



Maßnahmen zur akustischen Optimierung des Kuppelsaals der Stadthalle Hannover

Abstract

Der Kuppelsaal der Stadthalle Hannover bietet etwa 3000 Gästen Platz und wird sowohl für symphonische Konzerte als auch für Messen und Kongresse genutzt. Wie zeitgenössische Quellen zeigen, war schon der Vorkriegszustand des Raumes mit akustischen Problemen behaftet. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde der Innenraum zwar grundlegend umgestaltet, allerdings blieb die Raumakustik problematisch. Mehrere kleinteilige Veränderungen blieben seitdem ohne durchschlagenden Erfolg.

Unter Beibehaltung der vorhandenen Makrostruktur soll ein Konzept zur Umgestaltung des Kuppelsaals erarbeitet werden. Ziel ist die Optimierung der Raumakustik, wobei die verschiedenen Anforderungen der Musik- und Sprachnutzung zu einem geeigneten Kompromiss zusammengeführt werden müssen. Durch die runde Raumform des Kuppelsaals und die konzentrisch ansteigenden Publikumsflächen ist der Homogenität der Publikumsbeschallung besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Aus Mangel an vorhandenen Reflexionsflächen müssen für Musikgenuss und Sprachverständnis wichtige Reflexionen durch zusätzliche Reflexionsflächen erzeugt werden.

Planungsbasis sind vorliegende technische Zeichnungen des Raums im CAD-Format sowie die Ergebnisse akustischer Messungen zweier Ingenieurbüros im Kuppelsaal. Mit Hilfe der raumakustischen Simulationssoftware EASE¹ wird ein dreidimensionales Modell des Raumes erstellt und an Hand der vorliegenden Daten verifiziert.

Die Ergebnisse der Messberichte werden am Modell nachvollzogen und eine Analyse der bestehenden Raumakustik erstellt.

Dann werden Lösungsvarianten für die problematischen Bereiche erstellt und deren Wirksamkeit im Modell überprüft. Besonders das Orchesterpodium, die Raumdecke sowie der momentan vorhandene Schalldeckel über dem Podium werden grundlegend umgestaltet, die Notwendigkeit weiterer Änderungen wird diskutiert. Dabei werden die konkurrierenden Varianten auch unter dem Gesichtspunkt der Kosten-Nutzen-Rechnung und der Umsetzbarkeit geprüft. Außerdem soll die Raumgestaltung auch eine eventuelle spätere Nutzungsänderung (etwa durch den Einbau einer Konzertorgel) prinzipiell ermöglichen. Schließlich wird die Gesamtheit der Maßnahmen zu einem Umbaukonzept des Kuppelsaals zusammengeführt.

¹ Version 4.2.0.22

Einleitung und Fragestellung

Die Stadthalle Hannover hat in ihrer Geschichte schon mehrfach gravierende architektonische und gestalterische Veränderungen erlebt. 1914 eingeweiht, war der Raum ursprünglich ein sehr halliger Saal mit großem Kuppelvolumen, der akustisch gut für Orgelmusik geeignet war. Die zeitgenössische Kritik spiegelte jedoch auch die akustischen Unzulänglichkeiten des Raumes.

Auch nach dem Umbau in den 50er Jahren wies der Raum akustische Mängel auf, was durch die von Orchestern und Dirigenten geäußerte Kritik angedeutet und durch mehrere raumakustische Untersuchungen bestätigt wurde. Die Landeshauptstadt Hannover hat sich nun zum Ziel gesetzt, den Kuppelsaal wieder zu einem erstklassigen Konzertsaal zu machen.

Vorliegende akustische Untersuchungen zeigen, dass die stark fokussierende Wirkung der rückwärtigen Podiumsbegrenzung zu sehr ungleichmäßigen Schallpegelverteilungen im Publikumsbereich führt, zu Störungen bei der Ortung einer Schallquelle und bei ungünstiger geometrischer Konstellation von Schallquelle und Hörer sogar zu Echoerscheinungen. Neben einer Umgestaltung des Podiums selbst muss auch der Plafond über dem Podium aus akustischen und optischen Gründen ersetzt werden. Beide Maßnahmen müssen nicht nur in Hinblick auf die akustische Versorgung der Zuhörer, sondern auch der Musiker untereinander geplant werden.

Die vorhandene, eingehängte Decke ist teilweise akustisch durchlässig und trennt den Kuppelhohlraum vom eigentlichen Innenraum. Da ihre akustische Wirksamkeit nicht zufriedenstellend ist, soll sie durch eine akustisch undurchlässige Deckenkonstruktion ersetzt werden, die durch die Verringerung des effektiven Raumvolumens die Nachhallzeit leicht senkt. Die projektierte Decke soll auch als Reflexions- und Absorptionsfläche sinnvoll eingesetzt werden.

Die Notwendigkeit darüber hinausgehender Maßnahmen (etwa das Einbringen zusätzlicher Absorptions- oder Reflexionsflächen, die Umgestaltung von Brüstungen und Publikumsflächen) wird zusätzlich geprüft.

Stand der Forschung

Wie gut ein Raum sich zur Sprachnutzung eignet, kann anhand von Parametern wie der Nachhallzeit T , dem Deutlichkeitsmaß C_{50} oder der Schwerpunktzeit gut und unumstritten beurteilt werden. Über die optimale Akustik für Musikvorführungen wird dagegen diskutiert, da hier auch ästhetische Beurteilungen einfließen.

Wie bei allen psychoakustischen Fragestellungen ist auch die Korrelation zwischen raumakustischen Parametern und Empfindungsgrößen intersubjektiv verschieden. Die Zusammenfassung verschiedener Anforderungen zu einer raumakustischen Zielvorgabe ist daher nicht trivial.

Seit dem Aufkommen stereophoner Aufnahme- und Wiedergabetechniken rückt die räumliche Klangwirkung² zunehmend ins Interesse der Hörer und sollte durch eine geeignete Akustik bedient werden. Erfreulicherweise erlauben die sich stetig weiterentwickelnden Möglichkeiten der Computersimulation eine fast vollständige³ Simulation der in einem Raum stattfindenden Reflexionsvorgänge und eine detaillierte Analyse der beim Hörer eintreffenden Schallsignale.

In den letzten Jahren werden zunehmend CPU-gestützte elektroakustische Anlagen eingesetzt, die in Zusammenarbeit mit der Raumakustik das Klangbild modellieren. So kann etwa die bestehende Raumakustik durch elektronische Anlagen zur Nachhallzeitverlängerung verändert werden. Dies führt im Extremfall zu einer komplett virtuellen Raumakustik, wie sie etwa im Wellenfeldsynthese-Hörsaal der TU Berlin hergestellt werden kann. Auch die rein mechanische Veränderung raumakustischer Eigenschaften, etwa durch verdeckbare Absorptionselemente oder drehbare Reflexionsflächen ist gerade bei Räumen mit Mehrfachnutzung durchaus üblich.

Die Möglichkeiten und Schwierigkeiten einer solchen hybriden oder/und modularen Anlage sind daher zusätzlich zu prüfen.

² etwa die akustische Breite einer Schallquelle oder Distanzempfindung des Hörers

³ Beugungsphänomene können ähnlich wie Raummoden durch Computersimulation nicht einbezogen werden

Methoden und Quellen

Vor der eigentlichen Planung werden vorhandene Quellen zur Akustik in Konzerträumen, Mehrzweckräumen und zu speziellen Fragestellungen gesichtet und zusammengefasst. Eine wichtige Grundlage bilden auch die vorliegenden Berichte zweier Ingenieurbüros⁴, die akustische Messungen und geometrische Untersuchungen zur Reflexion zusammenfassen.

Zur Planung wird die akustische Simulationssoftware EASE 4.2 genutzt. Diese erlaubt eine statistische Untersuchung der Raumakustik in hoher Frequenzauflösung; betrachtet werden Terzbänder. Darüber hinaus können durch Strahlverfolgungsverfahren bestimmt Übertragungspfade oder Flächen dezidiert auf ihr Reflexionsverhalten untersucht werden. Resultierend lassen sich Raumimpulsantworten für jeden Hörerplatz berechnen, die wiederum mittels Faltung zur Auralisierung des Klangs an diesem Platz verwendet werden können.

Vorarbeiten

Es existiert, zusätzlich zu den vorhandenen Messberichten, bereits ein grobes EASE-Modell des Kuppelsaals. Dieses wurde freundlicherweise von Prof. Ahnert (ADA) zur Verfügung gestellt, muss allerdings noch in Hinsicht auf eine höhere Flächenauflösung überarbeitet werden.

Im Rahmen einer Untersuchung des Vorkriegszustands des Kuppelsaals wurden darüberhinaus bereits verschiedene Varianten eines Orchesterpodiums und verschiedene Deckenformen entworfen, wenn auch nicht geprüft.

Arbeits- und Zeitplan

Zeitraumen: 17 Wochen

Modell: bearbeiten, anhand der Messberichte verifizieren, raumakustische Analyse	2 Wochen
Sichtung der vorhandenen Literatur zu Konzertraumakustik, Festlegen von Zielparametern	2 Wochen
Entwicklung verschiedener Lösungsvarianten, Überprüfung am Modell	6 Wochen
Zusammenführung zu einem Gesamtmodell, abschließende Untersuchung	1 Woche
schriftlicher Teil: Dokumentation der Ergebnisse, schriftliche Ausarbeitung	6 Wochen

Literatur

ADA: *Raumakustische Gegebenheiten in der Stadthalle Hannover*. Bericht vom 15.01.2007

AHNERT, Wolfgang; FEISTEL, Stefan; RICHERT, Waldemar: *Time and Frequency Domain Measurements using Standard*

Hardware Platforms. In: International symposium on Room Acoustics: Design and Science 2004. Originalbeiträge.

AHNERT, Wolfgang; SCHMIDT, Wolfgang: *Fundamentals to Perform Acoustical Measurements*. (Beilage zur Software EASERA, 2005)

APELL-KÖLMEL, Doris: *Die Stadthalle Hannover*. Hannover : Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei, 1989.

BARRON, Michael: *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. London: E & FN Spon, 1993

⁴ Müller-BBM (1996), ADA (2006)

- CREMER, Lothar; MÖSER, Michael: *Technische Akustik*. (5. Auflage) Berlin: Springer-Verlag, 2003.
- DICKREITER, Michael: *Handbuch der Tonstudientechnik*. (Band 1, 6. Auflage) München: K.G. Saur, 1997
- EGIDI, Artur: *Die Orgel in der Stadthalle zu Hannover*. Hannover : Edler&Krische, 1915.
- FASOLD, Wolfgang; VERES, Eva: *Schallschutz und Raumakustik in der Praxis*. Berlin: Verlag für Bauwesen, 1998
- MÜLLER-BBM: *Kuppelsaal Hannover – Beurteilung der raumakustischen Gegebenheiten und Empfehlungen für die Raumrenovierung*.
Bericht Nr. 25 433/2 (1994)