

## Subjektive Einschätzung der Sprechstimme und der Hörumgebung in universitären Seminarräumen

Meis, M.<sup>1,4</sup>, Hilge, C.<sup>2</sup>, Nocke, C.<sup>2</sup>, Bräcker, T.<sup>3</sup>, Lammers, V.<sup>1</sup>, Lützen, M.<sup>3</sup>, Machner, R.<sup>3</sup>, Mühlhan, M.<sup>1</sup>, Müller, A.<sup>3</sup>, Silge, B.<sup>3</sup>, Wempe, W.<sup>3</sup>, Wolter, S.<sup>1</sup> & Schick, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Oldenburg, Abteilung Umwelt und Kultur

<sup>2</sup>Akustikbüro Oldenburg

<sup>3</sup>Fachhochschule OOW, Institut für Hörtechnik und Audiologie

<sup>4</sup>Hörzentrum Oldenburg GmbH

### Einleitung

„Eine gute Raumakustik, zu deutsch Hörsamkeit, wird Räumen dann nachgesagt, wenn die Besucher eines Vortrages, Theaters oder Tonfilms jedes Wort mühelos verstehen ....“. So lautet eine bereits 1949 vorgeschlagene Definition der Hörsamkeit von Räumen von Weisse [1].

In der letzten Dekade ist eine Vielzahl von Untersuchungen zur Raumakustik in Bildungsstätten publiziert worden, die die (mangelnde) Güte von Unterrichtsräumen, insbesondere dabei die Sprachverständlichkeit und –qualität, thematisierten.

Im Rahmen einer Laborstudie konnten Meis, Nocke, Heydinger & Schick [2] mittels fünf auralisierten Klassenräumen (Nachhallzeiten von  $T_m = 0.55$ - $3.21$  sec.) anhand eines 16 Items umfassenden Polaritätenprofils zur subjektiven Bewertung von Räumen zeigen, dass der Einsatz von Klangdeskriptoren möglich ist, der Mensch zwischen  $T_m = 0.8$  sec. vs.  $T_m = 0.55$  sec. deutlich differenzieren kann, und dass der subjektive Eindruck mittels einer Vier-Faktorenstruktur beschreibbar ist.

Diese Faktoren sind:

**Faktor I:** Akustischer Komfort/ Akzeptanz (Pleasant), z.B. ‚deutlich‘-, ‚undeutlich‘, ‚angenehm‘- ‚unangenehm‘, ‚anstrengend‘-, ‚mühelos‘, ‚hallig‘-, ‚trocken‘ (41.0%)

**Faktor II :** Rauigkeit (Roughness) z.B. ‚rau‘-, ‚glatt‘, ‚brummig‘-, ‚hell‘ (12.5%)

**Faktor III:** (Metallic) z.B. ‚klirrend-gedämmt‘ (10.4%)

**Faktor IV:** Dynamik (Powerful) wie ‚laut‘-, ‚leise‘ (8.0%)

Den Probanden gelang es aber nicht, zwischen zwei Räumen zu diskriminieren, die zwar identische gemittelte Nachhallzeiten aufweisen, aber einen unterschiedlichen Frequenzverlauf hatten (Anstieg zu tiefen vs. mittleren Frequenzen).

### Methode

**Befragung und Messinstrument:** Die laborexperimentell gewonnenen Ergebnisse wurden im Rahmen einer Feldstudie validiert. Dabei wurden insgesamt  $N=311$  Probanden (58% weibliche Testpersonen, mittleres Alter: 24,5 Jahre), die keine Vorkenntnisse im Bereich der Raumakustik („akustische Laien“) hatten, in sechs Seminarräumen der Fachhochschule und Universität Oldenburg befragt. Die Versuchspersonen wurden dabei nicht durch Hörbeispiele mit der Aufgabe vertraut gemacht; die Beurteilung der Sprechstimme erfolgte absolut und ohne jegliches Bezugssystem mittels eines Polaritätenprofils, z.B. ‚hallig-trocken‘ auf fünfstufigen Rating-Skalen. Der zweite Teil des Fragebogens enthielt 12 Items bezogen auf andere

akustische und nicht-akustische Eigenschaften der Seminarräume, z.B. die Geräuschkulisse der Kommilitonen oder die Raumluft. Die Befragung fand im Zeitraum Juni/Juli 2004 statt. Die Veranstaltungszeiten reichten von 8:00 bis zu 20:00 Uhr. Die Fragebögen wurden auf Fehler geprüft; die statistische Datenanalyse erfolgte mittels SPSS.

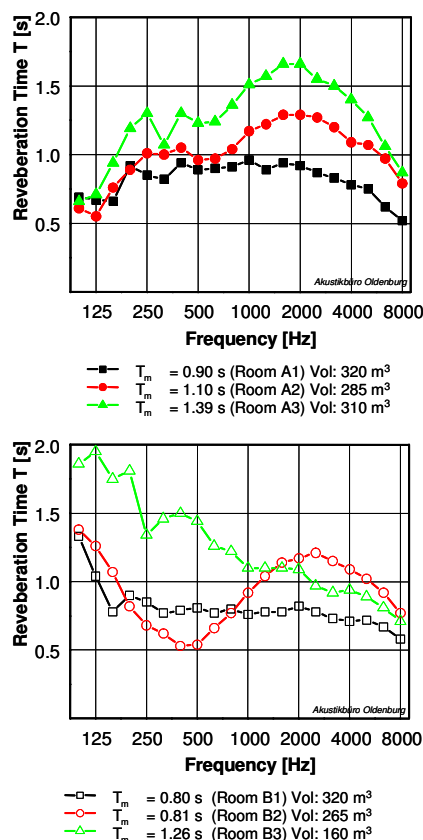


Abb. 1a-b: Raumakustische Messungen der Räume mit den jeweiligen Raumvolumina

**Raumakustische Messungen:** In Abbildung 1a-b sind die frequenzabhängigen Nachhallzeiten der untersuchten Räume aufgeführt. Die Räume A3 und B3 weisen in unterschiedlichen Frequenzbereichen sehr hohe Nachhallwerte auf, die auf eine ungünstige Raumakustik hindeuten. Eine im Normbereich liegende mittlere Nachhallzeit führte in den Raum A2 zu einer mittleren akustischen Raumqualität. Die besten raumakustischen Eigenschaften, und dies erbrachten auch die STI Werte, zeigen die Räume A1 und B1, deren flache Nachhallzeitverläufe im Normbereich der DIN 18041 liegen.

## Ergebnisse

Die statistische Auswertung ermöglicht eine Zuordnung der objektiven Raumbüte zu den Eigenschaftspaaren des Polaritätenprofils als subjektive Bewertung.

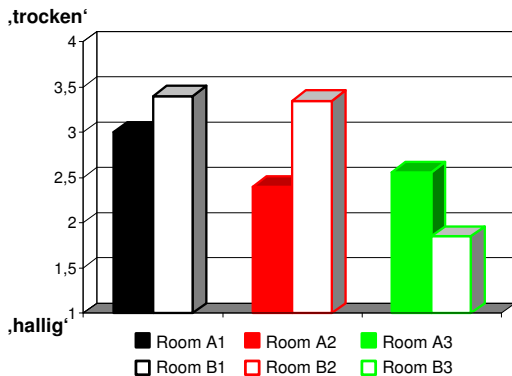


Abb. 2: Bewertung 'trocken' vs. 'hallig'

Wie Abb. 2 zeigt, wurden die objektiv trockensten Räume auch subjektiv als am trockensten eingeschätzt ( $p < 0.00$ ). Die Räume B1 und B2 wiesen mit  $T_m = 0.80$  und  $T_m = 0.81$  sec. die geringsten gemittelten Nachhallzeiten auf, gefolgt von den Räumen A1 ( $T_m = 0.9$ ) und A2 ( $T_m = 1.1$ sec). Der objektiv schlechteste Raum A3 ( $T_m = 1.39$ ) wurde hingegen etwas trockener als Raum A2 eingeschätzt jedoch deutlich trockener als Raum B3 ( $T_m = 1.26$  sec.). Obwohl insgesamt gesehen die objektiven Nachhallzeiten mit den subjektiven Bewertungen im Absoluturteil gut korrelieren, ist dieses an sich konträre Ergebnismuster bemerkenswert. Es ist durchaus möglich, dass hierfür die unterschiedlichen Frequenzcharakteristika der Räume verantwortlich sind.

Wie Abb. 3 zu entnehmen ist, wird Raum A3 als 'klirrender' empfunden, was auch durch die objektiven Messkurven bestätigt wird: im 2-kHz Bereich ist bei Raum A3 eine deutliche Erhöhung zu erkennen, was offenbar zu dem klirrenden Eindruck geführt haben mag. Diese 2-kHz Erhöhung bei Raum A3 einerseits und die relativ geringe Nachhallzeit im tieffrequenten Bereich andererseits führte auch dazu, dass dieser Raum als klarer (vgl. Abb. 4) und sogar als deutlicher empfunden wurde.

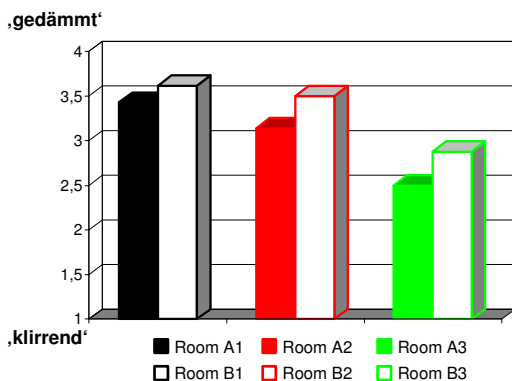


Abb. 3: Bewertung klirrend vs. gedämmt

Wie Abb. 3 zu entnehmen ist, war die Bewertung der 'Klirrigkeit' der Räume A1-A3 abhängig von der gemessenen Erhöhung im 2 kHz-Bereich. So wurden die Räume A generell als klirrender eingestuft als B ( $p < 0.00$ ). Abb. 4 zeigt, dass der Raum B3 mit den steilsten Anstieg zu den tiefen Frequenzen deutlich als am 'dröhnigsten' empfunden wurde ( $p < 0.05$ ).

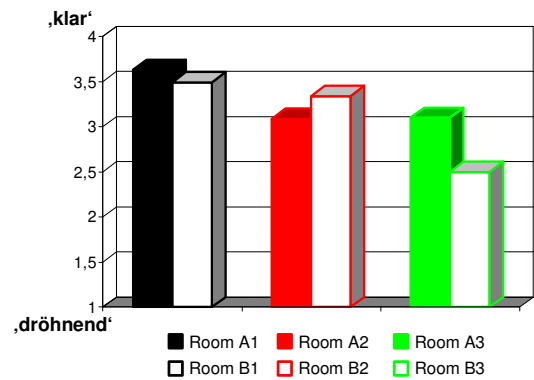


Abb. 4: Bewertung 'dröhnend' vs. 'klar'

## Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass der Mensch in der Lage ist, mittels Absolutbeurteilung die Hörsamkeit von Räumen einzuschätzen und diese sogar nach ihrer Frequenzcharakteristik zu differenzieren. Dabei wurde aber der Raum mit dem höchsten Anstieg zu den tiefen Frequenzen als am unangenehmsten bewertet (vgl. Abb. 5,  $p < 0.05$ ), was sich auch in der Bewertung als schlechteste mögliche Hörumgebung niederschlug.

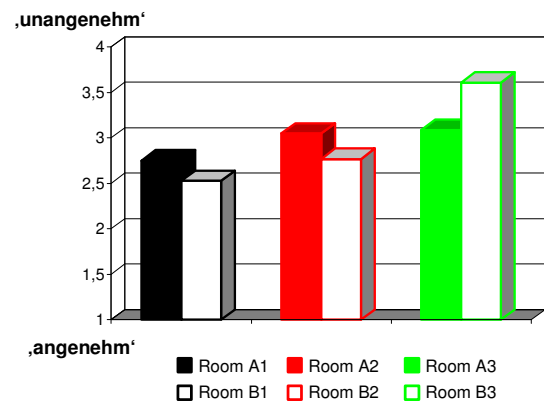


Abb. 5: Bewertung 'unangenehm' vs. 'angenehm'

Basierend auf den Ergebnissen der Labor- und Feldstudie wird vorgeschlagen, für zukünftige Hörsamkeitsprüfungen die Klangdeskriptoren aus Tab. 1 zu verwenden.

	extrem	sehr	eher	teils, teils	eher	sehr	extrem	
deutlich	0	0	0	0	0	0	0	undeutlich
dröhnend	0	0	0	0	0	0	0	klar
angenehm	0	0	0	0	0	0	0	unangenehm
hallig	0	0	0	0	0	0	0	trocken
anstrengend	0	0	0	0	0	0	0	müheles
klirrend	0	0	0	0	0	0	0	gedämmt

Tab. 1: Reduziertes Polaritätenprofil

## Literatur

- [1] Weisse, K. (1949). Leitfaden der Raumakustik für Architekten. Berlin.
- [2] Meis, M., Nocke, C., Heydinger, D & Schick, A. (2003). Auralisierung und subjektive Bewertungen (Hörsamkeit) von Klassenräumen. Teil 2 – Subjektive Bewertungen. In: A. Schick, M. Klante, M. Meis, & C. Nocke (2003). 9. Oldenburger Symposium zur Psychologischen Akustik: Hören in Schulen. Beiträge zur Psychologischen Akustik. Oldenburg: BIS, pp. 269-287.