

33 (2006) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

Jochen Seidel, Lutz Weber, Philip Leistner

Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen von Grundschulkindern

Hintergrund

Die akustische Umwelt besonders in Grundschul-Klassenräumen beeinflusst die Entwicklung der Sprachverarbeitung der Heranwachsenden. Zustandserfassungen an Schulen und Laborstudien über die Auswirkungen existieren bereits. Die hier vorgestellte interdisziplinäre Studie untersucht vor Ort mit psychologischen Tests chronische und akute Auswirkungen der detailliert erfassten akustischen Umwelt in den Schulen. Dafür wurden an 8 Schulen in Stuttgart in insgesamt 21 Klassenräumen die bau- und raumakustischen Bedingungen sowie die Außenlärmbelastung erfasst und an jeder Schule für den Zeitraum der Studie ein akustisch optimierter Untersuchungsraum eingerichtet.

Raumakustik

Bild 1 zeigt die gemessenen Nachhallzeiten. Die Werte sind räumlich gemittelt über 10 Übertragungswege je Raum und im Frequenzbereich über die Oktav-Werte von 250 Hz bis 2 kHz.

Die Nachhallzeiten in den unbehandelten Klassenzimmern liegen zwischen 0,5 s und 1,2 s (weiße Balken). Im selben Wertebereich liegen die Nachhallzeiten der noch unbehandelten Untersuchungsräume (rote Balken). Durch mobile Absorber wurden in den Untersuchungsräumen Nachhallzeiten um ca. 0,5 s eingestellt (grüne Balken). An einer Schule wurde ein Raum mit besonders langer Nachhallzeit (ca. 1,6 s) angeboten.

Die Raumakustik wird weitaus detaillierter als hier dargestellt erfasst. Auf zehn Übertragungswegen, die typische Unterrichtssituationen repräsentieren und in allen Räumen gleich waren, wurden frequenzabhängig die üblichen Maßzahlen für den Energieanteil der frühen Reflexionen, Early Decay Time (EDT) und der Sprachübertragungsindex (STI, nicht frequenzabhängig) ermittelt. Für einen ersten Eindruck sei jedoch erwähnt, dass diese raumakustischen Parameter nach räumlicher Mittelung mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,9

und höher in einem linearen Zusammenhang mit der Nachhallzeit stehen. Betrachtet man einzelne Übertragungswege, korrelieren die Parameter weniger [2].

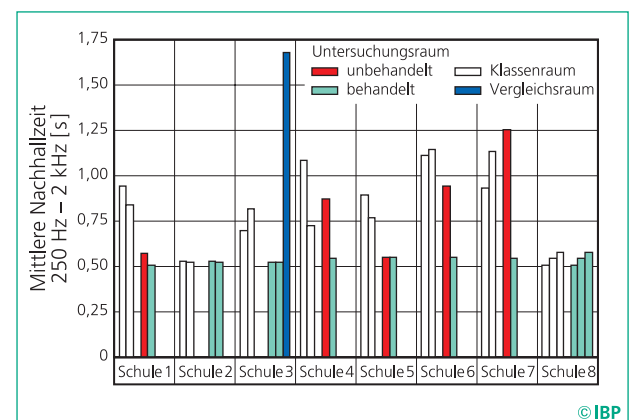


Bild 1: Gemessene mittlere Nachhallzeiten in Klassen- und Untersuchungsräumen.

Bauakustik

In horizontaler Übertragungsrichtung (gelbe Balken in Bild 2) betragen die Pegeldifferenzen um 50 dB. Abweichungen gibt es an Schule 2 mit einer ungünstigen Wandkonstruktion und an Schule 3, wo Garderoben zwischen den Räumen zeigen, wie durch Grundrissgestaltung erfolgreich Schallschutz praktiziert werden kann.

Zum Flur (grüne Balken) ist die durchweg niedrige Pegeldifferenz mit Werten um 30 dB auf Türen ohne Dichtungen und mit großen Spalten zurückzuführen. Hier fallen wiederum die vorgelagerten Garderoben an Schule 3 positiv auf. Beobachtungen während des Unterrichts zeigen jedoch, dass entscheidend für die tatsächliche akustische Belastung der zwischen den Schulen recht unterschiedliche Schallpegel auf dem Flur ist. In einem Fall wurden bei geschlossenen Türen eindeutige Störungen beobachtet, während in einem anderen trotz offenen stehender Türen (!) keine Beeinträchtigung auftrat.

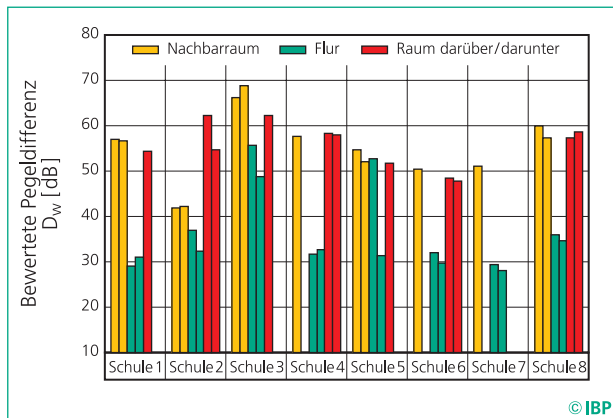


Bild 2: Bewertete Pegeldifferenz ohne Nachhallzeitkorrektur zwischen Klassenzimmer und Nachbarraum, Flur und Raum darüber/darunter.

In vertikaler Richtung sind die Luftschallpegeldifferenzen von ähnlicher Größe wie in horizontaler Richtung, sodass Luftschallübertragung zwischen Klassenräumen an den 8 beteiligten Schulen nur eine geringe Rolle spielt. Die gemessenen Normtrittschallpegel von darüberliegenden Räumen zeigen, dass die meisten Klassenräume die Anforderungen nach DIN 4109 von 53 dB verfehlen. Entsprechende Störungen wurden auch während der psychologischen Test in den Räumen beobachtet.

Außenpegel

Die Lage der Schulen reichte von ausgesprochen ruhig bis zu stark von Lärm belastet. Zur Quantifizierung wurden ca. 2 m vor den Fenstern der beteiligten Klassenräume über eine Stunde die Schallpegel gemessen. Die so ermittelte Häufigkeitsverteilung der Schallpegel ist in Bild 3 abzulesen. Aus den Kurven deuten sich die Qualitätsunterschiede zwischen den Standorten an. Schule 8 ist einem relativ hohen aber gleichmäßigen Pegel von einer Schnellstraße ausgesetzt (schmale Spitze). Der Außenpegel an Schule 5 ist von einer Ampel-gesteuerten Hauptverkehrsstraße geprägt, die sich in einem geringen zeitlichen Anteil niedrigerer Pegel während der Gelb-Phasen bemerkbar macht. Schule 4 liegt unmittelbar an einer Durchgangsstraße mit einem Verkehrsaufkommen von nur ca. 3 Fahrzeugen pro Minute. Gerade durch den ständig auf- und abfallenden Lärmpegel von außen, müssen diese Klassenräume zu den am stärksten von Außenlärm belasteten Räumen gezählt werden. Umgekehrt wird Schule 3 als ruhig gelegen empfunden, obwohl der häufigste Pegel der vierthöchste im Vergleich der Schulen ist. Die Immission besteht jedoch aus sehr homogenen Verkehrsräuschen, die aus großer Entfernung auf die Schule in Hanglage treffen. Entsprechend ist die Häufigkeitsverteilung hier besonders schmal.

Kognitive Leistungen

Psychologen der Universitäten Oldenburg und Eichstätt haben mit Tests der kognitiven Leistungen und Befragungen die Auswirkungen der akustischen Bedingungen erfasst.

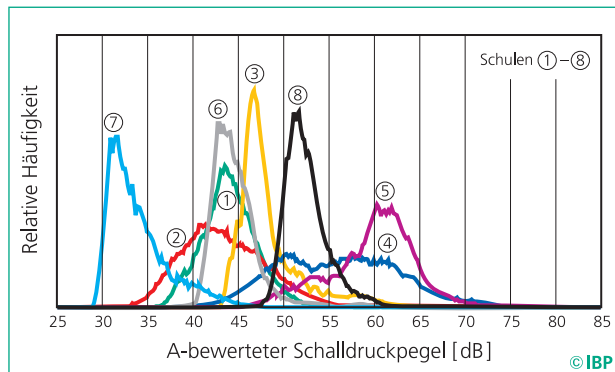


Bild 3: Häufigkeitsverteilung der A-bewerteten Schallpegel vor den Schulen.

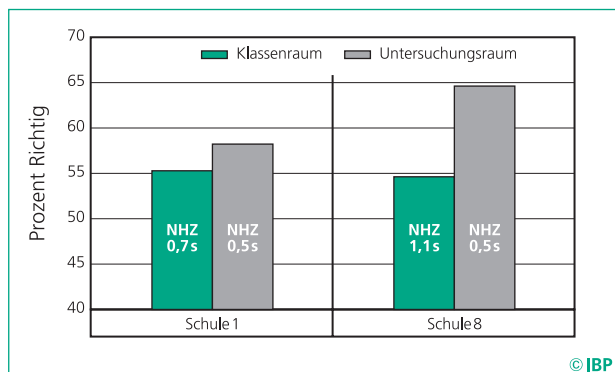



Bild 4: Ergebnisse des Lautdiskriminations-Test der 1. Klassen im Klassenraum und im Untersuchungsraum mit einheitlicher mittlerer Nachhallzeit (NHZ) von 0,5 s.

Beim Lautdiskriminations-Test etwa identifizieren die Kinder eines von drei klangähnlichen Worten (z.B. „Fee“, „Reh“ und „See“) das gleichzeitig mit Stimmengewirr zu hören ist. Der Test wurde jeweils im Klassenraum und im Untersuchungsraum durchgeführt [1]. Bild 4 zeigt die Ergebnisse der beteiligten ersten Klassen. Während beide Gruppen vergleichbare Leistungen im angestammten Klassenraum bringen, reagieren nur die Kinder aus dem akustisch ungünstigeren Klassenraum (Nachhallzeit NHZ 1,1 s) mit einer deutlichen Leistungssteigerung auf die verbesserten akustischen Bedingungen.

Die vorgestellte Studie wurde innerhalb des Programms Lebensgrundlagen und Ihre Sicherung (BWPLUS) aus Mitteln des Landes Baden Württemberg finanziert.

Literatur

- [1] M. Klante, M. Wegner, J. Hellbrück; Feldstudie zur Akustik in Schulen und Ihre Wirkung auf Kinder - Teil 2: Ergebnisse aus kognitiven Leistungstests und Fragebogendaten; Fortschritte der Akustik – DAGA'06 Braunschweig.
- [2] J. Seidel, L. Weber, P. Leistner, S. Laschczok; Acoustic properties in German classrooms and their effect on the cognitive performance of primary school pupils; Proceedings Forum Acusticum 2005, Budapest, S. 2065-2069.



Fraunhofer Institut Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/970-00
83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/643-0
34127 Kassel, Gottschalkstr. 28a, Tel. 05 61/804-18 70