

Akustischer Komfort in Bürogebäuden mit Glasdoppelfassaden

Volker Huckemann¹, Érika Borges Leão², Marlon Leão²

IGS - Institut für Gebäude- und Solartechnik, Technische Universität Braunschweig, 38106 Braunschweig

E-Mail: huckemann@igs.bau.tu-bs.de¹,

E-Mail: leao@igs.bau.tu-bs.de²

Zusammenfassung

In dem Projekt TwinSkin am wurden IGS - Institut für Gebäude -und Solartechnik, TU Braunschweig, neun Bürogebäude mit Glasdoppelfassaden (GDF) akustisch bewertet. Glasdoppelfassaden bieten gegenüber anderen Fassadenarten eine erhöhten Schallschutz vor von außen eindringendem Lärm, insbesondere Straßen-Verkehrslärm. Zudem können bei GDF Fenster oder Türen in den Fassadenzwischenraum geöffnet werden, was möglicherweise den Nutzerkomfort erhöht, aber Fragen über die Beeinträchtigung des akustischen Komforts entstehen lässt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die vorhandene Schalldämmung von DSF im erweiterten Frequenzbereich von 50 bis 5000 Hz zu analysieren. Die Messungen wurden nach der Norm EN ISO 140-5 für die verschiedenen Betriebsbedingungen der Öffnungen durchgeführt und es wurden Einzahlangaben berechnet. Es wurde ein bemerkenswerter Einfluss des GDF -Designs auf die Schalldämmung gefunden. Die Ergebnisse zeigen ein hohes Schalldämmungs-Maß von bis zu 60 dB, aber es wurden auch Ergebnisse von nur 35 dB und 40 dB gemessen. Mehrgeschossige Fassadenkonstruktionen weisen im Vergleich zu den anderen Arten von DSF eine bessere Schalldämmung auf, wobei im Durchschnitt 13 dB höhere Werte gefunden wurden. Ästhetische günstige Gestaltung der DSF kann dagegen einen erheblichen negativen Einfluss auf die Schalldämmung haben.

Einleitung

In den Jahren 2003 bis 2007 untersuchte das IGS im Rahmen des von der DBU geförderten Forschungsprojektes TwinSkin - Validierung von Planungskonzepten für Doppelfassaden bei Bürogebäuden anhand der Betriebs- und Nutzungserfahrungen - 13 moderne Bürogebäude mit Glasdoppelfassaden im Hinblick auf energetische Fragen, Wirtschaftlichkeit und Komfort. Eine der wesentlichen Fragen ist hierbei die nach dem akustischen Komfort, stellt doch die Schalldämmung gegen Außenlärm ein wichtiges Argument für die Verwendung von Doppelfassaden dar. [1]

Die Mindestanforderungen für Schalldämm-Maße von Bauteilen gegen von außen eindringenden Lärm aber auch für den Schallschutz zwischen benachbarten Räumen regelt DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“. Die für Fassaden geforderten Werte variieren hier je nach (Außen)-Lärmpegelbereich zwischen 30 und 55 dB für das bewertete Bauschalldämm-Maß (R'_w). Zahlreiche repräsentative Gebäude mit GDF wurden an zentralen Ausfallstraßen oder an Verkehrsknotenpunkten errichtet, und stellen somit hohe Anforderungen an das Schalldämm-Maß der Fassaden. Es

erschien daher sinnvoll, einige dieser Gebäude akustisch zu vermessen, zusätzlich wurden einige Gebäude mit einschaliger Fassade vermessen, um entsprechende Referenzwerte zu erhalten.

Schalldämmungsmessungen

Die Ermittlung der Fassaden-Schalldämmung erfolgte normgerecht nach DIN EN ISO 140-5 [2]. Hierzu wurden die Fassaden von außen unter 45° mit einem Lautsprecher beschallt. Die Messung der Schalldruckpegel $L_{ls, 2m}$ erfolgte 2 m vor der äußeren Fassade in der Höhe des untersuchten Büroraums, der jeweils im mittleren Fassadenbereich gewählt wurde. Gleichzeitig wurde der mittlere Schalldruckpegel L_2 im Büroraum erfasst. Die Mittelwertbildung ergab sich bei einem Teil der Messungen über Drehmikrofonabtastung des Messraums ansonsten aus energetischer Mittelung der Messergebnisse von mehreren Mikrofonpositionen jeweils im Büroraum oder im Fassadenzwischenraum. In den Büroräumen und ggf. auch in den Fassadenzwischenräumen wurden außerdem Nachhallzeiten über die Ermittlung des Pegelabfalls nach Raumanregung und Abschaltung mit einem breitbandigen Rauschsignal gemessen.

Es wurden jeweils die bewerteten Schallpegeldifferenzen $D_{ls, 2m, w}$ ermittelt, die sich nach dem genormten Verfahren aus der Lage einer Bezugskurve relativ zur Lage der Messwertkurve ergeben.

$$D_{ls, 2m} = (L_{ls, 2m} - L_2) \text{ dB}$$

Der Wert der so verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz bildet die Einzahlangabe. Auch wenn die Ermittlung in 21 Terzbereichen erfolgte, werden jedoch nur die 16 Terzbereiche mit den Mittenfrequenzen von 100 Hz bis 3150 Hz berücksichtigt.

Schalldämm-Maße der Fassaden

Abb. 1 zeigt die gemessenen Schallpegeldifferenzen $D_{ls, 2m, w}$ für GDF mit geschlossenen Fassaden (Primär und Sekundärfassade). Maximal wird ein Schalldämm-Maß von 60 dB erreicht. In DIN 4109 ist im höchsten Lärmpegelbereich VII mit einem maßgeblichen Außenlärmpegel $>80 \text{ dB(A)}$ als Mindestanforderung an Außenbauteile "das erforderliche resultierende bewertete Bauschalldämm-Maß" erf. $R'_w = 50 \text{ dB}$. Wenn auch dieses Maß nicht unmittelbar mit dem hier berechneten vergleichbar ist, so lassen sich Unterschiede im Bereich von höchstens 2 bis 3 dB abschätzen und es bestätigt sich, dass mit einer Größenordnung von 60 dB ein sehr hoher Schallschutzes bei Vorhangfassaden erreichbar ist.

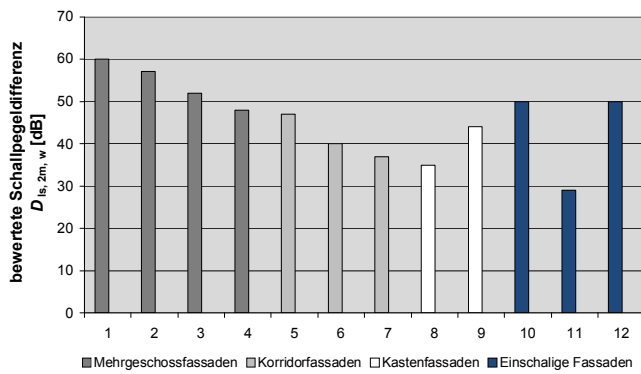


Abb. 1 Bewertete Schalldämmungen der gemessenen Fassaden

Zusätzlich zeigt sich, dass zwischen den einzelnen Typologien (Mehrgeschosßfassade, Korridor- oder Kastenfassade) etwa 10 dB Dämmunterschied zu beobachten sind. Gleichzeitig schwankt auch die Dämmung der Fassaden zwischen den Doppelfassaden gleichen Typs um etwa 10 dB. Ein Blick auf die Konstruktion der besten gemessenen Fassade zeigt, dass bei Fassaden mit größeren Abständen der Schalen überschlägig von einer Addition der Dämmwerte der Schalen ausgegangen werden kann. Eine 2 x 8 mm starke Verbundicherheitsverglasung auf der Außenseite bietet nach [3] bereits ein bewertetes Schalldämmmaß von 37 dB, hinzu kommt die Wärmeschutzverglasung auf der Innenseite, die ebenfalls mit etwa 34 dB zum Gesamtschallschutz beiträgt. Im Vergleich zu den Prüfstandmessungen der einzelnen Verglasungen erscheint gegenüber dem Feldversuch an der Doppelfassade ein Abzug von etwa 10 dB erforderlich, so dass sich die Größenordnung der beobachteten Werte ergibt.

Von Interesse ist zudem die spektrale Verteilung der Dämmwirkung. Neben grundsätzlichen Problemen von marktüblichen Glaskonstruktionen im tieffrequenten Bereich, sind hier vor allem die verschiedenen Resonanzeffekte einer mehrschaligen Konstruktion zu nennen. Die Dämmungseinbrüche lassen sich aus den Scheibenabmessungen, dem Fassadenabstand oder aus dem speziellen Auftretswinkel des Schalles beim sog. Koinzidenzeffekt erklären.

Zwischen den parallelen Scheiben der inneren und äußeren Schale ist das Auftreten stehender Wellen zu erwarten, deren Frequenz in Abhängigkeit vom Schalenabstand das Maximum eines Dämmungseinbruchs kennzeichnet.

Bei 1 m bis 1,8 m Tiefe des Fassadenzwischenraum, wie sie bei den untersuchten Objekten auftrat, liegt diese Frequenz z.B. bei 90 bis 170 Hz.

Überlagert wird dieser Effekt u.a. durch die Resonanzfrequenz von Mehrscheibenisolierverglasung die bei üblichen Scheibenabständen und Glasdicken ebenfalls im Bereich von ca. 100 bis 300 Hz liegt.

Weitere Dämmungseinbrüche treten infolge von Eigenschwingungen der Platten auf. Besonders ungünstig sind quadratische Elemente, sowie ganzzahlige Verhältnisse zwischen Höhen und Breite eines Elements. Diese

Resonanzfrequenzen liegen auf Grund der hohen Schallgeschwindigkeit in Glas von 5300 m/s im oberen Teil des relevanten Frequenzbereichs. So wurde eine Dämmungsreduzierung infolge Koinzidenz um ca. 10 bis 15 dB gemessen mit einem Maximum bei der Frequenz von ca. 2100 Hz in der 9. Etage und bei 1300 Hz in der 18. Etage eines Bürohochhauses.

Der Dämmungseinbruch fällt zunächst gering aus und das bewertete Schalldämm-Maß bleibt numerisch unverändert, der Dämmungseinbruch liegt jedoch ungünstiger im Bereich des menschlichen Hörvermögens. Dies kann wiederum bei entsprechendem Spektrum des Außenlärms (z.B. bei Fluglärm) eine deutlich geringere Dämmung bedeuten. Es tritt damit in dem oberen Stockwerk eine um bis zu 10 dB niedrigere Fassadendämmung in einem besonders kritischen Frequenzbereich auf.

Schalldämmung zwischen den Räumen

Die Schalldämm-Maße zwischen nebeneinander liegenden Räumen lagen bei den Gebäuden mit Doppelfassaden relativ niedrig, im Mittel bei 35 dB für Vorhangfassaden und bei nur 24 dB für die Korridorfassaden. Im Vergleich hierzu betrug das Schalldämm-Maß Vergleichs-Gebäuden in Massiv-Bauweise 47 dB. Das Öffnen eines Fensters zum Fassadenzwischenraum in nur einem Raum beeinflusst die Dämmung zwischen den Räumen nicht. Werden jedoch in beiden Räumen Fenster zum Fassadenzwischenraum geöffnet, sinkt das bewertete Schalldämm-Maß zwischen den Räumen um 3 bis 6 dB, es nimmt aber um bis zu 14 dB ab, wenn Fenstertüren zu sehr halligen Fassadenzwischenräumen geöffnet werden. Sind diese dagegen stark bedämpft, tritt auch hier nur eine Reduzierung der Schalldämmung zwischen den Räumen um 5 dB auf.

Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass mit Doppelfassaden in der Tat hohe Schalldämm-Maße erreicht werden können – bei entsprechender Planung ließen sich die hier gezeigten Werte noch optimieren. Gleichzeitig wurde eine geringe Bauschalldämmung zwischen den Büros in den untersuchten Gebäuden beobachtet. Hier sind vor allem die Anschlüsse an die hochgedämmten Fassaden zu beachten, um zukünftig befriedigende Ergebnisse zu erzielen.

- [1] M.N. Fisch, Huckemann, H. Goydke et al.: „TwinSkin-Validierung von Planungskonzepten für Doppelfassaden bei Bürogebäuden anhand der Betriebs- und Nutzungserfahrungen ; Abschlußbericht DBU Forschungsprojekt, S. 102 ff
- [2] DIN EN ISO 140-5 Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 5: 1998
- [3] W. Fasold, E. Veres; „Schallschutz und Raumakustik in der Praxis“, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1989
- [4] Leão, M.; Huckemann, V.; Leão, E. B.; Fisch, M. N.; Kuchen, E. Energy Efficiency of Double Skin Façade: an Approach to Brazilian Climates. Bauphysik 31 (2009), number 6, 366-373.