

Akustische Messungen

Autor(en): **Bopp, Urs**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **133 (2007)**

Heft Dossier ~~(S&T)~~ **Casino Basel**

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108115>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

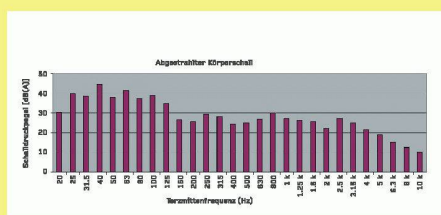
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

AKUSTISCHE MESSUNGEN



01

Der Geräuschpegel im historischen Musiksaal von gemessenen 46 dB konnte dank der Kombination zweier Masse-Feder-Systeme bei der Sanierung der Tramgleise um 22 dB gesenkt werden.

Die Grundmauern des Musiksaals wurden direkt auf dem Fundament der alten Stadtmauer und dem Gewölbe des Birsig errichtet. Zusätzlich existiert hier ein ganzes Netz von Werkleitungen und Tunneln, über die sich der Körperschall ausbreitet und im Musiksaal schliesslich als sekundärer Luftschall vom Publikum wahrgenommen wird (Bild 2). Umfangreiche akustische Messungen ergaben, dass im Musiksaal durch die Tramvorbeifahrten ein Geräuschpegel von ca. 46 dB(A) erzeugt wird. Die grössten Pegel liegen im Bereich von 40 bis 60 Hz. Je nach Fahrzeugtyp, Fahrer und Fahrgeschwindigkeit können aber auch bis 2 kHz einzelne Terzfrequenzen einen Pegel von bis zu 30 dB(A) erreichen (Bild 1). Die Situation wird besonders dadurch verschärft, dass in Spitzenzeiten bis zu 127 Tramkurse pro Stunde, am Abend während des Konzertbetriebes immer noch 60 Kurse pro Stunde, am Musiksaal vorbeigeführt werden.

Eine Messung des abgestrahlten Körperschalls an bestimmten Punkten der Gleisgeometrie (Bild 3) zeigt, dass alle Überfahrten über die Weichen im Bereich Theaterstrasse / Steinenberg und Barfüsserplatz / Kohlenberg im Musiksaal wahrgenommen werden und in die Massnahmen einbezogen werden müssen. Demgegenüber erweisen sich die Auswirkungen des Strassenverkehrs als vernachlässigbar. Um einen uneingeschränkten Betrieb des Musiksaals zu ermöglichen, fordern Betreiberin und Bauherr eine Reduktion des Lärmpegels im Musiksaal von mindestens 20 dB.

LÖSUNGSANSATZ

Die Gleisgeometrie wurde so gewählt, dass Tiefrillen-Weichen eingebaut werden konnten, die zwar weniger Erschütterungsemissionen verursachen, aber immer noch als starke Immissionen im Musiksaal hörbar sind.

Als Gleislagerung stehen seit Jahren folgende Systeme mit Erfolg im Einsatz:

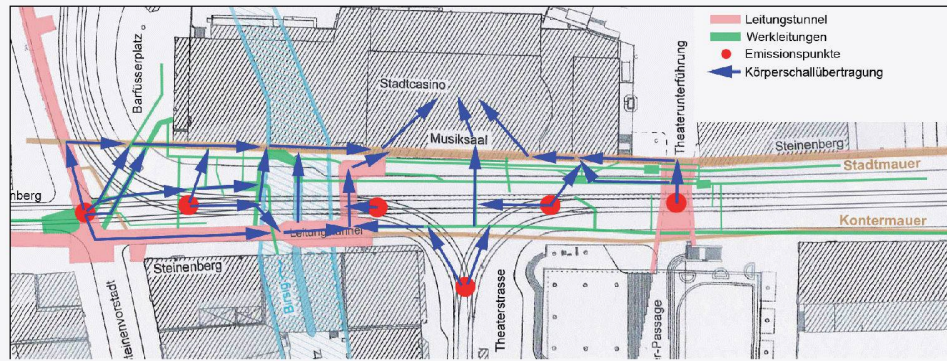
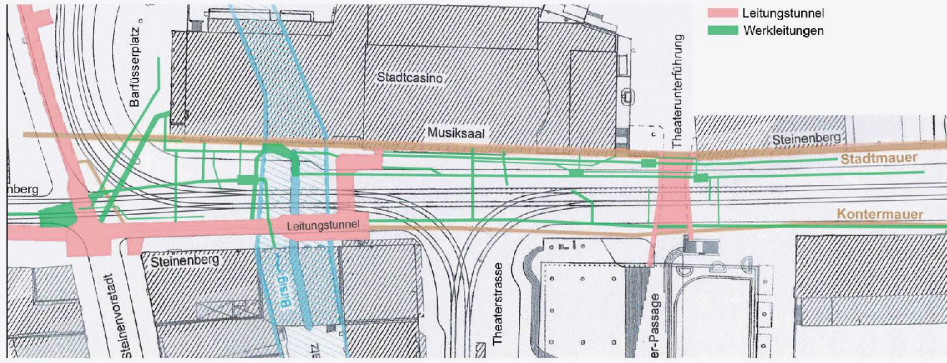
- Tiefabgestimmte schwere Masse-Feder-Systeme mit Stahlfederlagerung bringen eine deutliche Reduktion im tieffrequenten Bereich. Dabei tritt häufig jedoch bereits ab ca. 200 Hz eine Dämmungsverschlechterung auf, wodurch sich die Einfügungsdämmung der Stahlfedern auf 12 bis 15 dB reduziert.
- Leichte Masse-Feder-Systeme mit Gleislagerung auf PUR-Schaum-Werkstoffen werden eingesetzt, wenn hohe Anforderungen an die Isolation gestellt werden. Wegen der Abstimmfrequenzen von rund 17 Hz wird die Pegelminderung im tieffrequenten Bereich jedoch reduziert bzw. verhindert.

Als Lösung für die Gleislagerung am Steinenberg wurde deshalb eine Kombination beider Systeme gewählt. Dabei mussten die Eigenfrequenzen der Systeme besonders sorgfältig aufeinander und auch auf die Eigenfrequenzen des Musiksaals abgestimmt werden.

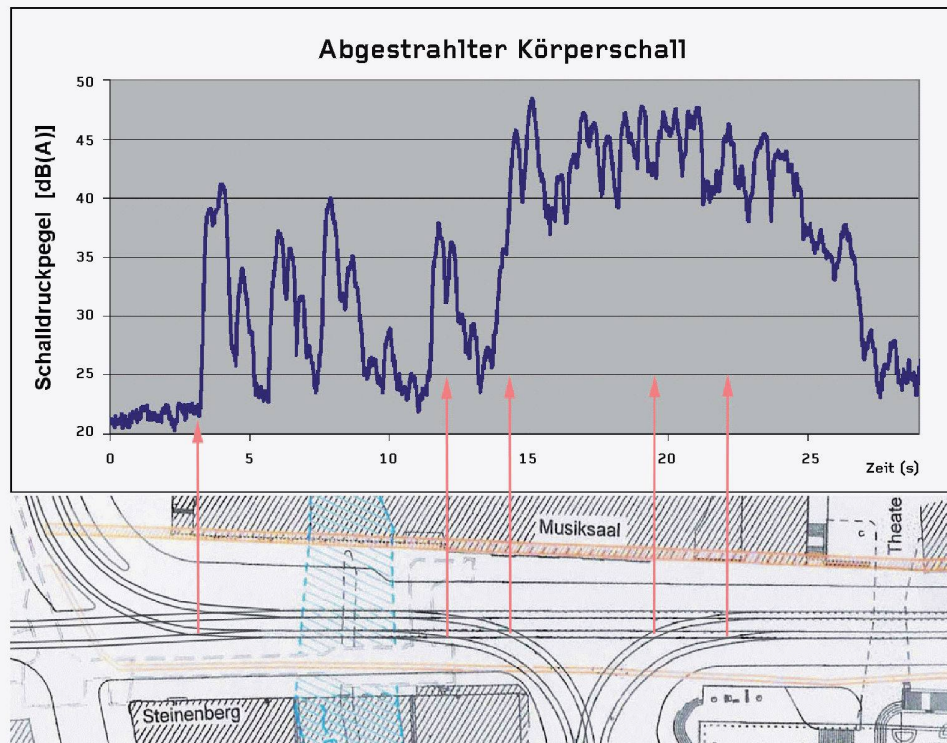
01 Beispiel eines typischen Terzspektrums des im Musiksaal abgestrahlten, A-bewerteten Körperschalls einer Tramvorbeifahrt (Grafiken: Autor)

02 Schematischer Lageplan des Musiksaals mit Körperschallbrücken (oben) und mit Emissionspunkten der Erschütterungen und Ausbreitungswegen des Körperschalls (unten)

03 Abgestrahlter Körperschall an bestimmten Punkten der Gleisgeometrie



02



03

Zusätzliche Erschwernisse ergeben sich aus der Hanglage (5 %), den engen Verhältnissen, der komplizierten Gleisgeometrie und der Tatsache, dass die Gleise vom Strassenverkehr überfahren werden. Das schwere Masse-Feder-System hat eine Dicke von rund 1.15 m, lagert auf rund 760 Stahlfederelementen und hat eine Abstimmfrequenz von rund 5.2 Hz. Das leichte Masse-Feder-System ist auf ca. 17 Hz abgestimmt und wird auf Sylomermatten gelagert.

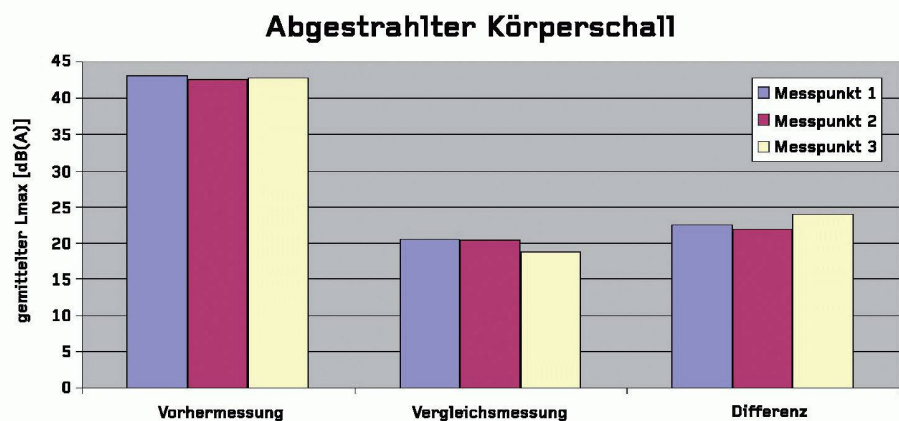
QUALITÄTSSICHERUNG

Um das hochgesteckte Ziel der Reduktion des Geräuschpegels im Musiksaal erreichen zu können, war eine vollumfängliche Qualitätssicherung der akustischen Massnahmen zwingend. Bei kritischen Bauvorgängen, wie etwa dem Verlegen der Sylomermatten, waren Akustikspezialisten während 24 Stunden vor Ort, um Schwachstellen in der Ausführung unverzüglich zu erkennen und zu beheben. Jeweils vor dem Betonieren wurden sämtliche Fugen, Entwässerungsleitungen, Kabeldurchführungen etc. kontrolliert, um Körperschallbrücken auszuschliessen. Nur dank diesen Kontrollen konnte sichergestellt werden, dass diese einzigartige Gleislagerung auch der Planung entsprechend umgesetzt werden konnte.

ERSTE ERGEBNISSE

Im Rahmen einer ersten Vergleichsmessung wurde unter gleichen Rahmenbedingungen wie vor der Sanierung der Luftschallpegel im Musiksaal bei über 40 Tramvorbeifahrten gemessen. Die Auswertung zeigt, dass die Pegelminderung 22 dB und mehr beträgt (Bild 4). Der Geräuschpegel einer Tramvorbeifahrt liegt im Mittel nur gerade 1 dB über dem Grundgeräuschpegel. Ohne Bezug zur Aussensituation kann man subjektiv nicht mehr zwischen der Variation des Grundgeräuschpegels und dem Geräuschpegel einer Tramvorbeifahrt unterscheiden. Somit kann die Wirkung der Gleisolation durch die Kombination eines schweren und eines leichten Masse-Feder-Systems als ausgezeichnet bewertet werden.

Urs Bopp, Prof. Dr. Ing., Trefzer Rosa + Partner GmbH, Akustik + Schwingungstechnik, urs.bopp@trefzerrosa.ch



04 Vergleich der gemittelten, A-bewerteten Maximalpegel des abgestrahlten Körperschalls im Musiksaal, vor und nach der Gleissanierung