

# Radgenaue Lärmmessung an fahrenden Güterzügen

Clemens Fabian, Dr. Ing. Sarah Schneider, Daniel Alarcón, Robert Kamenzky, Prof. Dr. Peter Blaschke

## Problemstellung

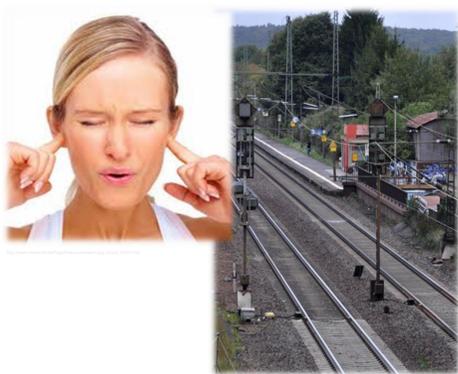


Abbildung 1: Umgebungsbelastung durch Bahnlärm

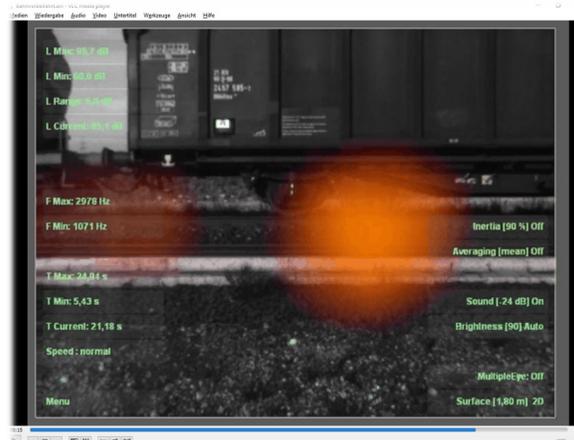
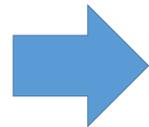


Abbildung 2: Aufnahme akustischer Kamera – maßgeblichen Anteil der Schallabstrahlung trägt das Rad

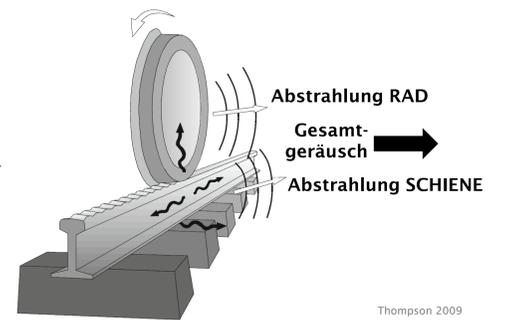
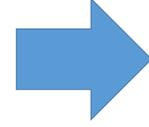


Abbildung 3: Schallabstrahlung des Rad-Schiene-Systems

Seit 2013 existiert in Deutschland ein lärmabhängiges Trassenpreissystem für Güterzüge. Laute Güterzüge müssen eine Zuschlag von 3 % auf den vorgegebenen Trassenpreis zahlen. Ebenso müssen Güterwagenhalter auf lärmarme Bremstechnologien umrüsten. Ab 2020 gilt auf dem deutschen Schienennetz ein Fahrverbot für "laute" Güterwagen.

Momentan geschieht der Nachweis über die Bremsenumrüstung allein durch Selbstdeklaration der Wagenhalter. Kontrollmessungen finden praktisch nicht statt. Mit mikrofonbasierte Messungen ist eine waggongenaue oder gar radgenaue Lärmmessung nicht rechtssicher möglich, da:

- Umgebungsgeräusche das Rad/Schiene-Geräusch überlagern
- Die Messumgebung die Messung beeinflusst und nie gleich ist
- Zeitliche Mittelung einzelne besonders laute Schallquellen im Gesamtsignal unterdrückt

Messungen mit der akustischen Kamera ergaben, dass das Rad den maßgeblichen Teil zur Gesamtschallabstrahlung bei Güterwagons liefert. Die Anregung dieses Systems erfolgt durch Stöße des Rades auf die Schiene, welche ihren Ursprung in der Rauheit der Schiene und Flachstellen auf dem Rad haben. Diese Poligonisierung der Räder ist wiederum zurückzuführen auf die unterschiedlichen Bremstechnologien, so führen alte Graugussbremsbeläge auf den Laufflächen zu größeren Flachstellen als modernere Verbundstoffbremssohlen.

Es Bedarf eines Systems zur radgenauen Lärmmessung und Kontrolle von Güterwagons.

Ziel ist es ein Messverfahren zu entwickeln, welches eine **rechtssichere Erfassung der Lärmabstrahlung des einzelnen Wagons** ermöglicht, die Schallabstrahlung aus dem **Körperschallsignal nahe des Rad-Schiene-Kontakts** ermittelt und eine **eindeutige Zuordnung von Schallemissionen zu Rädern und einzelnen Wagen von Güterzügen** erlaubt.

## Lösungsweg

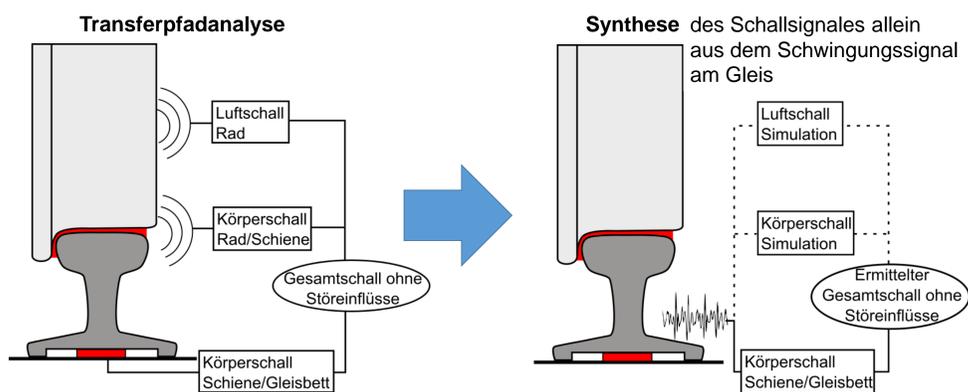


Abbildung 4: Transferpfadanalyse und -synthese des Rad-Schiene-Kontaktes

Um die Schallabstrahlung lediglich aus dem Körperschallsignal zu synthetisieren, muss eine vollständige Transferpfadanalyse des Rad-Schiene-Systems erstellt werden. Bei dieser Methode wird das System mit einem Impulshammer in allen drei Raumrichtungen angeregt und mittels Beschleunigungsaufnehmern und Mikrofonen die Luft- und Körperschallübertragungswege ermittelt. Anschließend wird mit diesen Daten ein parametrisches Transferpfadmodell erstellt, auf dessen Basis mit repräsentativen Eingangssignalen (z.B. dem Schwingungssignal aus dem Gleis) resultierende Luftschallsignale berechnet werden können.

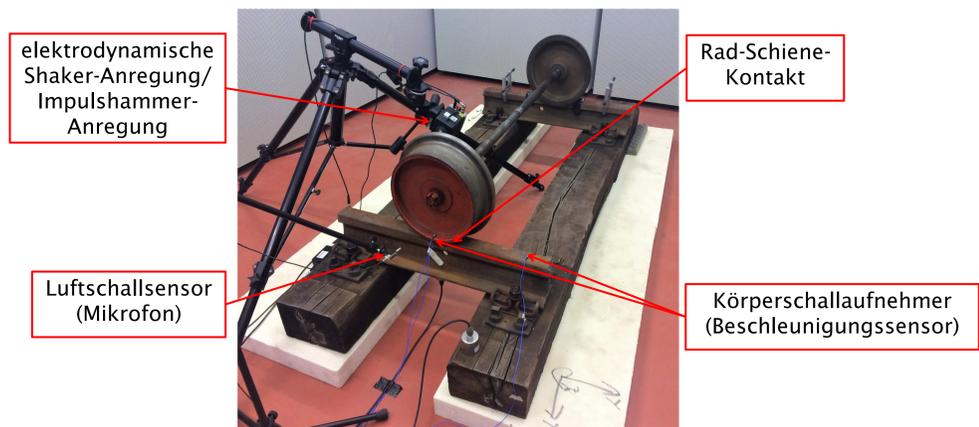


Abbildung 5: Messen der Transferpfade am Labormodell

Das so synthetisierte äquivalente Schallsignal allein aus dem Rad-Schiene-Kontakt ist frei von Beeinflussung durch Umgebungsgeräusche und -bedingungen und erfasst den Schalleintrag jedes einzelnen Rades korrekt und überlagerungsfrei. Für den praktischen Einsatz am Gleis benötigt dieses Messverfahren **lediglich einen Beschleunigungs-, Geschwindigkeits- oder Kraftsensor**, welcher auf Grund seiner Bauform und Anbringung zusätzlich sehr robust gegen Umwelteinflüsse ist.