

Pegeldifferenz gekippt-geöffneter Fenster bei Fluglärm – Messungen nach DIN EN ISO 140-5 Gesamt-Lautsprecher-Verfahren

Christian Maschke¹, Rudi Volz², André Jakob², Erhard Augustin³

¹FBB-Maschke, 10997 Berlin, E-Mail: post@fbb-maschke.de

²advacoustics – Dr. André Jakob & Dr. Rudi Volz GbR, 12159 Berlin, E-Mail: kontakt@advacoustics.de

³Forschungsverbund „Lärm & Gesundheit“

Einleitung

Bei der Umrechnung von prognostizierten Freifeld-Außen-schallpegeln in Innenraumpegel wird für Fluglärm bei einem gekippt-geöffneten Fenster vereinfachend von einer typischen Schallpegeldifferenz (außen-innen) ausgegangen, die 15 dB betragen soll. Dieser Ansatz wird z.B. im neuen Fluglärmgesetz von 2007, in aktuellen Planfeststellungsverfahren (z.B. Planergänzungsbeschluss „Lärmschutzkonzept BBI“ von 2009) sowie in der lärmmedizinischen Fachliteratur (z.B. Synopse) verwendet und wurde vom Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) wiederholt anerkannt (z.B. 4A1075.04). Zur Rechtfertigung der Schallpegeldifferenz von 15 dB wird auf die VDI 2719, Nummer 10.2 sowie auf Messungen des DLR verwiesen. In der VDI wird ausgeführt, dass „Fenster in Spaltlüftstellung nur ein bewertetes Schalldämm-Maß von ca. $R_w = 15$ dB erreichen [...]“. Bei dieser Aussage ist zu beachten, dass in der VDI nicht auf eine Kippstellung des Fensters sondern auf eine Spaltlüftstellung Bezug genommen wird und dass ferner nicht von einer Pegeldifferenz von 15 dB(A) sondern von einem bewerteten Schalldämm-Maß $R_w = 15$ dB gesprochen wird.

Monte-Carlo Simulation

Die Schallpegeldifferenz von Gebäudefassaden kann grundsätzlich aus dem resultierenden Bau-Schalldämmmaß errechnet werden, sofern die raumakustischen Eigenschaften bekannt sind. Bei einer Senkrechtanstrahlung der Gebäudefassade gilt für Fluglärm (vgl. [1]):

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

Da das resultierende Bau-Schalldämmmaß sowie die raumakustischen Eigenschaften von Raum zu Raum sehr unterschiedlich sein können, wurde in [1] eine MONTE-CARLO- Simulation durchgeführt, indem alle Parameter der Freifeld-Schallpegeldifferenz, mittels Zufallsauswahl aus geeigneten Wertekombinationen – variiert wurden. Nach dem Durchlaufen von 50.000 Varianten ergab sich (bei quasi-gleichverteilter Variation der Parameter) und einem Fensterspalt von 110 mm die nachfolgende Verteilung. Die Spielbereiche wurden bei der Simulation sinnvoll begrenzt (z.B. Raumgröße 6 bis 20m², Raumhöhe 2,5 bis 2,9m, gekippte Fläche Fenster(flügel) 0,75 bis 2,0m², Nachhallzeit 0,3 bis 0,7 s, R'_w Fenster (zu) 32 bis 42 dB, vgl. [1]).

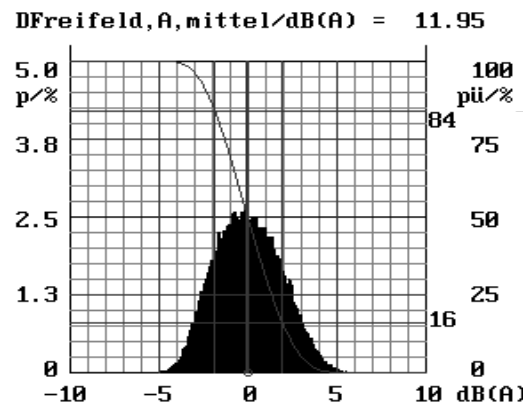


Abbildung 1: Ergebnis der Monte-Carlo Simulation (K=1-2)

Der Mittelwert dieser Verteilung liegt bei 12 dB und unterscheidet sich damit deutlich von Messergebnissen des DLR [2], das einen Median von 15,3 dB für Freifeldpegeldifferenzen ermittelte. Ausgewertet wurden vom DLR im Rahmen einer Schlafuntersuchung der Median aus jeweils 9 Messnächten, wobei der kleinste und der größte Wert verworfen wurde. Informationen zu Nachhallzeiten bzw. zur Anstrahlung der Fassade fehlen ebenso wie eine räumliche Mittelung beim Innenraumpegel.

Messungen nach DIN EN ISO 140-5 Gesamt-Lautsprecher-Verfahren

Ziel der Messungen nach DIN EN ISO 140-5 Gesamt-Lautsprecher-Verfahren war die Ermittlung normkonformer Schallpegeldifferenzen (außen-innen). Die Messungen wurden im Umfeld des Flughafens Schönefeld in der Gemeinde Blankenfelde-Mahlow durchgeführt.



Abbildung 2: Nachwende Einfamilienhaus

Untersucht wurden sowohl Einfamilienhäuser (Vorkrieg, Nachwende, Erdgeschoss, Dachgeschoss) als auch Wohnungen in einem modernisierten Mehrfamilienhaus (2. & 3. Stockwerk).



Abbildung 3: Modernisiertes Mehrfamilienhaus

Die Messungen nach DIN 140-5 liefern Schallpegelminderung der Außenhülle bezogen auf den Schallpegel 2m vor der Fassade. Ein Beispiel zeigt die Abbildung 3.

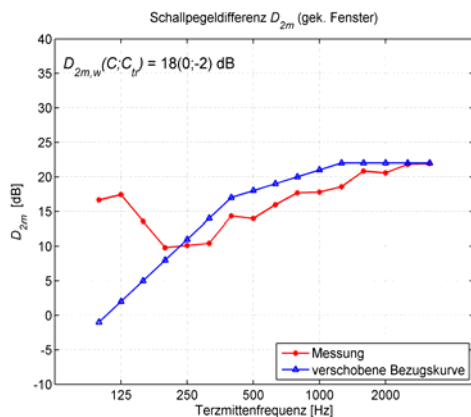


Abbildung 4: Schallpegeldifferenz D_{2m} , im 3. Stock

Die Beschreibung der gesamten Stichprobe kann der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe

Stichprobe	$D_{2m,w}$ [dB]	C_{tr} [dB]	$D_{frei} (tr)$ [dB]	Nachhallzeit [s]	Fensterflügel [m^2]
1	16	0	13	0,5	1,42
2	13	0	10	0,5	1,42
3	15	-2	10	0,33	1,45
4	18	-2	13	0,32	1,47
5	15	-1	11	0,34	1,51
6	19	-1	15	0,42	1,23
7	18	-1	14	0,5	1,90

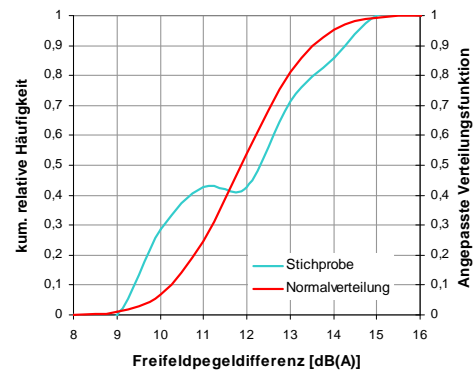
Die Abmessungen der vermessenen Fenster entsprechen im Wesentlichen den Spielbereichen der Monte-Carlo Simulation (extreme Nachhallzeiten der Räume wurden auf die Standard-Nachhallzeit von 0,5s korrigiert). Die Schallpegeldifferenzen für Fluglärm lagen bei den Messungen zwischen 10 und 15 dB (vgl. $D_{frei(tr)}$).

Auswertung

Die Frage ob die Messergebnisse zu einer Grundgesamtheit mit einem Mittelwert von 15 dB gehören können, kann statistisch überprüft werden (Vergleich eines Stichprobenmittelwertes mit einem Populationsparameter). Diese Prüfung zeigt, dass die Stichprobe mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1% (hoch signifikant) aus

einer Grundgesamtheit mit einem Mittelwert kleiner als 15 dB(A) stammt.

Wird der unbekannte Mittelwert der Grundgesamtheit aus der Stichprobe unter der Voraussetzung einer Normalverteilung (vgl. Monte-Carlo Simulation) geschätzt, so erhalten wir die folgenden Werte.



Mittelwert	11,87	dB(A)
Stdabw.	1,27	dB
Perzentile		
5%	9,78	dB(A)
10%	10,24	dB(A)
20%	10,80	dB(A)
30%	11,20	dB(A)
40%	11,55	dB(A)
50%	11,87	dB(A)

Abbildung 5: Schätzung des unbekannten Mittelwertes und der Perzentile der Grundgesamtheit

Die Messungen lassen auf eine mittlere Schallpegeldifferenz der Grundgesamtheit von 12 dB schließen und bestätigen damit das Ergebnis der Monte-Carlo Simulation.

Fazit

Die Annahme einer normkonformen mittleren Schallpegeldifferenz (außen- innen) von 15 dB(A) bei einem gekippt-geöffneten Fenster muss (für die Gemeinde Blankenfelde-Mahlow) verworfen werden.

Darüber hinaus darf in einem Schutzkonzept nicht auf den Mittelwert einer Normalverteilung abgestellt werden (50% aller Fälle liegen unter dem Mittelwert und werden ungenügend geschützt). Soll in 90-95% aller Fälle die Schallpegeldifferenz nicht unterschritten werden, so muss (in Blankenfelde-Mahlow) mit einer Schallpegeldifferenz (außen-innen) von 10 dB gerechnet werden (vgl. Abbildung 5).

Literatur

- [1] 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.
- [2] Müller, U.; Basner, M. (2005): Auswirkungen von Nachtfluglärm auf den Schlaf: Aufbau und Ergebnisse der akustischen Messungen während der DLR Feldstudie 2001-2002. DAGA 2005