

Wie wird der Konzertsaal klingen?

Der Mensch fühlt sich nur in Räumen wohl, in denen das Raumklima und die Akustik stimmen. Heute wird das Akustikdesign für raumakustisch anspruchsvolle Opernhäuser, Konzertsäle, Theater, aber auch einfache Hörsäle, Mehrzweckhallen und kleinere Räume mit Hilfe von Simulationsprogrammen gestaltet. Diese ermöglichen es, die zunächst nur in der Planung existierenden Räume vorab „hörbar“ zu machen.



Ein Beispiel für einen gelungenen Konzertsaal, das „Oriental Art Center Shanghai“

Schon die alten Griechen haben Theater aus akustischer Sicht konstruiert. Im Wesentlichen wurden Sitze konzentrisch bei definiert ansteigender Überhöhung vor der Bühne mit reflektierender Rückwand platziert. Somit war sicher gestellt, dass jeder Zuhörer mit Direktschallenergie versorgt wurde. Dies war neben seinerzeit geringem Umgebungsgeschall und schallverstärkenden Trichtern einer der Gründe für eine meist „mystifizierte“ Akustik. Eine Analyse der alten Theater zeigt, dass einfache physikalische Gesetze zur Anwendung kamen.

Dem besten Vorbild nachgebaut

Auch im Mittelalter gab es Akustiker. Das waren Baumeister, die Kirchen und Konzertsäle besuchten und sich von dem betreffenden Raum Eindrücke durch Hören, Klatschen oder/und Impulsanregung mit einem Stock verschafften. Der neue Raum wurde nach dem am besten

geeigneten Vorbild nachgebaut und durch leichte Variation den eigenen Anforderungen angepasst. Somit war sicher gestellt, dass es keine bösen Überraschungen gab, allerdings auch keine durchgreifenden Verbesserungen. Hier herrschte das Zufallsprinzip. Trotzdem hat sich über viele Jahre ein spezielles Akustikwissen angehäuft, das auf subjektiven Empfindungen aufbauenden Erkenntnissen beruhte und weniger auf theoretischem Wissen und/oder geeigneten Berechnungsverfahren.

Ausbreitungseigenschaften im Modell untersucht

In den letzten Jahrzehnten dienten als Alternative zu den früheren Methoden Modelluntersuchungen. Noch heute werden zur raumakustischen Planung verkleinerte Modelle eingesetzt. Das heißt, echte Modelle des entsprechenden Bauwerkes werden in aufwändiger Art und

Weise hergestellt. Mit Verkleinerung des Modellmaßstabes wird der Frequenzbereich zu hohen Frequenzen transformiert, die in der Regel dann im Ultraschallbereich liegen. Um die Ausbreitungseigenschaften im Modell denen der Realität anzunähern, wird dann mit getrockneter Luft und Ultraschallmesstechnik simuliert. Das Verfahren hat sich in engen Grenzen bewährt, ist allerdings sehr aufwändig und damit teuer. Zudem bietet es wenig Flexibilität.

Die meisten heute noch eingesetzten einfacheren Verfahren basieren auf empirischen Berechnungsformeln, z. B. nach „Sabine“, und setzen ein ideales diffuses Schallfeld voraus. Die Praxis zeigt, dass das jedoch meistens reine Theorie ist und Abweichungen zur Realität groß sein können. Bereits in kleinen bis mittelgroßen, akustisch bedämpften Räumen, z. B. in Turnhallen, weisen gemessene Nachhallzeiten real, im Vergleich zu berechneten, zum Teil doppelt so lange Nachhallzeiten auf. Die neueren Raumakustiksimulationen liefern nahezu dieselben Ergebnisse

wie die Messungen. Die genauere Analyse ergibt, dass die Anwendung der geometrischen Akustik deutlich präzisere Ergebnisse liefert als Standardverfahren der statistischen Raumakustik. Mehrfachreflexionen zwischen Wandparallelen erreichen die an der Decke angeordneten Absorber nicht. Dieser Effekt ist in vielen, auch kleineren Räumen zu beobachten und zu berücksichtigen. Er tritt auch in Unterführungen auf. Trotz idealer Absorber – das sind die seitlichen Öffnungen – herrschen lange Nachhallzeiten beziehungsweise umlaufende Reflexionen an Wandparallelen vor.

Spezielle Software für die Modellierung von 3D-Räumen

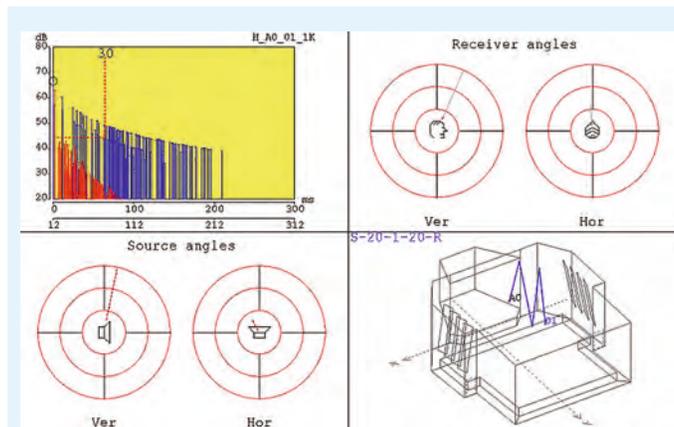
Klassische Modelle vernachlässigen diesen Effekt. Er ist aber mit der geometrischen Akustik gut darstellbar. Obwohl die Beschreibung komplexer Schallfelder mit der bekannten Physik schon lange in der Theorie

möglich ist, scheiterten digitale Simulationen bisher an vertretbaren Rechenzeiten. Modelle, die Beugung etc. berücksichtigten, überforderten die Rechnersysteme.

Nun existieren jedoch optimierte Berechnungsverfahren. Mit neuen Rechnern und spezieller Software erfolgt die Modellierung von 3D-Räumen mittels CAD. Als zentrale Ergebnisse der Simulation werden Raumimpulsantworten generiert. Ihre Aufbereitung liefert frequenzabhängige Daten wie Nachhallzeiten, Deutlichkeits- und Klarheitsmaße, Absorptionsgrade usw.

Die Ergebnisse unserer Simulationen sind sehr gut. Das zeigen Vergleiche mit Messungen. Letztlich – wie so oft bei theoretischen Modellen – bestimmt die Qualität der Eingaben das Resultat. Und das braucht Erfahrung.

Ein weiteres Nebenprodukt der Simulationen ist die Möglichkeit, im Studio aufgenommene, durch die Umgebung unverfälschte Musik oder Sprache hörbar zu machen. Das geschieht mittels Faltung mit der für



Die Aufbereitung der Ergebnisse aus der Simulation liefert frequenzabhängige Daten (Strahlverfolgung/Raytracing)

den virtuellen Raum berechneten Impulsantwort.

Hörproben für die akustische Beurteilung

Die Faltung ist ein mathematisches Verfahren, das vom Rechner abgearbeitet wird. Das System liefert binaurale (für beide Ohren), für Kopfhörer

optimierte Signale für Lautsprecher oder/und 5.1 Surround-Systeme. Die Hörproben sind beeindruckend und zur akustischen Beurteilung aussagekräftiger als jedes Zahlenwerk. Dieses Simulationsverfahren ist ebenfalls zur Sanierung vorhandener Räume anwendbar. Die Berechnungen können mit den Messergebnissen abgeglichen werden. Somit wird die Planungssicherheit erhöht.

Die Auswahl geeigneter raumakustischer Maßnahmen, wie der Einbau spezieller Absorberflächen, Reflektoren usw., wird simuliert und anschließend mit dem hochwertigsten Sensor, unserem Gehör, überprüft. Gerade bei unterschiedlichsten Bedingungen in Mehrzweckhallen zeigt sich der Vorteil dieser Art der Simulation: Die Anforderungen an Sprach- und musikalische Akustik sind gegensätzlicher Natur. Soll ein Raum beidem genügen, muss ein akustischer Kompromiss gefunden werden. Mithilfe der Auralisierung wird der Unterschied „hörbar“ und die Wirkung flexibler raumakustischer Maßnahmen kann präzise gestaltet werden. Somit ist zusätzlich zu „akustischen“ Zahlen auch für den Laien leicht nachvollziehbar, was der Akustiker plant.

Hörbeispiele sind auf der Homepage www.koetter-consulting.com unter dem Punkt „Aktuelles“ zu finden. Autor: Dipl.-Ing. Arno Schällig, KÖTTER Consulting Engineers KG, Rheine, Tel. 05971/9710-0, email???, www.koetter-consulting.com

Die Chillventa 2010, Internationale Fachmesse Kälte, Raumluft, Wärmepumpen, präsentiert sich vom 13. bis 15. Oktober 2010 am Messeplatz Nürnberg mit noch mehr Ausstellern.

„Bis heute haben bereits mehr Unternehmen als 2008 ihre Teilnahme an der Chillventa fest zugesagt. Wir gehen davon aus, dass im Oktober über 850 Unternehmen ausstellen werden. Das untermauert, wie wichtig unsere Fachmesse für die internationale Kälte-, Raumluft- und Wärmepumpen-Branche ist“, freut sich Gabriele Hannwacker, Veranstaltungsleiterin Chillventa, NürnbergMesse über den Ausstellerrekord.

Die Messebesucher sind Hersteller, Planer und Anlagenbauer für Kälte, Klima, Wärmepumpen und Lüftung sowie Heizung und Elektrotechnik. Zudem spricht die Chillventa Facility-Manager, Fachhändler, Anlagen-

betreiber aus Industrie, Gewerbe und Gebäude, Fachplaner TGA und Architekten an. Die Messe punktet mit hoher Internationalität: Über 65 % der Unternehmen kommen aus mehr als 40 Ländern weltweit. Erstmals konnten Unternehmen unter anderem aus Kroatien, Litauen, Luxemburg und aus Norwegen für eine Teilnahme an dieser hochspezialisierten Fachmesse gewonnen werden. Der Anteil an Neuausstellern liegt bei rund 18 Prozent.

Ein Glanzlicht der Chillventa ist das Chillventa Congressing. Der Kongress startet bereits am Vortag der Messe mit einem IEA – HPP Workshop zum Thema Industrie Wärmepumpe sowie dem traditionsreichen ASERCOM + EPEE Symposium. Im Mittelpunkt steht hier der dezidierte Blick auf die Nachhaltigkeit und ihre Bedeutung für die Industrie entlang der gesamten Kühlkette bis hin zur Nutzung der Abwärme für die Beheizung von Gebäuden. Neben technischen

Details werden im ASERCOM + EPEE Symposium auch politische Fragen und die Rahmenbedingungen für neue Technologien sowohl in der Europäischen Union als auch unter dem Gesichtspunkt nationaler Bestimmungen diskutiert.

ZVKKW und ILK führen gemeinsam das Symposium „Luft-Luft-Wärmepumpe für Gewerbeimmobilien“ durch und die ESaK startet mit einem neuen Ansatz: „Der Nachwuchs präsentiert sich“. Hier haben Studenten die Möglichkeit, über ihre Studien- und Diplomarbeiten zu berichten. Darüber hinaus findet die Sonderveranstaltung von eurammon zum Thema Anwendung von natürlichen Kältemitteln statt. Im Fokus stehen dabei die Erfahrungen aus den Ländern Nordamerika, Dänemark und Brasilien.

Darüber hinaus haben die Fachbesucher die Möglichkeit, sich in Fachforen mitten im Messegesehen zu den Themen Kälte, Klima, Wärme-

pumpen und Cleanroom umfangreich zu informieren. Verschiedene Tagungsblöcke beschäftigen sich intensiv mit der „Energieeffizienz von Kälteanlagen“.

Das gesamte Fachprogramm ist online unter: www.chillventa.de/fachprogramm einzusehen.

Weitere Informationen bietet die Branchenplattform „ask-Chillventa“, www.ask-chillventa.de. 2.900 Produkte und über 800 Aussteller sind ganzjährig und immer aktuell im Netz. Die Branchenplattform verfügt über umfangreiche Suchfunktionen, Produktvergleiche und weitere detaillierte Informationen über die ausstellenden Unternehmen der Chillventa. Direkt und unkompliziert können jederzeit Aussteller kontaktiert werden und die Nutzer von ask-Chillventa können sich durch einen personalisierten Infodienst immer auf dem Laufenden halten lassen. Chillventa 2010, 13. bis 15. Oktober 2010, Nürnberg, www.chillventa.de