



H. Hein, P.- M. Dworok, A. Liebl

Subjektive Wahrnehmung der Raumakustik – Kopfhörerversuche via Internet

1. Einleitung

Eine hochwertige Raumakustik kann zum Wohlbefinden des Menschen beitragen. Die Qualität der Raumakustik lässt sich objektiv messen. Allerdings haben Untersuchungen gezeigt, dass sich die subjektive Wahrnehmung von raumakustischen Klängen von der objektiven Bewertung differenzieren kann [1]. Aufgrund dessen sind subjektive Beurteilungsverfahren essentiell, um die akustische Qualität von Räumen ganzheitlich erfassen zu können. Eine mögliche Methode ist das semantische Differential. Dabei handelt es sich um 20 bis 30 bipolare Adjektivpaare, anhand deren der Raumklang bewertet werden soll [2]. Bisher werden derartige Verfahren meist in Versuchsräumen unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Eine mögliche, aber noch nicht ausreichend erprobte Alternative könnte die schnellere und einfachere Online-Befragung sein.

2 Ziel der Arbeit

In der Arbeit [3] werden 117 Probanden zur subjektiven Wahrnehmung des Raumklangs der Johanneskirche am Feuersee in Stuttgart sowie der Stadtkirche St. Peter und Paul in Calw via Internet befragt. Das Ziel dabei ist, die subjektive Wahrnehmung des Raumklangs der beiden Kirchen mithilfe eines semantischen Differentials auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu untersuchen.

3 Vorgehensweise

Das verwendete semantische Differential besteht aus 26 Adjektivpaaren, die hauptsächlich aus einem Fragebogen des Fraunhofer-Instituts der Abteilung Psychoakustik entnommen wurden. Zur Beurteilung des Raumklangs wurde mittels Kopfhörers in beiden Kirchen Gehgeräusche sowie die Geräusche eines auf den Boden fallenden Buchs aufgenommen. Dadurch konnten die Klänge möglichst wirklichkeitsnah an jedem beliebigen Ort wiedergegeben werden.

Die Auspegelung der Schallereignisse erfolgte mit einem Satztest, bei dem Alltagssätze über den Lautsprecher

abgespielt wurden. Bei den Aufzeichnungen lag am Kunstkopf ein Schalldruckpegel von ca. 55 dB(A) vor, der einer entspannten Sprechlautstärke in einem Meter Entfernung vom Gesprächspartner entspricht.

Die Höraufnahmen wurden mit dem semantischen Differential in einen Fragebogen eingebettet und via Internet an die Probanden verschickt. Die Bewertungsskala war siebenstufig und reichte von „-3“ bis „3“. Neben der Beurteilung der Raumklänge werden die Teilnehmer zu ihrem Alter, ihrer Zufriedenheit mit den Umgebungsbedingungen, der Raumgröße und der Anzahl weiterer anwesender Personen befragt. Dies sollte mögliche Störfaktoren durch unterschiedliche Versuchssituationen identifizieren. Da die Lautstärke nicht durch einen Versuchsleiter kontrolliert werden konnte, wurden die Probanden zu Beginn der Bearbeitung der Fragebögen darum gebeten, sie so einzustellen, dass ein eigens dafür bereitgestelltes Hörbeispiel ungefähr der Gesprächsstärke in etwa einem Meter Entfernung entspricht.

Die Auswertung des semantischen Differentials erfolgte mit einer Faktorenanalyse mittels statistischer Datenanalyse. Zusätzlich wurde ein T-Test angewendet, um anhand der Mittelwerte evtl. signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen festzustellen. Um eine Reduktionsmöglichkeit des Differentials ermitteln zu können, wurden für beide Analysen gemeinsame Variablen je Faktor gesucht. Die Durchschnittswerte der Variablen eines Faktors wurden zu einem Skalenwert zusammengefasst.

4 Ergebnisse

53 Prozent der Teilnehmer waren weiblich, das Durchschnittsalter betrug 29 Jahre. Die durchschnittliche Zufriedenheit mit der Umgebung betrug 1,63. Damit galten die Probanden während der Befragung als tendenziell zufrieden. Bei den Faktorenanalysen wurden jeweils vier Faktoren extrahiert, die aufgrund ihrer Ähnlichkeit gleichermaßen benannt werden konnten. Zudem konnten für jeden Faktor jeweils drei gemeinsame, repräsentative

Variablen ermittelt werden, auf die sich das semantische Differential reduzieren lassen könnte.

Der erste Faktor wurde als „Klangstärke“ bezeichnet. Als repräsentative Variablen ergaben bei dieser Dimension die Variablen „laut/leise“, „schwach/kraftvoll“ sowie „voll/dünn“. Die zweite Dimension wurde „Klangempfinden“ genannt. Gemeinsame Vertreter waren die Adjektivpaare „verständlich/unverständlich“, „angenehm/unangenehm“ und „natürlich/unnatürlich“. Der dritte Faktor wurde als „Klangfarbe“ bezeichnet. Er beinhaltete die Variablen „stumpf/scharf“, „dumpf/metallisch“ und „hoch/tief“. Die vierte Dimension erhielt aufgrund seiner repräsentativen Adjektivpaare „klein/groß“, „schmal/breit“ und „weit/eng“ den Namen „Raumeindruck“.

Die Variablen- und Skalenwertladungen der Dimension „Klangstärke“ im Zusammenhang mit dem „Raumeindruck“ sind in Bild 1, die des Faktors „Klangempfinden“ im Zusammenhang mit der „Klangfarbe“ in Bild 2 dargestellt.

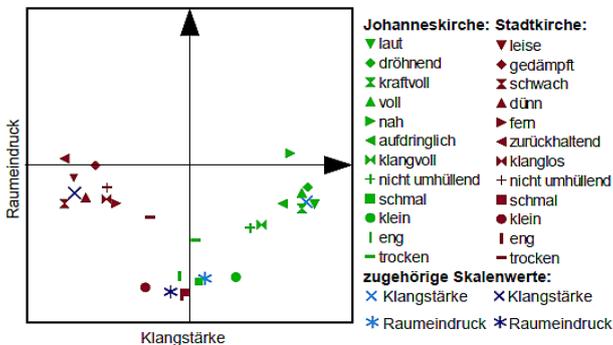


Bild 1: Darstellung der Variablen- und Skalenwertladungen des Faktors „Klangstärke“ in Abhängigkeit vom „Raumeindruck“.

Bild 1 zeigt, dass die Klangstärke sehr konträr bewertet wurde. Der Klang der Stadtkirche wurde als leise, gedämpft und schwach bewertet, während der Klang der Johanneskirche laut, dröhnend und kräftig wirkte. Dies zeigt ebenso der Mittelwertvergleich der beiden Skalenwerte, der einen signifikanten Unterschied feststellt. Dagegen wird die Raumgröße beider Kirchen gleichermaßen als gering bewertet, was die nahe Positionierung der Skalenwerte des „Raumeindrucks“ verdeutlicht.

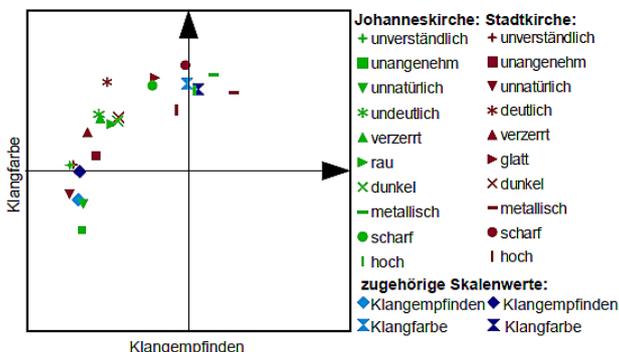


Bild 2: Darstellung der Variablen- und Skalenwertladungen des Faktors „Klangempfinden“ in Abhängigkeit von der „Klangfarbe“.

Das Klangempfinden der Kirchen ist, wie in Bild 2 zu erkennen, mit Mittelwerten der Skalenwerte von „-0,68“ in Stuttgart und „-0,67“ in Calw gleichermaßen negativ. Gemäß T-Test ist dagegen ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen den Skalenwerten der Klangfarbe festzustellen. Beide Raumklänge werden als scharf beurteilt, doch überwiegt in der Stadtkirche der Eindruck eines klaren Klanges, während der Klang der Johanneskirche als hart und metallisch bezeichnet wird.

Ein Vergleich mit objektiv gemessenen Werten zeigt Übereinstimmungen mit den subjektiven Resultaten. So zeigt der Vergleich der Nachhallzeit, dass diese in der Johanneskirche bei tiefen Frequenzen von 125 Hz länger als 4 Sekunden ist, während in der Calwer Kirche der Wert von ca. 2 Sekunden nicht überschritten wird. Lange Nachhallzeiten im Bereich tiefer Frequenzen können von Hörern als dröhnend empfunden werden.

5 Fazit und Ausblick

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die beiden Kirchen den Untersuchungen der Gehgeräusche und des herabfallenden Buches zufolge bezüglich des Raumeindrucks und des Klangempfindens gleichen. Bei der Klangfarbe der beiden Kirchen liegen tendenziell signifikante Unterschiede vor. Bei der Johanneskirche dominiert vor allem ein metallischer und scharfer Klang, während der Klang der Calwer Kirche den Skalenwerten zufolge weniger scharf empfunden wird. Die Bewertung der Klangstärke differenziert sich stark. So gilt der Klang der Stuttgarter Kirche als laut, kraftvoll und voll, während der Klang der Stadtkirche leise, dünn und schwach empfunden wird.

Der Vergleich der Analysen zeigt, dass sich das semantische Differential in einem vierdimensionalen Raum mit den Basen „Klangstärke“, „Klangempfinden“, „Klangfarbe“ und „Raumeindruck“ darstellen lässt, die umfassend durch die gewählten 12 Adjektive beschrieben werden konnten.

Den Übereinstimmungen subjektiver Bewertungen und objektiver Messungen zufolge kann davon ausgegangen werden, dass die Befragungen via Internet als Methode zur Bewertung der subjektiven Wahrnehmung von Klängen zuverlässige Ergebnisse liefert.

Literatur

- [1] Dworok, P.-M.: Untersuchung des akustischen Komforts in Arbeitsräumen – Vergleich der akustischen Kenngrößen und der subjektiven Beurteilung durch die Nutzer. Seminararbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2012).
- [2] Bortz, J. und Döring, N.: Quantitative Methoden der Datenerhebung. In: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, 4., Auflage. Springer Medizin Verlag, Heidelberg (2006).
- [3] Hein, H.: Semantisches Differential zur Untersuchung der subjektiven Wahrnehmung der Raumakustik – Kopfhörerversuche via Internet. Bachelorarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2013).



Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de