

Subjektive Wahrnehmung raumakustischer Faktoren in Unterrichtsräumen durch Schülerinnen und Schüler

Carsten Märtens¹, Philip Leistner², Schew-Ram Mehra¹

¹ Lehrstuhl für Bauphysik – Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: maertens@m-aad.de

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

Einleitung

Die Suche nach den optimalen frequenzbezogenen Nachhallzeiten in Unterrichtsräumen, ist derzeit durch relativ viele Fachbeiträge mehrerer Disziplinen gekennzeichnet. Während die meisten Aussagen zu einzustellenden Nachhallzeiten sich im Wesentlichen auf empirische Angaben zu der subjektiven Behaglichkeit von Lehrerinnen und Lehrern in den Unterrichtsräumen konzentrieren, bleibt die subjektive Wahrnehmung von akustischen Parametern durch Schülerinnen und Schülern zumeist unbeachtet. Eine fundierte und umfassende Bestandsaufnahme der akustischen Bedingungen und deren Wahrnehmung bei Schülerinnen und Schülern liegt bislang nur bei Grundschulern vor [1], obschon die in Unterrichtsräumen einzustellenden akustischen Parameter sich an den spezifischen Anforderungen der Schülerinnen und Schülern orientieren sollten.

Methode

In Kooperation mit der Multimedia BBS Hannover wurden 5 Klassenzüge in drei Versuchsanordnungen mit unterschiedlichen Nachhallzeiten in einem besetzten Unterrichtsräum ($T_{125-4000\text{Hz}}=0,50\text{s}; 0,71\text{s}; 0,95\text{s}$) hinsichtlich emittierender Schallpegel und der subjektiven Bewertung der Versuchsanordnungen durch die Schülerinnen und Schüler untersucht. Die subjektive Bewertung der vorherrschenden akustischen Situation wurde anhand eines soziodemografischen Fragebogens zur akustischen Belastungssituation (SAK-L des Oldenburger Hörzentrum [1]) und mit weiteren (raum-) akustischen Fragen (KINDL [2]) nach jeder Versuchsanordnung erhoben. Insgesamt wurden 393 Fragebögen und 93 Unterrichtsstunden hinsichtlich der subjektiven Bewertung und des in 20 Kategorien differenzierten Schalldruckpegels ausgewertet.

Messergebnisse

Die quantitative Analyse der kategorisierten Unterrichtssituationen zeigt dass circa 60% der Unterrichtszeit die Lehrerstimme im Monolog (Erläuterungen, Tafelarbeit etc.) und im Dialog mit den Schülerinnen und Schülern als primäre Schallquelle mit durchschnittlich 65dB(A)/1m vorherrscht. Primär von den Schülerinnen und Schülern generierte diffuse Schallanteile (Geräusche von Gegenständen und Mobiliar, leise Gespräche etc.) belaufen sich auf 36% der Unterrichtszeit, hiervon entfallen 4% auf eine „unkontrollierte“ Unruhe insbesondere am Unterrichtsbeginn und –Ende beziehungsweise nach Arbeitsphasen.

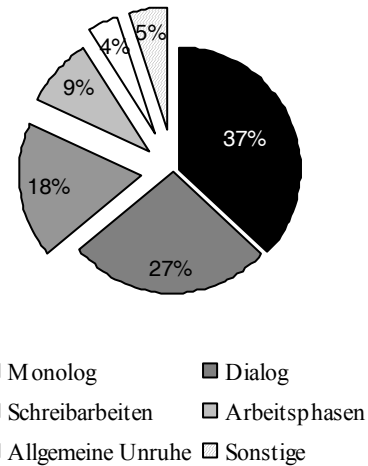


Abbildung 1: Prozentuale Verteilung vorherrschender Schallquellen während des Unterrichtsbetriebes

Alle Kategorien weisen eine zumeist proportional zur Nachhallzeit steigende Erhöhung der Schalldruckpegel um 4dB, insbesondere bei der Verlängerung der mittleren Nachhallzeit von $T=0,50\text{s}$ (VA1) zu $T=0,71\text{s}$ (VA2) auf. Die weitere Erhöhung der Nachhallzeit auf $T=0,95\text{s}$ (VA3) zeigte keine weitere signifikante Erhöhungen der Schalldruckpegel in den meisten Kategorien. Lediglich die Kategorie „Arbeitsphase“ (Bearbeitung von Aufgabenstellungen) wies eine signifikante Schalldruckpegelzunahme von weiteren 8,8dB auf. Erwartungsgemäß zeigt die Kategorie „allgemeine Unruhe“ den durchschnittlich höchsten Schalldruckpegel von $L_s=58,5\text{dB(A)}$.

Tabelle 1: mittlere Schalldruckpegel in dB(A) während der vorherrschenden Unterrichtssituationen.

Kategorie	Mittlerer Schalldruckpegel [dB(A)]		
	VA1	VA2	VA3
Mittelwert _{Gesamt}	52,7	56,9	57,6
Monolog	54,5	58,1	58,1
Dialog	53,9	58,2	57,2
Schreivarbeiten	49,2	54,4	54,2
Arbeitsphasen	46,0	50,2	59,0
allg. Unruhe	55,2	61,5	58,8

Ergebnisse der subjektiven Bewertung

Die nahezu proportionale Zunahme des Schalldruckpegels mit den eingestellten Nachhallzeiten des besetzten Unterrichtsraumes bei der ersten Erhöhung der Nachhallzeit auf $T=0,71s$ wurde signifikant durch die Schülerinnen und Schüler dokumentiert. Auffälligkeiten zeigen sich in der wahrgenommenen Lautstärke der Sprecherstimme, die bei der kürzesten eingestellten Nachhallzeit häufiger als „zu leise“ und „nicht gut zu verstehen“ bewertet wird.

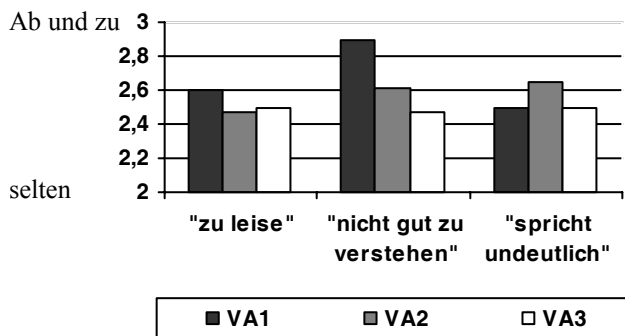


Abbildung 3: Subjektive Bewertung der Sprecherstimme

Als akustisch „störende“ Einflussfaktoren werden von den Schülerinnen und Schülern insbesondere die Mitschüler gegenüber Außengeräuschen genannt, die insbesondere in den beiden Versuchsanordnungen mit längeren Nachhallzeiten in der Bewertung signifikant erhöht sind. Raumakustische Parameter wie Nachhallzeit, Deutlichkeit und Sprachverständlichkeit werden signifikant mit guten Bewertungen der VA1 mit der kürzesten Nachhallzeit zugeordnet. Die längste eingestellte Nachhallzeit (VA3) wird zu der erhöhten mittleren Nachhallzeit mit $T=0,71s$ wenig differenziert bewertet.

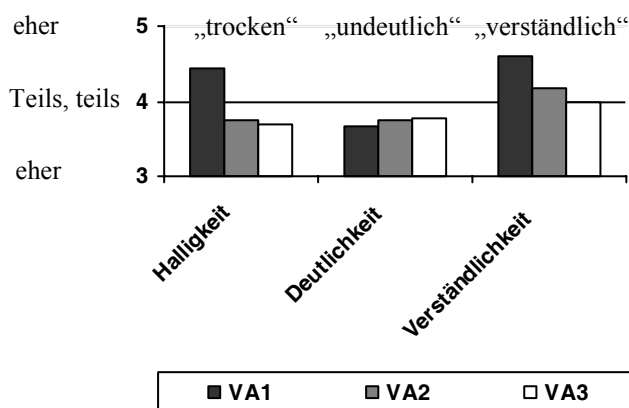


Abbildung 4: Subjektive Bewertung raumakustischer Parameter

Hinsichtlich der akustischen Behaglichkeit wurden die Versuchsanordnungen proportional zur Erhöhung der Nachhallzeiten als „anstrengend“ und „unangenehm“ bewertet. Die kürzeste Nachhallzeit der VA1 wird hinsichtlich der vorherrschenden akustischen Situation als „leise“ bewertet.

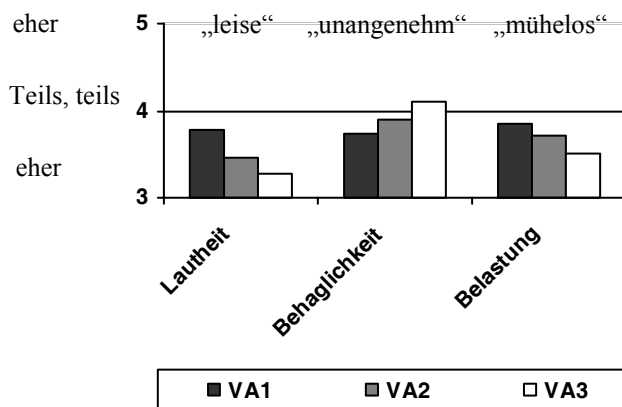


Abbildung 5: Subjektive Bewertung der akustischen Behaglichkeit

Diskussion

Die Nachhallzeit als einziges akustisches Kriterium zur Beurteilung von Unterrichtsräumen kann nicht als ausreichend angesehen werden. Dies spiegelte sich auch in der subjektiven Beurteilung der Halligkeit in den Unterrichtsräumen durch die Schülerinnen und Schüler wieder. Die Versuchsanordnung mit der kürzesten Nachhallzeit, wird hinsichtlich der akustischen Behaglichkeit und Verständlichkeit überwiegend positiv bewertet, allerdings mit der Einschränkung das der Sprachschalldruckpegel der Sprecherstimme bei einer Nachhallzeit von $T=0,50s$ zu gering ist. Als Ursachen hierfür werden der relativ niedrige Sprachschalldruckpegel des Lehrers mit durchschnittlichen $L_N \approx 54,5dB$ (Raummitte) angesehen, der durch eine empirisch belegte erschwerte Anpassung der Stimmlautstärke in schallschluckenden Räumen und eine zu starke Absorption des Nutzschalls bedingt ist. [3] [4]. Für „normal“ hörende erwachsene Schülerinnen und Schüler werden daher in besetzten Unterrichtsräumen einzustellende frequenzbezogene Nachhallzeit im Sprachbereich mit $T \geq 0,50s$, allerdings geringer als $T_{soil} = 0,70s$ empfohlen.

Literatur

[1] Meis, M., Uygun, A., Janott, C. (2003): „Zur Wirkung von aktiven und passiven raumakustischen Maßnahmen auf die Geräuschwahrnehmung und Lebensqualität von Schülern: Ergebnisse aus einer prospektiven Längsschnittstudie“. Fortschritte der Akustik, DAGA 2003

[2] Bullinger, M., S. von Mackensen & Kirchberger, I. (1995): „KINDL – Ein Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Kindern.“ Zeitschrift für Gesundheitspsychologie, 11, pp. 64-77.

[3] Mommertz, M.; Drescher, K.; Engel, G. (2002): „Untersuchungen zur Anordnung schallabsorbierender Oberflächen in Klassenräumen.“ Vortrag DAGA 2002

[4] Fasold, W.; Veres, E. (1998) : „Schallschutz + Raumakustik in der Praxis – Planungsbeispiele und konstruktive Lösungen.“ Verlag für Bauwesen. Berlin 1. Auflage 1998