

# Schallschutz-Vergleichsmessungen in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Jahr 2016

Sylvia Stange-Kölling, Volker Wittstock

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig, sylvia.stange-koelling@ptb.de

## Einführung

Der bauliche Schallschutz hat als Teil des Verbraucherschutzes zunehmend an Bedeutung gewonnen. Werte und Messergebnisse für den Nachweis des baulichen Schallschutzes werden unter anderem von Prüfstellen, die für die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse anerkannt sind (abP-Prüfstellen), ermittelt. Um den hohen Qualitätsstandard zu erhalten, ist die Teilnahme der beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) anerkannten abP-Prüfstellen an den Schallschutz-Vergleichsmessungen in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) verpflichtend. Die Messungen erfolgen nach den von der PTB in Zusammenarbeit mit dem DIBt erstellten Richtlinien [1], wobei eine Teilnahme an den Vergleichsmessungen auch anderen Prüfstellen möglich ist. In diesem Beitrag wird über die Schallschutz-Vergleichsmessungen im Jahr 2016 berichtet.

## Aufgabenstellung

Die Prüfobjekte werden für jeden Vergleichsmessungszyklus neu bestimmt. In diesem Zyklus wurde für die Luftschallmessung eine Kalksandsteinwand mit einer flächenbezogenen Masse von  $m = 440 \text{ kg/m}^2$  und einer Dicke von  $d = 24 \text{ cm}$  ausgewählt. Die Wand ist mit Dünnbettmörtel aufgebaut und beidseitig verputzt. Als Zusatzaufgabe musste der Verlustfaktor dieser Wand bestimmt werden. Die Trittschallmessung wurde an einem Metalltreppenelement durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine bauübliche Konstruktion mit PVC-Auflage. Ein angrenzender Büroraum diente als Empfangsraum.

## Referenzmessungen

Aus jeweils fünf unabhängigen Messungen der PTB wurden für jedes Prüfobjekt der Mittelwert als Vergleichswert und die kritischen Grenzen (95%-Vertrauensbereich) nach (1) und (2) berechnet.

$$s = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1) \quad x_{\text{krit}} = 2,776 \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{5} + 1} \quad (2)$$

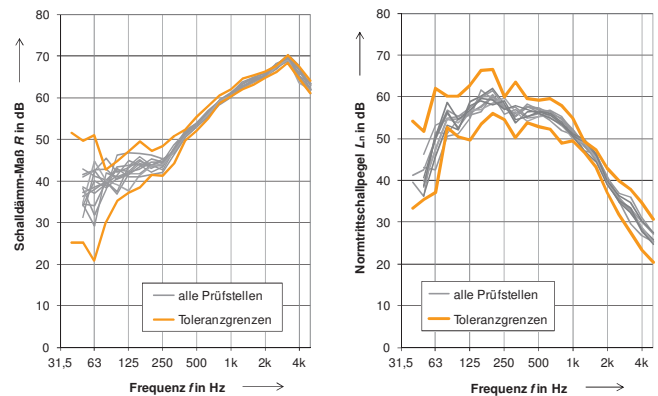
## Luft- und Trittschallmessungen der Prüfstellen

Die zwölf teilnehmenden Prüfstellen führten die Messungen selbstständig mit eigenem Equipment durch. Da im Verlauf des Vergleichsmessungszyklus Neueinführungen von Normen stattfanden, wurden im Vorfeld die Normen [2], [3] und [4] als Grundlage festgelegt.

Insgesamt wurden 29 Lautsprecher und 17 Hammerwerke jeweils vor Messbeginn einer Prüfung auf Normkonformität [5] unterzogen. Drei Lautsprecher und ein Hammerwerk konnten die Anforderungen nicht erfüllen.

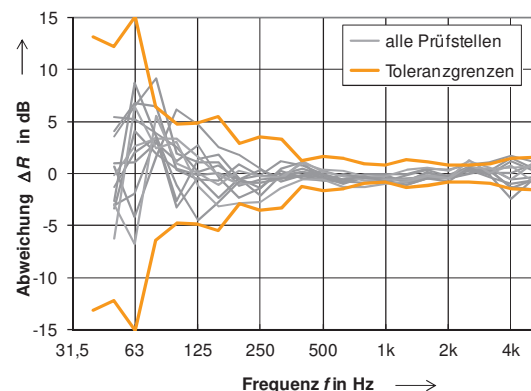
Die Ergebnisse der Prüfstellen sowohl für die Luftschalldämmung als auch für die Trittschallmessung

liegen im erwarteten Rahmen. In weiten Bereichen treten keine nennenswerten Überschreitungen der Toleranzgrenzen auf (Bild 1).



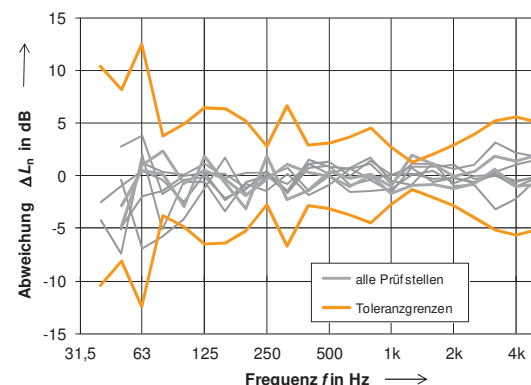
**Bild 1:** Messergebnisse der Prüfstellen für Luft- und Trittschall

Die Betrachtung der Abweichungen der Luftschallergebnisse vom Vergleichswert zeigt eine Anzahl von Überschreitungen der Toleranzgrenzen die weit unter dem statistisch zu erwartenden Wert liegt. (Bild 2).



**Bild 2:** Abweichungen vom Referenzwert, Luftschalldämmmaß

Die bei der Trittschallmessung auftretenden Abweichungen sind ebenfalls unauffällig (Bild 3).



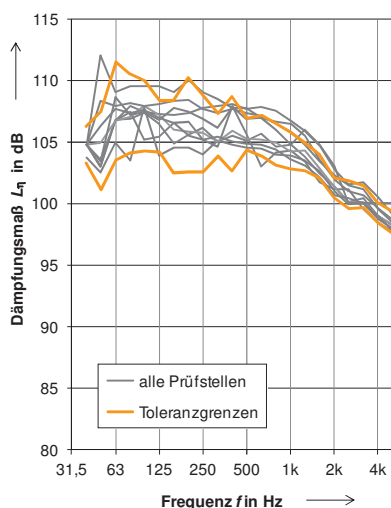
**Bild 3:** Abweichungen vom Referenzwert, Normtrittschallpegel

### Zusatzaufgabe Verlustfaktor

Für die statistische Auswertung der Ergebnisse der Verlustfaktormessung wurde als Kenngröße das Dämpfungsmaß  $L_\eta$  (3) eingeführt

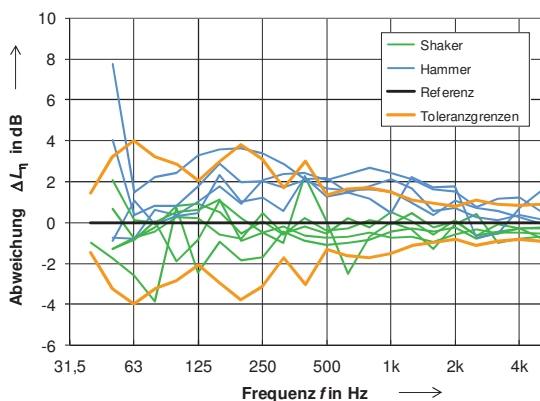
$$L_\eta = 10 \cdot \lg \cdot \frac{\eta}{10^{-12}} \text{ dB} \quad (3)$$

Die Ergebnisse der Verlustfaktormessung zeigen eine breite Streuung, die deutlich über das statistisch zu erwartende Maß hinausgeht (Bild 4). Die detaillierte Durchführung der Messung war den Prüfstellen im Rahmen der Norm [6] freigestellt. Die Prüfstellen variierten die Anrege- und Empfangspunkte im normativ vorgeschriebenen Rahmen.



**Bild 4:** Ergebnisse der Prüfstellen, Dämpfungsmaß

Fünf Prüfstellen verwendeten einen Shaker, vier Prüfstellen nutzten einen Hammer als Anregung. Drei Prüfstellen führten diese Teilmessung nicht durch. Eine nach Art der Anregung differenzierte Betrachtung der Abweichungen zeigt eine deutliche Auffälligkeit der Ergebnisse mit Hammeranregung (Bild 5).

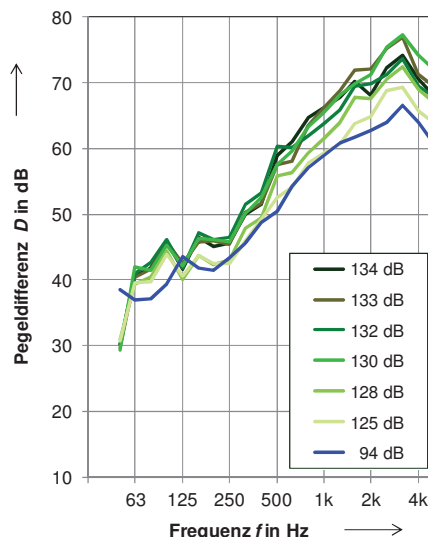


**Bild 5:** Abweichungen vom Referenzwert, Dämpfungsmaß

Es zeigt sich, dass die Messung mit Hammeranregung signifikant höhere Werte für den Verlustfaktor liefert. Dies war auch bereits in früheren Untersuchungen festgestellt worden ([7] und [8]). Damals hatten sich nichtlineare Dämpfungseffekte bei großen Kraftamplituden als die wahrscheinlichste Ursache der Abweichung zwischen Hammer- und Shakeranregung herausgestellt.

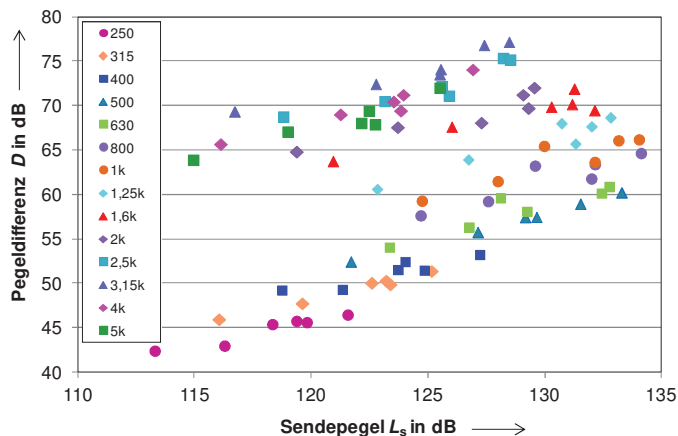
### Nichtlineare Schalldämmung

Um diese Vermutung zu untermauern, wurde untersucht, ob sich bei Luftschallanregung mit ansteigendem Anregepegel eine erhöhte Schalldämmung beobachten lässt. Bei Versuchen mit Lautsprecheranregung konnten Senderaumpegel bis etwa 125 dB erreicht werden. Bei diesem Pegel war allerdings noch keine Auffälligkeit der ermittelten Schalldämmung bzw. bei der gemessenen Pegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum sichtbar. Diese Pegeldifferenz wird hier als ausreichende Kenngröße betrachtet, da die Nachhallzeit im Empfangsraum als unabhängig von der Höhe der Anregung angenommen wird. Zur Erzeugung höherer Anregepegel wurden in weiteren Versuchen verschiedene Schreckschusswaffen mit unterschiedlicher Munition verwendet. Es wurden Pegel von 125-134 dB erreicht. Mit diesen Pegeln im Senderaum konnte eine deutliche Abhängigkeit der Pegeldifferenz vom Anregepegel gezeigt werden (Bild 6).



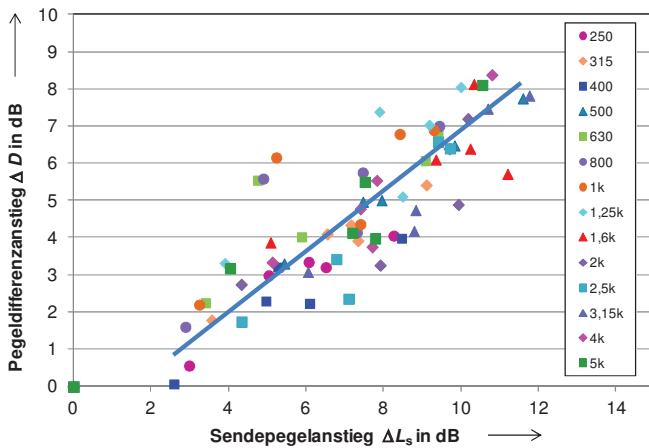
**Bild 6:** Pegeldifferenz zwischen Sende- und Empfangsraum bei unterschiedlich starken Anregungen, sortiert nach dem Anregungspegel bei 1 kHz

Die einzelne Betrachtung aller Schüsse in allen Terzen zeigt, dass der Effekt der in Abhängigkeit vom Sendepiegel steigenden Pegeldifferenz über den gesamten Frequenzbereich zu beobachten ist (Bild 7).



**Bild 7:** Schussmessungen, Pegeldifferenz aller Schüsse für alle Terzen in Abhängigkeit vom Sendepiegel

Die normierte Darstellung (Bild 8) verdeutlicht das zusätzlich.



**Bild 8:** Schussmessungen, Pegeldifferenz aller Schüsse für alle Terzen in Abhängigkeit vom Sendepiegel, normierte Darstellung

### Zusammenfassung und Ausblick

Die von den Prüfstellen erzielten Ergebnisse zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den jeweiligen Vergleichswerten sowohl beim Luft- als auch beim Trittschall. Bei der Überprüfung der Lautsprecher und Hammerwerke erfüllten einige Geräte die Anforderungen der Norm nicht.

Die Ergebnisse der Prüfstellen bei der Bestimmung des Verlustfaktors bestätigten eine bereits vermutete Nichtlinearität des Verlustfaktors.

Weitere Messungen in der PTB mit Anregung durch Luftschall konnten eine Nichtlinearität der Schalldämmung zeigen. In diesem Zusammenhang sind weiterführende Untersuchungen notwendig.

### Literatur

- [1] *Richtlinien der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt für Schallschutz-Vergleichsmessungen* Fassung 1999
- [2] DIN EN ISO 16283-1: 2014 *Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau – Teil 1: Luftschalldämmung*
- [3] DIN EN ISO 140-7: 1998 *Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden*
- [4] DIN EN ISO 140-14: 2004 *Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 14: Leitfäden für besondere bauliche Bedingungen*
- [5] DIN EN ISO 10140-5: 2010 + A1: 2014 *Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand – Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen*
- [6] DIN EN ISO 10848 Teil 1: 2006 *Akustik - Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen – Teil 1: Rahmendokument*
- [7] Schmelzer, Muncke: *Verlustfaktormessungen mit unterschiedlichen Anregungsarten*, DAGA 2012 in Darmstadt

[8] Bietz, Wittstock: *Comparison of different methods for the determination of the structure-borne noise reverberation time*, CFA/DAGA 2004 in Straßburg