

Dipl.-Ing.
Arno Schällig,
Rheine,
und Dipl.-Ing.
Bernd Fleischer,
Berlin

Bauakustik in der Praxis

Gelungene Umsetzung von ausgeklügelten Gesamtkonzepten

Bereits im Mittelalter beherrschten zahlreiche Baumeister die Kunst, architektonische Gestaltung, Funktionalität und Akustik eines Gebäudes optimal in Einklang zu bringen. Heutzutage wird bei der Planung von Objekten die bauakustische Seite leider häufig vernachlässigt. Muss dann nachgebessert werden, kostet das viel Geld. Denn später durchgeführte Maßnahmen sind immer teurer als direkt eingebaute Konstruktionen. Fachleute wissen: Schallschutz kann nicht einfach eingebaut, er muss im Vorfeld sorgsam geplant werden. Ein durchdachtes Gesamtkonzept ist die beste Basis für gute Bau- und Raumakustik.

Eine ausgefeilte Akustik ist insbesondere in öffentlichen Gebäuden entscheidend für deren einwandfreie Funktionalität. Beide zusammen sorgen für einen positiven Gesamteindruck. Die folgenden Beispiele zeigen, dass man nur mit Hilfe ganzheitlicher Planung bzw. Sanierung erstklassige Akustik in Gebäuden erzielen kann.

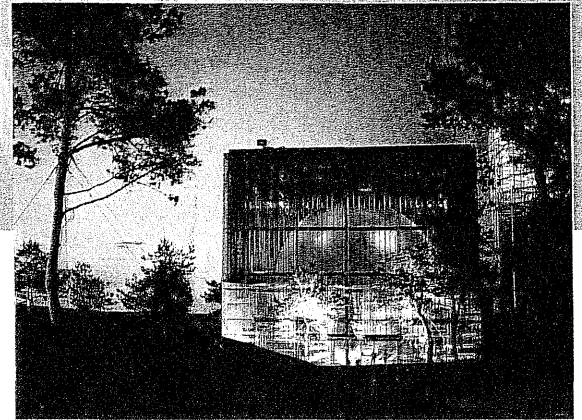


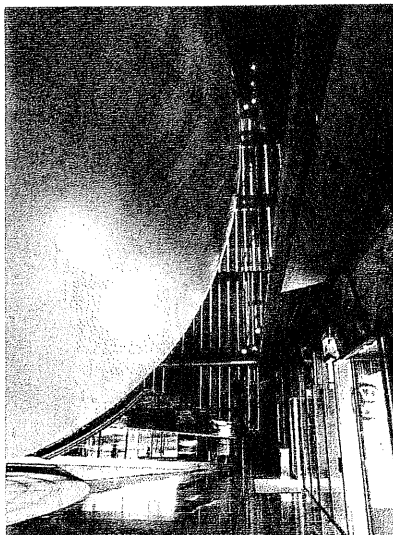
Bild 1. Multifunktionsräume und „Erlebniswelten“ wie die VW-Autostadt setzen hohe Anforderungen an die bauakustische Planung

Das 360-Grad-Kino in der VW-Autostadt

Hier sollte etwas ganz Besonderes entstehen: Ein Kino – der Form einer Weltkugel gleich – inmitten eines kubischen Pavillons. Ende des vergangenen Jahres wurde das KCE-Team eingeschaltet, um zu prüfen, ob Schwingungsprobleme an dem futuristischen Repräsentationsbau zu erwarten seien. Die Untersuchung ergab, dass ein akustisches Gesamtkonzept erforderlich war. Die besondere Herausforderung bestand darin, dass Planung und Bau zeitgleich erfolgten. Eine Expertenrunde diskutierte die Planungen, entschied sofort, und die Umsetzung erfolgte umgehend. Die Raumakustik des Kubus (Kantenlänge 26 m) außerhalb der Kugel bestand ausschließlich aus schallharten, d. h. reflektierenden Oberflächen: Glas und Aluminium. Dadurch waren sehr lange Nachhallzeiten zu erwarten. Aus architektonischen Gründen hatte man ursprünglich keinen Platz für raumakustische Maßnahmen vorgesehen.

Sitzfläche, der größere Teil als Projektionsfläche. Hier musste ein Kompromiss zwischen Luftschallabsorption und Lichtreflexion gefunden werden. Die zeitgleich laufende Vor-Show außerhalb der Kugel und die Haupt-Show innerhalb der Kugel stellten die Bauakustik vor eine weitere spannende Aufgabe: Die Hochleistungs-Lautsprecheranlage erzeugte einen hohen Schalldruckpegel bei tiefen Frequenzen. Die ursprünglich geplante Alu-Leichtbau-Konstruktion ermöglichte – mangels Masse – nur ein unzureichendes Schalldämm-Maß. Deshalb wurde eine zweischalige Leichtbau-Spezialkonstruktion entwickelt, die die Einhaltung des geforderten Schalldämm-Maßes auch bei tiefen Frequenzen gewährleisten konnte. Als Detailprobleme kristallisierten sich dabei Türen und Lüftungsöffnungen heraus. Für sämtliche akustische Fragestellungen wurden extrem zeitnah praktikable, effiziente Lösungen gefunden. Sowohl der Inszenierer des Multimedia-Gesamtkonzeptes als auch die VW-Autostadt GmbH zeigten sich vollauf zufrieden mit dem Konzept.

Bild 2. Kugel im Kubus: das 360-Grad-Kino als schalltechnische Herausforderung



Aufgabenstellungen

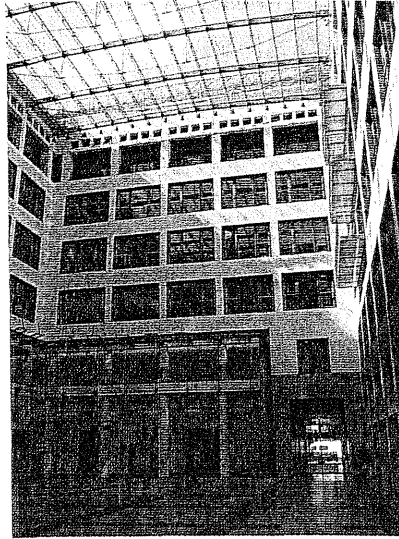
Auch die Raumakustik innerhalb der 18 m großen Kugel stellte sich aufgrund ihrer Geometrie als extrem schwierig dar. „Brennpunkt“ in diesem Kontext waren die sogenannten Flüstergalerie- und Fokussierungseffekte – wie sie auch schon im Bundestag in Bonn aufgetreten waren.

Ein kleiner Teil der Kugel dient als

Das neue ZDF-Studio in Berlin

Beim Um- und Neubau des ZDF-Studios in Berlin machten detaillierte Messungen während der Bauphase eine schnelle und wirksame Mängelbehebung und somit eine optimale akustische Auslegung des Studios möglich.

Besonders sensible Bereiche waren die Studio-, Sprecher-, Bearbeitungs- und Regieräume. In diesen Räumen wurden u. a. Schwingungsmessungen zur Bestimmung der Wirksamkeit von Raum-in-Raum-Konstruktionen sowie Messungen zur Bestimmung der Nachhallzeiten durchgeführt. Ferner mussten die Schalldämmmasse ausgewählter Bauteile und die Auswirkung der Geräuschemissionen haustechnischer Anlagen auf die Hauptarbeitsräume messtechnisch erfasst werden. Außerdem erfolgten Schwingungsmessungen, um die Wirksamkeit von Schwingungsfundamenten auf haustechnische Anlagen zu prüfen.



Messergebnisse – Verbesserungsmaßnahmen

Alle Messergebnisse mündeten in Maßnahmen, die zu einer ausgezeichneten bau- und raum-akustischen Auslegung des Studios führten:

- ▶ Bei der Bauausführung entstandene nicht sichtbare Schallbrücken wurden mit Hilfe einer Körperschallprüfung entdeckt und beseitigt.
- ▶ Die im Rahmen von bauakustischen Prüfungen aufgedeckten Undichtigkeiten an Wänden, z. B. bei Kabeldurchführungen oder bei Anschlüssen von flankierenden Bauteilen, wurden eliminiert.
- ▶ Türen und Wände erhielten eine bessere Schalldämmung durch Feinjustierung.
- ▶ Nachhallzeiten wurden innerhalb des Toleranzbereiches optimiert.
- ▶ Die RLT-/Haustechnikanlagen wurden infolge einer Immissionsmessung besser eingestellt.

Auch bei diesem Projekt zeigte sich: Um Bauausführungsmängel binnen kürzester Zeit effizient beheben zu können, bedarf es differenzierter Messungen. Denn: Der Teufel steckt (meistens) im Detail.

Akustische Bühnensanierung in Schauspielhäusern

Das Hannoveraner Schauspielhaus erhielt im Zuge seines Umbaus eine neue Untermaschinerie. Der Hersteller garantierte, dass bei Betrieb der vier neuen Hubpodien der Geräuschpegel in der Mitte der ersten Zuschauerreihe nicht höher als 35 dB(A) sein würde. Bei Inbetriebnahme lag er jedoch zwischen $L_p = 50$ dB(A) und 60 dB(A). Die Lärmsituation war gekennzeichnet durch Dröhnen, Klappen und Scheppern. Tonale Geräusche aus dem elektrodynamischen Antrieb kamen noch hinzu.

Gesamtkonzepte vs. Detailprobleme

Da isolierte Maßnahmen in einem solchen Fall keine Lösung darstellen, entstand in Abstimmung mit dem Betreiber des Schauspielhauses und dem Hersteller der Untermaschinerie ein umfassendes Akustik-Gesamtkonzept, in das Untersuchungen aus den Bereichen Maschinenakustik sowie Raum- und Bauakustik einfließen. Das neue Konzept wurde schnell und kostengünstig umgesetzt.

Zu den aufeinander abgestimmten Lärminderungsmaßnahmen zählten u. a.:

- ▶ Körperschallentdröhnung von Blechen,
- ▶ „Entklapperung“ von Blechen zur Reduzierung von Sekundäreffekten,
- ▶ Körperschallentkopplung der Podien durch spezielle Lagerung,
- ▶ Nachhallzeitregulierung bzw. Luftschallbedämpfung der Untermaschinerie,
- ▶ Einbau von Sperrmassen zur Körperschallisolierung.

Infolge der Umsetzung dieser Maßnahmen sank der Geräuschpegel für definierte Betriebszustände von $L_p = 50 - 60$ dB(A) auf das vorher festgelegte Ziel von $L_p \leq 38$ dB(A).

Ähnlich verhielt es sich mit zwei Schauspielhäusern in Nordrhein-Westfalen. Auch dort lagen die ermittelten Schalldruckpegel nach Einbau neuer Untermaschinerien in der Mitte der ersten Zuschauerreihe beim Verfahren der Podien bei $L_p = 55 - 60$ dB(A). Bei beiden Projekten hatten die Hersteller einen maximalen Schalldruckpegel von $L_p = 35$ dB(A) garantiert. Die Herstellergarantiewerte wurden also in allen untersuchten Fällen um mehr als 20 dB(A) überschritten. Auch in diesen Fällen kam nach sorgfältiger Ursachenanalyse ein ausgeklügeltes Sanierungskonzept zum Tragen.

Fazit

Von zentraler Bedeutung bei der Verbesserung der Akustik in allen Gebäuden war es, dass die Sanierung nach einem ganzheitlichen Konzept erfolgte: Zunächst mussten die Wirkungsmechanismen sorgfältig untersucht, die Quellen der akustischen Probleme aufgefunden und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten aus Maschinenbau, Bauwerk und Raumakustik analysiert werden. Anschließend bestand die Aufgabe darin Konzepte zur Schadensminderung und/oder -eliminierung zu erarbeiten, die dann baulich umgesetzt wurden. Nur so konnte man sichergehen, dass der „Ohrfrust“ der „Hörlust“ weicht.

Bei allen nur denkbaren akustischen Problemstellungen gilt es, immer das Ganze zu sehen, alle, auch scheinbar nebensächliche Aspekte zu betrachten und in die Problemlösung miteinzubeziehen, damit sich dann alles gut hören lassen kann.

Dipl.-Ing. Arno Schällig, Rheine (Projektleiter VW-Autostadt und Schauspielhäuser), und Dipl.-Ing. Bernd Fleischer, Berlin (Projektleiter ZDF-Studio Berlin), sind als beratende Ingenieure bei Kötter Consulting Engineers tätig. Das unabhängige Ingenieur-Unternehmen befasst sich seit über 22 Jahren mit den Themen „Technische Akustik“, „Schall- und Schwingungstechnik“ sowie mit dem „Elektronischen Messen mechanischer Größen“.

Bild 3. Exakte Messungen, schnelle Mängelbehebung, optimale Akustik: das ZDF-Studio Berlin