

Nutzergeräusche in Gebäuden

Werner Scholl¹, Ruth Armbruster²

¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig, Deutschland, Email: werner.scholl@ptb.de
²Ingenieurgem. Bauphysik Rudolph + Weischedel, 74523 Schwäbisch Hall, ruth.armbruster@rw-bauphysik.de

Problemstellung

Nutzergeräusche aus fremden Wohnungen zählen zu den wohlbekanntesten akustischen Störungen. Dennoch gibt es in der einschlägigen Normung [1] keine Anforderungen und kein Messverfahren hierfür. Die Gründe liegen auf der Hand: Einerseits sind Nutzergeräusche meist Körperschallgeräusche, d.h. durch direkte Einwirkung auf das Gebäude erzeugt und übertragen. Andererseits ist der Mensch Bestandteil der Erzeugung mit entsprechend zweifelhafter Reproduzierbarkeit. Drittens sind die Quellmechanismen sehr vielfältig. Außerdem kann der Informationsgehalt der Geräusche die Störwirkung stark beeinflussen. Unter Nutzergeräuschen sollen hier solche verstanden werden, die der menschliche Nutzer durch seine Handlung unmittelbar verursacht oder zumindest kontrolliert. Vom Nutzer lediglich ausgelöste und nicht weiter beeinflussbare Geräusche wären eher der technischen Anlage als dem Nutzer zuzuordnen. Nutzergeräusche in diesem Sinne entstehen z.B. durch Rolläden herablassen, Türen zuschlagen, in der Badewanne rubbeln, Klodeckel fallen lassen, Spureinlauf, Vorhänge zuziehen, Abstellen von Gegenständen, "Hantieren", und eigentlich auch das Gehen, das aber schon anderweitig behandelt ist. Um die Vielfalt in den Griff zu bekommen, wurden zunächst deutsche Güteprüfstellen und Beratende Ingenieure nach ihren Erfahrungen aus der Praxis befragt und dann ein Bewertungsmaßstab gebildet, um die Geräusche nach ihrer Wichtigkeit zu sortieren. Für die wichtigste Geräuschart wurde der Quellmechanismus näher untersucht, um einerseits die Grundlage für die Konstruktion einer Ersatzquelle für ein Messverfahren zu schaffen, andererseits aber auch, um den menschlichen Einfluss näher zu bestimmen. Die hier vorgestellten Ergebnisse einer in Kooperation mit der Hochschule für Technik in Stuttgart durchgeführten Diplomarbeit können gute als Basis für ein entsprechendes Messverfahren angesehen werden.

Umfrage bei den Praktikern

Güteprüfstellen und einschlägig Beratende Ingenieure verfügen über unmittelbare Erfahrung aus der Praxis, welche Nutzergeräusche häufig beklagt werden. Sie wurden befragt nach Art und Quelle der untersuchten Geräusche, wobei Angaben zur Bausituation, Messrichtung, zum erhobenen Pegeltyp (z.B. L_{AFmax}), zur verwendeten Messnorm (DIN 52219 oder DIN EN ISO 10052) und zum Messergebnis erbeten wurden. Mehrere hundert Messwerte kamen auf diese Weise zusammen. Alle Geräusche wiesen Pegel über 30 dBA auf. Die Auswertung wurde folgendermaßen vorgenommen: Ereignisse, die von der Art her nur ein einziges Mal vorkamen, wurden ausgeklammert. Dann wurden die Geräusche nach Quellmechanismus gruppiert. Zusammengefasst wurden z.B. Geräusche, die durch

Aufeinandertreffen von Gegenständen oder durch Aneinanderreiben entstehen. In einem nächsten Schritt wurde eine Bewertung vorgenommen anhand einer

$$\text{Nutzergeräuschzahl} = \left(\frac{N}{N_{ges}} \cdot \frac{L_p}{L_{p,max}} \right) \cdot 10,$$

die umso größer ist, je größer der Anteil der Geräuschgruppe an der gesamten Zahl der Ergebnisse war (N/N_{ges}) und je höher der mittlere Schalldruckpegel der Gruppe relativ zum höchsten gemessenen Pegel war ($L_p/L_{p,max}$). Es ergab sich folgende Reihenfolge (Nutzergeräuschzahl in Klammern):

- Anstoßen von Gegenständen (4,6)
- Reibvorgänge (1,3)
- Betätigung von Armaturen (0,7)
- Spureinlauf (0,5)
- Sonstige (ca 0,1).

Die wichtigste Gruppe der Stoßgeräusche gliederte sich folgendermaßen weiter auf:

- etwas auf einen festen Untergrund stellen (2,03)
- diverse Türen schließen (1,07)
- WC-Deckel fallen lassen (0,75)
- Stoß in undefinierter Richtung (0,67)
- etwas fallen lassen (0,05).

Bei den Abstellgeräuschen waren die in Badezimmern verursachten vorherrschend. Sie wurden deshalb im Weiteren eingehender untersucht.

Bestimmung der Quell-Kenngrößen

Verwendet wurden die Gegenstände in Abbildung 1.



Abbildung 1: Untersuchte Gegenstände, Masse 100-350 g

Körperschallquellen - um die es sich hier handelt - müssen durch zwei Kenngrößen charakterisiert werden: Neben der eigentlichen Quellstärke ist dies eine weitere Größe, die die mechanische Trägheit der Quelle beschreibt. Gewählt

wurden hier die freie Schnelle v_{sf} und die Admittanz Y_s der Quellen. Gibbs, Qi und Moorhouse haben kürzlich ein Verfahren zur Messung dieser beiden Größen vorgeschlagen [2]. Dabei sollen die Quellen nacheinander auf zwei Empfangsplatten wirken, deren Admittanzen wesentlich größer bzw. kleiner als die der Quellen sein müssen. Durch Messung der hervorgerufenen mittleren Körperschallschnellen in beiden Fällen und durch Messung der Körperschalleingangsimpedanzen der Platten können die gesuchten Größen ermittelt werden. Voraussetzung dabei ist, dass auf den Platten jeweils diffuse Körperschalfelder herrschen.

Im vorliegenden Fall stellten 10 Versuchspersonen jeweils die 8 untersuchten Gegenstände mehrfach auf die 2 Platten ab. Empfangsplatten waren eine aus 2 mm Acryl, Fläche 0,5 m², und eine aus 10 mm Stahl, 1,5 m² groß.

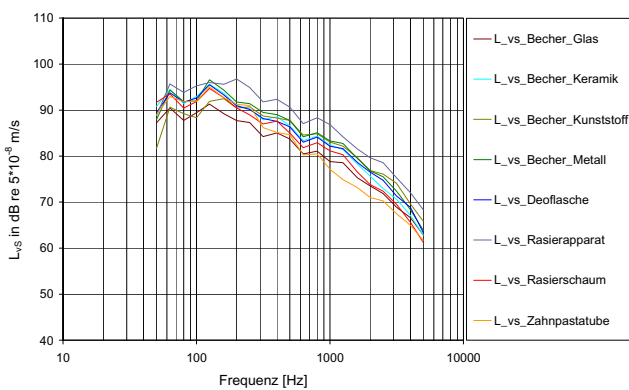


Abbildung 2: freie Schnellen v_{sf} der Gegenstände, über alle abstellenden Personen gemittelt.

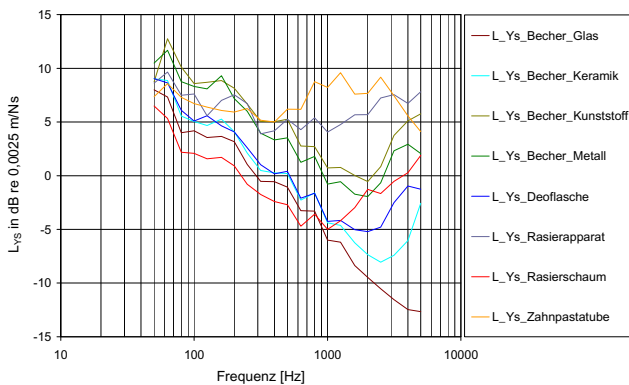


Abbildung 2: Admittanzpegel der Gegenstände, über alle abstellenden Personen gemittelt.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die über die Versuchspersonen gemittelten - und damit mehr oder weniger personenunabhängigen - Ergebnisse für die abgestellten Gegenstände, wobei allerdings zu beachten ist, dass bei der Admittanz jeweils der "dranhängende" Mensch mit wirksam ist. Dieser Einfluss ist am Beispiel des abgestellten Wasserglases in Abbildung 3 sichtbar. Hier sind die Ergebnisse der Admittanzmessung des Glases mit Mensch dem Admittanzverlauf einer Masse, die derjenigen des Glases entspricht, gegenübergestellt. Das Glas verhielt sich weitgehend wie eine ideale Masse.

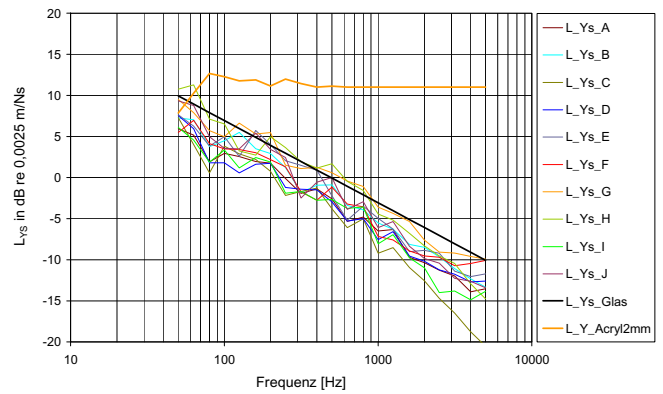


Abbildung 3: Admittanzpegel des Glases je nach Mensch dran, verglichen mit dem Frequenzverlauf einer dem Glas entsprechenden idealen Masse (abfallende Gerade). Waagrechte Einzelkurve: Admittanz der Acrylplatte.

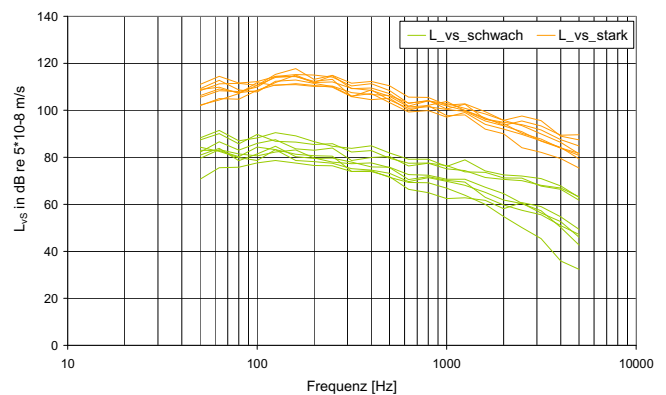


Abbildung 4: Freie Schnellen, wenn eine Person alle untersuchten Gegenstände einmal heftig und einmal sanft abstellt.

Abbildung 4 zeigt, dass sich die Intensität des Abstellvorganges verhältnismäßig gut reproduzieren lässt, selbst wenn unterschiedliche Gegenstände benutzt werden.

Fazit

Die aufgrund der Umfrage als wichtigste Nutzergeräuschgruppe festgestellten Abstellvorgänge lassen sich trotz des menschlichen Einflusses genau genug charakterisieren, um darauf aufbauend ein entsprechendes Messverfahren zu entwickeln. Die Quellstärken in Form der freien Schnellen streuen je nach Gegenstand um ± 4 dB. Die "Heftigkeit" kann ca 30 dB Unterschied hervorrufen, allerdings relativ gut reproduzierbar. Der mit dem Gegenstand verbundene Mensch beeinflusst die mechanischen Quelleigenschaften geringfügig.

Literatur

- [1] DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau", 1989
- [2] Gibbs, B.M.; Qi, N.; Moorhouse, A.T.; A practical characterisation for vibro-acoustic sources in buildings. ACTA ACUSTICA united with ACUSTICA, 2007, Vol. 93, 84-93