

Probleme bei der in-situ-Korrektur nach EN 12354

Martin Schneider, Heinz-Martin Fischer,
Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, Schellingstr. 24 70174 Stuttgart

1 Einleitung

Die Schalldämmung eines Bauteils wird sowohl im Labor als auch am Bau durch die auftretenden Energieverluste beeinflusst. Bei massiven Bauteilen bestimmen häufig die Energieverluste an angrenzende Bauteile den Gesamtverlustfaktor. Damit beeinflusst die Art der Anbindung (massiv oder elastisch) und die Ausbildung der flankierenden Bauteile (Anschluß Geometrie und flächenbezogene Massen der flankierenden Bauteile) die Schalldämmung des betrachteten Bauteils.

Diesem Umstand wird bei der detaillierten Berechnung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in EN 12354 Rechnung getragen, indem Laborwerte des Schalldämm-Maßes in in-situ-Werte überführt werden. Hierbei ist zu beachten, daß sich diese Korrektur physikalisch korrekt nur auf die Randverluste und auf die Übertragung freier Biegewellen beziehen darf.

Nachfolgend wird der Einfluß des Verlustfaktors auf die Schalldämmung näher erläutert und es wird ein Vorschlag zur Vorgehensweise bei der Korrektur der Prüfstandswerte gemacht.

2 Handhabung des Verlustfaktors im Rechenmodell nach EN 12354

Zur Vorherberechnung der zu erwartenden Schalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden werden die Laborwerte des Schalldämm-Maßes des trennenden und der flankierenden Bauteile bei der detaillierten Berechnung nach DIN EN 12354-1 des Schalldämm-Maßes in in-situ-Werte überführt. Hierzu werden die im Labor ermittelten Körperschall-Nachhallzeiten $T_{s,lab}$ auf die am Bau zu erwartenden Körperschall-Nachhallzeiten $T_{s,situ}$ bezogen.

$$R_{situ} = R_{lab} - 10 \lg \frac{T_{s,situ}}{T_{s,lab}} \quad [dB] \quad (1)$$

Die vereinfachte Berechnung mit bewerteten Einzulangaben nach EN 12354-1 verzichtet auf eine in-situ-Korrektur.

3 Einfluß des Verlustfaktors auf die Schalldämmung im Prüfstand

Die Randverluste des Prüfkörpers spielen bei der Prüfung der Luftschalldämmung von massiven Bauteilen im Labor eine wichtige Rolle. Untersuchungen im Rahmen eines Ringversuches [1] und [2] zeigen, daß durch eine Korrektur des Schalldämm-Maßes gemäß Gleichung (1) eine erhöhte Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Prüfstellen erzielt werden kann.

$$R_{ref} = R_{lab} - 10 \lg \frac{T_{s,ref}}{T_{s,lab}} \quad [dB] \quad (2)$$

Die Berechnung des für die jeweilige Bausituation zu erwartenden Schalldämm-Maßes R_{situ} erfolgt dann gemäß nachfolgender Gleichung:

$$R_{situ} = R_{ref} - 10 \lg \frac{T_{s,situ}}{T_{s,ref}} \quad [dB] \quad (3)$$

Ein Bezug des Laborwertes der Schalldämmung auf den bei der Messung vorhandenen Verlustfaktor war in der

Vergangenheit nicht notwendig, da bei den in Deutschland vorhandenen Prüfständen mit bauüblicher Flankenübertragung nach DIN 52210 die Energieableitung durch die Spezifikation der flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile sehr ähnlich war.

Prüfstände nach ISO 140 Teil 1 mit unterdrückter Flankenübertragung können jedoch mit sehr unterschiedlichen Ausbildung der flankierenden Bauteile und damit unterschiedlicher Energieableitung realisiert werden. Gemäß ISO 140-1 sollte deshalb der Prüfstand so konstruiert werden, daß bei schweren Bauteilen die Energieverluste in die umgebende Strukturen dazu führen, daß der Verlustfaktor η des Prüfgegenstandes nicht unter

$$\eta_{min} = 0.01 + \frac{0.03}{\sqrt{f}} \quad (4)$$

sinkt. Der Ringversuch hat allerdings gezeigt, daß in vielen der Prüfstände der teilnehmenden Prüfstellen dieser Wert nicht erreicht wurde.

In einem Änderungsantrag zur Revision von EN ISO 20 140-3 wurde vorgeschlagen den Verlustfaktor meßtechnisch zu bestimmen und eine Korrektur gemäß Gleichung (2) durchzuführen. Als Referenzwert wird eine für massive Bauteile im Mittel am Bau zu erwartende Körperschallnachhallzeit /3/ vorgeschlagen.

- Die individuelle bauliche Eigenschaft des Prüfstandes wird im Ergebnis der Prüfstandsmessung mitberücksichtigt und die Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Prüfständen wird erhöht.
- Ein Bezug auf einen festen Referenzwert der Körperschall-Nachhallzeit führt im Massivbau dazu, daß die im Labor ermittelte Körperschall-Nachhallzeit $T_{s,lab}$ im Rechenmodell für die Berechnung nach DIN EN 12354-1 nicht mehr erforderlich ist.
- Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Prüfstandsmessung und detailliertem Rechenmodell nach DIN EN 12354-1 wird hergestellt.

4 Probleme bei der in-situ-Korrektur

Die in Gleichungen 1–3 durchgeführte Konvertierung der Schalldämm-Maße

- darf strenggenommen unterhalb der Grenzfrequenz nur für die Schallübertragung über freie Biegewellen durchgeführt werden
- gilt nur für die Verluste des Bauteils in umgebende Strukturen und nicht für interne Verluste

Gemäß DIN EN 12354-1 erfolgt für massive Bauteile mit einem hohen inneren Verlustfaktor ($\eta_{int} > 0.03$), Bauteile die sehr viel leichter sind als die umgebenden Bauteile ($m'_{fl} < 3 m'$) und Bauteile die nicht fest mit den umgebenden Bauteilen verbunden sind, keine in-situ-Korrektur. Der durchgeführte Ringversuch /2/ zeigt jedoch, daß Bauteilen ohne feste Verbindung mit den flankierenden Bauteilen jedoch auf die zu erwartende Nachhallzeit bezogen werden sollten.

Lochsteine weisen häufig Eigenschwingungen der Steinaußenseiten auf, die zu einer Verschlechterung der Schalldämmung des Mauerwerks führen. Diese

Schwingungen sind in der Regel auf den einzelnen Stein begrenzt und werden nicht durch die Energieableitung in benachbarte Strukturen beeinflusst. Eine Korrektur über die Körperschall-Nachhallzeit ist im Frequenzbereich dieser Schwingungen nicht anzuwenden.

Nachfolgend wird ein Verfahren dargestellt, wie für freie Biegewellen korrigiert wird, es werden Einschränkungen des Verfahrens dargestellt, und es wird gezeigt wie durch die Korrektur die im Labor ermittelten Meßwerte richtig bewertet werden, so daß das vereinfachte Modell ebenfalls gilt.

4 Empfehlungen zur Handhabung der Korrektur im Labor

Die im Labor gemessene Schalldämmung τ setzt sich aus freier (τ_{free}) und erzwungener Übertragung (τ_{forced}) zusammen, wobei nur für die freie Übertragung über die Randverluste korrigiert wird.

Eine praktische Möglichkeit wurde von Gerretsen /4/ vorgeschlagen, indem der Anteil der erzwungenen Übertragung von der Gesamtübertragung subtrahiert wird, auf den verbleibenden Anteil der Übertragung die Korrektur angewendet wird und dann der Anteil der erzwungenen Übertragung wieder addiert wird.

Die Anteil der erzwungene Übertragung kann dabei aus dem Massegesetz abgeschätzt werden:

$$R_m = -10 \lg \left[\left(\frac{2\rho_0 c_0}{2\pi f m'} \right)^2 \right] \text{ [dB]} \quad -3\text{dB} \quad (5)$$

Für die Konvertierung sind folgende 3 Fälle zu unterscheiden:

$$R_{\text{lab}} \geq R_m : \quad R_{\text{ref}} = R_{\text{lab}} \quad (6a)$$

$$R_{\text{lab}} < R_m ; f \geq 2f_c : \quad R_{\text{ref}} = R_{\text{lab}} - 10 \lg \frac{T_{\text{Lab}}}{T_{\text{ref}}} \quad (6b)$$

$$R_{\text{lab}} < R_m ; f < 2f_c : \quad R_{\text{ref}} = -10 \lg \left[10^{\frac{R_m}{10}} + \frac{T_{\text{Lab}}}{T_{\text{ref}}} \left(10^{\frac{R_{\text{lab}}}{10}} - 10^{\frac{R_m}{10}} \right) \right] \quad (6c)$$

In Bild 1 ist das gemessene Schalldämm-Maß einer 70 mm dicken Kalksandsteinwand unkorrigiert und gemäß Gleichung 2 bzw. gemäß den Gleichungen (6 a–c) korrigiert dargestellt. Im Frequenzbereich, in dem die Schalldämmung kleiner ist als aus der Masse nach Gleichung 5 zu erwarten sind die Werte nach Gleichung 2 und 6 identisch. Im tiefen Frequenzbereich $R_{\text{lab}} \geq R_m$ entspricht der korrigierte Wert R_{ref} dem ursprünglich gemessenen Wert R_{lab} .

Wird die Korrektur nach den Gleichungen 6 auf die Meßwerte des Ringversuches /2/ angewendet so ergibt sich im tiefen Frequenzbereich gegenüber den Meßwerten eine geringere Standardabweichung zwischen den verschiedenen Prüfständen.

Für Bauteile mit höheren Grenzfrequenzen ist es damit ebenfalls möglich die Nachhallzeit-Korrektur physikalisch korrekt anzuwenden.

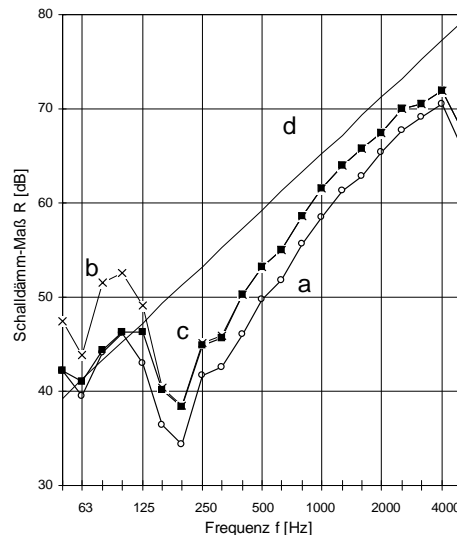


Bild 1: Luftschalldämmung einer Massivwand aus Kalksandsteinmauerwerk: a) Meßwerte b) Meßwerte korrigiert nach Gl. (2) c) Meßwerte korrigiert nach Gl. (6a-c) d) Rechenwerte nach Gl. (5)

5 Zusammenfassung

Die Streuung der Meßwerte des Schalldämm-Maßes zwischen verschiedenen Prüfständen kann durch den Bezug des Schalldämm-Maßes auf einen festen Referenzwert des Verlustfaktors deutlich vermindert werden. Unterhalb der Grenzfrequenz wird die Streuung zwischen den verschiedenen Prüfständen nur dann vermindert, wenn die Korrektur nur auf den Teil der Schallübertragung angewendet wird, der die freie Biegewellenübertragung umfasst.

Im Rahmen einer Überarbeitung von ISO 140 sollte die Prüfung der Luftschalldämmung massiver Bauteile im Prüfstand mit der gleichzeitigen Messung der Körperschall-Nachhallzeit erfolgen.

Die Erarbeitung einer Handlungsanleitung zur Durchführung der Nachhallzeit-Korrektur im Labor mit den entsprechenden Angaben wie die Korrektur im Einzelfall anzuwenden ist scheint notwendig.

Literaturverzeichnis

- /1/ Schmitz, A., Meier, A., Raabe, G. (1999) *Inter-laboratory Test of Sound Insulation Measurements on Heavy Walls. Part I - Preliminary Test*, Building Acoustics 6, 159-169
- /2/ Meier, A., Schmitz, A., Raabe, G. (1999) *Inter-laboratory Test of Sound Insulation Measurements on Heavy Walls. Part II-Results of Main Test*, Building Acoustics 6, 281-295
- /3/ Fischer, H.-M. et al. (2001) *Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände* DAGA 2001 Hamburg
- /4/ Gerretsen, E. (2001) *Use of total Loss Factor for ISO 140-3*, Proposal to CEN/TC126/WG1 AHG6

Diese Untersuchung wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft im Rahmen der AIF-Projekte 11593/1, 11640N/1 und 11642N, sowie durch die Forschungsvereinigung Porenbetonindustrie e.V., die Forschungsvereinigung Kalksand e.V., die Forschungsvereinigung Leichtbeton e.V. und die Arge Mauerziegel im Bundesverband der deutschen Ziegelindustrie gefördert.