

Schüler ↔ Raum ↔ Lehrer : Die Suche nach dem optimalen raumakustischen Klima

Carsten Märtens¹, Philip Leistner², Schew-Ram Mehra¹

¹ Lehrstuhl für Bauphysik – Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: c.maer@gmx.de

² Fraunhofer Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: phl@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

Der im Titel beschriebene Vorgang, die Suche nach dem optimalen raumakustischen Klima, ist derzeit durch relativ viele Fachbeiträge mehrerer Disziplinen gekennzeichnet. Kausale oder empirische Zusammenhänge zwischen den (raum-) akustischen Bedingungen und deren Auswirkungen auf Lehrer und Schüler werden präsentiert. Während die Heriot-Watt Studie [1] derartige Aussagen auf eine fundierte und umfassende Bestandsaufnahme der akustischen Bedingungen in britischen Grundschulen stützen konnte, lagen vergleichbare Aussagen für deutsche Schulen bislang nicht vor. Trotzdem gingen Schlussfolgerungen in manchen Fällen so weit, „die raumakustische Situation in deutschen Schulen als katastrophal“ einzuschätzen.

Wie aber ist das raumakustische Klima in unseren Schulen, welche repräsentativen Status-Aussagen lassen sich treffen? Wie groß ist der Bedarf für Nachbesserungen und wie verhält es sich mit den zahlreichen bereits sanierten Unterrichtsräumen? Dies sind einige der Fragen, die mittels einer im Jahr 2004 gestarteten repräsentativen Feldstudie, untersucht wurden und über deren erste Ergebnisse im Folgenden berichtet wird. Dieser Bericht umfasst die Konzeption der Datenakquisition, die vorläufige Festlegung von Auswahlkriterien, aber auch die Entscheidungsfindung welche akustischen Kenngrößen für die Räume im Sinne eines Überblicks charakteristisch sind.

Da sich bisherige Studien und Berichte zur Thematik in Deutschland überwiegend auf die Nachhallzeit als vertraute raumakustische Kenngröße konzentrierten und dabei mitunter vergleichsweise hohe Einzelwerte ermittelten, ergab sich als wesentliche Forderung eine Verminderung der Nachhallzeit in allgemeinen Unterrichtsräumen (nachfolgend kurz AUR bezeichnet). Teilweise gingen Empfehlungen bis zu mittleren Nachhallzeitwerten von $T \leq 0,3$ sec. [2]. Diese Diskussion ist sicher noch nicht abgeschlossen, so dass repräsentative Aussagen auch zur Beurteilung dieser Empfehlungen wünschenswert sind.

Methode

In Kooperation mit dem Dezernat für Arbeitssicherheit des Schulamtes der Bezirksregierung Hannover wurden die mehr als 900 öffentlichen allgemein bildenden Schulen des Regierungsbezirkes angeschrieben. In einem anliegenden Fragebogen wurden bauspezifische, schul(art)spezifische Parameter und eine Selbsteinschätzung der akustischen Belastungssituation auf Grund des Störgeräuschpegels und der Halligkeit in den AUR erfragt.

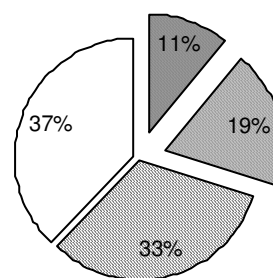
Stichprobe: Aus den 230 zurückgesandten Fragebögen wurden anhand eines repräsentativen Schulverteilungsschlüssels 102 Schulen aus dem Datenpool

ausgewählt. An diesen Schulen wurden die Aussagen in den Fragebögen überprüft und durch objektive Messungen ergänzt. Insgesamt konnten 271 AUR messtechnisch erfasst werden.

Ziel der Studie: Anhand der gewonnenen Daten sind repräsentative Korrelationsanalysen bezüglich der raumakustischen Selbsteinschätzung, der akustischen Belastungssituation und des Status Quo möglich. Prospektive raum- und bauakustische Empfehlungen sollten daraus abgeleitet werden.

Subjektive Einschätzung

Die quantitative Analyse der subjektiven Aussagen zeigt keine signifikanten schulartspezifischen Häufungen. Eine erhöhte schulart-spezifische Sensibilisierung für die Thematik Raumakustik scheint damit nicht vorhanden zu sein. Auch bei der subjektiven Bewertung der vorherrschenden raumakustischen Situationen bezüglich der Halligkeit in den AUR ist keine „alarmierende“ Verteilung zu beobachten. 70% aller Befragten empfanden ihre AUR als „Neutral bis sehr trocken“. Lediglich 11% der bewerteten Räume wurden dem Bereich sehr bis extrem hallig zugeordnet.



■ hallig ■ eher hallig ■ neutral □ eher trocken

Abbildung 1: Prozentuale subjektive Raumbewertung der „Nachhallzeit“.

Erwartungsgemäß zeigt sich die qualitative Zuordnung von Störgeräuschen während des Unterrichts. Gebäudeinterne Geräusche durch Personen wurden als größter Störfaktor während des Unterrichts bewertet. Nachfolgend die Belastung durch den Straßenverkehr, welcher situativ in den AUR einer Schule unterschiedlich bewertet wurde.

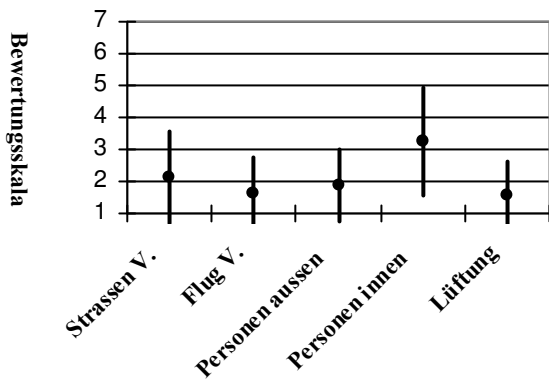
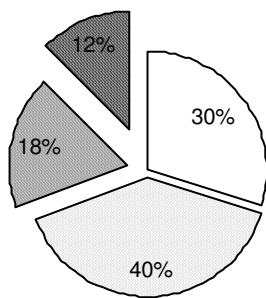


Abbildung 2: Subjektive Bewertung von Störgeräuschen. Notenskala 1 (leise) bis 7 (laut)

Messungen

In 90% aller betrachteten AUR wurden Akustikdecken vorgefunden, zumeist abgehängte Kassettendecken. Über die Hälfte der erfassten AUR entsprechen den Anforderungen der DIN 18041:2004, im Rahmen der mittleren Nachhallzeit (Oktavbänder 250-2.000Hz) bei einer maximalen Nachhallzeit $T_{\text{sol};\text{unbesetzt}} \leq 0,8\text{sec}$.



□ <0,60s □ 0,60 - 0,79s ■ 0,80 - 0,99s ■ > 1,00

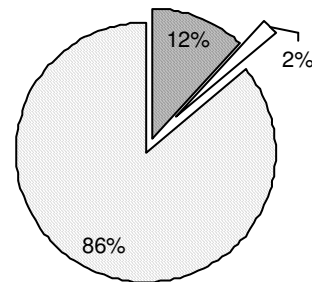
Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der gemessenen Nachhallzeit in den unbesetzten AUR $T_{\text{ist};\text{unbesetzt}}$ in Sekunden

Es reduziert sich die Empfehlung für die maximalen Nachhallzeit gemäß DIN 18041:2004 bis zu 20%, d.h. auf eine mittlere Nachhallzeit von ca. $T_{\text{sol};\text{unbesetzt}} \leq 0,6\text{sec}$. bei Personen mit eingeschränkten Hörvermögen, mit Sprach- oder Sprachverarbeitungsstörungen, Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen, Leistungsschwäche und Kommunikation in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde. Statistisch bedeutet dies,

- für 22,9% der bundesdeutschen Schüler ist Deutsch nicht die Muttersprache [4]
- 25% der Schüler leiden unter Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen [1]
- und 4,3% haben permanente Hörstörungen.

Somit gilt es, diese erhöhte Anforderung generell für AUR in Zukunft anzuwenden. In dieser Studie entsprachen etwa 1/3 der gemessenen Schulen dieser Anforderung.

Auf Grund der an sich hohen Korrelation von Nachhallzeit und Sprachverständlichkeitsindex erscheint es nicht verwunderlich das auch 80% der gemessenen unbesetzten AUR den Empfehlungen der ISO 9921:2003 entsprechen (good \Leftrightarrow STI 60-75%). Dieses Restümee wendet sich allerdings, wenn man davon ausgeht, dass der Störgeräuschpegel in den AUR während des Unterrichtes in der Regel über 40dB(A) liegt [5]. Bei dieser Annahme entsprechen 98% aller erhobenen AUR (STI <60%) nicht den Empfehlungen der ISO 9921:2003.



□ good (60-75%) □ fair (45-60%) ■ poor (<45%)

Abbildung 4: Prozentuale Verteilung des gemessenen STI gemäß ISO 9921:2003 mit einem Störgeräuschpegel von 40dB(A)

Diskussion

Die Nachhallzeit als einziges akustisches Kriterium zur Beurteilung von AUR kann nicht als ausreichend angesehen werden. Dies spiegelte sich auch in der subjektiven Beurteilung der Halligkeit in den AUR durch das Lehrpersonal wieder, die erst Unterrichtsräumen ab einer Nachhallzeit von $T_{\text{ist}} \geq 1,0\text{sec}$. signifikant als hallig deklarierten. Erst bei Berücksichtigung weiterer akustischer Parameter und Faktoren (raumbildende Bauteile, Mobiliar, Personen) kann eine Bewertung der derzeitigen Situation stattfinden. So sind Nachhallzeit, Störgeräuschpegel und Sprachverständlichkeit nahezu gleichwertig zu beachten.

Literatur

[1] MacKenzie, D. / Airey, S. (1999): Classroom Acoustics. A Research Project. Summary Report, Heriot Watt University, Edingburgh

[2] Bistafa, S.R., J.S. Bradley: Reverberation time and maximum background- noise level for classrooms from a comparative study of speech intelligibility metrics. J. Acoust. Soc. Am. 107 (2), 2000, S. 861-875

[3] Destatis (2003): Bildung und Kultur – Allgemein bildende Schulen In: Fachserie 11 / Reihe 1 : Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

[4] Hygge, S. (1993): Classroom experiments on the effect of aircraft, traffic, train, and verbal noise on long-term recall and recognition in children aged 12-14 years, including a follow-up study on aircraft noise presented at lower dBA-levels. In Schick, A. (Hg.), Contributions to Psychological Acoustics. Oldenburg.