

AKUSTIK IN DENKMALGESCHÜTZTEN RÄUMEN AURALISATIONSBERECHNUNGEN - AM BEISPIEL DER AULA DER HAWK

Prof. Dr.-Ing Hans-Peter Leimer
BBS Institute, University of Applied Sciences and Arts, Hildesheim, Germany
Dipl.-Ing. Helgo Heuer und Dipl.-Ing. Oliver Troska
BBS INGENIEURBÜRO, Wolfenbüttel, Germany
www.bbs-institut.de

EINLEITUNG

Die Aula der HAWK Hildesheim ist in akustischer Hinsicht problematisch für die Nutzung als Lehr-, Vortrags- und Veranstaltungsraum. Durch einfache Berechnungs- und Messmethoden hat sich gezeigt, dass die Aula einer raumakustischen Verbesserung bedarf. Mit diesen Berechnungsmodellen ist es aber nicht möglich, eine klare Aussage über eine raumakustische Verbesserung des Raumes zu treffen. Dies liegt daran, dass die Empfehlungen der zu erreichenden Optimalwerte des Nachhalles und der beschriebenen Energiekriterien für Sprache und Musik gegensätzlich sind. Somit müssen zur Verbesserung der Raumakustik andere Maßstäbe gelten.

Mit Hilfe einer numerischen Betrachtungsweise kann die beschriebene Problematik gelöst werden. Ziel der Computersimulation ist es, die Kriterien im Vorfeld zu berechnen und zu bewerten.

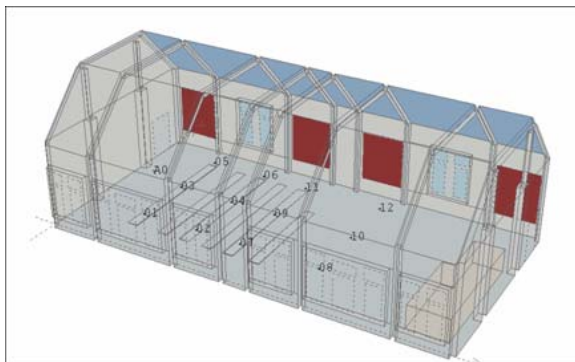


Abbildung 1 Die Aula der HAWK als Abbildung als Model

Ein zusätzlicher Problempunkt, der in dieser Arbeit nicht ohne Auswirkungen sein wird, besteht in der akustischen Verbesserung der Aula der HAWK unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Gesichtspunkte. Dies wird bei der Wahl der Mittel und Möglichkeiten, mit denen der Raum verbessert werden kann, und bei der folgenden Variantenbetrachtung, die dadurch wenig Spielraum zulässt, eine entscheidende Rolle spielen.

DENKMALPFLEGERISCHE ANFORDERUNGEN

Denkmäler aller Art sind ein Zeugnis früherer Epochen und kostbare Kulturgüter. Da es nur noch einen festen Bestand dieser Denkmäler gibt, besteht ein gesellschaftliches Interesse an der Erhaltung von Baudenkmalern. Der Wert dieser Zeugnisse erklärt sich aus dem Verständnis darüber, dass Kulturgüter sich nicht einfach vermehren lassen. Beseitigt man ein Baudenkmal, so geht nicht nur ein Teil unserer baukulturellen Geschichte, sondern auch ein Teil unserer Kultur verloren. Aus diesen Gründen obliegen diese Zeugnisse einem gesetzlichen Schutz. Die Erhaltung und die Pflege der unter Denkmalschutz gestellten Kulturgüter sind daher oberstes Gebot.



Abbildung 2 Die Aula der HAWK

Denkmalverträglichkeit

Das oberste Ziel der Denkmalschutzgesetze ist der absolute, optimierte Erhalt der veralteten (Bau) Substanz. Aus diesem Grund müssen alle notwendigen Maßnahmen wie Erhaltung und Instandsetzung den Voraussetzungen der Denkmalverträglichkeit entsprechen.

Diese sind: Eignung der Maßnahme, Notwendigkeit, Verhältnismäßigkeit, Minimierung des Eingriffes.

Raumakustische Instandsetzung kontra denkmalpflegerische Anforderungen

Zielsetzung dieser Arbeit ist es, die Aula der HAWK unter dem Aspekt der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten raumakustisch instand zu setzen.

Die entscheidende Frage, die sich hierbei zwingend stellt, ist in wie fern sich eine raumakustische Instandsetzung mit dem Gebot der Erhaltung, wie sie in der Charta von Venedig verankert ist, vereinbaren lässt.

Der Artikel 5 der Charta beschreibt diese Problematik:

„Die Erhaltung der Denkmäler wird immer begünstigt durch eine der Gesellschaft nützliche Funktion. Ein solcher Gebrauch ist daher wünschenswert, darf aber Struktur und Gestalt der Denkmäler nicht verändern. Nur innerhalb dieser Grenzen können durch die Entwicklung gesellschaftlicher Ansprüche und durch Nutzungsänderungen bedingte Eingriffe geplant und bewilligt werden.“

Dies bedeutet, dass der Erhalt von Denkmälern dann begünstigt wird, wenn er einer zeitgemäßen Nutzung zugeführt wird. Es muss in dieser Frage nun ein Konsens zwischen der Erhaltung kulturellen Erbes und der augenblicklichen Nutzung dieses Raumes geschaffen werden. Eine nicht zu „überhörende“ Tatsache ist es, dass der subjektiv schlechte Höreindruck der Aula durch die Auswertung der numerischen Simulationsergebnisse für eben diese Nutzungen bestätigt wurde. Die zu beurteilenden Varianten sind nicht aus der Luft gegriffen, sondern es handelt sich um tatsächliche Situationen und nicht etwa um Fiktionen, um auf einer raumakustischen Ertüchtigung zu bestehen. Es müssen daher gewisse Anforderungen an die Hörsamkeit gestellt werden. Infolge dessen ist eine Notwendigkeit für eine raumakustische Instandsetzung vorhanden, da die Aula in den bereits beschriebenen Varianten genutzt wird.

GRUNDLAGEN DER AURALISATIONSBERECHNUNG

Durch die Anwendung numerischer Methoden bei der Berechnung der Raumakustik von Räumen können über globale Kennwerte wie z.B. die Nachhallzeit hinaus andere Parameter errechnet werden, die eine wesentlich differenzierte Beurteilung der Akustik eines Raumes und eine Bewertung verschiedener Varianten ermöglichen.

Allen Berechnungsmodellen gemeinsam ist, dass vereinfacht gesagt die zeitliche und räumliche (Schall-) Energieverteilung im Raum errechnet wird. Durch Integration über die Zeit der an einem Ort eintreffenden Energie können Energiekriterien wie z.B. Schalldruckpegel und Stärkemaß errechnet werden. Für einige Parameter werden nur bestimmte Zeitbereiche ausgewertet und mit der Gesamtzeit ins Verhältnis gesetzt (z.B. Klarheitsmaß C_{50} : 0 bis 50 ms).

Im vorliegenden Fall wurden die Berechnungen mit dem Programmsystem CATT-Acoustic durchgeführt. Diese Programm wertet die Schallverteilung räumlich und zeitlich für Hörerpositionen nach dem Cone-Tracing-Verfahren aus. Cone-Tracing ermöglicht dabei eine richtungsbezogene Interpretation der eintreffenden Schallstrahlen, so dass Stereo-Höreffekte berechnet und zur Hörbarmachung (Auralisation) von unterschiedlichen raumakustischen Situationen verwendet werden können.

VARIANTEN

Vorträge, Unterrichts- und Klausurenbetrieb

In dieser Variante steht die Sprachkommunikation im Vordergrund.

Variante 1.1: 30 Personen mit konzentrierter Arbeitsweise

Variante 1.2: 30 Personen mit unkonzentrierter Arbeitsweise

Es addiert sich zu den bauseitigen Störgeräuschen $L_{N, \text{Bau}}$ noch der Sprachpegel der Zuhörer L_s hinzu. VDI 4100 [4] gibt den bewerteten Sprachpegel für gedämpfte Sprache mit 58 dB (A) an.

Variante 1.3: 60 Personen mit konzentrierter Arbeitsweise

Der Unterschied hierbei ist aber, dass doppelt so viele Personen im Raum sind. Dies hat zur Folge, dass der Schall, aufgrund der höheren Schallabsorptionsfläche des Publikums, wesentlich mehr absorbiert wird, als in Variante 1.1. Dadurch ergeben sich andere Rechenergebnisse als in der Betrachtung des Raumes mit nur 30 Personen.

Variante 1.4: 60 Personen mit unkonzentrierter Arbeitsweise

Der Parameter für den frequenzabhängigen Schalldruckpegel des Sprechers unter Kapitel 0 ist identisch, jedoch ändert sich der Gesamtstör Schalldruckpegel aufgrund der Abhängigkeit des diffusen Schalldruckpegels von der äquivalenten Schallabsorptionsfläche.

Variante Feierlichkeiten

Hier steht die Mehrzwecknutzung im Vordergrund.

Variante 2.1: Sprachnutzung in vollbesetztem Zustand (ca. 200 Personen)

Da es für den Sprecher auf Dauer nicht zumutbar ist, sich ungewöhnlich laut zu artikulieren, wird der Schalldruckpegel für gehobene Stimmlautstärke zugrunde gelegt.

Variante 2.2: Musikdarbietung in vollbesetztem Zustand (ca. 200 Personen)

Der Störschalldruckpegel dieser Variante entspricht dem unter 4.2.1 Beschriebenen. In CATT – Acoustic sind Richtcharakteristika mit ihren frequenzabhängigen Schalldruckpegeln in einem Abstand von einem Meter für verschiedene Musikinstrumente hinterlegt. Ein Flügel wird hierbei angenommen, da dieser bereits in der Aula vorhanden ist und bei den meisten Musikdarbietungen zum Einsatz kommt.

BEWERTUNG DER INSTANDSETZUNGSKONZEPTE

Variante 1.1 und 1.2

Für diesen Besetzungszustand der Aula der HAWK können entscheidende raumakustische Verbesserungen erzielt werden. Die ausgewählten Kriterien sind alle im Optimalbereich und wurden bei der Sprachverständlichkeit (Deutlichkeit) verbessert. Es wurde versucht, so wenig Fläche wie möglich raumakustisch zu belegen, um den strengen aber verständlichen Auflagen der Denkmalpflegebehörden entgegenzukommen. Da diese Art von Nutzung in der Aula am häufigsten vorkommt, sollte daher das größte Augenmerk auf diese beiden Varianten gelegt werden.

Variante 1.3 und 1.4

Um sie bewerten zu können, muss man diese Varianten von mehreren Seiten beleuchten, da man hier von unterschiedlichen Begebenheiten ausgehen muss. Es handelt sich bei diesen Varianten um eine Vortragsnutzung und einen Vorlesungsbetrieb oder der Raum wird für eine Klausur belegt.

Für den Klausurenbetrieb bedeutet dies:

In den ersten Minuten der Klausur werden Aufgabenstellungen erläutert. Während dieser Phase sind die Studenten erfahrungsgemäß sehr still und konzentriert.

Danach tritt die Bearbeitungsphase ein. Die Studenten haben die Möglichkeit während der Klausur persönliche Fragen zu stellen. Dies geschieht entweder direkt am Platz, falls die Aufsichtsperson in unmittelbarer Nähe des Fragenden ist, oder die Person begibt sich selbst zur Aufsichtsperson.

Es ist also nicht erforderlich, dass eine EIA zum Einsatz kommt, da der Prüfer während der Verlesung der Aufgabenstellung nicht an einem vorgesehenen Platz stehen bleibt, sondern sich durch die Reihen bewegt. Somit ist die Deutlichkeit in den hinteren Reihen während dieser Nutzung nicht so kritisch zu bewerten.

Dies gilt ebenfalls für den bewerteten Schalldruckpegelabfall zu den hinteren Zuhörerplätzen. Bei den persönlichen Fragestellungen handelt es sich um eine fachliche

Auseinandersetzung zwischen lediglich zwei Personen, die dabei andere nicht stören.

Für den Vortrags- und Vorlesungsbetrieb bedeutet dies:

Sollten Vorträge oder Vorlesungen in diesem Raum gehalten werden, muss die Sprachverständlichkeit auf eine andere Ebene der Betrachtungsweise gehoben werden. Bei dieser Nutzung geht es ausschließlich darum, Wissen und Erkenntnisse dem Publikum näherzubringen. Das Ziel des Redners sollte sein, ein gewisses Interesse beim Zuhörer zu wecken. Dies ist aber nicht der Fall, wenn es an der Tatsache scheitert, dass er nicht verstanden wird. Die Konzentration lässt aufgrund der mangelnden Verständlichkeit nach, der Gesamtstörschallpegel steigt. Aufgrund dessen bedient sich der Redner einer immer lauterer Sprache, die verzerrt und außerdem ungewöhnlich anstrengend ist.

Die Deutlichkeit sowie die Verständlichkeit ist ohne einer EIA nicht zu gewährleisten. Für die raumakustische Detailplanung eines nicht denkmalgeschützten Raumes ist es möglich die Sekundärstruktur des Raumes so zu beeinflussen, dass Optimalwerte für dessen spezielle Nutzung erreicht werden können, ohne sich dem Hilfsmittel einer EIA zu bedienen. Um aber Optimalwerte in diesem Fall zu erreichen, müsste man demzufolge alle Grundsätze der denkmalpflegerischen Vorüberlegungen brechen. Es ist nicht möglich, den Prinzipien der Verhältnismäßigkeit und der Minimierung des Eingriffes folgezuleisten, ohne in den ursprünglichen Gesamteindruck des Raumes einzugreifen.

Variante 2.1 und 2.2

Die Publikumsanordnung und die Anzahl der Zuhörer in diesen Varianten ist für die Nutzung nicht optimal. Es hat sich für beide Nutzungen eine zu hohe Bedämpfung des Raumes eingestellt. Dadurch ist es nicht mehr möglich, das Publikum mit genügend Schall zu versorgen, was die Sprachverständlichkeit beträchtlich einschränkt.

In Anbetracht dessen könnte ebenso ein zufriedeneres Ergebnis für die musikalische Darbietung in Variante 2.2 erreicht werden, wenn es möglich wäre, die Publikumsanzahl zu verringern und den Abstand des Instrumentes zu den Zuhörern zu vergrößern.

Im Falle von Variante 2.1, die für die Beteiligten einen höheren Stellenwert aufgrund der zeremonienhaft gestalteten Zeugnisvergabe hat als die Musik, welche zwischendurch dargeboten wird, kann für die optimale Lösung nur eine EIA in Betracht gezogen werden.