

Berücksichtigung von Rollgeräuschen in einer neuen Schall 03

Ulrich J. Kurze¹, Rolf J. Diehl¹, Johannes Onnich²

¹ Müller-BBM GmbH, D-82152 Planegg, Germany, Email: ku@mbbm.de

² Deutsche Bahn AG, DB Systemtechnik T.TZF 12, D-80939 München, Email: Johannes.Onnich@bahn.de

Einleitung

Die Grundlagen für das zukünftige Berechnungsverfahren zur Geräuschemission vom Schienenverkehr wurden in Neapel 2003 [1] und vor einem Jahr in Straßburg dargestellt [2]. Inzwischen wurden detaillierte Auswertungen zahlreicher Messungen vorgenommen, die einerseits im Zusammenhang mit der Erprobung neuer Fahrzeuge, Fahrzeugkomponenten und Oberbauarten und andererseits aus der schalltechnischen Überwachung von Strecken gewonnen wurden. Für unabgeschirmte Strecken erweist sich der Beitrag der Rollgeräusche zum Gesamtgeräusch an Strecken, die mit mehr als 80 km/h befahren werden, als überwiegend. Er bedarf deshalb weiterhin größter Beachtung bei der Novellierung der Richtlinie Schall 03 [3].

Modell für Rollgeräusche

Die Emission von Rollgeräuschen wird auf Fahrflächenrauheiten von Rädern und Schienen zurück geführt, die für einzelne Fahrzeugeinheiten, wie Reisezugwagen, Güterwagen, Loks u.a., durch A-bewertete Pegel von längenbezogenen Schalleistungen zunächst für folgende Bezugsbedingungen angegeben wird. Die bei Verkehr mit 100 km/h von einer durchschnittlichen Fahrzeugeinheit je Stunde abgestrahlte Schalleistung wird auf eine Strecke mit durchschnittlichem Schwellengleis von 100 km Länge gleichmäßig verteilt. Die Angabe erfolgt getrennt für rad- und schienenbedingte Anregungen. Zur Umrechnung auf andere Geschwindigkeiten dient ein allgemeiner Ansatz, mit dem theoretische und empirische Zusammenhänge zwischen Wellenzahl- und Frequenzspektren der Kontaktflächen berücksichtigt werden. Von der Geschwindigkeit unabhängige Korrekturgrößen werden für andere Fahrbahnarten (insbesondere die Feste Fahrbahn ohne und mit schallabsorbierendem Belag) und für den besonders guten Fahrflächenzustand der Schienen berücksichtigt.

Fahrflächenzustände

Nach dem Stand der Technik wird in erster Linie zwischen relativ rauen Radlaufflächen GG-klotzgebremster Fahrzeuge, wie sie bei Güterwagen vorherrschen, und relativ glatten Radlaufflächen schiebengebremster Fahrzeuge, die überwiegend für Reisezugwagen eingesetzt werden, unterschieden. Als Bezug für die Relativierung dient der mittlere Fahrflächenzustand von Schienen. Durch besonderes „akustisches“ Schleifen werden Schienenfahrflächen erreicht, die im Mittel glatter als die Radlaufflächen schiebengebremster Fahrzeuge sind. Auf der anderen Seite können verriffelte Schienen deutlich rauer als mittlere Radlaufflächen GG-klotzgebrem-

ster Fahrzeuge sein, was jedoch nicht in eine Planung einzu-beziehen ist.

Von praktischer Bedeutung ist die Definition eines durchschnittlichen Schienenzustandes in Anlehnung an die derzeitige Regelung in der 16. BImSchV.

Methodisches Vorgehen

Tausende von Messungen, die in den letzten 10 Jahren vorwiegend im Auftrag des Umweltbundesamts und der Deutschen Bahn an mehr als 70 Messorten in Deutschland durchgeführt wurden, sind in einer Datenbank zusammen gefasst worden. Sie wurden zunächst nach beigefügten Beschreibungen in drei Gruppen von Schienenfahrflächen eingeteilt, nämlich „verriffelt“, „akustisch geschliffen“ und sonstige, die als „durchschnittlich“ bezeichnet wurden. Die statistische Analyse zeigte, dass sich die Gruppen überschneiden.

Den Messungen, die vorwiegend im üblichen Abstand 25 m von Gleismitte und 3,5 m über Schienenoberkante an Strecken in leichter Dammlage (mittlere Höhe des Schallstrahls über Grund > 2,2 m) durchgeführt worden waren, wurde ein zweidimensionales Rechenmodell mit anpassbaren Parametern gegenübergestellt. Darin wurde für die Zugarten ICE1 und ICE2, ICE3, ICE-T, IC, NV, S-Bahn Diesel-Triebzug und Güterzug neben den Rollgeräuschen auch alle sonstigen bekannten Geräusche nachgebildet. Der Einzelereignispegel einer Messung wurde mit dem Rechenwert der Geräuschimmission an einer Linienschallquelle verglichen und an diesen durch Parametereinstellung im Modell angepasst.

Zunächst wurde die Gruppe der „durchschnittlichen“ Schienenfahrflächen analysiert. In dieser Gruppe sind die Fahrflächen schiebengebremster Räder in ihrer Rauheit und entsprechend im Schalleistungspegel um etwa 10 dB kleiner, sodass aus den Messwerten die Beiträge von Schienenrauheiten zu ermitteln sind. Hier waren zunächst IC-Züge heranzuziehen. Etwa 4 bis 5 dB niedrigere Pegel für ICE1 und ICE2 decken sich mit der Erfahrung [2], nach der die Radabsorber zu einer verringerten Schallabstrahlung der Räder führen. Für ICE3 wurde die höhere Anzahl der Räder einer Fahrzeugeinheit berücksichtigt. Er lieferte dann aber noch im Mittel um 3 dB niedrigere Pegel, was auf Messungen an Hochgeschwindigkeitsstrecken mit überdurchschnittlich gutem Fahrflächenzustand zurück zu führen ist.

Mit den Ergebnissen für den Beitrag der Schienenrauigkeit wurden sodann Auswertungen für Güterzüge mit GG-Klotzbremsen vorgenommen. Die Streuungen sind durch die Bauart bedingt größer als bei schnellen Reisezügen, aber vergleichbar mit denen von Nahverkehrszügen, die gemischt mit Klotz- und Scheibenbremsen ausgerüstet sind.

Aus dem Vergleich der Messwerte von schiebengebremsten Fahrzeugen auf durchschnittlichem und auf akustisch ge-

schliffenem Gleis wurden eine frequenzabhängige Korrektur in den Oktavbändern bei und oberhalb von 500 Hz ermittelt. Sie wird in gleicher Höhe für den Schienenbeitrag von klotzgebremsten Fahrzeugen angesetzt, wirkt sich aber auf deren Gesamtemission nur wenig aus.

Weitere frequenzabhängige Korrekturen wurden für die Oberbauart Feste Fahrbahn (mit und ohne Absorber) ermittelt. Sie betreffen die Gesamtemission der Rollgeräusche durch Rad- und Schienenrauheiten. Auffällig sind besonders hohe Werte in den Oktavbändern um 500 Hz und 1 kHz. Die für Feste Fahrbahnen im unteren Frequenzbereich erforderliche Elastizität von Zwischenplatten führt im Vergleich mit dem Schwellengleis zu einer höheren Beweglichkeit und damit zu einer besseren Schallabstrahlung von den Schienen. Im Modell wurde ein Anteil der Pegelerhöhung dieser Ursache zugeordnet, um zu plausiblen Wirksamkeiten von Reflexionen an der Fahrbahn zu gelangen.

Unabhängig von solchen Reflexionen sind Rollgeräusche, die von den Aufbauten von Kesselwagen abgestrahlt werden. Sie liegen im Pegel um etwa 10 dB unter den von Rad und Schiene abgestrahlten Geräuschen, werden aber durch Schallschutzwände von 2 bis 3 m Höhe nicht abgeschirmt, sodass sie in diesen Fällen nicht zu vernachlässigen sind. Sofern nicht genauer bekannt, soll mit einem Anteil von 20% an allen Güterwagen gerechnet werden.

A-bewertete Gesamt- und Oktavbandpegel

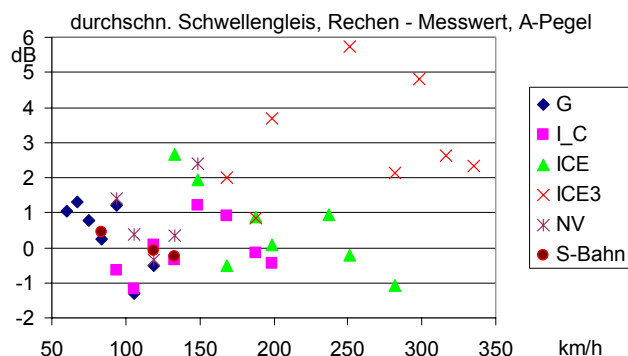
Vorläufige Ergebnisse für die A-bewerteten Schallleistungspegel von Rollgeräuschen sind in Tabelle 1 zusammen gestellt. In Geschwindigkeitsklassen ausgewertete Pegeldifferenzen zwischen Modell- und Rechenwerten zeigt Figur 2. Die Standard-Unsicherheit von wiederholten Messungen an Fahrzeugen mit Scheibenbremsen an einem Messort ist relativ klein, da die gleichbleibende Rauheit der Schienenfahrflächen maßgebend ist. Sie erreicht jedoch für verschiedene Messorte mit durchschnittlichem Fahrflächenzustand Werte von knapp 2 dB, die mit denen von Güterzügen an einem Messort vergleichbar sind.

Tabelle 1: Beiträge zum A-bewerteten Pegel der längenbezogenen Schallleistung einer Fahrzeugeinheit bei 100 km/h auf Schwellengleis ...

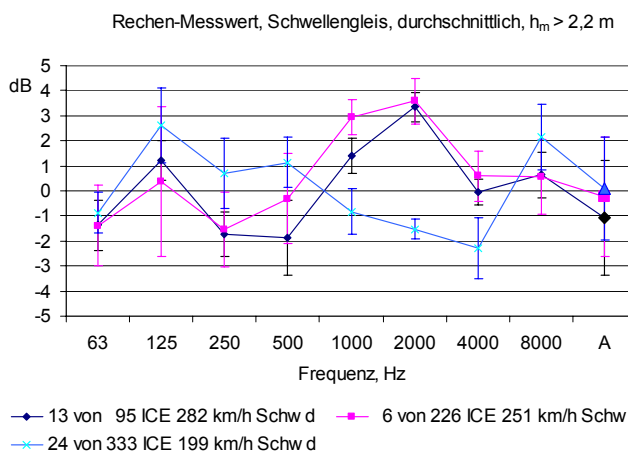
Fahrzeug	... bedingt durch Rauheit von Radlaufflächen	... bedingt durch Rauheit durchschnittlicher Schienenfahrflächen
ICE-Wagen	50 dB	60 dB
IC- und NV-Wagen mit Scheibenbremsen	55 dB	66 dB
NV- und G-Wagen mit GG-Klotzbremse	70 bis 71 dB	65 dB

Größere Abweichungen zwischen Modell- und Messwerten sind in Oktavbändern zu beobachten (s. Figur 2). Dies liegt

nicht so sehr an der fehlenden Mittelung über mehrere Oktavbänder, die den Gesamtpegel bestimmen, als an dem Umstand, dass in der Datenbank Spektralauswertungen vorwiegend für Abnahmemessungen auf einwandfreiem Gleis enthalten sind, während Rechenwerte sich auf einen durchschnittlichen Schienenzustand beziehen.



Figur 1: Pegeldifferenz zwischen Modell- und Messwerten, ausgewertet in Geschwindigkeitsklassen für alle Messorte mit $h_m > 2,2$ m



Figur 2: Pegeldifferenz zwischen Modell- und Messwerten, ausgewertet in Oktavbändern für x von insgesamt y Vorbeifahrten, für die der A-bewertete Gesamtschallpegel ermittelt wurde; die Geschwindigkeiten 282 km/h und 251 km/h wurden an einem Messort gefahren, die von 199 km/h an einem anderen Messort

Die Arbeiten wurden im Rahmen und unter Mitwirkung der Arbeitsgruppe 1 zur Schall 03 neu durchgeführt.

Schrifttum

[1] R.J. Diehl et al.: New concepts for the description of railway noise in Germany. Euronoise 2003
 [2] U.J. Kurze et al.: Future prediction scheme for sound propagation from German railways. DAGA 04
 [3] Schall 03 – Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Information Akustik 03 der DB, 1990