



Foto: Akustik-Analyse-Service

**Akustisch offen.** Statt des früheren Drahtglases bildet nun ein akustisch offenes transluzentes Gewebe das Tonnengewölbe im Lichthof des Museums. Erst dahinter verstecken sich Absorber.

## Unsichtbare Akustik

**Transluzentes Gewebe** | Im Zuge einer Umgestaltung wurde das Raumvolumen des Lichthofs im städtischen Museum Braunschweig deutlich vergrößert. Eine weitere Nutzung als Veranstaltungsort stieß dabei auf gravierende raumakustische Probleme. Zudem verbat der historische Bau weithin sichtbare Akustikmaßnahmen. Wie der Raum mithilfe von „unsichtbaren“ Maßnahmen wieder nutzbar wurde, schildert Akustiker Peter Karsten.

Das städtische Museum Braunschweig – 1906 vom Baumeister Max Osterloh als Jugendstilbau entworfen – ist mit seiner Sammlung von über 270.000 Objekten zur Braunschweiger Geschichte eines der größten kunst- und kulturgeschichtlichen Museen Deutschlands. Es beherbergt eine Gemäldegalerie, bedeutende Sammlungen von Musikinstrumenten, Skulpturen, Graphiken, Kunsthandwerk, Völkerkunde sowie eine technische Sammlung, in der z. B. die bekannten Braunschweiger Fotoapparate-Hersteller Rollei und Voigtländer

repräsentiert sind. Die numismatische Sammlung ist eine der größten Münzsammlungen Norddeutschlands.

In den 1970er-Jahren wurde im repräsentativen Lichthof eine Treppenanlage mit mehreren Ebenen als zusätzliche Präsentationsfläche eingebaut, in deren unterer Ebene eine Art Amphitheater mit ca. 200 Sitzplätzen ausgebildet wurde, das sowohl für Lesungen als auch für Jazz- und Kammermusik genutzt wurde. Dieser Teilbereich wurde für seine gute Akustik sehr geschätzt.

Die Vorzüge bestanden in einer hohen Deutlichkeit zuzüglich einer langen, weich einblendenden Nachhallfahne, die aus dem gigantischen angekoppelten Raumvolumen von ca. 10.000 m<sup>3</sup> resultierte und mit niedrigem Pegel das Originalsignal veredelte, ohne es durch zu hohen Energieanteil zu verdecken. Die günstige Pegelrelation im Auditorium ergab sich durch die abschirmende Wirkung der Treppenhauseanlage gegenüber dem darüber liegenden „Hallraum“ in Kombination mit absorbierenden Raumbooberflächen im Auditorium.



Foto: Städtisches Museum Braunschweig

**Historisch.** Der Lichthof des Museums, wie ihn Baumeister Max Osterloh 1906 entwarf.

**Neuer-alter Raum.** Die Treppenanlage verschwand. Mit dem alten Raumvolumen entstand eine repräsentative Fläche, die allerdings als Veranstaltungsort ohne akustische Maßnahmen nicht funktionieren würde. Sichtbar durften diese aber nicht sein.

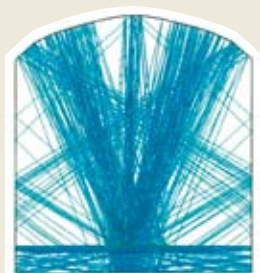


Foto: Akustik-Analyse-Service

**Reflexionen.** Die gebogene Glas-Lichtdecke hätte im Zentrum der Veranstaltungsfläche für erhebliche akustische Probleme gesorgt.

## Transluzente Gewebe statt Glas eröffnen der Akustik Chancen

Im Zuge einer Rückbesinnung auf die architektonische Schönheit des Lichthofs begannen 2008 die Planungen und Arbeiten für den Rückbau der Treppenanlage. Bereits nach erster geometrischer und messtechnischer Analyse war jedoch schnell klar, dass der Lichthof nach dem Rückbau zwar von ausgesuchter Schönheit sein würde, aber ohne adäquate Maßnahmen eine Nutzung mit akustischen Ansprüchen völlig infrage stand:

- › Die zukünftige Zuhörerenebene lag genau im Brennpunkt des Tonnengewölbes der 17 m hohen (Drahtglas-)Lichtdecke, was zu fokussierten sowie erheblich zeitverzögerten



Foto: Akustik-Analyse-Service

**Vor der Renovierung.** In den 1970er-Jahren wurde eine Treppenanlage mit mehreren Ebenen in den Lichthof eingezogen. Der untere Teil wurde als Veranstaltungsbereich für Lesungen oder Konzerte genutzt.



Foto: Akustik-Analyse-Service

und energiereichen Rückwürfen geführt hätte,

- › das offene Raumvolumen des Lichthofs von ca. 10.000 m<sup>3</sup> mit seinen überwiegend schallharten Oberflächen zzgl. der angekoppelten Nebenräume von in Summe nochmals ca. 10.000 m<sup>3</sup> ließ ein Nachhallzeitniveau von oberhalb 5 s erwarten (woran der Lichthof einen Anteil von ca. 3,5 s hat, die weiteren ca. 1,5 s werden von den angekoppelten Räumen in Form einer weichen Überblendung „beigesteuert“).
- › Auf Grund der parallelen schallharten Seitenwände war das Risiko der Ausbildung von Flatterechos gegeben.
- › Die Raumgeometrien ließen erheblich zeitverzögerte Rückwürfe erwarten.

Das Kernstück unseres im September 2008 vorgestellten akustischen Konzepts bestand folglich in der „Entschärfung“ des Tonnengewölbes als Reflektor durch Substitution der schallharten Drahtglasfelder durch akustisch und optisch transluzentes Gewebe (callus ar-tex), das in Spannrahmen montiert wurde, in Kombination mit darüber angeordneten Absorbieren (Isover FSP-2) auf Weitspannträgern (Alu-U- und L-Profile).

Da die Absorberebene im unsichtbaren Bereich oberhalb der Leuchtenebene keinen Schönheitspreis gewinnen musste, konnte die Auswahl allein im Hinblick auf die kostengünstigste akustische Lösung optimiert werden. Dabei wurde ein sehr



Foto: Tischlerei Struß

**Alles im Rahmen.** Hölzerne Rahmen nehmen das Gewebe auf.



Foto: Tischlerei Struß

**Montage.** Das transluzente Gewebe wurde in Spannrahmen montiert.

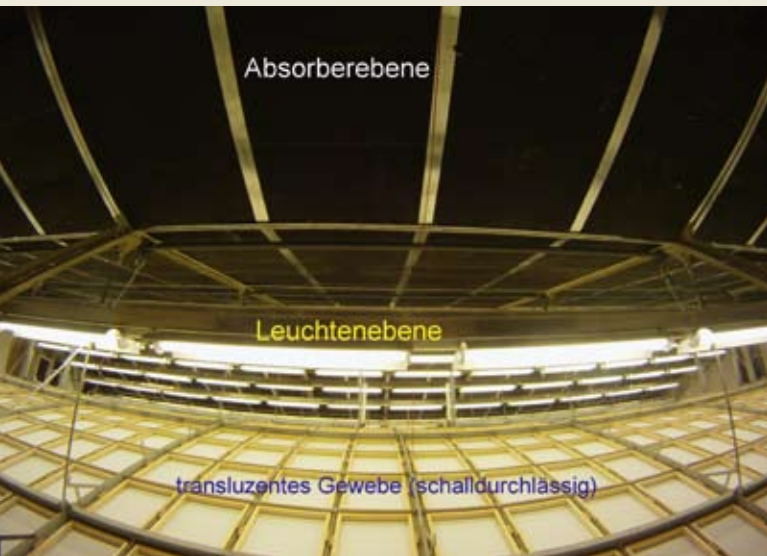


Foto: Akustik-Analyse-Service

**Aufbau dahinter.** Über der Sichtdecke befinden sich eine Leuchtebene sowie eine Ebene mit MF-Absorbern auf Weitspannträgern.



Foto: Akustik-Analyse-Service

**Dämpfer unten drunter.** In Zukunft sollen die Vitrinen im nicht einseharen Bereich mit 4 cm dicken Breitbandabsorbern ausgestattet werden.

**NACHHALLZEITPROGNOSE LICHTHOF AM 12.3.2011 MIT 500 PERSONEN**

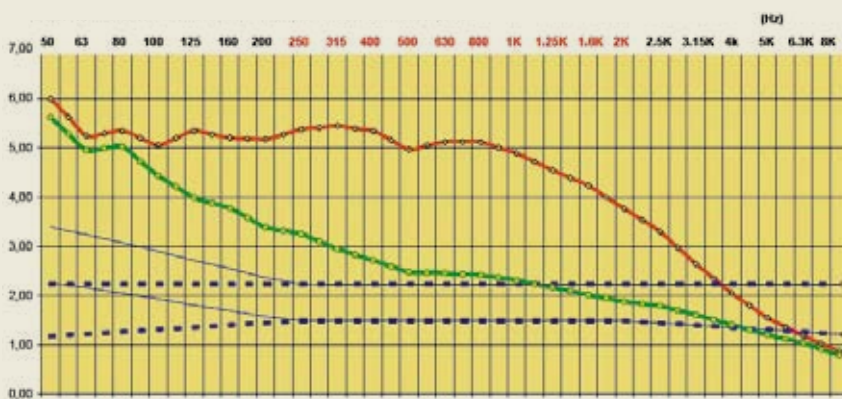


Abb.: Akustik-Analyse-Service

**Nachhallzeit.**

- Rote Kurve: Raum leer, unbesetzt
- Rot markiert: Haupt-Frequenzbereiche menschlicher Sprache
- Durchgehende Linien: anzustrebender Bereich für Musik (gem. DIN 18041, [2004])
- Gestrichelte Linien: anzustrebender Bereich für Sprache (gem. DIN 18041, [2004])
- Grüne Kurve: berechnete Prognose für den provisorischen Zustand, 500 Personen besetzt, 250 Polsterstühle, „Rückwand“ bis 3 m OKFF mit absorbierenden Stellwänden belegt.

hoher Absorptionsgrad bereits durch die Anordnung in  $\lambda/4$  erzielt. Akustisch gesehen entstand so ein nach oben offener Innenhof. Damit war ein gravierendes akustisches Problem gelöst.

Vorangegangen waren umfangreiche Abstimmungen im Hinblick auf:

- › die Akzeptanz beim Denkmalschutz,
- › die erforderliche Lichtdurchlässigkeit für die Raumwirkung,
- › die Auswirkungen auf die Vorgaben zur Klimatisierung der Museumsbereiche,
- › das Brandschutzkonzept,
- › Sicherheitsfragen für die Begehbarkeit bei Revision (Lampenwechsel).

Aus akustischer Sicht wäre auch die Einbeziehung der seitlichen Randfriese wünschenswert gewesen. Hier wurde jedoch den denkmalpflegerischen Aspekten verständlicherweise Vorrang eingeräumt und jedwede schallabsorbierende Bekleidung, Beschichtung oder Schalllenkung verworfen.

**BAUTAFEL****Bauherr:**

Stadt Braunschweig

**Akustikplanung:**

Dipl.-Ing. Peter Karsten, Braunschweig

**Tragkonstruktion und****Absorbermontage:**

Metallbau Klauenberg, Braunschweig

**Gewebespanndecke:**

Tischlerei Struß, Braunschweig

**Unsichtbare Akustikmaßnahmen  
in Vitrinen und mit Vorsatzschalen**

Für eine zukünftige Nutzung, etwa für Konzerte oder Vorträge, verbleibt weiterhin die Aufgabenstellung,

- › die Nachhallzeit zu senken,
- › die Deutlichkeit/Durchsichtigkeit zu erhöhen,
- › die Flatterechofahre zu bannen.

Dabei ist natürlich zu beachten, dass sich alle Vorschläge in das Gestaltungskonzept des Museums einfügen müssen und damit das typische raumakustische Instrumentarium nur sehr eingeschränkt zur Verfügung steht.

So kommt es, dass einige augenscheinlich sinnvolle akustischen Maßnahmen wie Schall lenkende Segel zur klassischen Schallversorgung mit energiereichen ersten Reflexionen und Schirmwirkung gegenüber den Raumanteilen ebenso wie viele andere mögliche Maßnahmen nur der Vollständigkeit halber in Varianten durchdiskutiert wurden, um die Palette der Möglichkeiten, etwa die Abkopplung der ca. 10.000 m<sup>3</sup> verbundenen Raumvolumina, vollständig aufzuzeigen.

Unser weiterhin „unsichtbares“ Konzept beinhaltet deshalb:

- › die Raumbegrenzungsflächen in Abstimmung mit der Museumsgestaltung mittels Exponaten stark zu gliedern, um eine wirksame Diffusion zu erzeugen und das Auftreten von Flatterechos zu verhindern,
- › die zur Wiederverwendung vorgesehenen Glasvitrinen als Helmholtz-Resonatoren herzurichten und sie auf der Ober- und Unterseite im nicht einsehbaren Bereich mit 4 cm starken Breitbandabsorbern (Ecophon Master alpha) auszustatten,



Foto: Akustik-Analyse-Service

**Vorsatzschalen.** Alle akustisch „angekoppelten“ Räume sollen zusätzlich mit GK-Vorsatzschalen als Bassabsorber ausgeführt werden.

- › die vorgenannten Vitrinen bezogen auf die Raum-Grundachse  $\geq 5^\circ$  schräg gestellt zu platzieren und damit bereits auf einfache Weise im unteren Raumbereich die Flatterechoeffekte zu vermeiden,
  - › die Schallversorgung mit hochwertigen elektroakustischen Systemen (die so fokussierend auf den Zuhörerbereich ausgerichtet werden können, dass der Raum nicht angeregt wird) vorzunehmen (Panacoustics PanBeam),
  - › alle Schautafeln, Hinweisschilder und Poster schallabsorbierend auszuführen (z. B. mooia acoustic wall),
  - › in allen akustisch „angekoppelten“ Räumen die gleichen Maßnahmen wie im Lichthof zu ergreifen und zusätzlich die GK-Vorsatzschalen als Bassabsorber auszuführen.
- Für Veranstaltungsnutzungen haben wir temporäre Maßnahmen vorgesehen, wie:
- › mobile Bühnen- und Zuschauerpodeste, um eine Direktschallversorgung durch Aufrechterhaltung der Sichtverbindung zu ermöglichen,
  - › eine Orchestermuschel aus mobilen reflektierenden sowie diffus streuenden Stellwänden (RPG-VAMPS) für eine gute Hörsamkeit der Musiker untereinander sowie zur Verbesserung der Schallversorgung der Zuhörer,
  - › die mindestens im unteren Bereich schallabsorbierende Herrichtung der Saal-Rückwand (Anordnung der Garderoben, absorbierende Schirmwände, Vorhänge),
  - › Verwendung von Polstergestühl.

**Autor**

**Dipl.-Ing. Peter Karsten** ist Inhaber des Beratungsbüros Akustik-Analyse-Service in Braunschweig.

**[www.trockenbau-akustik.de](http://www.trockenbau-akustik.de)**

- › Archiv
  - Raumakustik
  - Nachhallzeit