

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 132 (2006)
Heft: 46: Lärmschutz

Artikel: Schallfeldprognosen bei Lärmschutzbauten
Autor: Heutschi, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108008>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

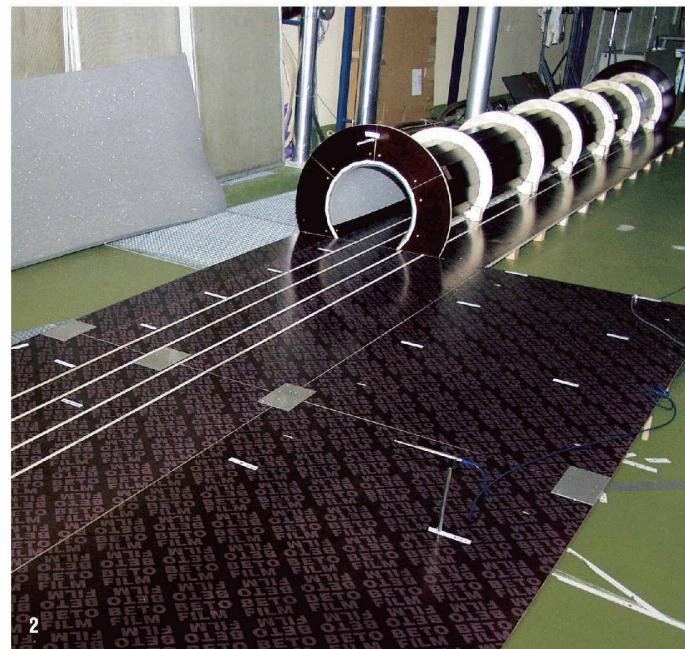
Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



1

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



2

Massstabsmode 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 aufwändigeren Verfahren wie Massstabsmode-Experimente oder wellentheoretische Schallfeldsimulationen zum Einsatz.

Massstabsmode-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 liegen kommende 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-Labouraufbauten 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 Differenzengleichungen 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 Ergebnisse zu erhalten waren, wurde eine numerische Simulation durchgeführt.

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.

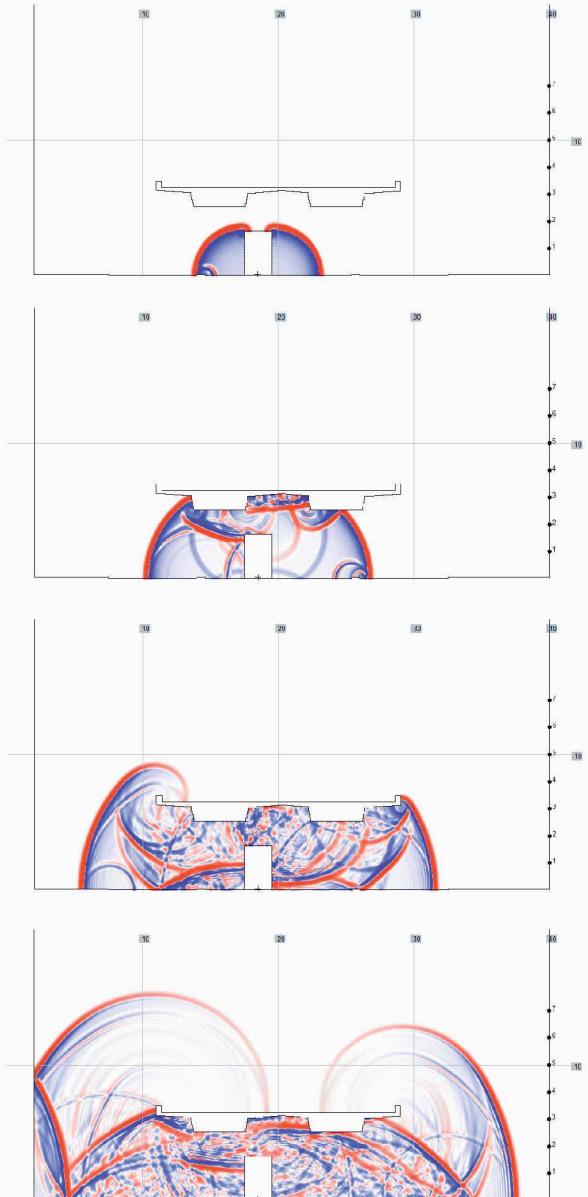
Dr. Kurt Heutschi, dipl. El.-Ing. ETH
Empa, Abteilung Akustik
kurt.heutschi@empa.ch

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



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

JOSEF MEYER

Höhenflüge in Me TALl-Glas.