

STARDAMP – Ein deutsch-französisches Kooperationsprojekt zur Minderung des Schienenlärms

Maria Starnberg

DB Systemtechnik GmbH, 80939 München, E-Mail: Maria.Starnberg@deutschebahn.com

Einleitung

Herkömmliche Maßnahmen wie Schallschutzwände sind zwar effektiv zur Minderung der Lärmbelastung aus dem Schienenverkehr, sie sind aber auch mit hohen Kosten verbunden und reichen bei besonders stark belasteten Strecken oder bei hoher Bebauung in unmittelbarer Nachbarschaft zur Trasse nicht immer aus, um die Lärmgrenzwerte einzuhalten. Für die Deutsche Bahn ist es ein zentrales Anliegen, die Anwohner an Bahnstrecken vor Schienenlärm zu schützen. Deshalb wurde als ein strategisches Unternehmensziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 den wahrgenommenen Lärm zu halbieren (dies entspricht einer Pegelreduktion von 10 dB).

Aus diesem Grund ist in den letzten Jahren die Nachfrage nach innovativen Schallschutzmaßnahmen gestiegen. Als besonders effektiv gelten Maßnahmen, die den Lärm direkt an der Quelle reduzieren. Da im Geschwindigkeitsbereich zwischen 50 km/h und 200 km/h das Rollgeräusch dominiert, ist der Bedarf an Maßnahmen zur effizienten Minderung des Rollgeräuschs direkt an der Quelle besonders vordringlich. Im Folgenden wird ein Deutsch-Französisches Kooperationsprojekt vorgestellt, das sich zum Ziel gesetzt hat, ein praxisorientiertes, transparentes Verfahren zur Bewertung der Wirksamkeit von Schwingungsdämpfern für Rad und Schiene zu erarbeiten.

Rad- und Schienendämpfer

Rollgeräusch entsteht durch Rauheiten auf Rad- und Schienenoberfläche, die beim Abrollen des Rades auf der Schiene sowohl das Rad, als auch Schiene und Schwelle zu Schwingungen anregen. Die Dämpfung von Rad und Schiene ist entscheidend dafür, wie leicht diese zu Schwingungen angeregt werden. Die Dämpfung ist von der Konstruktion abhängig. Bei der Schiene spielt die Befestigung, und vor allem die Steifigkeit der Zwischenlage, eine große Rolle. Um die Dämpfung zu erhöhen, können zusätzliche Dämpferelemente als Schwingungstilger an Rädern und Schiene befestigt werden (s. Abb. 1). Diese bestehen in der Regel aus einer Kombination aus Stahl- und Elastomer-Elementen, die zusammen ein gedämpftes Masse-Feder-System bilden.

Rad- und Schienendämpfer werden heute von verschiedenen Herstellern angeboten. Sie wurden in den letzten Jahren europaweit in umfangreichen Feldversuchen getestet. Solche Messkampagnen sind sehr zeit- und kostenintensiv und, da es noch kein standardisiertes Verfahren für die Bewertung von Dämpfern gibt, nur eingeschränkt vergleichbar. Für eine Zulassung für den regulären Einsatz oder eine Anerkennung in der nationalen Lärmgesetzgebung



Abbildung 1: Beispiele für Rad- und Schienendämpfer.

sind diese Messergebnisse, die stark von den speziellen Bedingungen am Messort abhängen, oft nicht ausreichend belastbar. Das Fehlen einfacher und praxistauglicher Methoden für die Bewertung von Dämpferprodukten führt zu langen Innovationszyklen und erschwert den Schritt von der Erprobungsphase in die Phase der Regelanwendung, die Auswahl der optimalen Produkte für den jeweiligen Anwendungsfall sowie den Markteintritt neuer Produkte.

STARDAMP- Standardizing damper technologies for rail and wheel

Unter dem Namen STARDAMP wurde Ende 2010 ein deutsch-französisches Projekt im Rahmen einer DEUFRAKO-Kooperation gestartet mit dem Ziel, ein neues praxistaugliches Verfahren für die Bewertung von Dämpfern für Rad und Schiene zu erarbeiten, Kosten für Entwicklung und Zulassung zu senken, indem Feldversuche so weit wie möglich vermieden werden und dadurch auch den Markteintritt neuer Anbieter zu fördern. Grundlage des neuen Verfahrens soll die Kombination von standardisierten Laborversuchen und einer darauf abgestimmten Computersimulation sein. Mit diesem Verfahren soll es möglich sein

- unterschiedliche Dämpfertypen objektiv zu bewerten und untereinander zu vergleichen
- zu prognostizieren, welche Lärmreduktion mit einem Dämpfer in einem konkreten Anwendungsfall erzielt werden kann.

In STARDAMP wird ein neues Software-Tool entwickelt, das auf dem bewährten Programm TWINS basiert. Mit diesem Tool werden die Simulationsberechnungen einfach durchgeführt. Das neue Verfahren umfasst sowohl Rad- als auch Schienendämpfer und soll auch in der Lage sein, die Kombination beider Maßnahmen zu bewerten.

STARDAMP soll bis Ende 2012 abgeschlossen sein. Das Konsortium besteht aus zehn Partnern aus Industrie und Wissenschaft unter Führung von SNCF und DB Systemtechnik.

Auf deutscher Seite sind beteiligt DB Systemtechnik, GHG Radsatz, Schrey & Veit, und die TU Berlin und auf französischer Seite SNCF, Alstom, Tatasteel, Valdunes und Vibratex. The University of Southampton ist für die Entwicklung der Software zuständig.

Ein neues Verfahren zur Bewertung von Dämpfern für Rad und Schiene

Mit der Methode, die in STARDAMP entwickelt wird, können Dämpfer ausschließlich auf Basis von Laborversuchen bewertet werden. Sie basiert auf standardisierten Methoden zur Charakterisierung der dynamischen Eigenschaften von Rad und Gleis. Messungen im Labor sind erheblich kostengünstiger und weniger zeitaufwändig als Feldversuche.

Schienenendämpfer

Die wesentliche Größe zur Beschreibung der dynamischen Eigenschaften eines Gleises ist die Gleisabklingrate (engl.: track decay rate – TDR). Die TDR gibt in dB/m an, wie schnell die Amplitude einer vertikalen oder lateralen Schwingung der Schiene mit zunehmendem Abstand vom Anregungspunkt (d.h. dem Rad-Schiene-Kontakt) abfällt. Die von der Schiene abgestrahlte Schallleistung ist umgekehrt proportional zur TDR [1]. Während bei tiefen Frequenzen die TDR relativ hohe Werte von ca. 10 dB/m aufweist, sinkt die TDR – abhängig von der Steifigkeit der Zwischenlage - im Bereich zwischen 300 Hz und 800 Hz stark ab. Ein effektiver Schienenendämpfer muss daher im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 1500 Hz die TDR signifikant erhöhen.

Das STARDAMP-Bewertungsverfahren für Schienenendämpfer umfasst folgende Schritte (s. Abb. 2):

1. Messung der TDR im Labor an einer freien, mit den zu bewertenden Dämpfern bestückten Schiene mit 6 m Länge auf einer weichen Lagerung (Grundfrequenz < 30 Hz). Dazu werden an beiden Enden der Schiene Beschleunigungsaufnehmer befestigt und die Schiene mit einem Impulshammer angeregt. Aus der Differenz zwischen der direkten und übertragenen Frequenzantwort kann die Abklingrate berechnet werden. Diese beschreibt ausschließlich die zusätzliche Dämpfung, die durch das Anbringen von Dämpfern eingebracht wird.
2. Am realen Gleis wird die TDR gemäß Norm DIN EN 15461:2011 [2] gemessen. Ist diese Messung nicht verfügbar, so kann mit voreingestellten Werten gearbeitet werden.
3. Die STARDAMP Software berechnet aus den beiden TDR für eine vom Anwender vorzugebene Geschwindigkeit (diese bestimmt die relativen Beiträge von Rad und Schiene zur Gesamtschallabstrahlung) die am 25m-Messpunkt zu erwartende Pegelreduktion.

Raddämpfer

Das Verfahren zur Bewertung von Raddämpfern basiert auf der Norm DIN EN 13979-1:2003 [3]. Es beinhaltet folgende Schritte:

1. Die Modalparameter des Rades ohne Dämpfer werden aus FEM-Berechnungen abgeleitet.
2. Mit einer experimentellen Modalanalyse von einzelnen Rädern mit Dämpfer wird die zusätzliche Dämpfung bestimmt und mit dem FE-Modell verglichen.
3. Die STARDAMP Software berechnet gemäß Abb. 2 die Pegelreduktion.

Ein weiteres Bewertungsverfahren für Raddämpfer soll auf Testläufen an Rollprüfständen basieren. Dazu wurden erste umfangreiche Versuche am RASP-Rollprüfstand der DB Systemtechnik in Brandenburg-Kirchmöser durchgeführt.

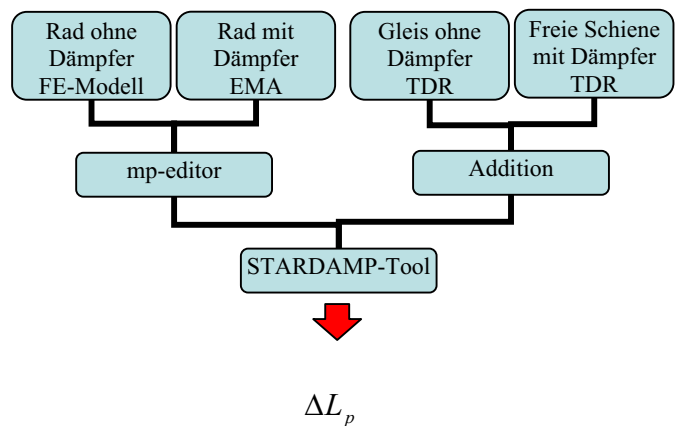


Abbildung 2: Schematische Darstellung des STARDAMP-tools

Zusammenfassung

Mit dem STARDAMP Verfahren wird es zukünftig möglich sein, die Schallpegelreduktion durch Dämpfer für Rad und Schiene in einer Kombination aus Laborversuchen und Computersimulation für unterschiedliche Einsatzbedingungen zu simulieren.

Allen Partnern des STARDAMP Konsortiums wird für ihre Beiträge zum Projekt gedankt. Der deutsche Beitrag zu STARDAMP wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 19U10012 A-D finanziell gefördert.

Literatur

- [1] C.J.C. Jones, D.J. Thompson, R. Diehl, R.J.: *The use of decay rates to analyse the performance of railway track in rolling noise generation*. Journal of Sound and Vibration, 293, (3-5), 485-495 (2006).
- [2] CEN, Bahnanwendungen – Schallemission - Charakterisierung der dynamischen Eigenschaften von Gleisabschnitten für Vorbeifahrtgeräuschmessungen, DIN EN 15451:2008
- [3] CEN, Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Vollräder – Technische Zulassungsverfahren – Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder, DIN EN 13979-1:2003