

Messunsicherheiten bauakustischer Messungen in Gebäuden

Christoph Geyer¹

¹ Berner Fachhochschule, Solothurnstr. 102, CH-2500 Biel/Bienne 6, E-Mail: christoph.geyer@bfh.ch

Einleitung

Über die Unsicherheit bauakustischer Messungen in Prüfständen liegt eine Reihe von Untersuchungen vor. Die dort ermittelten Unsicherheiten werden in der Regel auf bauakustische Messungen in Gebäuden übertragen. Eine Übersicht für Messungen des Luftschallschutzes wird in [1] gegeben.

Aufgrund der ungünstigeren Randbedingungen der bauakustischen Messungen in Gebäuden sind allerdings größere Messfehler bei diesen Messungen zu erwarten.

Im Rahmen dieses Beitrags werden die Unsicherheiten der Einzulangaben (bewertetes Schalldämm-Maß und bewerteter Norm-Trittschallpegel) bauakustischer Messungen mit statistischen Methoden abgeschätzt.

Beschreibung der Messungen

Die Messungen des Bau-Schalldämm-Maßes erfolgen nach DIN EN ISO 140-4[2]. Die Messung der Schalldruckpegel im Sende- und im Empfangsraum erfolgt an jeweils 10 bis 17 festen Mikrofonpositionen.

Die Norm-Trittschallpegel werden nach DIN EN ISO 140-7[3] gemessen. Das Norm-Hammerwerk wird dabei an 8 bis 14 Positionen auf der Geschossdecke aufgestellt.

Die Einzulangaben, das bewertete Schalldämm-Maß und der bewertete Normtrittschallpegel, werden nach DIN EN ISO 717-1[4] und DIN EN ISO 717-2[5] bestimmt.

Die Nachhallzeit wird an 9 bis 18 festen Mikrofonpositionen nach DIN EN ISO 3378-2 [6] gemessen. Nach der Hälfte der Messungen wird der Dodekaeder Lautsprecher umgestellt.

Messunsicherheit des bewerteten Schalldämm-Maßes

Die Messunsicherheit des bewerteten Schalldämm-Maßes wird nach folgendem Verfahren abgeschätzt: aus den n_T Nachhallzeitmessungen und n_S Messungen der Schalldruckpegel wird jeweils eine neue Messung des Schalldämm-Maßes, bestehend aus einer Nachhallzeitmessung, einer Messung des Schalldruckpegels im Senderaum und des Schalldruckpegels im Empfangsraum erzeugt. Für diese Messung wird das bewertete Schalldämm-Maß durch Vergleich mit der Bezugskurve bestimmt. Dabei wird die Bezugskurve um 0,01 dB, und nicht in 1 dB Schritten, verschoben.

Nach diesem Verfahren werden $n_T \cdot n_S$ Werte für das bewertete Schalldämm-Maß ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die Werte für das bewertete Schalldämm-Maß gemäß einer Gauß'schen Normalverteilung um den

Mittelwert verteilt sind. Für diese Gauß-Verteilung werden der Mittelwert und die Standardabweichung bestimmt.

Abbildung 1 zeigt ein Histogramm mit den Messwerten und die ermittelte Gauß-Verteilung.

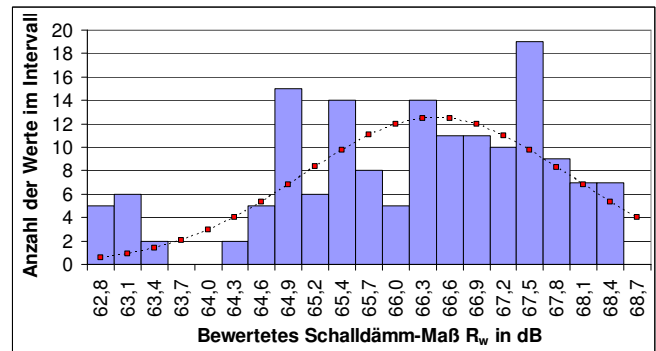


Abbildung 1: Histogramm der Werte des bewerteten Schalldämm-Maßes der Messung Nr. 16. Die roten Quadrate bezeichnen die Werte der zugehörigen Gauß'schen Normalverteilung

Es wurde die Messunsicherheit des bewerteten Schalldämm-Maßes für 18 verschiedene Messungen in 7 Objekten bestimmt. Abbildung 2 stellt die ermittelten Standardabweichungen aller Messungen dar. Die Werte für die Standardabweichung bewegen sich zwischen 0,5 dB und 2,2 dB.

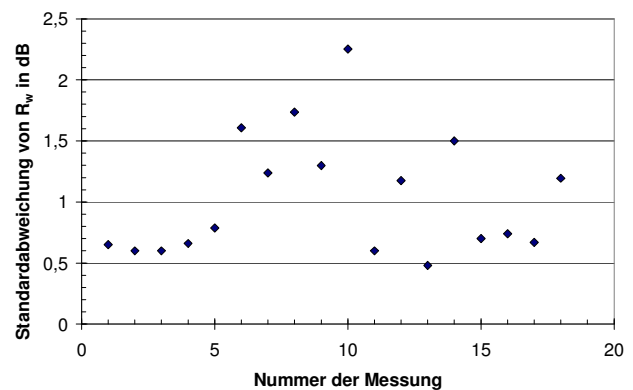


Abbildung 2: Standardabweichung des bewerteten Schalldämm-Maßes für 18 Messungen.

In Abbildung 3 sind die bewerteten Schalldämm-Maße mit dem 95 %-Vertrauensintervall (2σ) dargestellt.

Messunsicherheit des bewerteten Normtrittschallpegels

Die Messunsicherheit für den bewerteten Normtrittschallpegel wurde für 15 Messungen in 7 Objekten bestimmt. Auch für den bewerteten Norm-Trittschallpegel wurde aus

n_T Nachhallzeitmessungen und n_S Messungen der Schalldruckpegel jeweils eine neue Messung des Norm-

Trittschallpegels erzeugt. Für diese Messung wird der bewertete Normtrittschallpegel durch Vergleich mit der Bezugskurve bestimmt. Auch hier wird die Bezugskurve in 0,01 dB Schritten verschoben.

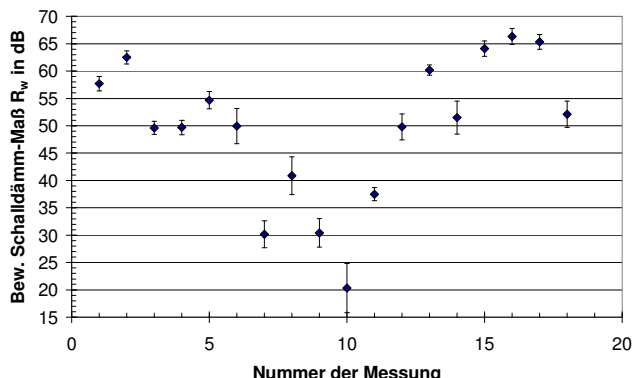


Abbildung 3: Bewertetes Schalldämm-Maß R_w für 18 Messungen. Die Fehlerbalken bezeichnen das 95 %-Vertrauensintervall (2σ).

Zur Ermittlung der Messunsicherheit wird auch hier angenommen, dass die Werte des bewerteten Normtrittschallpegels normalverteilt sind. Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Messwerte von Messung Nr. 1.

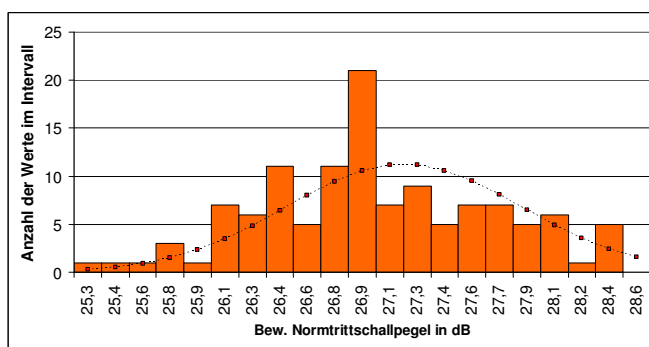


Abbildung 4: Histogramm der Werte des bewerteten Normtrittschallpegels der Messung Nr. 1. Die roten Quadrate bezeichnen die Werte der zugehörigen Gauß'schen Normalverteilung

Abbildung 5 stellt die Messunsicherheit des bewerteten Normtrittschallpegels in Form der Standardabweichung für alle 15 Messungen dar. Es ergeben sich Werte der Standardabweichung zwischen 0,6 dB bis 3,1 dB.

In Abbildung 6 sind für alle 15 Messungen die Werte des bewerteten Normtrittschallpegels und das zugehörige 95 %-Vertrauensintervall zusammengestellt.

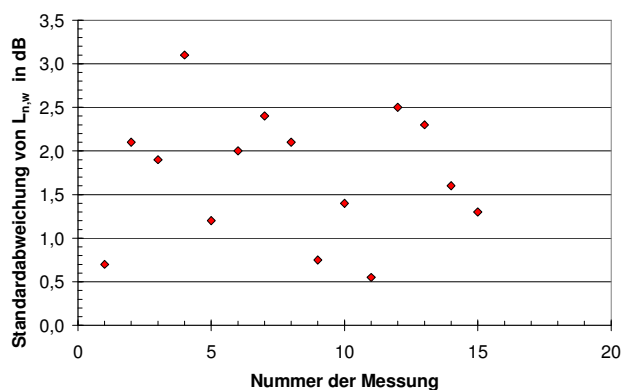


Abbildung 5: Standardabweichung des bewerteten Normtrittschallpegels für 15 Messungen.

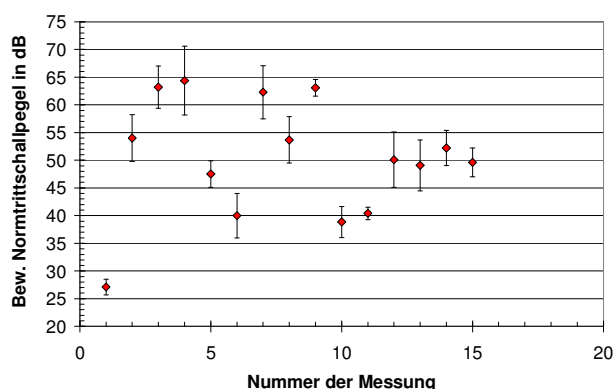


Abbildung 6: Bewerteter Normtrittschallpegel $L_{n,w}$ für 15 Messungen. Die Fehlerbalken bezeichnen das 95 %-Vertrauensintervall (2σ).

Literatur

- [1] V. Wittstock On the Uncertainty of Single-Number Quantities for Rating Airborne Sound insulation Acta Acustica united with Acustica Vol. 93 (2007) 375 - 386
- [2] DIN EN ISO 140-4 Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden (ISO 140-4:1998); Beuth Verlag Berlin 1998
- [3] DIN EN ISO 140-7 Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden (ISO 140-7:1998); Beuth Verlag Berlin 1998
- [4] DIN EN ISO 717-1 Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung; Beuth Verlag Berlin 2006
- [5] DIN EN ISO 717-2 Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 2: Trittschalldämmung; Beuth Verlag Berlin 2006
- [6] DIN EN ISO 3378 Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen (ISO 3382-2:2008); Beuth Verlag Berlin 2008