenbezogenen Masse, die als Grundlage die Obergrenze der Rohdichteklasse hat, obwohl die tatsächliche Rohdichte eher an der Untergrenze liegt. Der Abschlag für die Vermörtelung der Steine wurde anscheinend ebenfalls nicht berücksichtigt.

Leider wurde durch die erforderliche Sanierungsmaßnahme die mit den dünneren Wohnungstrennwänden gewünschte Wohnflächenvergrößerung mehr als kompensiert.

Literatur

- [1] DIN 4109: Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise, Ausgabe November 1989
- [2] Beiblatt 1 zu DIN 4109: Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, Ausgabe November 1989
- [3] M. Heckl / H.A. Müller: Taschenbuch der Technischen Akustik, 2. Auflage 1994, Springer-Verlag

Danksagung:

Wir bedanken uns bei Dr. Andreas Meier, Büro Müller-BBM GmbH, Planegg, der ähnliche Beobachtungen am gleichen Material machen konnte, für die anregenden Diskussionen.

Autoren:

Dipl.-Ing. Andreas Piening, Studium der Technischen Akustik an der TU Berlin, ist seit 1990 Gesellschafter/Geschäftsführer der Steger & Piening GmbH und seit 1997 Leiter der VMPA-Güteprüfstelle für den Schallschutz im Hochbau.

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Müller, Studium der Bauphysik an der FH Stuttgart, ist seit 2003 im gleichen Unternehmen für den Arbeitsbereich Bauphysik verantwortlich.

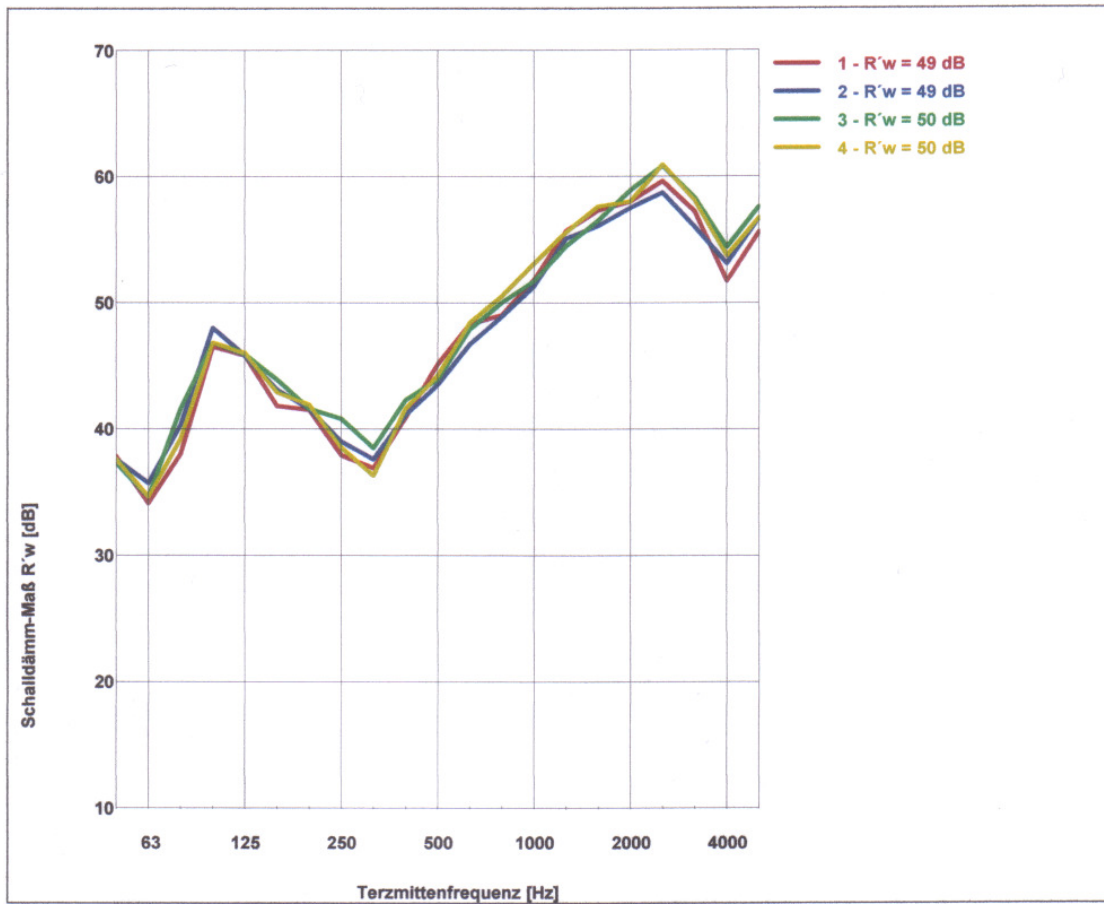


STEGER & PIENING GMBH
Lärmschutzberatung
Frauendorferstraße 87
81247 München

Telefon: 089 / 89 14 63 0

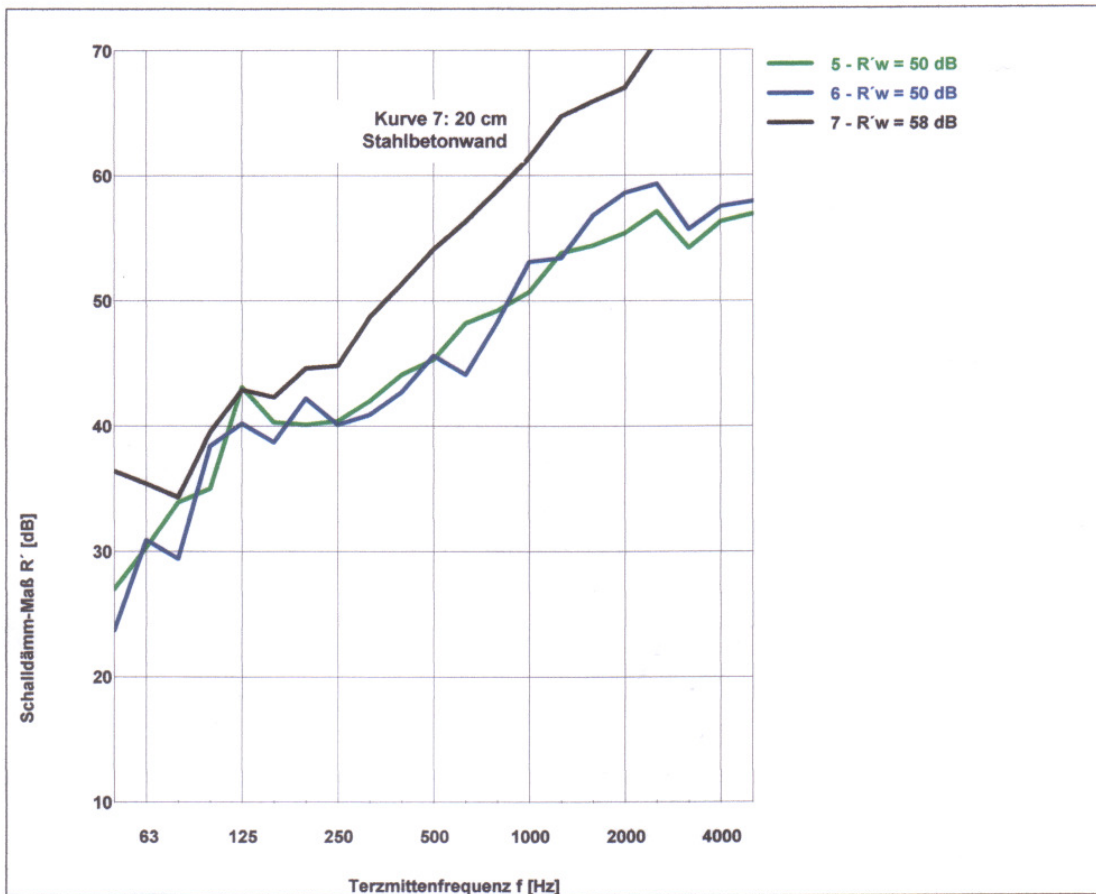
Telefax: 089 / 8 11 03 87

Abb. 1: 17,5 cm dicke Wohnungstrennwände, vier übereinander liegende Geschosse



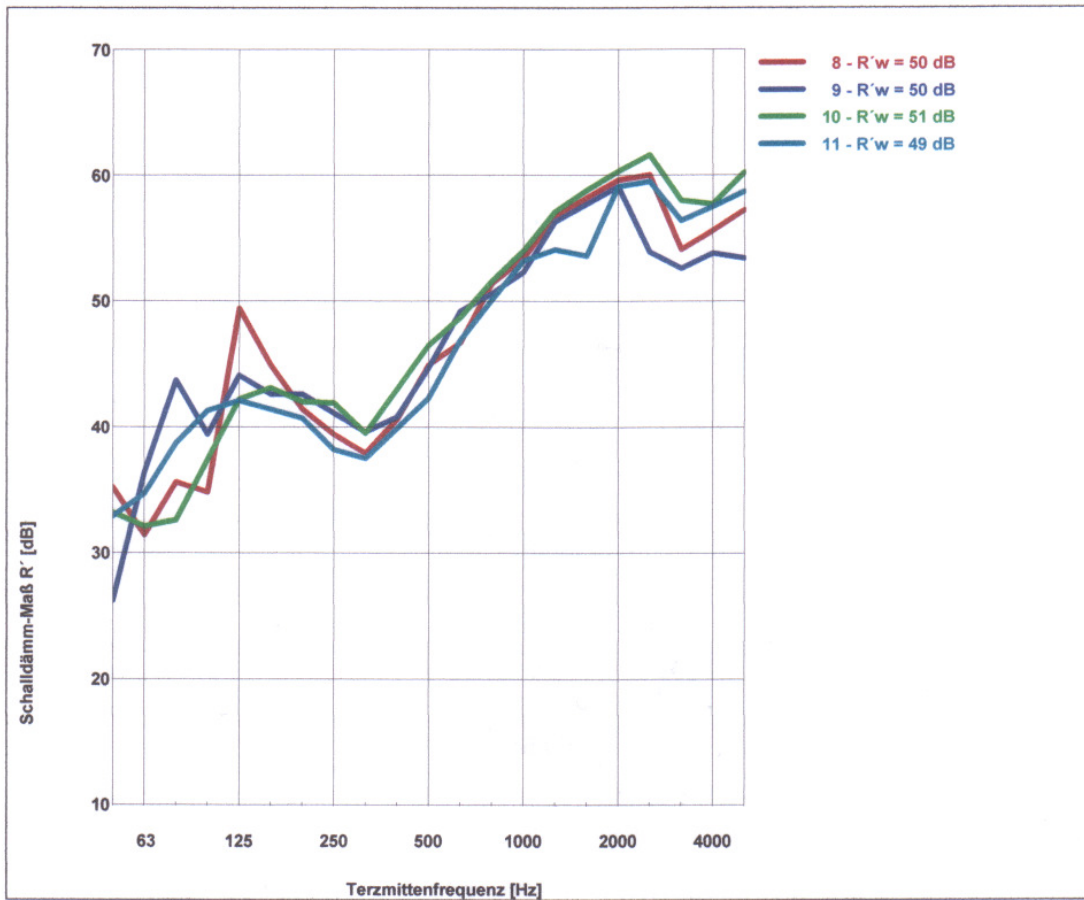
↑ Resonanzartige Einbrüche des Bau-Schalldämmmaßes bei 315 Hz und 4000 Hz.

Abb. 2: 20 cm dicke Wohnungstrennwände, drei übereinander liegende Geschosse



↑ Die Stahlbetonwand zeigt das erwartete Verhalten:
Ihr Bau-Schalldämmmaß ist bei gleichem Wandgewicht 8 dB höher als das
der Ziegelwände MMz 2,4.

Abb. 3: 20 cm dicke Wohnungstrennwände, vier übereinander liegende Geschosse



↑ Resonanzartige Einbrüche des Bau-Schalldämmmaßes bei 315 Hz und 3150 Hz.