

Zur Berechnung der Schalldämmung von Gebäude-Außenfassaden und der Schallpegeldifferenz „außen/innen“ bei Fluglärm

Erhardt Augustin¹, Joachim Feldmann¹, Christian Maschke²

¹Forschungsverbund „Lärm und Gesundheit“, TU-Berlin

²Forschungs- und Beratungsbüro Maschke, Berlin, Email: post@fbb-maschke.de

Zur Umrechnung von prognostizierten Freifeldschallpegel in Innenraumpegel wird für Fluglärm vereinfachend von einer typischen Schallpegeldifferenz ausgegangen, die bei einem gekippt geöffneten Fenster 15 dB betragen soll. Dieser Ansatz soll nach Auffassung des BVerwG durch Messungen des DLR belegt sein, die als zentrale Tendenz für gekippt geöffnete Fenster eine Pegeldifferenz von 18,4 dB zeigen (Median).

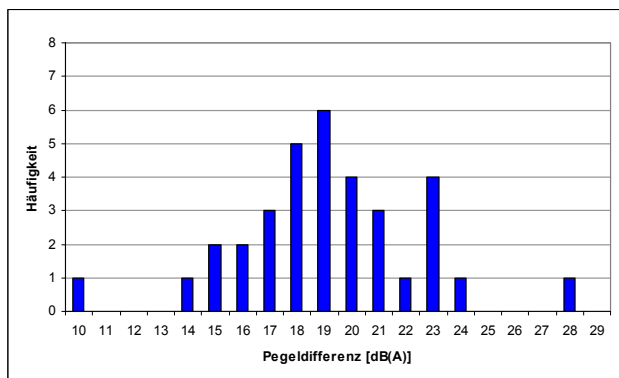


Abb.: 1: Schallpegeldifferenzmessungen des DLR ($L_{1,2m} - L_{2,am}$ Ohr des Schläfers), $N = 34$.

Die Schallpegeldifferenz von Gebäudefassaden kann grundsätzlich aus dem wirksamen Schalldämmmaß errechnet werden. Für das Labor-Schalldämmmaß gilt:

$$R_{w,res} = R_{res,A} + K = L_{1,A} - L_{2,A} + 10 \log \left(\frac{S_g}{A} \right) + K$$

Da der mittels bauakustischer Bezugskurve gefundene Einzahlwert $R_{w,res}$ (in dB), nicht mit dem A-bewerteten Einzahlwert $R_{res,A}$ übereinstimmt, wird in bekannter Weise eine Korrektur durch einen Summanden K durchgeführt. Für Fluglärm ist $K \sim 6$ dB(A) für geschlossene Fenster und $K = 1-2$ dB(A) für gekippt geöffnete Fenster.

Überträgt man diesen Ansatz auf die Messung eines Fassadenelements im Freien, bleibt die Gleichung für das Labor-Schalldämmmaß zwar grundsätzlich un-

verändert, der Sendepiegel $L_{1,A}$ ist dann aber den jeweiligen Messbedingungen anzupassen. Soll die Schallpegeldifferenz von prognostizierten Freifeldpegeln subtrahiert werden, um Innenraumpegel abzuschätzen, so ist zwingend die Freifeldschallpegeldifferenz zu berechnen. Andere übliche Mikrofonpositionen sind 2 m oder etwa 5 mm vor der Fassade. Für diese Schallpegeldifferenzen gilt:

$$D_{Freifeld,A} = D_{2m,A} - 3\text{dB(A)} = D_{5mm,A} - 6\text{dB(A)}$$

In der DIN 4109 wird $L_{1,2m,A}$ als sog. „maßgeblicher Außenlärmpegel“ bezeichnet, wodurch die Schallpegeldifferenz $D_{2m,A}$ häufig als „maßgebliche Schallpegeldifferenz“, wie auch bei den Messungen der DLR, angesetzt wird. Die maßgebende Schallpegeldifferenz ist hier jedoch die Freifeldschallpegeldifferenz. Das Bau-Schalldämmmaß kann durch eine Beschallung mit Verkehrslärm ermittelt werden, indem gleichzeitig der Außenschallpegel und der Innenschallpegel gemessen werden. Dabei ist zu beachten, dass der Schall nun gerichtet auf die Außenfassade einwirkt und eine Winkelkorrektur W notwendig macht.

$$R'_{w,res} = L_{1,Freifeld,A} - L_{2,A} + 10 \log \left(\frac{S_g}{A} \right) + K + W$$

Bei Straßenverkehrslärm ist nach Kötz von einer Anstrahlung (von unten) unter etwa 37° auszugehen, wobei für stark befahrene Straßen als Schallquelle eine Linienquelle angenommen wird, die parallel zur Hausfassade verläuft. Als Winkelkorrektur ergibt sich ein Zuschlag von $W \approx 3$ dB(A). Wird ein Flugzeug als bewegte Punktquelle aufgefasst, lässt sich - analog zum Straßenverkehr - ebenfalls eine Winkelkorrektur ableiten (Einfallswinkel gegen die Flächennormale der Fassade gemessen). Für einen gegebenen An-

strahlungswinkel kann nun die Freifeld-Schallpegeldifferenz für Fluglärm bestimmt werden, wenn das bewertete, resultierende Bau-Schalldämmmaß und die raumakustischen Eigenschaften bekannt sind. Bei einer Senkrechtanstrahlung der Gebäudefassade gilt:

$$D_{Freifeld,A}(\vartheta = 0) = R'_{w,res} - 10 \log \left(\frac{S_g}{A} \right) - K - 6 dB(A)$$

Da das resultierende Bau-Schalldämmmaß sowie die raumakustischen Eigenschaften von Raum zu Raum sehr unterschiedlich sind wurde eine MONTE-CARLO- Simulation durchgeführt, mit dessen Hilfe alle benötigten Größen mittels Zufallsauswahl unter Anwendung geeigneter, Wertekombinationen – variiert wurden. Nach dem Durchlaufen von 50.000 Varianten ergab sich (bei quausi-gleichverteilter Variation der Parameter) und einem Fensterspalt von 110 mm die folgende Verteilung.

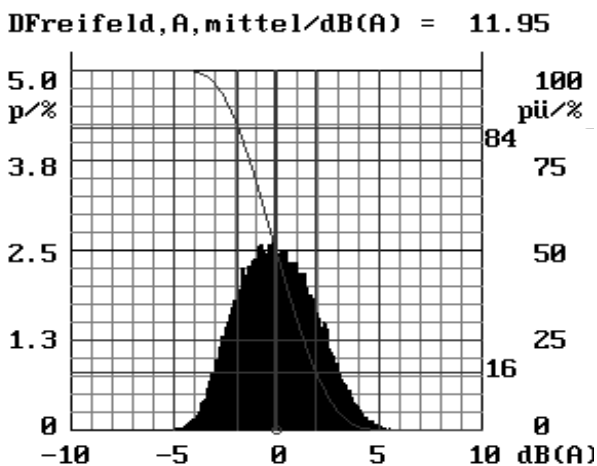


Abb.: 2: Ergebnis der Monte-Carlo Simulation.

Der Median dieser Verteilung liegt bei senkrechter Schalleinstrahlung bei 12 dB. Der Anstrahlungswinkel ändert sich mit dem Abstand des Immissionsortes von der Flugspur. Die Abstandsabhängigkeit ohne Berücksichtigung der Richtwirkung der Schallquelle zeigt die folgende Abbildung. Für flugbahnfernere Immissionsorte (mit Erhebungswinkeln der Sichtverbindung unterhalb von ca. 60°), ist für Fluglärm eine typische Schallpegeldifferenz (Median) von 13 dB anzusetzen.

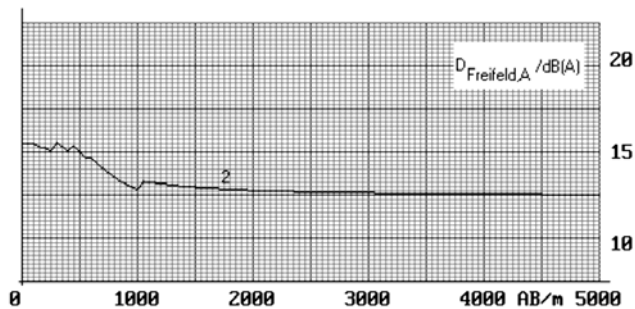


Abb.: 3: Abstandsabhängigkeit Pegeldifferenz.

Werden die DLR-Messungen auf Freifeldpegeldifferenzen umgerechnet, so ergibt sich ein Median von 15,4 dB (siehe Abbildung 4).

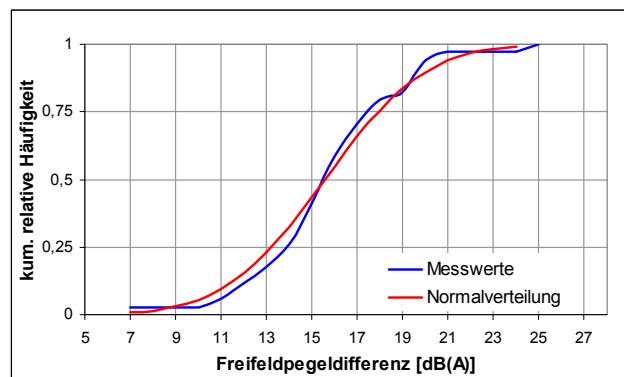


Abb.: 4: Summenhäufigkeit der Freifeldifferenzen des DLR.

Die Lage der Immissionsorte zur Flugspur ist bei den DLR-Messungen jedoch unbekannt, so dass z. B. eine Übereinstimmung zwischen den Messungen und der vorgestellten Ableitung besteht, sofern von flugspurnahen Immissionsorten unter 500 m ausgegangen wird, wie Abbildung 3 zeigt.

Literatur

Augustin, E.; Feldmann, J.; Maschke, C. (2006): Zur Berechnung des „maßgeblichen Außenlärmpegels“ und des „maßgeblichen Innenlärmpegels“ sowie der Schallpegeldifferenz „außen/innen“ bei Fluglärm in Anlehnung an DIN 4109, VDI 2719, DIN EN ISO 140 – 5 und DIN EN ISO 717 – 1. ZfL 53 (3), 80-87; ZfL 53 (4), 118-121.

Basner, M.; Buess, H.; Elmenhorst, D.; Gerlich, A.; Luks, N.; Maaß, H.; Mavet, L.; Müller, EW.; Müller, C.; Plath, G.; Quehl, J.; Samel, A.; Schulze, M.; Vejvoda, M.; Wenzel, J. (2004): Nachtfluglärmwirkungen – Band 1 – Zusammenfassung. DLR-Forschungsbericht 2004–07/D, Köln