

# Schallpegelexposition bei ausgeprägt tieffrequenten Geräuschen und Infraschall innerhalb von Wohnungen

Fabian Ebner, Christian Eulitz<sup>1</sup>, Ulrich Möhler

Möhler + Partner Ingenieure AG, 80336 München, Germany, Email: [christian.eulitz@mopa.de](mailto:christian.eulitz@mopa.de)

<sup>1</sup> Referent

## Einleitung

Nach der aktuellen Rechtsprechung zum Schallimmissionsschutz werden zunehmend Maßnahmen der Immissionsortlenkung als geeignet anerkannt, um bei an Gewerbebetriebe und Anlagen heranrückender Wohnbebauung planerisch auf etwaige Überschreitungen der TA Lärm zu reagieren. Als Maßnahmen zur Immissionsortlenkung kommen dabei nicht (nur zu Reinigungszwecken) offenbare Fenster, Grundrißorientierungen (keine Fenster von Aufenthaltsräumen nach DIN 4109 [1]) oder auch festverglaste Loggien/ Vorhangfassaden mit einer Mindesttiefe von 0,5 m zum Einsatz. Bei konsequenter bautechnischer Umsetzung sollen damit ruhige Wohnverhältnisse geschaffen werden. Problematisch sind dabei jedoch ausgeprägt tieffrequente Geräuschimmissionen und Infraschalle, die durch geschlossene Fassaden, Lüftungselemente oder Nichtaufenthaltsräume in die Gebäude eindringen und im Inneren verstärkt belästigend wirken können. Zudem kann der maßgebende Immissionsort im Inneren, dies ist der Ort der höchsten Belästigung in der Planung (beispielsweise durch Raummoden in individuell möblierten Räumen) praktisch nicht vorausbestimmt werden. Im Bereich der Bauakustik erfasst auch der erweiterte Frequenzbereich nach DIN EN ISO 717-1 [2] keine Schalle unterhalb der 50 Hz-Terz, so dass die Schalldämmung der Außenbauteile, insbesondere der Fenster bei ausgeprägt tieffrequenten Geräuschen weitestgehend unbekannt ist. Bei insitu-Messungen wurde versucht, Erkenntnisse über die Schalldämmung von Fenstern und den maßgebenden Immissionsort im ausgeprägt tieffrequenten Bereich innerhalb von Wohnräumen zu ermitteln, um mit diesen Erkenntnissen Konflikten planerisch zu entgegnen.

## Problemstellung ausgeprägt tieffrequenter Schalle in Wohnräumen

Über die Schalldämmung der Außenbauteile im tieffrequenten Bereich (< 50 Hz) liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor, da keine genormten Messverfahren existieren. Die Belastungssituation variiert in verschiedenen Räumen bei gleichen Außenbauteilen stark. Ursächlich hierfür sind individuelle Eigenschaften der Wohnräume:

- In Abhängigkeit von den Raumgeometrien bilden sich tieffrequente Geräusche als stehende Wellen aus, so dass in den Raummoden Schalldruckunterschiede von bis zu ca. 10 dB gegenüber dem mittleren Schalldruckpegel bekannt sind. Daraus können tieffrequente Tonhaltigkeiten mit Schwebungen resultieren, die zu einer verstärkten Belastung führt.

- Die Raumausstattung (Einrichtung, Oberflächen, usw.) führt frequenzabhängig zu einem individuellen Schallschluckungsvermögen. Die Festlegung einer bestimmten äquivalenten Absorptionsfläche (wie beispielsweise  $A = 10 \text{ m}^2$  in der Bauakustik) ist im tieffrequenten Bereich nicht definiert.

Zudem ist das Verhalten von Öffnungen in der Außenhülle von Wohnungen (teilgeöffnete Fenster, Lüftungsöffnungen o.Ä.) bei tieffrequenten Geräuschen weitestgehend unbekannt.

In der Planung bleiben derartige Konfliktpotentiale häufig unbemerkt, da die Festsetzungen und Auflagen praktisch ausschließlich A-bewertete Schallpegel quantifizieren und ein normgerechter Nachweis nach (der noch gültigen) DIN 45680 [3] die Messung in einem bereits vorhandenen Aufenthaltsraum vorsieht. Nachträgliche Maßnahmen sind nach Realisierung der Planungen oft unverhältnismäßig aufwändig.

## Was ist zur Konfliktlösung notwendig

Der Konfliktbereich tieffrequenter Geräusche sollte in der Planung von emittierenden Anlagen und schutzbedürftigen Nutzungen mehr Beachtung finden. Da damit ein Aufwand verbunden ist, erscheint die Festlegung von konkreten und vorausplanbaren Betreiberpflichten notwendig.

Für die Konfliktvermeidung in der Planung ist ein standardisiertes Prognoseverfahren für tieffrequente Geräusche notwendig.

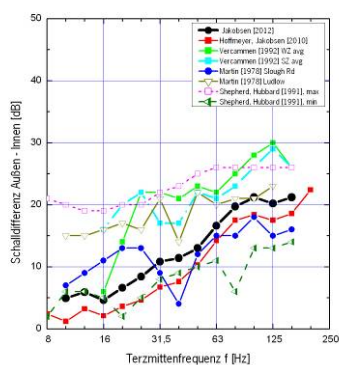
## Stand des Wissens

In Deutschland existieren verschiedene Ansätze für Prognoseverfahren tieffrequenter Geräusche spezieller Anlagentypen (beispielsweise Vorschläge für die Genehmigung von Biogasanlagen oder Luftwärmepumpen). Die tieffrequenten Schallemissionen von Quellen sind mess- oder vorhersehbar (z. B. Emissionskataster).

Die Außenlärmpegel von gewerblich-technischen Geräuschen werden in der Prognose nach A.2 der TA Lärm [4] gemäß der DIN ISO 9613-2 [5] in Oktaven 63 Hz bis 8 kHz berechnet. Eine Extrapolation auf Terzen von 12,5 Hz bis 10 kHz ist bereits in der Standardsoftware implementiert, wobei das Abstandsmaß  $A_{\text{div}}$  maßgebend ist. Häufig liegen auch Außenlärmpegel aus Messungen an Referenzanlagen vor, die auf Situationen in der Planung übertragbar sind.

Die Schalldämmung von verschiedenen Außenbauteilen ist im (erweiterten) Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 kHz aus Prüfungen bekannt. Für die Ermittlung des Übertragungsmaßes  $\Delta L = \text{Außenpegel} - \text{Innenpegel}$  kann im ersten Ansatz eine Erweiterung Schalldämmung der Fenster

um -6dB/Oktave angenommen werden. In der Literatur finden sich verschiedene Ansätze für das Übertragungsmaß.



**Abbildung 1:** Vorschläge für den Ansatz des Übertragungsmaßes  $\Delta L = \text{Außenpegel} - \text{Innenpegel}$  aus der Literatur

Aufgrund des Alters und der Herkunft der Studien ist zu hinterfragen, ob die Ergebnisse die bautechnischen Gegebenheiten im konventionellen Wohnungsbau in Deutschland adäquat abbilden. Zur Beantwortung dieser Frage wurden insitu-Messungen durchgeführt.

### Versuchsaufbau und Messkonzept

Mit zwei unterschiedlichen Messkonfigurationen wurden jeweils drei verschiedene Wohnräume mit konventionellen Bauteilen (Fenster SSK3) gemessen.



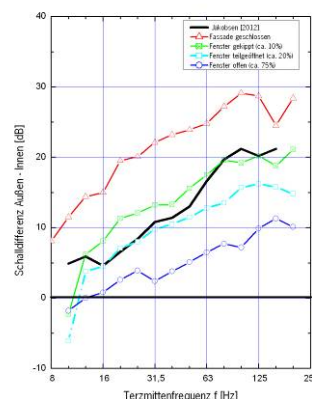
**Abbildung 2:** Messungen im Innenraum (I.) mit einer Mikrofon-Schwenkanlage 360°/60s (links) und (II.) mit einem 8-Mikrofon-Würfel 1m<sup>3</sup> in Raummitte (rechts)

Die Beschallung erfolgte mit einem herkömmlichen Dodekaeder-Lautsprecher mit Rosa Rauschen (TP 500 Hz). Bislang war uns damit auch bei Fenstern mit geringer Schalldämmung eine verwertbare Luftschallanregung unter 8 Hz nicht möglich.

### Erste Messergebnisse

Für die Auswertung der Messungen wurde der Anteil an Öffnungsfläche bezogen auf die Fensterfläche in % gewählt. Bei Einzelmessungen sind ausgeprägte Raummoden im spektralen Übertragungsmaß erkennbar. Bei teilgeöffneten Fenstern und  $L_{\text{Terz}}(\leq 10 \text{ Hz})$  wurde bei allen Messungen Lärmüberhöhungen (ein negatives  $\Delta L$ ) gemessen. Das

Übertragungsmaß  $\Delta L$  sinkt im tieffrequenten Bereich bereits bei verhältnismäßig kleinen Öffnungsflächen erheblich.



**Abbildung 3:** Gemitteltes Übertragungsmaß  $\Delta L = \text{Außenpegel} - \text{Innenpegel}$  im konventionellen Wohnungsbau bei (teil-)geöffnetem Fenster

### Bewertung und Fazit

Ein Vergleich der beiden Messverfahren im Raum zeigt, dass die einfachere Messung mit der Schwenkanlage (I.) in der Regel zu vergleichbaren Ergebnissen wie der Messwürfel (II.) führt. Das vorgeschlagene Übertragungsmaß von Jakobson [6] erscheint bei geschlossenen Außenbauteilen auf der sicheren Seite für Prognoseansätze. Zusätzliche Messungen sind notwendig, um die Ergebnisse statistisch abzusichern. Der Einfluss der Raumakustik auf das Ergebnis ist hoch; eine Konvention für die äquivalente Absorptionsfläche erscheint deshalb sinnvoll.

Problematisch sind Öffnungen in der Gebäudehülle (teilgeöffnete Fenster, Lüftungsöffnungen, Nebenräume usw.), durch die tieffrequente Schalle in Aufenthaltsräume eindringen und dort durch raumakustische Effekte verstärkt werden können.

### Literatur

- [1] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, November 1989
- [2] DIN EN ISO 717-1 Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung, Januar 2013
- [3] DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft einschließlich des Beiblatt 1, März 1997
- [4] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), vom August 1998
- [5] DIN ISO 9613-2 E, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, September 1997
- [6] Jakobsen, Jørgen. "Danish Regulation of Low Frequency Noise from Wind Turbines." Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control 31.4 (2012): 239-246