

Raumakustische Computersimulation zur Optimierung der Abhörqualität bei Tonproduktionen

Sebastian Goossens, Roman Stumpner

Institut für Rundfunktechnik, D-80939 München, Germany

Regieräume sollen eine gute Abhörqualität bieten. Bei der Planung solcher Räume kann eine Computersimulation und Auralisierung der akustischen Situation besonders hilfreich sein. Bereits vor der Fertigstellung kann die Abhörqualität beurteilt und durch Änderungen in der akustischen Gestaltung optimiert werden.

Die im IRT zum internen Gebrauch entwickelte Software (AUVIS) liefert sehr wirklichkeitsgetreue Computersimulationen und Auralisationen zur Unterstützung der raumakustischen Planung von Regie- und Aufnahme Räumen. (vgl. CFA/DAGA '04 [1] [2] und DAGA '05 [3])

Am Ende eines Optimierungsprozesses entstehen Planungsvarianten, die sich sehr ähnlich sind und sich nur in Nuancen unterscheiden. Bei ungeschickter Darbietung sind deren Unterschiede selbst für professionelle Hörer (Toningenieure) schwer zu beurteilen. In der praktischen Anwendung konnten geeignete Beurteilungskriterien und Darbietungsmethoden für die Simulationsergebnisse gefunden werden.

1. Die Abhörsituation als Arbeitsmittel

Die Abhörsituation umfasst die Eigenschaften und die Aufstellung der verwendeten Lautsprecher sowie die Raumakustik des Wiedergaberaumes bezogen auf die Abhörposition (meist Arbeitsplatz am Mischpult).

Sie ist ein Arbeitsmittel zur Kontrolle der Abmischung einer Tonaufnahme. Im Regieraum soll es nicht schön klingen sondern möglichst neutral. Mängel einer Aufnahme oder einer Abmischung sollen klar erkennbar sein. Darin weichen die Anforderungen von der Heimsituation deutlich ab.

Damit die fertig gestellte Abmischung möglichst wenig vom Regieraum geprägt wird, soll der Abhörraum eine niedrige Nachhallzeit mit ausgewogenem Frequenzverlauf aufweisen. Das so entstandene Produkt soll bei möglichst vielen Konsumenten akzeptiert werden und „richtig“ klingen.

2. Unterscheidungskriterien

Die Unterschiede bezüglich der Wahrnehmung verschiedener raumakustischer Varianten sind im Einzelnen:

Die Klangfarbe, die Impulswiedergabe (oft im Bassbereich), die zeitliche Auflösung („Durchsichtigkeit“), das Ausschwingverhalten der Eigenfrequenzen des Raumes, die Rauigkeit, das Verhältnis von Direkt- zu Diffusschall in der Abmischung (Räumlichkeit und Hallanteil), die Breite der stereophonen Abbildung, die Homogenität der stereophonen Abbildung (Abbildung der Quellenorte), die Lokalisationsschärfe bzw. die Ausdehnung der Quellen und die Stabilität der Phantomschallquellen.

3. Die raumakustische Optimierung

Wenn man die aufgezählten Unterscheidungskriterien in Gruppen zusammenfasst und qualitativ bewertet, so lassen sich daraus die Ziele der raumakustischen Optimierung formulieren:

Die Abhörsituation soll eine ausgewogene Klangfarbe, eine möglichst gute zeitliche Auflösung und eine klare Abbildung der Quellenorte aufweisen. Die Breite der stereophonen Abbildung soll durch die Abhörsituation nicht übertrieben wiedergegeben werden. Wenn die Abmischung von mehreren Arbeitsplätzen aus beurteilt werden soll (z.B. durch den Toningenieur am Mischpult und den Tonmeister), so soll die Abhörqualität an beiden Plätzen möglichst gleich sein.

4. Auswahl der Hörbeispiele

Beim Vergleich verschiedener raumakustischer Planungsvarianten mit Hilfe der Auralisierung bestimmt die Auswahl der Hörbeispiele, welche Unterschiede wie ausgeprägt zu hören sind. Um aussagekräftige Ergebnisse eines Hörvergleichs zu erhalten, sollten die Hörbeispiele nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt werden:

Das Programm-Material sollte genügend Energie in wichtigen Frequenzbereichen aufweisen. Allerdings sollte das Signal auch nicht zu viel spektrale und zeitliche Verdeckung im Gehör hervorrufen. Besonders gut eignen sich Hörbeispiele, die die Versuchsperson schon in vielen verschiedenen Situationen gehört und beurteilt haben.

Man sollte sich immer im Klaren darüber sein, dass jedes Musiksingnal die speziellen Eigenschaften seiner Produktionsumgebung in sich tragen kann.

Kein Hörbeispiel ist für alle Unterscheidungskriterien gleich gut geeignet. So eignen sich z.B. natürliche Sprachaufnahmen (ohne Nahbesprechungseffekt und „Voiceprocessing“) zur Beurteilung der Lokalisation aber nicht zur Beurteilung der Klangfarbe und der Impulswiedergabe bei tiefen Frequenzen.

5. Darbietungsmethoden

Selbstverständlich ist auf gleiche Lautstärke der zu vergleichenden Varianten zu achten.

Einschränkend soll vorausgeschickt werden, dass im Folgenden von Erfahrungen berichtet wird, die bei Versuchen mit wenigen Testhörern auftraten. Dabei stand im Vordergrund, mit Hilfe der Auralisierung die beste Variante für den zu planenden Raum zu finden.

Um die Aussagen zu Vor- und Nachteilen bestimmter Darbietungsmethoden wissenschaftlich korrekt abzusichern, müssten umfangreiche Untersuchungen mit vielen Versuchspersonen durchgeführt werden.

5.1. Die breitere stereophone Abbildung wird bevorzugt

Auch professionelle Hörer neigen dazu, grundsätzlich die Variante mit der breiteren stereophonen Abbildung zu bevorzugen. Falls aber die Abbildungsbreite vom Abhörraum oder den verwendeten Lautsprechern erheblich vergrößert wird, wäre das die falsche Wahl. In einem solchen Raum würden sehr eng gemischte Aufnahmen entstehen, die in besseren Abhörsituationen etwas enttäuschen.

Um der Neigung zur breiteren Abbildung entgegenzuwirken, kann mit Hilfe der Auralisierung eine zusätzliche Variante ohne Raum erzeugt werden, die einer Aufstellung der verwendeten Regielautsprecher in einem reflexionsfreien Raum entspricht. Daran wird der Testperson deutlich, welche Breite der stereophonen Abbildung tatsächlich in der Aufnahme steckt und welche Abbildungsbreite durch den jeweiligen Regieraum hinzugefügt wird.

5.2. Kurze Signalunterbrechung zwischen den Testvarianten zur besseren Lokalisation

Unterschiede bezüglich der Stabilität der Phantom-schallquellen und der Lokalisationsschärfe nahmen die Versuchspersonen kaum wahr, wenn die Hörbeispiele beim Umschalten ineinander überblendet wurden. Dagegen wurden die Unterschiede deutlicher wahrgenommen, wenn beim Umschalten eine kurze Zeit (ca. 100ms) kein Signal zu hören war, und damit die Hörbeispiele als klar voneinander getrennte Hörereignisse interpretiert wurden. Bei der Beurteilung von Klangfarbenunterschieden brachten beide Darbietungsarten etwa gleiche Ergebnisse.

5.3. Visuelle Information

Insbesondere bei Mehrkanaldemonstrationen hat sich das Angebot einer zur akustischen Wiedergabe passenden visuellen Information bewährt. Sie dient der Orientierung und stabilisiert den akustischen Eindruck. Dazu reicht eine abstrakte Darstellung der Abhörsituation aus, welche die Lautsprecheraufstellung aus Sicht der Abhörposition angibt.

5.4. Head-Tracking

Eine Präsentation der Auralisationen über ein Headtracking-System ist von Vorteil. Allerdings sollten die Versuchspersonen damit vertraut sein. Sonst werden sie davon zu sehr von ihrer Aufgabe abgelenkt.

6. Ortung und Entfernung der Schallquellen

Bei Berechnung der Auralisation wird für binaurale Signale ein Datensatz von Außenohrübertragungsfunktionen (HRTF) verwendet. Für den Vergleich einer Auralisation mit einer Aufnahme im tatsächlichen Raum, sollte bei der Simulation der gemessene Datensatz des Kunstkopfes verwendet werden, mit dem die Aufnahme erfolgt. Die in der Simulation verwendeten HRTF sollte den Versuchspersonen eine möglichst gute Lokalisation ermöglichen.

Abweichungen der individuellen HRTF von der in der Simulation verwendeten HRTF können die realitätsnahe Empfindung von Ort und Entfernung einer (Phantom-) Schallquelle begrenzen.

7. Präzise Ausrichtung ist entscheidend

Position und Ausrichtung des Kunstkopfes und der Lautsprecher müssen bei allen Varianten exakt übereinstimmen. Bereits geringfügige Abweichungen und Unsymmetrien z. B. zwischen Aufnahme und Simulation machen sich im direkten Vergleich über Kopfhörer (ohne Head-Tracking) stärker bemerkbar als bei natürlichem Hören mit Kopfbewegungen im Schallfeld.

Zusammenfassung

Eine Abhörsituation kann mit Hilfe der Simulation und Auralisierung raumakustischen optimiert werden. Dabei sollte eine ausgewogene Klangfarbe, möglichst gute zeitliche Auflösung und eine klare Abbildung der Quellenorte angestrebt werden. Außerdem sollte durch den Raum die Breite der stereophonen Abbildung nicht übertrieben werden und die Abhörqualität an mehreren wichtigen Arbeitsplätzen gleich sein.

Bei der Auralisierung der Planungsvarianten ist auf exakte Position und Ausrichtung des Kunstkopfes und der Lautsprecher zu achten und ein geeigneter HRTF-Datensatz zu verwenden.

Die Darbietung einer zusätzlichen Variante „Regielautsprecher in einem reflexionsfreien Raum“ erleichtert die Beurteilung der stereophonen Abbildungsbreite. Bei der Beurteilung von Lokalisationsunterschieden helfen kurze Pausen zwischen den Varianten. Eine zur akustischen Wiedergabe passende visuelle Information dient der Orientierung und stabilisiert den akustischen Eindruck. Die Präsentation der Auralisationen über ein Headtracking-System ist von Vorteil, sofern die Versuchspersonen damit vertraut sind.

Literatur

[1] Stumpner, R.; Goossens, S.: About the influence of the reflection coefficient on simulation in room acoustics. In: Fortschritte der Akustik – CFA/DAGA'04 <30, 2004, Straßburg>. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., Oldenburg 2004

[2] Goossens, S.; Stumpner, R.: Auralization of room acoustics - A tool for planning broadcast production rooms? In: Fortschritte der Akustik – CFA/DAGA'04 <30, 2004, Straßburg>. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., Oldenburg 2004

[3] Stumpner, R.: Berechnung des tieffrequenten Schallfeldes in Rundfunkproduktionsräumen. In: Fortschritte der Akustik – DAGA'05 <31, 2005, München>. Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., 2005