

Der ‚Kommunikations-Akustik-Simulator‘ im Oldenburger ‚Haus des Hörens‘

Tobias Behrens

ADA Acoustic Design Ahnert, Arkonastr. 45-49, D – 13189 Berlin, email: tbehrens@ada-acousticdesign.de

Abstract

Im Oldenburger ‚Haus des Hörens‘ wurde in einem teilbaren Seminarraum der sogenannte ‚Kommunikations-Akustik-Simulator‘ (K-A-S) realisiert. Dem Raum werden dabei variable, elektronisch erzeugte Hörsamkeiten aufgeprägt, die innerhalb einer definierten Aktionsfläche als natürliche, interaktive akustische Umgebungen wahrgenommen werden. Hierbei werden spezifische Nachhall- und Frühreflexionsmuster generiert.

Hauptnutzung sind kommunikationstechnische Untersuchungen (z.B. auch mit Gehörgeräteträgern) unter definierten, variablen akustischen Umgebungsbedingungen hinsichtlich der raumakustischen Eigenschaften und der Hintergrund-Geräuschsituation.

Einleitung

Ein teilbarer, ca. 93 m² großer Mehrzweckraum wurde mit einer elektronischen elektroakustischen Anlage ausgestattet, mit der sich dem Raum variable, elektronisch erzeugte Hörsamkeiten aufprägen lassen. Innerhalb einer definierten Aktionsfläche wird dies als natürliche, interaktive akustische Umgebungen wahrgenommen. Diese ‚virtuelle‘ raumbezogene akustische Umgebung wird als künstliche Hörsamkeit elektronisch erzeugt; dabei wird der im Raum (auch vom Hörer selbst) erzeugte Schall erfasst und um den gewünschten Raumeindruck mit elektronisch erzeugten Anteilen ergänzt im Raum abgestrahlt. Die künstliche Hörsamkeit ist somit für die im Raum innerhalb der Aktionsfläche befindlichen Menschen zum Raum dazugehörig, sie können mit dem System interagieren.

Zum Raumeindruck gehört dabei neben dem Nachhallverhalten auch die Zeitstruktur der frühen Reflexionen, um einen Raum akustisch zu prägen und wirklichkeitsnah ‚simulieren‘ zu können.

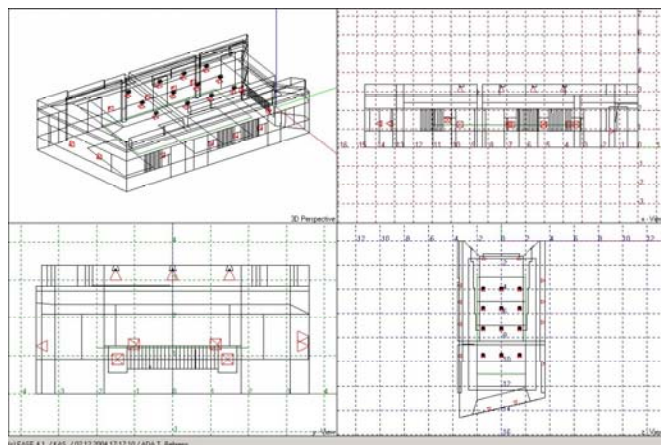


Abbildung 1: Darstellung des K-A-S-Modells aus der Simulation

Systemtechnik

Zum Einsatz kam das System ‚VRAS‘ (Variable Room Acoustic System). VRAS generiert in unterschiedlichen Modulen separat voneinander Nachhall- und Frühreflexionsmuster. Es zählt zu den Non-in-line-Systemen, auch als regeneratives System bezeichnet. Es arbeitet auf Basis kontrollierter Rückkopplungen und basiert hardwareseitig auf einer kommerziellen Audiosignal-Matrix (LCS) mit spezieller DSP-Soft- und Hardware.

Anforderungen, die nach einem erfolgreichen Demonstrationstest zur Wahl dieses Systems führten, waren

- zeitinvariantes Verhalten des elektronischen Systems
- schnelle und störgeräuschfreie Umschaltung verschiedener Presets
- natürliches Empfinden und Verfärbungsfreiheit der variablen Hörsamkeiten
- geringer Ruhe-Störgeräuschpegel (Grundrauschen)
- Möglichkeit späterer nutzerseitiger Modifikation vorhandener und Implementierung neuer akustischer Räume
- Einspiel von Signalen in das System (Stör / Hintergrundgeräusch)
- Ermöglichung der Mehrzwecknutzung und der Raunteilung des K-A-S – Raumes
- tontechnische und steuerseitige Einbindung der Anlage in die sonstige Medientechnik

Die zentrale Gerätetechnik ist in einem (hinter einem großen Fenster angrenzenden) Regie- und Kontrollraum untergebracht, wohingegen die elektroakustische Peripherie teils unsichtbar im raumakustischen Innenausbau des K-A-S – Raums integriert ist. Hierbei wird von 16 unsichtbar im Deckenraum abgehängten Mikrofonen (davon 4 über definierten Bühnenflächen und 12 über der ‚Aktionsfläche‘) der Schall im Raum erfasst und vom VRASystem mittels digitaler Signalprozessoren aufbereitet und über insgesamt 24 Lautsprecherkanäle, davon 12 für den Nachhall (ebenfalls unsichtbar im Deckenraum an der Rohdecke angeordnet) und weitere 12 für die Frühreflexionen (sichtbar an den Wänden montiert bzw. vor den Fenstern in den Deckenraum verfahrbar abgehängt) abgestrahlt. Zusätzlich ist ein Subwoofer in die Anlage implementiert, der die VRAS-Anlage tieffrequent erweitert oder für Dolby-Surround-Einspiel genutzt wird.

Weitere 8 Eingangskanäle dienen des Signaleinspiels zur Schaffung von Umgebungsgeräusch-Szenarien, aber auch z.B. zur Einbindung der Anlage für z.B. Dolby-Surround-Darbietungen.

An im Bodenkabelkanalsystem untergebrachten Anschluss- punkten können für spezielle Nutzungsanforderungen

temporär Mikrofone und Lautsprecher angeschlossen werden und über Patchfelder in das VRASystem eingebunden werden.

Neben dem VRASystem verfügt der K-A-S - Raum über visuelle Aufzeichnungs- und Präsentationsmedien sowie eine Schwerhörigen-Induktionsanlage. Die VRAS-Anlage ist mit der audiovisuellen Medientechnik gemeinsam über eine Mediensteuerung integriert.

Nutzung und akustische Szenarien

Neben der wissenschaftlichen Nutzung des K-A-S – Raumes sind hier klassischer Seminarraumbetrieb, aber auch kulturelle Veranstaltungen wie Vorträge und musikalische Darbietungen vorgesehen.

Alle Nutzungsvarianten des K-A-S können im ungeteilten, aber auch abgeteilten größeren Teilraum durchgeführt werden. Das VRASystem ist wie auch die sonstige audiovisuelle Medientechnik über eine Mediensteuerung zu bedienen; so können vom K-A-S – Raum, aber auch vom Regie- und Kontrollraum aus Presets mit bestimmten, zuvor definierten und eingemessenen akustischen Bedingungen abgerufen werden. Insgesamt lassen sich derzeit über 90 verschiedene Presets und damit akustische Räume anwählen.

Die akustische Bandbreite des K-A-S erlaubt unter anderem, den Seminarraum akustisch hinsichtlich Nachhall- und Frühreflexionscharakteristika z.B. in eine große Cafeteria, eine Kirche mittlerer Größe, eine Bahnhofshalle, einen typischen Sprecherraum oder ein Wohnzimmer zu verwandeln. Diese akustischen Szenarien waren als Kernforderungen des Nutzers definiert worden. Die Nachhallzeit lässt sich dabei vom natürlichen, baulich hergestellten Wert von etwa 0,4 s bis über 6 s variieren. Die Untergrenze kann natürlich physikalisch bedingt elektronisch nicht verringert werden.

Raum- und bauakustische Maßnahmen

Zur Schaffung geeigneter und zielgerichteter Verhältnisse im K-A-S-Raum wurde im Rahmen des Innenausbau eine Vielzahl raumakustischer Maßnahmen baulich umgesetzt.

Zum einen muss die Nachhallzeit auf den unteren Grenzwert bei gleichmäßigem Verlauf über der Frequenz reguliert werden. Hierbei war ein Kompromiss zu finden, um Nutzer- und Systemanforderung miteinander zu vereinbaren: Die Nutzungsanforderung sah vor, eine möglichst kleine natürliche Nachhallzeit anstreben, das VRASystem benötigt aber eine gewisse Mindest-Nachhallzeit, da das Schallfeld im Raum eine ‚Grund-Diffusität‘ aufweisen muss und außerdem der Hallradius (innerhalb dessen der Direktschall einer Schallquelle dem Diffusschall überwiegt) nicht zu groß werden darf, um die Ortbarkeit einzelner Lautsprecher zu vermeiden. Mit den weiter unten beschriebenen Maßnahmen wurde (bei Möblierung und Besetzungsgraden entsprechend typischen wissenschaftlichen Nutzungen) ein Wert für die Nachhallzeit bei mittleren Frequenzen von 0,4 s realisiert.

Zum anderen war der Raum ‚akustisch aufzulösen‘, um starke und damit raumprägenden Reflexionen zu unterbinden.

Daneben war bei der raumakustischen Konzeption die Teilbarkeit des Raumes zu berücksichtigen, da sowohl der Raum als ganzes als auch die Teilräume für sich allein ihren Nutzungszwecken gerecht werden müssen.

Realisiert wurden breitbandig absorbierende und diffus reflektierende Wandbelegungen, breitbandig (speziell tief-frequent) absorbierende Maßnahmen an der Rohdecke, Maßnahmen zur akustischen Auflösung der Fensterflächen (absorbierende Folienrollos) sowie eine akustisch durchlässige abgehängte Sichtschutzdecke.

Zudem wurde mittels absorbierenden abgehängten Decken der Regie-/Kontrollraum als Ton-Abhörraum konzipiert als auch der K-A-S Zugangsflur akustisch beruhigt.

Die bauakustischen Maßnahmen haben im K-A-S – Raum die Einhaltung der Grenzkurve GK 20, welche Summenpegel bis 30 dB(A) zulässt, zum Ziel. Die Trockenbau-Wände zu Flur und Regie-/Kontrollraum, die mobile Trennwand, die Türen und die Terrassenverglasung sowie die Lüftung und Klimatechnik sind entsprechend ausgelegt.

Erreichte Eigenschaften

In den folgenden Grafiken sind die im K-A-S erreichten Eigenschaften hinsichtlich der „natürlichen“ und elektronisch erzeugten Nachhallzeiten dargestellt:

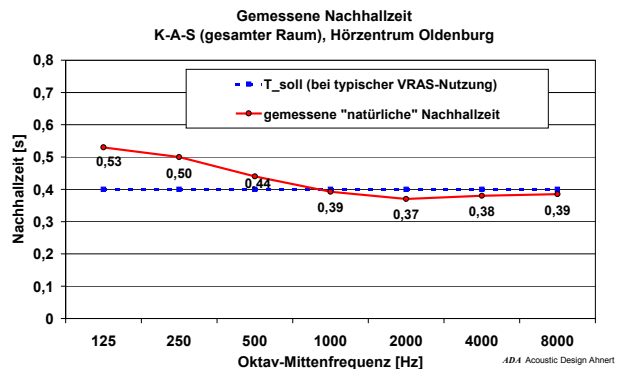


Abbildung 2: Gemessener „natürlicher“ Nachhallzeit-Verlauf über der Frequenz und Soll-Nachhallzeit

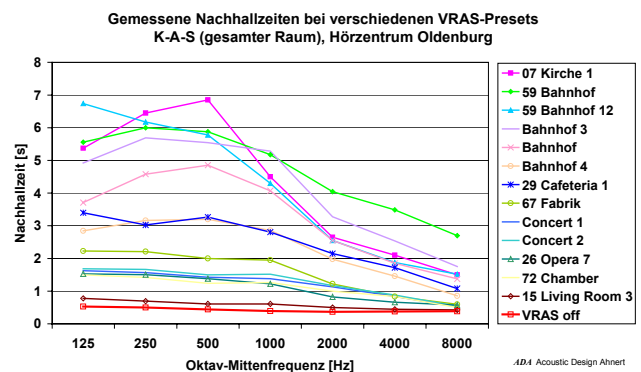


Abbildung 3: Gemessene Nachhallzeit-Verläufe über der Frequenz bei verschiedenen, hier exemplarisch gewählten VRAS-Presets