

W. Scholl

Fehler der Schalldämmungs-Messung bei offener Bauweise

1. Problemstellung

Nicht wenige Streitfälle, die den Schallschutz in Gebäuden zum Gegenstand haben, betreffen die Schalldämmung von Wänden, zu deren beiden Seiten sich keine klar abgrenzbaren Räume befinden. Oft handelt es sich um „Wohnzimmer“, die unmittelbar in die Eßbereiche, die Treppen und Dielen übergehen. In das Meßergebnis der Schalldämmung gehen die Fläche der Trennwand und das Volumen des Empfangsraumes bei der Messung ein. Je nachdem, ob nur der Wohnbereich, die in derselben Etage angeschlossenen offenen Bereiche oder auch die über die offene Treppe angebundnen Volumen der angrenzenden Etagen für wesentlich gehalten werden, können die unterschiedlichsten Werte eingesetzt werden. Die Unsicherheiten bei der Auswertung sind so erheblich, daß sie in Streitfällen nicht hingegenommen werden können.

2. Meßverfahren

Das Schalldämm-Maß R eines Trennbauteils wird nach DIN 52 210 [1] bestimmt entsprechend der Formel

$$R = L_s - L_e + 10 \lg (S / A_e) \text{ dB.} \quad (1)$$

Dabei wird mit einem Lautsprecher Rauschen erzeugt. L_s ist der Schallpegel im Senderaum, L_e im Empfangsraum, S die zu prüfende Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum und A_e die „äquivalente Absorptionsfläche“ im Empfangsraum. A_e wird indirekt aus der meßbaren Nachhallzeit im Empfangsraum T_e und dem Volumen des Empfangsraumes V_e bestimmt gemäß

$$A_e = 0,163 V_e / T_e \text{ m}^2. \quad (2)$$

Bei der Messung werden diffuse Schallfelder vorausgesetzt. L_s , L_e und T_e werden räumlich und zeitlich bzw. über mehrere Abklingvorgänge gemittelt. V_e und S werden am Bau abgemessen.

3. Fehler bei der Pegelbestimmung

Neben den Meßungenauigkeiten des Meßverfahrens an sich birgt die offene Bauweise eigene Fehler in sich. Man kann beispielsweise die offene Bausituation so auffassen, als ob sich an der zu prüfenden Trennfläche zwei Haupträume - die eigentlichen Sende- und Empfangsräume - gegenüber-

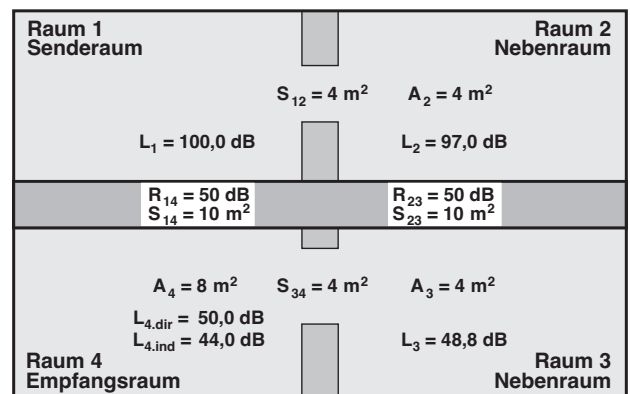


Bild 1: Berechnete Innenpegel bei einem idealisierten Beispiel (L = Schallpegel, R = Schalldämm-Maß, S = Fläche, A = äquivalente Schall-Absorptionsfläche).

liegen und zwei Nebenräume mit offenen Verbindungen jeweils zum auf derselben Trennwandseite liegenden Hauptraum (Bild 1). Dann wird neben dem Haupt-Schallenergie-Fluß vom Sende- zum Empfangsraum weitere Schallenergie über die Nebenräume in den Empfangsraum übertragen, wo sie den Schallpegel L_e verfälscht. Die Schallenergie-Weiterleitung für gekoppelte Räume kann nach [2] berechnet werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß die offene Fläche zum Nachbarraum bis zu einem gewissen Grad auch als absorbierende Fläche zu betrachten ist. Ein Beispiel zeigt Bild 1. Bei einem willkürlich angenommenen Sendepiegel von 100 dB würde bei ausschließlicher Übertragung durch die Trennfläche zwischen Sende- und Empfangsraum dort ein Pegel von 50 dB gemessen, bei ausschließlicher Übertragung über die Nebenräume dagegen von 44 dB. Der „wahre“ Empfangsraumpegel würde also um 1 dB erhöht. Eine etwas allgemeinere Auswertung der Berechnung zeigt, daß die störende „Nebenwegübertragung“ insbesondere dann groß werden kann, wenn

- die Trennfläche zwischen den Haupträumen (S_{14}) klein wird,
- die Trennflächen zwischen Haupt- und Nebenräumen (S_{14} und S_{23}) etwa gleichgroß sind,
- die Nebenräume hallig sind,

- die Öffnungsflächen zwischen Haupt- und Nebenräumen (S_{12} bzw. S_{34}) groß sind und die Schalldämmung R_{23} der Trennfläche im Nebenraum-Bereich - auch geringfügig - kleiner ist als im Hauptraum-Bereich (R_{14}).

Da ein Unterschied in der Schalldämmung der Trennflächen-Teile voll in die Differenz der direkten und indirekten Empfangsraum-Pegelanteile eingeht, genügen schon geringe Schwächen im Nebenraumbereich (Kanäle, ungünstige Verkleidung, Undichtigkeiten) für eine kritische Situation.

4. Fehler beim Raumkorrektur-Glied

Der dritte Summand in Gleichung (1) erfaßt die Empfangsraum-Eigenschaften und wird für die Messung mit Gleichung (2) in die Form gebracht

$$10 \lg [(S T_e)/(0,163 V_e)] \quad \text{dB.} \quad (3)$$

Die Nachhallzeit T_e wird als Abklingzeit eines abgeschalteten Rauschens im Empfangsraum gemessen, S und V_e müssen „irgendwie“ eingesetzt werden. Unsicherheiten von 100 % wie im Eingangsbeispiel bedeuten jeweils 3 dB Unsicherheit beim Schalldämm-Ergebnis. Um zu mehr Klarheit zu gelangen, muß näher betrachtet werden, wie der Nachhall-Vorgang im Empfangsraum verläuft, wenn daran - wieder als idealisiertes Beispiel einer offenen Bauweise - ein Nebenraum angekoppelt ist. Zwei gekoppelte Räume weisen zwei Nachhallvorgänge auf [2], die - leider - in beiden Räumen gleichzeitig vorhanden sind. Lediglich für verschwindende Kopplung zwischen den Räumen, ausgedrückt durch die Kopplungsfaktoren

$$k_{1,2} = S / (S + A_{1,2}) \ll 1, \quad (4)$$

wobei die Indices 1 und 2 für die beiden Räume stehen, gehen die Nachhallvorgänge in diejenigen über, die sich in den beiden Räumen ergeben würden, wenn dort die Nachhallzeit für sich gemessen würde. Im entgegengesetzten Extremfall der völligen Ankopplung geht ein Abklingvorgang in denjenigen über, der für einen Raum mit entsprechendem Gesamtvolumen und entsprechender Gesamtabsorption zu erwarten ist - beide Räume sind in Wirklichkeit ein einziger großer. Der zweite Abklingvorgang wird sehr kurz. Zu diesen Extremfällen kann nur soviel ausgesagt werden, daß in dem Raum, in dem die Lautsprecheranregung stattfindet, bei schwacher Kopplung zunächst dessen „eigener“ Abklingvorgang überwiegt, der durch „sein“ Volumen und „seine“ äquivalente Absorptionsfläche einschließlich des Absorptionsanteils der offenen Fläche zum Nachbarraum gegeben ist, dann jedoch ggf. der längere zweite Abklingvorgang. Im Nebenraum übernimmt der langsamere der beiden Abklingvorgänge nach kurzer Zeit die Führung. Die Pegelabnahme verläuft über der Zeit nicht mehr als Gerade sondern „durchhängend“. Wird „die“ Nachhallzeit lediglich stur entsprechend ihrer Definition als Dauer des Pegelabfalls um 60 dB ermittelt, so steht sie für zwei Vorgänge mit unterschiedlich beteiligten Absorptionsflächen; eine Angabe, welches A_e in Gleichung (1) man ermittelt hat, ist so nicht möglich. Bild 2 zeigt für den in Bild 1 beschriebenen Empfangsraum mit Nebenraum die den beiden Abklingvorgängen entsprechenden (nicht getrennt meßbaren) Nachhallzeiten bei Variation der Öffnungsfläche zwischen den Räumen.

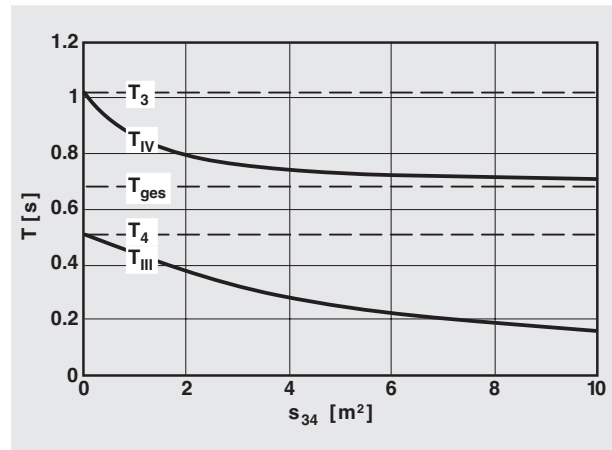


Bild 2: Nachhallzeiten von Empfangs- und Nebenraum bei offener Verbindung (T_{III}, T_{IV}), bei völliger Trennung (T_{III}, T_{IV}) und bei „Verschmelzung“ beider Räume (T_{ges}), in Abhängigkeit von der Verbindungsfläche.

5. Konsequenzen

Die hier skizzierten Vorgänge treten in der Praxis in noch verwickelterer Form auf, da die Möglichkeit besteht, bei der Messung sende- und empfangsseitig über die Haupt- und Nebenbereiche zu mitteln. Gleichzeitig gibt es noch andere als die in Ziffer 3 herausgegriffenen Schallübertragungswege. Ein hoher Pegel im Nebenraum des Empfangsraumes kann ebensogut vom Empfangsraum selbst herrühren und bedeutet nicht gleich einen hohen Nebenweganteil über die Nebenräume. Es ist dringend erforderlich, die Schalldämmungsmessung bei offener Bauweise rechnerisch vorzuklären, um dann folgende Fragen beantworten zu können:

- Wann soll so gemessen werden, als gebe es nur den Hauptsende- und den Hauptempfangsraum?
- Wann können Haupt- und Nebenraum wie ein Raum behandelt werden?
- Wo mißt man welche Absorptionsflächen, welcher Teil des Abklingvorgangs ist brauchbar?

Weitere Untersuchungen derartiger Fragen sind im Fraunhofer-Institut für Bauphysik beabsichtigt. Bis dahin besteht immerhin die Möglichkeit, die offene Bauweise für die Messung vor Ort „abzudichten“. 10 dB Schalldämmung zu den Nebenräumen sollten i.a. zur Nebenwegunterdrückung und Nachhallentkopplung genügen.

Literatur

- [1] DIN 52 210 Bauakustische Prüfungen, Luft- und Trittschalldämmung, Teil 1 Meßverfahren, August 1984, Beuth Verlag GmbH Berlin
- [2] Cremer, L., Müller, H. A.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik, Band I, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1978



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0