

Lärmminderung an Eisenbahnbrücken – Messkonzept zur Ermittlung von Einfügedämmungen und Korrekturfaktoren

Dorothee Stiebel

DB Systemtechnik GmbH, 80939 München, E-Mail: Dorothee.Stiebel@deutschebahn.com

Einleitung

Der Luftschall, der während der Überfahrt eines Zuges über eine Eisenbahnbrücke von der Brücke abgestrahlt wird, wird als Brückendröhnen bezeichnet. Diese zusätzlich zum Rollgeräusch auftretende Lärmkomponente ist vor allem bei niedrigen Frequenzen ausgeprägt und kann zu einer starken Belästigung der Anwohner führen. Da gerade an belasteten Strecken die vorhandenen Stahlbrücken als Hotspots wirken, werden dringend nachträglich einsetzbare Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhrens benötigt. Um die Wirkung dieser innovativen Maßnahmen zu bestimmen, wurde von den Experten der DB Systemtechnik ein neuartiges Mess- und Auswertekonzept entwickelt.

Bisheriges Messkonzept zum Brückendröhnen

Zur Messung der Schallabstrahlung einer Brücke werden die unbewerteten Luftschallpegel neben der Brücke und der angrenzenden freien Strecke während der Vorbeifahrt eines Zuges bestimmt. Die Differenz der Summenpegel ergibt den sogenannten Brückenzuschlag, ein Maß für das Brückendröhnen [1].

Der Brückenzuschlag hängt von den Konstruktionsdetails der Brücke ab und kann daher für verschiedene Bauwerke desselben Typs sehr unterschiedlich sein. Daher wurden für die Bewertung von Brückentypen in der Berechnungsvorschrift „Schall 03 2006“ Mittelwerte gebildet [2]. So werden Stahlbrücken mit Schotteroberbau mit einem mittleren Brückenzuschlag von 6 dB angesetzt.

Wird eine neue Maßnahme entwickelt, ist zum Nachweis der Wirkung der sogenannte Korrekturfaktor zu bestimmen. Dieser wird als Differenz des Brückenzuschlages ohne und mit Maßnahme gebildet. Da der Korrekturfaktor von einer Vielzahl von Parametern (u. a. der Brücke) abhängt und daher stark schwankt, sind auch hier Mittelwerte zu bilden.

Entwicklung neuer Maßnahmen

Die bisher überwiegend eingesetzten Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhrens sind elastische Elemente im Oberbau wie Unterschottermatten mit einem mittleren Korrekturfaktor von 3 dB. Diese elastischen Elemente führen zu einer dynamischen Entkopplung der Schiene von der Brückenkonstruktion und damit auch zu einer Reduktion der Luftschall-Abstrahlung der Brücke. Der Nachteil der heute eingesetzten Maßnahmen liegt in den für den Umbau erforderlichen langen Sperrzeiten, die gerade an den stark belasteten Strecken häufig nicht möglich sind.

Daher wurden nun im Rahmen des Konjunkturpaketes II Maßnahmen getestet, die eine hohe Wirkung aufweisen

sollen und mit relativ kurzen Sperrzeiten auch nachträglich eingebaut werden können. Im Bereich der Brücken sind dies hochelastische Schienenbefestigungen, Schwellensohlen und Brückendämpfer [3]. Die neuen Maßnahmen wurden dabei überwiegend an Stahlbrücken in städtischem Umfeld getestet. Abbildung 1 zeigt eine typische Situation.

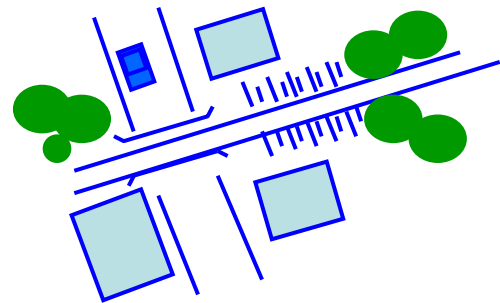


Abbildung 1: Typische Situation einer Brücke im städtischen Umfeld. Die betrachtete Brücke, die über eine Straße führt, wird von Gebäuden und Vegetation umgeben.

Gerade die teilweise erheblichen Hintergrundgeräusche und die durch die Bebauung und Vegetation erschwerten Messbedingungen machten ein neues Messkonzept unter Berücksichtigung von Körperschallmessungen erforderlich.

Neues Messkonzept zur Ermittlung der Wirkung einer Lärmminderungs-Maßnahme

Das Messkonzept beinhaltet Vorgaben für Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation der Messungen [4]. Sollen im Bereich der DB AG innovative Maßnahmen zur Lärmreduktion getestet werden, sind bei den Nachweismessungen diese Vorgaben einzuhalten.

An Brücken gibt das Messkonzept zusätzliche Körperschall-Messungen vor (siehe Abbildung 2).

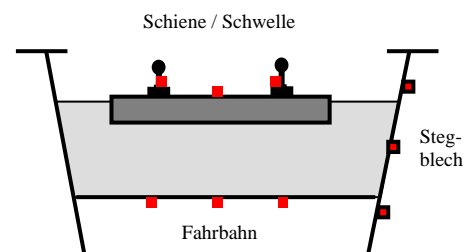


Abbildung 2: Körperschall-Messpunkte am Beispiel einer Trogbücke mit Schotterbett

Dabei liefern die Messungen an den Schienen, Schwellen, Fahrbahn und Stegblech Erkenntnisse zur Schallabstrahlung der Brücke. Zum Beispiel lässt ein erhöhter Körperschall an der Schiene nach Einbau eines elastischen Elements im Bereich des Oberbaus auf ein erhöhtes Rollgeräusch

schließen. Weiterhin können die Schall abstrahlenden Brückenteile identifiziert werden.

Bereits in dem zwischen 2003 und 2007 laufenden Projekt „Leise Brücke“ konnte nachgewiesen werden, dass zusätzliche Körperschall-Messungen zu einem besseren Verständnis der Vorgänge führen. Hierzu wurde an einer eingebauten Trogbücke mit 100 mm dicker Fahrbahnplatte gezeigt, dass der gemessene, geringe Brückenzuschlag auch auf die Konstruktionsdetails der Stegbleche zurückzuführen ist. Auf Basis dieser Messungen und weiterführender Simulationen konnten im Projekt Empfehlungen für die Konstruktion einer lärmarmen Stahlbrücke mit einem mittleren Brückenzuschlag von 3 dB erstellt werden [5].

In einem nächsten Schritt konnte mit Hilfe vorhandener Untersuchungen gezeigt werden, dass die Einfügedämmung, also die Differenz der Spektren vor und nach dem Einbau einer Maßnahme, bestimmt aus Körperschall-Messungen, unter gewissen Voraussetzungen vergleichbar mit denen aus Luftschall-Messungen ist (s. Abbildung 3) [6].

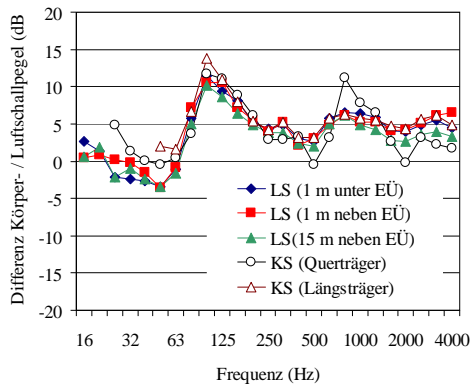


Abbildung 3: Vergleich der Einfügedämmungen einer elastischen Schienenbefestigung ermittelt aus Luftschall- und Körperschall-Messungen [6]

Es wurde geschlossen, dass die Wirkung einer Maßnahme auch ausschließlich aus Körperschall-Messungen abgeleitet werden kann. Dies ist vor allem für die Brücken, für die keine Luftschall-Messungen möglich sind, von Bedeutung. Allerdings muss in einem weiteren Schritt der entsprechende Korrekturfaktor berechnet werden.

Da im Gegensatz zum Korrekturfaktor die Einfügedämmung nur wenig von den Brückenparametern abhängt, ist zur Reduktion der Messunsicherheit auch eine Mittelung von Spektren gemessen an verschiedenen Brücken nach Einbau derselben Maßnahme möglich und sinnvoll.

Umrechnung in Korrekturfaktoren

Ist die gemittelte Einfügedämmung einer Maßnahme bekannt, muss zur Umrechnung in einen Korrekturfaktor die Maßnahme zur Reduktion des Brückendröhnens fiktiv auf eine andere Brücke angesetzt werden. Hierzu werden vorhandene Luftschall-Messungen während der Vorbeifahrt eines Zuges an einer Brücke und der daran angrenzenden freien Strecke verwendet. Als Beispiel zeigt Abbildung 4 die Einfügedämmung einer Unterschottermatte und das nach dem Einbau berechnete Luftschallspektrum an der Brücke.

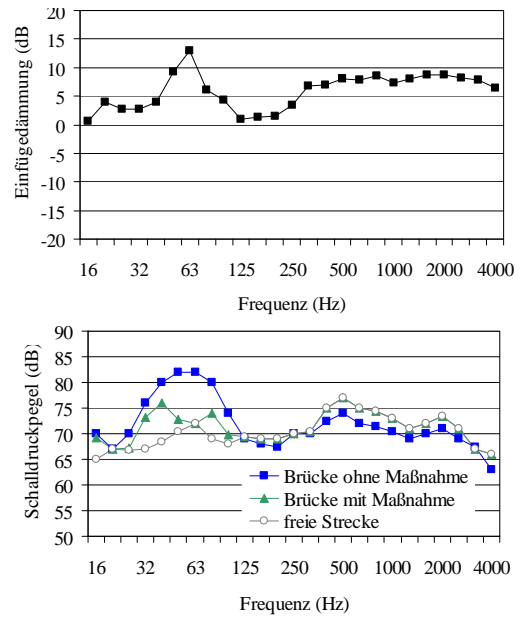


Abbildung 4: Das obere Diagramm zeigt die Einfügedämmung einer Unterschottermatte, das untere die gemessenen Luftschall-Spektren an einer Brücke und an der angrenzenden freien Strecke [7] sowie das berechnete Luftschall-Spektrum nach Einbau der Unterschottermatte.

Anschließend wird der Korrekturfaktor als Differenz der Brückenzuschläge gebildet. Erfolgt dies an mehreren repräsentativen Brücken, kann ein Korrekturfaktor laut „Schall 03 neu“ ermittelt werden. Im Konjunkturpaket II soll dieses Verfahren erstmals eingesetzt werden.

Zusammenfassung

Im Vergleich zu dem bisherigen Messkonzept können durch Körperschall-Messungen in Bezug auf das Brückendröhnen zusätzliche Erkenntnisse erhalten werden. Sind Luftschall-Messungen nicht möglich, kann die Wirkung einer Maßnahme zur Reduktion des Brückendröhnens auch ausschließlich aus Körperschall-Messungen bestimmt werden.

Literatur

- [1] D. Stiebel, W. Behr, W. Brandl, K. G. Degen, Maßnahmen zur Reduzierung des Brückendröhnens, DAGA, 2005
- [2] Überarbeitung der Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen – Schall 03; Entwurf Stand 2006
- [3] <http://www.bmvbs.de>
- [4] DB Systemtechnik, Bericht „Mindestanforderungen an Nachweismessungen zur quantitativen Bewertung von infrastrukturbasierten Innovationen zur Minderung des Schienenlärms“, 2010
- [5] DB Systemtechnik, Bericht „Vorgaben für die Konstruktion lärmarmen stählerner Trogbücken“, 2006
- [6] BZA München, Bericht „Akustische Messungen an einer Hilfsbrücke in Saarlouis vor und nach dem Einbau von elastischen Schienenlagern Typ Ioarg 314“, 1992
- [7] BZA München, Bericht „Luft- und Körperschallmessungen an einer Fachwerkbrücke über den Mittellandkanal bei Bohmte“, 1984