

Interaktion visueller und auditiver Wahrnehmungen in der Raumakustik

Esam Abou-Elleal, Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH-Aachen; Email: mvo@akustik.rwth-aachen.de

Einleitung

Die architektonischen Elemente (Form, Größe, Farben, Beleuchtung, Gestaltung und alle optische Details) bestimmen den visuellen Charakter eines Raumes. Außerdem spielt die Akustik bei einigen Nutzungsarten von Räumen eine wichtige Rolle zur Ergänzung ihres Charakters. Die Beurteilung der Akustik eines Raumes wird durch seine architektonischen Eigenschaften beeinflusst. Der Einfluss des Sehens zur akustischen Urteilsbildung ist mit großer Wahrscheinlichkeit im Vergleich zu den anderen Sinnesempfindungen entscheidend. Zur Beantwortung der Frage „Welcher Gesamteindruck entsteht, wenn zwischen der visuellen und auditiven Wahrnehmung eine Diskrepanz besteht?“ soll die Interaktion von Innenarchitektur und Raumakustik untersucht werden.

Ziel

Das Ziel der Untersuchungen ist die Beurteilung der subjektiven Übereinstimmung verschiedener Signale mit unterschiedlichen optischen Szenen durch einen Seh- bzw. Hörversuch, und die Beurteilung des Gesamteindrucks auf den Menschen bei gleichzeitigen visuellen und akustischen Wirkungen eines Raumes.

Visuelle und akustische Verfahren

Der hier vorgelegte Beitrag beschäftigt sich mit o. g. Interaktion in einem mobilen Theater, das von den Studierenden der Fakultät für Architektur der RWTH Aachen entworfen wurde. Der Schwerpunkt des Entwurfs war die Möglichkeit, den Vorstellungsraum als ganz geschlossenes, teilweise geöffnetes Theater oder als Freilichtbühne nutzen zu können.

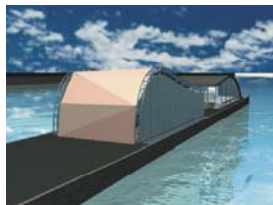


Abb. 1: Eine Außenansicht des entworfenen Theaters

Mit Hilfe der Computerunterstützung kann man ein Signal, das im reflexionsarmen Raum aufgenommen wurde, mit Impulsantworten durch geeignete akustische Programme mathematisch falten. Diese Faltung prägt der hallfreien (trockenen) Aufnahme die Eigenschaften der Impulsantwort, also des simulierten Raumes auf.

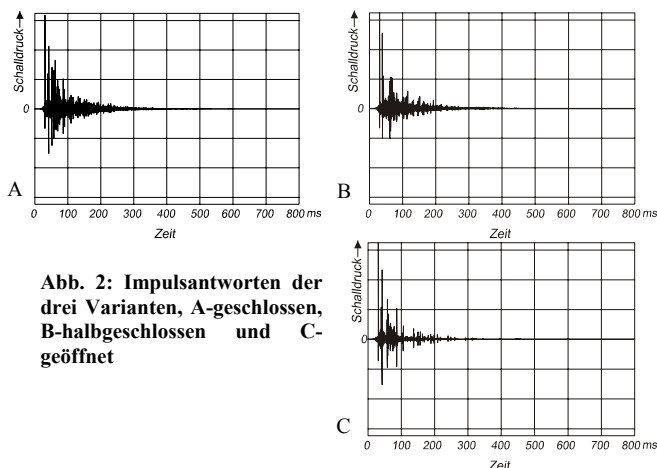


Abb. 2: Impulsantworten der drei Varianten, A-geschlossen, B-halbgeschlossen und C-geöffnet

Experimentelle Untersuchungen

Um eine Atmosphäre ähnlich wie die eines Theater zu schaffen, werden die Szenen und Filme auf eine Leinwand (2,70 x 2,00 m) in einem senkrechten Abstand von 2,30 m zur Position der Versuchsperson projiziert und werden gefaltete Signale gleichzeitig im reflexionsarmen Raum wiedergegeben.

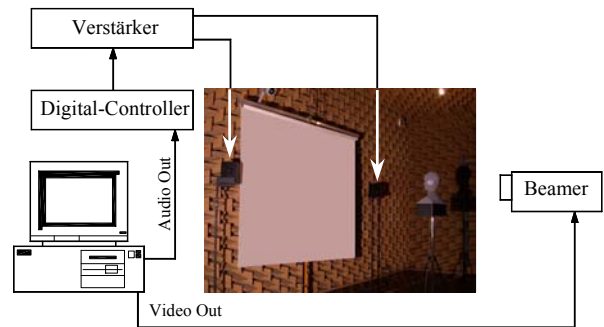


Abb. 3: Versuchsaufbau in einem reflexionsarmen Raum zum Hör-Sehtest

Der anschließende Seh-Hörversuch beginnt mit Vorführung des ersten Films, der den geschlossenen Raum zeigt; dann sieht die Versuchsperson die festgelegte Szene für diese erste visuelle Raumvariante mit drei Signalsymbolen. Sie beurteilt nur die Übereinstimmung zwischen jedem Signal und der Szene, unabhängig vom hervorgerufenen Gesamteindruck. Für die gleiche Szene beurteilt sie danach den Gesamteindruck für jedes Signal, unabhängig davon, ob die visuellen und akustischen Komponenten zusammen passen oder nicht.

Der zweite Film zeigt die Bewegung der Seitenlamelle von der ganz geschlossenen bis zur halbgeöffneten Raumvariante, und beide Beurteilungen werden wie beim ersten Film wiederholt. Die letzte Raumvariante wird durch den dritten Film vorgeführt, der die Bewegung und Klappbarkeit vom Dach und den Seitenlamellen zeigt, um einen ganz geöffneten Raum (Freilichtbühne) zu erhalten.



Abb. 4: Eine vorgeführte Szene des Theaters bei der Versuchsdurchführung

Ergebnisse der Untersuchungen

Die verwendeten Szenen sind im auditiven und im visuellen Falls jeweils in drei Varianten vorhanden. Zur Herstellung der akustischen Signale wurde die entsprechenden binauralen Raumimpulsantworten simuliert und mit den Quellsignalen gefaltet. Die akustischen Signale sind folgendermaßen gekennzeichnet:

Signal B	simuliertes Signal im geschlossenen Theater
Signal D	simuliertes Signal im halbgeschlossenen Theater
Signal F	simuliertes Signal im geöffneten Theater

Die erste visuelle Variante

Im geschlossenen Theater sind deutliche Unterschiede bei der Übereinstimmung jedes Signals mit der visuellen Szene zu verzeichnen - Kurve 1. Signal B passt „gut“, Signal D passt „mittel“ und Signal F passt „schlecht“. Die Gesamteindrucksqualität - Kurve 2 weist ähnliche Werte auf wie die beurteilte Übereinstimmungskurve bei den Signalen B und D und liegt etwas höher beim Signal F. Hier hat Signal B die höchste Qualität.

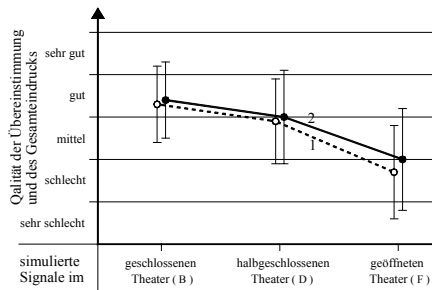


Abb. 5: Übereinstimmung der Klänge mit der visuellen Szene - Kurve 1 und Beurteilung des visuellen und akustischen Gesamteindrucks - Kurve 2

Die zweite visuelle Variante

Im halbgeschlossenen Theater ist der Unterschied zwischen der Übereinstimmung der Signale B und D mit der visuellen Szene sehr klein, und zwischen Signal D und F etwas größer - Kurve 1. Die Signale B und D passen „gut“ und Signal F passt „mittel“ zu dieser Szene. Signale B und D weisen die höchste Übereinstimmung und die höchste Gesamteindrucksqualität auf.

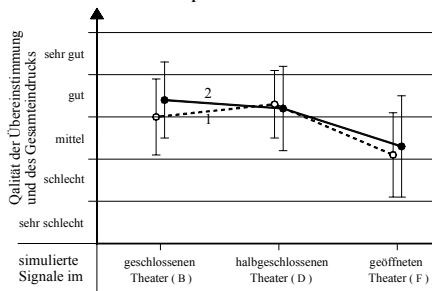


Abb. 6: Übereinstimmung der Klänge mit der visuellen Szene - Kurve 1 und Beurteilung des visuellen und akustischen Gesamteindrucks - Kurve 2

Die dritte visuelle Variante

Im geöffneten Theater ist der Unterschied zwischen der Übereinstimmung der Signale D und F mit der visuellen Szene sehr klein, und zwischen Signal B und D etwas größer, - Kurve 1. Signale D und F passen „gut“ und Signal B passt „mittel“ zu dieser Szene. Signale B und D haben beide eine „gute“ Gesamteindrucksqualität, wobei Signal B eine etwas niedrigere Übereinstimmungsqualität hat.

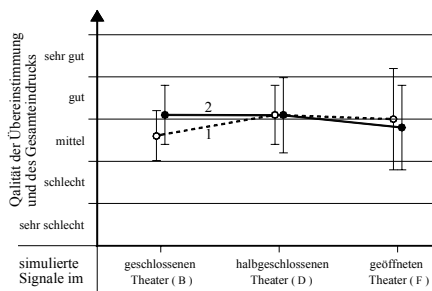


Abb. 7: Übereinstimmung der Klänge mit der visuellen Szene - Kurve 1 und Beurteilung des visuellen und akustischen Gesamteindrucks - Kurve 2

Die Abweichungen zwischen den Ergebnissen aus unterschiedlichen Raumsituationen sind sehr klein. Offenbar ist eine Beurteilung der akustischen und visuellen Gesamtwirkung im Labor schwer zu bestimmen. Die hallige akustische Situation in Verbindung mit dem visuell offenen Raum war erwartungsgemäß weniger passend als die trockene akustische Situation. Dennoch überraschen die kleinen Abweichungen. Eindeutiger liegt das Ergebnis für den visuell geschlossenen (halligen) Raum. Die „trockene“ Akustik fällt im Qualitätsurteil deutlich ab.

Als Quintessenz erläutern diese subjektiven Ergebnisse die Wichtigkeit der akustischen Aspekte während der früheren architektonischen Planung, besonders bei der Planung von einem Raum, der variable Wandformen und, folglich verschiedene akustische Charakteristika bei gleichem Verwendungszweck hat. Hierzu sollte man versuchen, für die Raumsituation, in der die Nachhallzeit sehr lang ist, eine optimale Raumakustik durch Verwendung von absorbierenden Materialien zu schaffen. Daneben können elektroakustische Maßnahmen für die Raumsituation, in der ist die Nachhallzeit sehr kurz ist, verwendet werden, um die subjektiv gewünschten Klänge zu erhalten. Auch ist dies ein Hilfsmittel für die Raumakustik der mehrzweckverwendeten Räume.

Ausblick

Die Untersuchungen in der hier vorgelegten Arbeit haben sich mit den akustischen Eigenschaften eines Sprechtheaters beschäftigt. Theater sind nur eine Art von Versammlungsräumen, die sich voneinander unterscheiden und dadurch unterschiedliche akustische Anforderungen haben. Für den untersuchten Raum wird angenommen, dass er nur als Sprechtheater benutzt wird. Finden in dem Raum Musikdarbietung statt, so ist eine weitere Untersuchung nötig.

Die Animation beim Experiment beschränkt sich auf das visuellen Teil durch einen simulierten Film, der den Raum vor dem Beginn der Wiedergabe der Signale darbietet. Unter der Bedingung der Auralisationstechnik muss die Versuchsperson ruhig sitzen bleiben und darf den Kopf nicht bewegen. Zur Zeit wird eine Technik der dynamischen Übersprechkompensation entwickelt, um den visuellen und akustischen Einfluss auf den Menschen realistischer zu gestalten. Ähnliche Experimente könnten damit präzisere Ergebnisse liefern.

Ferner wäre es denkbar, ähnliche Experimente in natürlichen Umgebungen durchzuführen. Auch dann wird vermutet, dass die Urteile mit einer kleineren Standardabweichung gefällt werden können.