

Schallfeldprognosen bei Lärmschutzbauten

Autor(en): **Heutschi, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **132 (2006)**

Heft 46: **Lärmschutz**

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108008>

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.

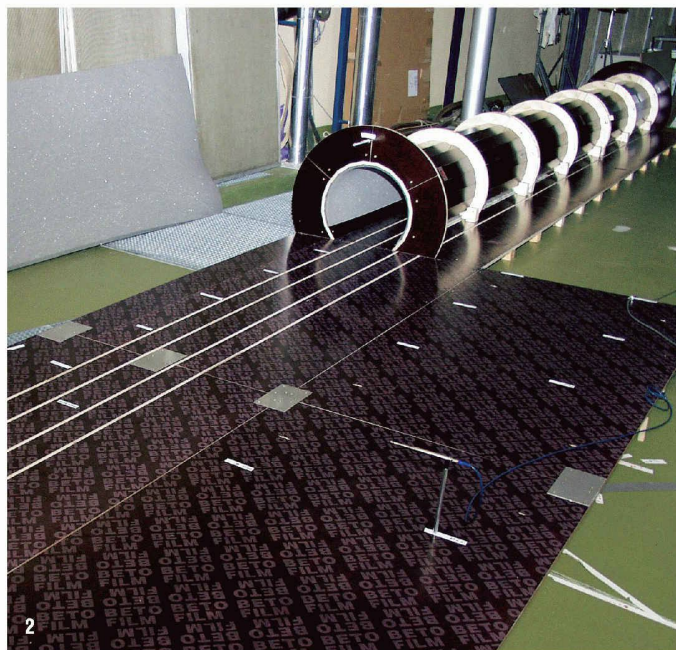
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

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.



1
Masstabsmodell 1:16 zur Untersuchung der Schallausbreitung in Eisenbahneinschnitten (Bilder: Empa)



2
Masstabsmodell 1:16 zur Untersuchung der Schallausbreitung an Eisenbahntunnelportalen

Kurt Heutschi

Schallfeldprognosen bei Lärmschutzbauten

Für die Lärmbekämpfung stehen heute experimentelle und rechnerische Methoden zur Verfügung, die auch in komplexen Geometrien eine zuverlässige Prognose der Schallfelder erlauben. Dies ermöglicht die wirtschaftliche Optimierung von baulichen und materialtechnologischen Schallschutzmassnahmen, beispielsweise im Umfeld von Eisenbahnen.

Zur Verminderung von Strassen- und Eisenbahnlärm werden vielgestaltige Lärmschutzbauten eingesetzt. Am weitesten verbreitet sind Lärmschutzwände, welche die direkte Sichtlinie von der Quelle zum Empfänger unterbrechen und damit bedeutende Dämpfungen erzielen. Im Unterschied zum optischen Fall gelangen aber in abgeschirmte Bereiche, d.h. in die «Schattenzonen», immer noch Schallanteile. Dafür verantwortlich ist das Beugungsphänomen als direkte Konsequenz des Wellencharakters von Schall und den Grössenverhältnissen von Wellenlängen und geometrischen Dimensionen. Obwohl der dahinterstehende Mechanismus relativ kompliziert ist, kann die lärmindernde Wirkung einer

einfachen Wand mit bewährten empirischen Handformeln schnell und zuverlässig berechnet werden.¹ Sobald die Geometrien komplizierter werden, sei es durch komplexere Lärmschutzbauten wie Galerien oder durch reflektierende geometrische Elemente in der Umgebung, versagen die Handformeln. Hier kommen aufwändigere Verfahren wie Masstabsmodell-Experimente oder wellentheoretische Schallfeldsimulationen zum Einsatz.

Masstabsmodell-Experimente

In vielen Fällen stellen sorgfältige Messungen eine genaue Methode zur Charakterisierung der Schallausbreitung in einer komplexen Geometrie dar. Da oft die Originalsituation nicht zur Verfügung steht, behilft man sich mit einem Nachbau im Labor. Hierbei bedient man sich der Längenskalierbarkeit von Schallfeldern. Wenn Geometrie und Schallwellenlängen um den gleichen Faktor verkleinert werden, ändert sich an der Schallausbreitung nichts. Im Vergleich zum Original ist die Frequenz aber um den gleichen Faktor höher. In der im Modellmassstab von z.B. 1:16 nachgebauten Geometrie können Messungen der Schallausbreitung mit speziellen Lautsprechern und Mikrofonen durchgeführt und so Ausbreitungsdämpfungen zu interessierenden Empfängerpunkten bestimmt werden. Zwei Aspekte



3
Situation zur Schallfelduntersuchung für eine projektierte, unter das Brückendach zu liegende Tramlinie

sind allerdings besonders zu beachten: Die Materialwahl im Modell muss so erfolgen, dass die Oberflächen im transformierten Frequenzbereich die gleichen Reflexionseigenschaften aufweisen wie das Originalmaterial im Originalfrequenzbereich. Die andere Schwierigkeit ergibt sich aus der extrem starken Zunahme der Luftdämpfung gegen hohe Frequenzen. Bei den Modellexperimenten ist deshalb diese (im Originalmassstab nur stark abgeschwächt auftretende) Dämpfung abzuschätzen und abhängig vom Schalllaufweg zu kompensieren.

Über den erfolgreichen Einsatz der Modellmesstechnik bei der Überdeckung und Teilüberdeckung der A1 bei Neuenhof wurde in tec21 bereits berichtet.² Die Bilder 1 und 2 zeigen aktuelle 1:16-Laboraaufbauten zur Untersuchung der Schallausbreitung in Eisenbahneinschnitten und an Eisenbahntunnelportalen im reflexionsarmen Raum der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa). Obwohl in gewissen Fällen keine direkte Sicht auf den Zug besteht, können durch Reflexionen an den Einschnittwänden bzw. am Zugkörper bedeutende Schallanteile den Weg zu einem Empfängerpunkt finden. Die vom Bundesamt für Umwelt (Bafu) finanzierte Untersuchung stellt ein Element zur genaueren Prognose der Schallausbreitung im überbauten Gebiet dar.

Simulation von Schallfeldern

Die aktuell verfügbare Rechenleistung ermöglicht mittlerweile numerische Simulationen, die direkt auf den physikalischen Schallfeldgrundgleichungen basieren. Dazu werden der interessierende Feldbereich mit einem Gitter überzogen und für die Gitterpunkte die entsprechenden Differenzialgleichungen durch Differenzgleichungen angenähert. Bei der Untersuchung von Lärmschutzbauten ist eine Simulation im Zeitbereich günstig,³ da als Resultat eine Impulsantwort bestimmt werden kann. Die Analyse der Laufzeit einzelner Anteile ermöglicht Rückschlüsse auf den Laufweg und damit ihre Herkunft. Bei dieser Modellierung wird die Schallausbreitung exakt nachgebildet, d.h., es sind keinerlei empirische Näherungen mit nachträglichen Parameteranpassungen notwendig.

Ein Beispiel für die Anwendung einer rechnerischen wellentheoretischen Simulation zeigt Bild 3. Für eine neue Tramlinie, die unter dem Brückendach verlaufen soll, interessierten die Immissionspegel an den Hausfassaden. Aufgrund der Geometrie ist von «raumakustischen» Verhältnissen auszugehen, d.h., das Schallfeld setzt sich nebst dem Direktschall aus einer Vielzahl von Ein- und Mehrfachreflexionen zusammen. Da mit konventionellen Berechnungsmodellen hier keine zuverlässigen

sigen Prognosen möglich sind, wurden durch die Empa numerische Simulationen durchgeführt. Bild 4 zeigt das sich einstellende Schallfeld in der zeitlichen Evolution, wenn an der Quelle im Radbereich des Trams ein Impuls emittiert wird. Durch Aufsummation der Beiträge aller Wellenfronten, die einen Empfängerpunkt überstreichen, kann schliesslich auf den zugehörigen Immissionspegel geschlossen werden.

Aus derartigen Simulationen lassen sich zuverlässige Prognosen der Schallfelder in Lärmschutzbauten bzw. in der nahen Umgebung gewinnen. Damit können bei hohem Kosteneinsparungspotenzial wirtschaftliche Optimierungen hinsichtlich der geometrischen Gestaltung von Bauwerken oder der Oberflächenbelegung mit schallabsorbierenden Materialien durchgeführt werden.

Dr. Kurt Heutschi, dipl. El.-Ing. ETH
Empa, Abteilung Akustik
kurt.heutschi@empa.ch

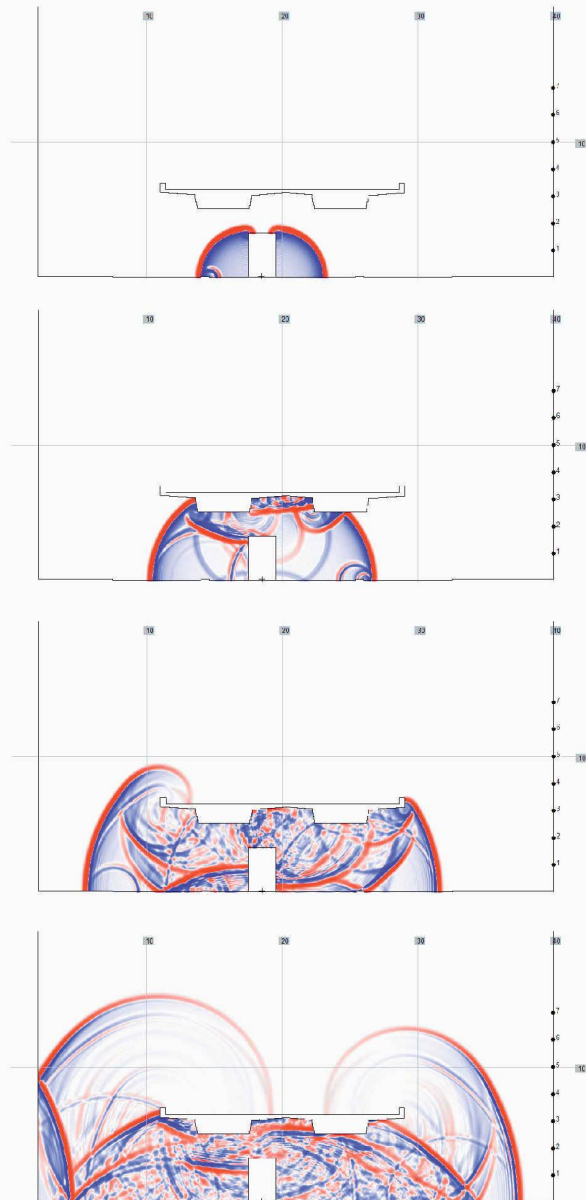
Literatur

- 1 ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation. 1996.
- 2 Eggenschwiler, K., Heutschi, K., Lüthi-Freuler, N.: Optimaler Lärmschutz dank akustischer Modellmessung, in: tec 21 7/2001.
- 3 Heutschi, K., Horvath, M., Hofmann, J.: Simulation of Ground Impedance in Finite Difference Time Domain Calculations of Outdoor Sound Propagation. Acta Acustica united with Acustica, vol. 91, p. 35–40, 2005.

4

Entwicklung des Schallfeldes für unterschiedliche Zeitpunkte bei impulsförmiger Anregung an der Quelle (Darstellung als Querschnitt). Der Schalldruck ist farblich codiert, wobei intensives Rot grossem Überdruck, intensives Blau grossem Unterdruck entspricht

4



Josef Meyer Stahl & Metall AG
Seetalstrasse 185, CH-6032 Emmen
Tel. 041 269 44 44, www.josefmeyerstahl.ch

JOSEF MEYER

Höhenflüge in Me **TAL** l-Glas.

BAUEN NACH MASS IN METALL & GLAS