

Kurvengeräuschminderung durch Radbedämpfung (Reduction of Squeal Noise by Damping of Wheels)

U. Lenz

Ingenieurbüro Uderstädt + Partner

Ladenspelderstraße 61

45147 Essen

Deutschland

ibu@uderstaedt.de

Einleitung

Eine wesentliche Lärmquelle bei Straßenbahnen stellt das in engen Gleisbögen auftretende Kurvenquietschgeräusch dar. Die Notwendigkeit der Minderung dieser Quietschgeräusche ist unzweifelhaft gegeben. In der Vergangenheit wurden vielfältige Forschungen zu diesem Thema bereits durchgeführt. Im Rahmen dieser Forschungen wurden die grundlegenden Möglichkeiten der Kurvengeräuschminderung ermittelt und entsprechende Produkte entwickelt. Trotzdem wurde die Kurvengeräuschproblematik in praxi nicht gelöst. Daher wurde im Sommer 2005 ein neues vom Bundeswirtschaftsministerium gefördertes Forschungsvorhaben in Deutschland initiiert. In dem Projekt arbeiten verschiedene Partner in insgesamt 4 Hauptarbeitspaketen (Bild 1) zusammen.

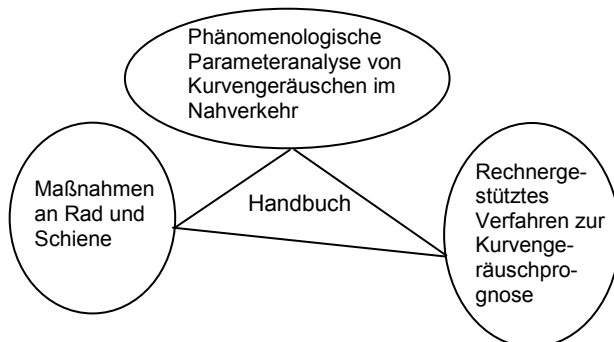


Bild 1: Übersicht Arbeitspakete Forschungsvorhaben

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens werden in einem Handbuch Kurvengeräusche zusammenfließen und voraussichtlich im Herbst 2009 im Rahmen einer Tagung der Öffentlichkeit vorgestellt. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde von der Fa. Polyplan GmbH, Straßlach, eine Radbedämpfung entwickelt. Im Folgenden wird hierüber berichtet.

Konstruktion

Für die Radbedämpfung wird ein Polyurethan einer speziellen Mischung verwendet. Das Material wird unter Verwendung einer Schalung beidseitig in flüssiger Form auf die Radscheibe aufgebracht. Bei entsprechender Vorbehandlung haftet das Polyurethan dauerhaft an der Radscheibe. Das Material lässt sich problemlos nachträglich an vorhandenen Fahrzeugen installieren. Durch Formgebung der Schalung kann es an die jeweiligen Lichtraumprofile angepasst werden.

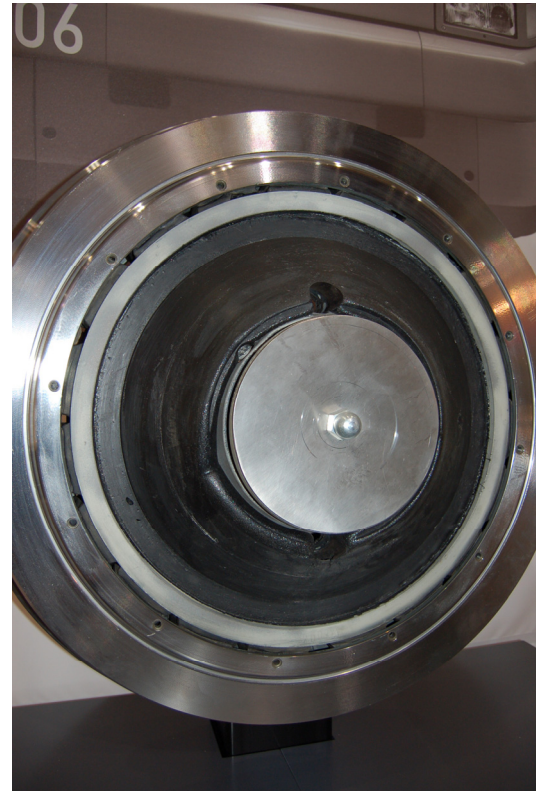


Bild 2: Radbedämpfung am Bochumer Rad

Voruntersuchung im Labor

Für die Radbedämpfung wird ein Material mit guten Dämpfungseigenschaften benötigt. Weiterhin muss das Material unter Witterungseinflüssen dauerhaft sein und an der Radscheibe über den Einsatzzyklus eines Drehgestells haften. Zur Prüfung dieser Eigenschaften wurden umfangreiche Laborversuche durchgeführt. Die Ermittlung der dynamischen Eigenschaften wurde zunächst an einer Stahlscheibe (Bild 3) im Labor durchgeführt. Hierzu wurde die Stahlscheibe mit einem Piezo über den Frequenzbereich 500 bis 4000 Hz angeregt. Gemessen wurden die Schwingbeschleunigungen. In einem weiteren Schritt wurden dann von der TU Berlin, Fachgebiet Technische Akustik, Untersuchungen an Radscheiben durchgeführt. Hierbei wurden die Radscheiben mit einem Impulshammer angeregt.



Bild 3: Laborversuche an einer Stahlscheibe

Basierend auf den Ergebnissen der Laborversuche erfolgte dann die Festlegung des Materials für die praktischen Versuche.

Ausrüstung von Straßenbahnen

Die in das Projekt eingebundenen Stadtwerke München stellten für entsprechende Versuche Straßenbahnen zur Verfügung (Bild 4 + 5).



Bild 4: Niederflrbahn München

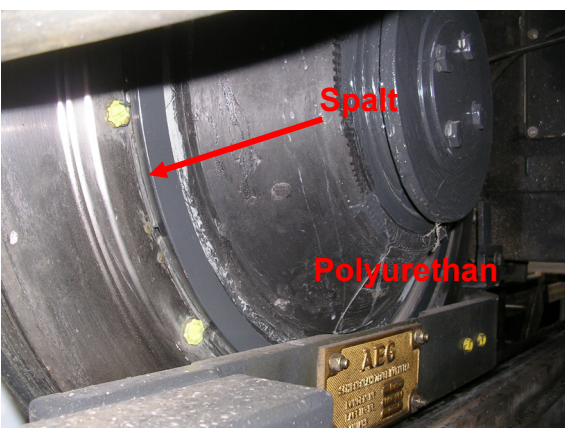


Bild 5: Radbedämpfung an der Niederflrbahn

Im Sommer 2007 wurde das Fahrzeug Nr. 2105 und im Sommer 2008 das Fahrzeug Nr. 2106 mit der Radbedämpfung vollständig ausgerüstet. In zwei weiteren Straßenbahnen wurden jeweils in einem Drehgestell die Räder mit der Radbedämpfung ausgestattet.

Ortsfeste Messung

Erfahrungsgemäß sind Kurvengeräusche stark witterungsabhängig, sodass sich Nachweismessungen nur kurzfristig planen lassen. Bei den Stadtwerken München besteht die Möglichkeit, im Betriebshof Einsteinstraße in einer überdachten Abstellhalle entsprechende Messungen durchzuführen. Hier wurden im Herbst 2007 und im Herbst 2008 Schallmessungen beim Durchfahren verschiedener Bögen durchgeführt (Bild 6).



Bild 6: Luftschallmesspunkt

Bei diesen Messungen wurden die Emissionen der behandelten Fahrzeuge 2105 und 2106 sowie weiterer Linienfahrzeuge (2142 und 2170) erfasst. In Tabelle 1 sind die Schallleistungspegel dieser Messungen zusammengefasst. Dargestellt sind die Mittelwerte aus mehreren Vorbeifahrten einer Reihe von Fahrten.

Gleis Nr.	Fahrzeug Nr.	Schallleistungspegel	
		im Jahr 2007	im Jahr 2008
14	2170	103,2	-
14	2105	86,7	-
14	2170	99,4	-
17	2142	-	98,5
17	2105	-	90,0
17	2106	-	93,4
23	2142	-	94,2
23	2170	102,4	-
23	2105	93,8	89,0
24	2170	101,0	-
24	2105	95,6	-
26	2142	-	97,4
26	2105	-	93,0
26	2106	-	90,2

Tabelle 1: Messergebnisse

Aus den Messergebnissen lässt sich ablesen, dass der bei Straßenbahnvorbeifahrt entstehende Schallleistungspegel

pegel sich durch die Radbedämpfung um 5 – 15 dB(A) reduzieren lässt.

Aus den vor Ort aufgezeichneten Schallpegelverläufen wurden u. a. Farbkonturplots erstellt. Den Bildern 6 – 10 sind die Farbkonturplots unterschiedlicher Fahrten und Messungen beispielhaft zu entnehmen.

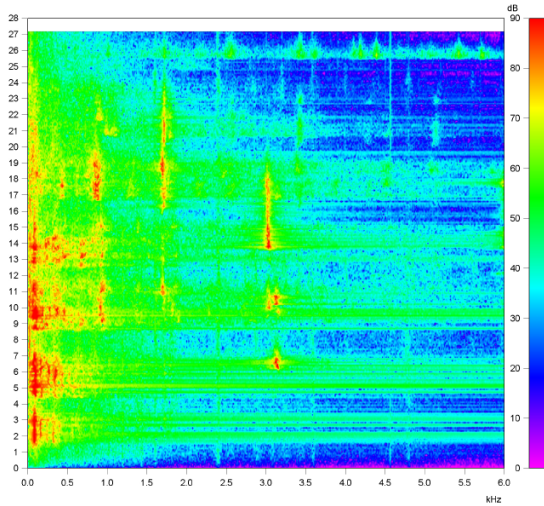


Bild 7: Gleis 23, Fahrzeug 2170, Jahr 2007

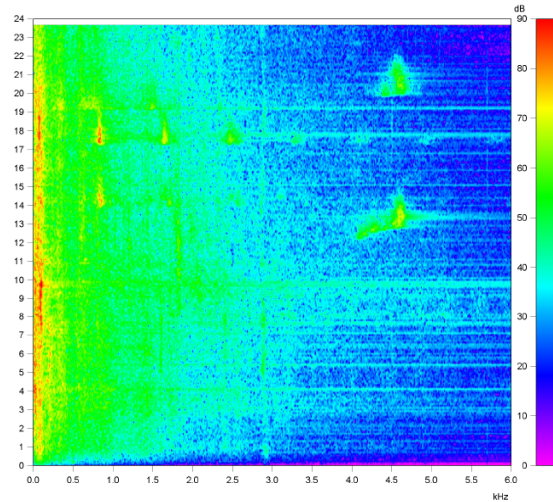


Bild 10: Gleis 17, Fahrzeug 2105, Jahr 2008

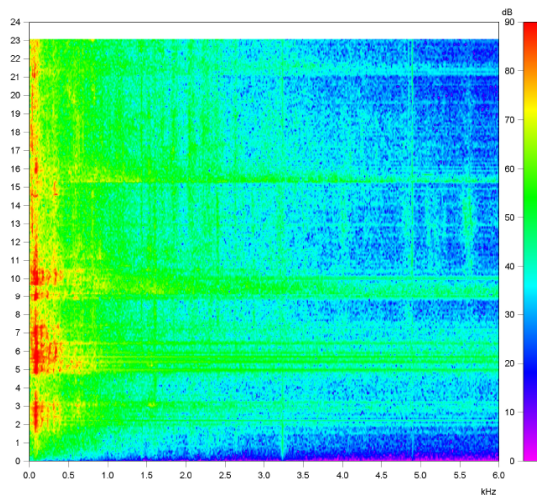


Bild 8: Gleis 23, Fahrzeug 2105, Jahr 2007

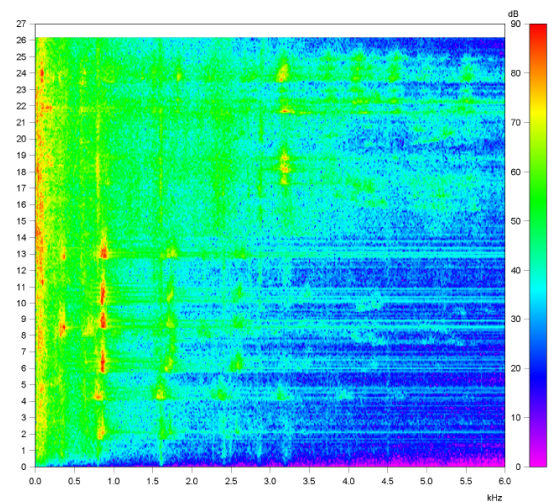


Bild 11: Gleis 17, Fahrzeug 2106, Jahr 2008

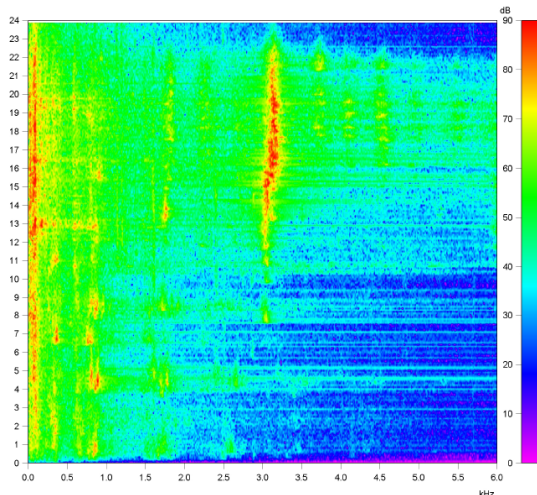


Bild 9: Gleis 17, Fahrzeug 2142, Jahr 2008

Aus den Bildern 7 – 11 lässt sich ablesen, dass die Radbedämpfung das Auftreten signifikanter Quietschfrequenzen verhindern kann. Nicht alle Messergebnisse sind so eindeutig wie die abgebildeten. Im Januar 2009 erfolgte eine dritte Messung, die noch nicht abschließend ausgewertet ist. Es ist aber schon erkennbar, dass die Ergebnisse weniger gut sind. Derzeit wird davon ausgegangen, dass das Material bei den tiefen Temperaturen kein so gutes Dämmvermögen aufweist. Insofern werden hier noch Verbesserungen der Materialmischung vorgenommen. Insgesamt gesehen ist aber festzustellen, dass mit der Radbedämpfung eine signifikante Beeinflussung der Kurvenquietschgeräusche möglich ist.