

Geräuschemission von Zugvorbeifahrten auf akustisch geschliffenen Gleisen

Heinz-Joachim Giesler, Umweltbundesamt, 14193 Berlin

1 Einleitung

Anlässlich der DAGA 2001 in Hamburg wurden Messergebnisse von Zugvorbeifahrten auf dem "besonders überwachten Gleis" mit akustisch geschliffenen Gleisen aus einer Kampagne im Jahre 2000 vorgestellt /1/. Viele Fragen blieben zu diesem Zeitpunkt noch unbeantwortet. Die Messungen wurden 2001 fortgesetzt, und es liegt jetzt ein abschließendes Ergebnis vor.

2 Geräuschemission und deren Berechnung

Im Bereich der Deutschen Bahn werden die Schienenfahrflächen der Gleise von Hauptstrecken etwa alle 6 bis 8 Jahre geschliffen. Dieser so genannte "Oberbauschliff" dient in erster Linie der Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit, hat jedoch auch Auswirkungen auf die Geräuschemission. Die Geräuschemission von Zugvorbeifahrten steigt im Laufe der Jahre an. Das ist im Wesentlichen auf die Riffelbildung auf der Schienenfahrfläche zurückzuführen. Die Verkehrslärmschutzverordnung /2/ bzw. die "Richtlinie zur Berechnung der Schallimmission von Schienenwegen", Schall 03 /3/, als Regelwerke zur Berechnung der Geräuschemissionen und -immissionen gehen von einem "durchschnittlichen" Schienenzustand aus, der als zeitliches Mittel zwischen zwei Schleifzeitpunkten zu verstehen ist.

3 Besonders überwachtetes Gleis (BüG)

Die Rechenvorschriften bieten die Möglichkeit, bei Fahrbahnen, bei denen aufgrund besonderer Vorkehrungen eine dauerhafte Lärmreduzierung nachgewiesen ist, diese Lärmreduzierung bei der Berechnung der Geräuschemission zu berücksichtigen. Für das "besonders überwachte Gleis" (BüG) kann bei der Berechnung der Geräuschemission nach einer Verfügung des Eisenbahnbundesamtes von 1997 ein Pegelabschlag von 3 dB(A) berücksichtigt werden. Dieser Abschlag wird begründet mit Ergebnissen von Messungen an einem Messort und mit Abstrichen an zwei weiteren Messorten mit Betonschwellengleisen. An diesen Messorten wurden die Gleise so genannt "akustisch" geschliffen. Die Deutsche Bahn ist verpflichtet, an Strecken, die als BüG ausgewiesen sind, dauerhaft ein niedriges Geräuschniveau zu gewährleisten. Diese Strecken werden des-halb im Abstand von 6 Monaten mit einem Schallmesswagen akustisch überwacht, und bei Erreichen einer Eingriffsschwelle ist dann ein erneuter Schliff fällig.

4 Schleifverfahren eines akustischen Schienenschliffes

Die Messungen des Jahres 2000 hatten u. a. zum Ergebnis, dass von den damals angewendeten 2 Schleifverfahren für den akustischen Schienenschliff - Schliff mit oszillierenden und Schliff mit rotierenden Schleifscheiben - das Verfahren mit rotierenden Scheiben zu inakzeptablen Ergebnissen hinsichtlich der Höhe der Geräuschemission führte. Daraufhin wurde diese Schleifmethode verändert. Die Modifizierung bestand im Wesentlichen darin, das Lagerspiel der Schleifmotoren einzuzengen, die Körnung der Schleifscheiben homogener zu gestalten und mit geringerem Fahrzeugvorschub zu arbeiten.

Beiden Schleifverfahren liegt folgende Arbeitsweise zugrunde:

1. Schliff mit rotierenden Schleifscheiben: Die Schleifscheiben drehen sich quer zur Schienenfahrfläche. Zunächst werden als Grundschliff (Oberbauschliff) die Unebenheiten auf der Schienenfahrfläche beseitigt. Zur Glättung der Schleifriefen wird in dem folgenden Arbeitsgang das oben genannte verfeinerte Verfahren angewendet.

2. Schliff mit oszillierenden Schleifsteinen: Schleifsteine bewegen sich in Längsrichtung auf der Schienenfahrfläche und oszillieren dabei mit einem Hub von ca. 10 cm (Herstellen des Oberbauschliffes). In einem zweiten Arbeitsgang werden die Schleifsteine zur Glättung der Schienenfahrfläche feststehend in Längsrichtung bewegt.

5 Messtechnische Überprüfung akustisch geschliffener Gleise

Das Umweltbundesamt (UBA) setzte im Jahre 2001 die 2000 begonnenen Messaktion an akustisch geschliffenen Betonschwellengleisen mit dem Ziel fort, die Höhe der Geräuschemission von Zugvorbeifahrten genauer zu untersuchen.

6 Durchführung der Messungen

Die Festlegungen in der Verkehrslärmschutzverordnung sowie der Schall 03 bilden die Grundlage der Messungen. Zur Kennzeichnung der Geräuschemission einer Zugvorbeifahrt dient der "normierte Emissionspegel". Ausgangswert ist der während einer Zugvorbeifahrt in 25 m Abstand zur Gleisachse und in 3,5 m über Schie-

nenoberkante gemessene Mittelungspegel. Dieser wird auf eine Bezugszeit von 1 Stunde umgerechnet und auf eine Zuglänge von 100 m, eine Geschwindigkeit von 100 km/h und einem Scheibenbremsanteil von 100 % normiert. Durch energetische Mittelung der normierten Emissionspegel jeder Vorbeifahrt wird der normierte Emissionspegel je Messpunkt für jede Fahrzeugart berechnet.

7 Messergebnis

In Tabelle 1 sind für die jeweilige Schleifmethode die normierten Emissionspegel je Zugart aller Messgleise zusammengefasst worden. Der Mittelwert über alle Zugarten ergibt sich aus einer energetischen Mittelung.

Schleifart	Anz. Messgleise	mittlerer normierter Emissionspegel in dB(A)					Mittelwert
		ICE	IC/IR	mischgebremst	scheibengebremst	G	
rotierend	9	42,2	46,7	52,2	46,7	52,5	49,8
oszillierend	10	40,8	47,0	51,5	47,9	52,5	49,6

Tabelle 1: Normierter Emissionspegel von Vorbeifahrten der jeweiligen Zugart und Mittelwert über alle Zugarten.

Wie aus bisher noch nicht veröffentlichten Untersuchungen des UBA hervorgeht, liegt bei Reisezügen mit scheibengebremsten Rädern (ICE, IC/IR, scheibengebremster Nahverkehr) auf akustisch geschliffenen Gleisen die normierte Emissionspegel nach Tabelle 1 im Mittel 2 bis 3 dB(A) unter denen oberbaugeschliffener Gleise. Auffällig sind in Tabelle 1 jedoch die hohen Pegel von Zügen mit Wagen mit klotzgebremsten Rädern (mischgebremster Nahverkehr, Güterzüge). Bei diesen Fahrzeugen wurden nach Tabelle 1 bei akustisch geschliffenen Gleisen gegenüber denen mit einem Oberbauschliff sogar im Mittel bis zu 1 dB(A) höhere Pegel ermittelt. Als Grund dafür kommt die rauhe, durch den Grauguss-Bremsklotz beschädigte Radlaufläche infrage. Die negativen Auswirkungen der Klotzbremse überkompensieren in diesem Fall den positiven Einfluss der akustisch geschliffenen Schienenfahrfläche. Daraus folgt, dass der Einfluss des akustischen Schliffes auf die Geräuschemission auf Wagen mit klotzgebremsten Rädern eher gering ist.

8 Qualität des akustischen Schienenschliffes

Zur Überprüfung der Qualität des Schienenschliffes kann neben der Schallmessung mit dem Schallmesswagen, der allerdings alle akustischen Einflüsse eines Gleises erfasst, die Rauigkeit der Schienenfahrfläche bestimmt werden. Beide Möglichkeiten standen dem UBA im Rahmen der Messkampagne nicht zur Verfügung. Eine weitere Möglichkeit bietet die Frequenzanalyse des Vorbeifahrtpegels. Das UBA wies nach, dass sich die Rauigkeit der Schienenfahrfläche in der Höhe des Pegels in der 2 kHz-Oktave abbildet /4/. Daher wurden Frequenzspektren von Zugvorbeifahrten der IC/IR-Züge - diese Zugart hat ein sehr homogenes Wagenmaterial - aller Messgleise angefertigt. Bild 1 zeigt beispielhaft das Spektrum an einem Messort, das als typisch für ein akustisch geschliffenes Gleis angesehen werden kann.

Bild 1 zeigt, dass die Pegelerhöhung im Bereich von 2 kHz nur noch wenige dB beträgt. Hier bildet sich eine unvermeidbare Restrauigkeit der Schienenfahrfläche ab. Vergleichsweise sind bei einem oberbaugeschliffenen Gleis durchschnittlich 5 bis 10 dB zu erwarten. Somit kann gesagt werden, dass mit dem akustischen Schienenschliff ein Optimum in der Möglichkeit, die Geräuschemission durch einen Schienenschliff abzusenken, erreicht wurde. Weitere Pegelminderungen sind nur durch andere Maßnahmen, beispielsweise am Fahrzeug denkbar.

9 Einfluss unterschiedlicher Schieneneinfederung auf die Geräuschemission

Der konventionelle Aufbau eines Gleises mit UIC60-Schienen sieht als Dämpfungselement eine Zwischenlage zwischen Schienenfuß und Betonschwelle vor. Die Einfügungsdämpfung beträgt 500 bis 800 kN/mm. Zur Entlastung des Schienenoberbaus werden seit einigen Jahren vorwiegend bei Schnellfahrstrecken weichere Dämpfungselemente (24 bis 70 kN/mm) verwendet. Erste Messergebnisse deuteten darauf hin, dass sich mit den weichen

Zwischenlagen die Geräuschemission um mehrere dB(A) erhöht. Im Rahmen der in diesem Bericht beschriebenen Untersuchungen mit sehr guter Güte der akustisch geschliffenen Schienenfahrfläche schloss sich eine Untersuchung über den Einfluss der Schieneneinfederung auf die Geräuschemission von Zugvorbeifahrten an. Tabelle 2 nennt den Pegelunterschied, der sich in der Geräuschemission von IC/IR- und Güterzügen zwischen Gleisen mit normalen und weichen Zwischenlagen ergibt. Als Datengrundlage dienen die Gleise mit akustischem Schienenschliff.

Schieneneinfederung	mittlerer normierter Emissionspegel in dB(A)	
	IC/IR	G
normale (harte) Zwischenlage	46,6 ± 0,3	52,2 ± 0,5
weiche Zwischenlage	47,3 ± 0,6	53,2 ± 1,4
Pegeldifferenz zwischen normal und weich	0,7	1,0

Tabelle 2: Einfluss der Schieneneinfederung auf die Geräuschemission (aus Pegeln)

Die Aussage nach Tabelle 2 ist insbesondere bei Güterzügen mit größerer Unsicherheit behaftet. Daher wird mit Hilfe von Frequenzspektren der Einfluss des Pegels der 1 kHz-Oktave (Geräuschabstrahlung von der Schiene) auf den wesentlichen Teil der Geräuschemission, der Geräuschabstrahlung von Schiene und Rad (1 und 2 kHz-Oktave) betrachtet.

Schieneneinfederung	Einfluss der Schiene auf die Emission von Rad und Schiene in dB(A)	
	IC/IR	G
normale (harte) Zwischenlage	1,6	4,0
weiche Zwischenlage	2,2	4,0
Pegeldifferenz zwischen normal und weich	0,6	0

Tabelle 3: Einfluss der Schieneneinfederung auf die Geräuschemission (aus Spektren)

Die Tabellen 2 und 3 zeigen, dass die Pegeldifferenzen beim IC/IR fast übereinstimmen und beim Güterzug eine Differenz von 1 dB(A) zwischen beiden Auswertemethoden besteht.

Zusammengefasst ist von einer Erhöhung der Geräuschemission durch die weiche Schieneneinfederung von im Mittel weniger als 1 dB(A) auszugehen.

Zusammenfassung

Im Bereich der Deutschen Bahn werden Gleise bei Anwendung des "besonders überwachten Gleises" nach Überschreiten einer Eingriffsschwelle der Geräuschemission akustisch geschliffen. Die Geräuschemission von Zugvorbeifahrten auf akustisch geschliffenen Gleisen wurde gemessen und das Messergebnis bewertet. Als wesentliche Ergebnisse sind zu nennen:

- Die untersuchten Schleifverfahren sind für den akustischen Schienenschliff geeignet.
- Es wird nachgewiesen, dass mit einer weiteren Verfeinerung dieser Schleifverfahren das Geräuschniveau nicht weiter abgesenkt werden kann. Hier ist ein Optimum erreicht.
- Die Geräuschemission von Wagen mit klotzgebremsten Rädern ist infolge der Beschädigung der Radlaufläche durch den Graugussklotz hoch und durch den akustischen Schliff kaum zu beeinflussen.

Darüber hinaus wurde festgestellt, dass eine weichere Schieneneinfederung durch entsprechende Zwischenlagen zwischen Schiene und Schwelle die Geräuschemission gegenüber der normalen seit Jahrzehnten verwendeten sehr viel härteren Zwischenlage nur unwesentlich erhöht.

Literatur

- /1/ Giesler, H.-J.: Geräuschemission akustisch geschliffener Gleise. Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, Herausgeber DEGA e.V. Oldenburg
- /2/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsgesetzes v. 12.6.1990. Bundesgesetzblatt (1990), Teil 1, S. 1036 - 1052
- /3/ Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Schall 03, Ausgabe 1990, Deutsche Bahn AG, Frankfurt/M.
- /4/ Giesler, H.-J., Wende, H., Nolle, A.: Geräuschemissionen von Zügen in Abhängigkeit von der Schwellenart und dem Zustand der Schienenlaufläche. Z. f. Lärmbekämpfung 42 (1995) S. 121 - 130.

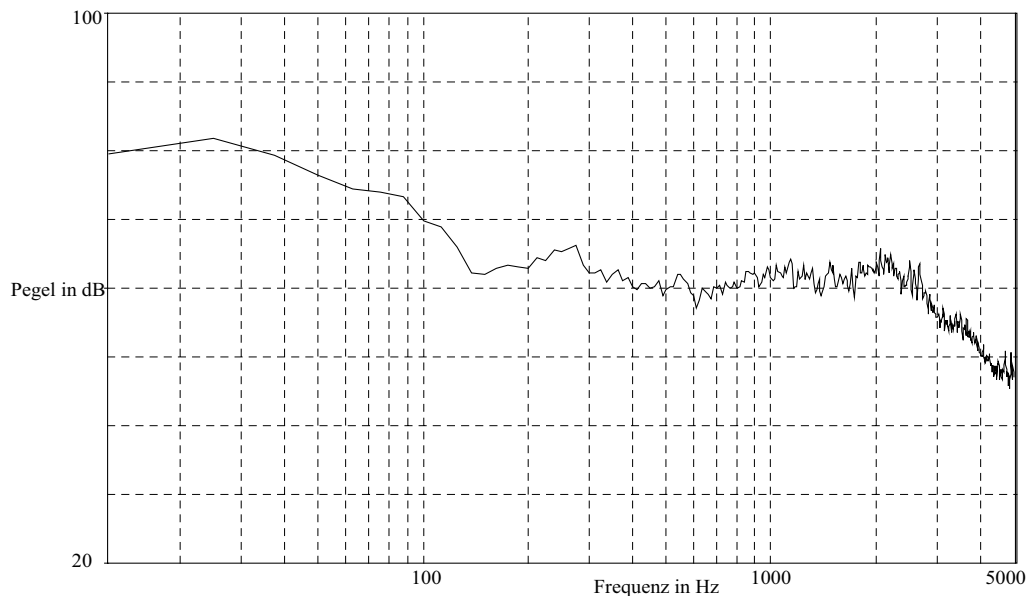


Bild 1: Spektrum von IC/IR-Zugvorbeifahrten auf einem akustisch geschliffenen Gleis