

Erfahrungen mit Körperschall- und Erschütterungsschutz bei der Wiener Straßenbahn und U-Bahn

Andreas Oberhauser¹, Günther Achs², Michael Göbl², Fritz Kopf²

¹ Wiener Linien GmbH & Co KG, 1031 Wien, E-Mail: andreas.oberhauser@wienerlinien.at

² FCP ZT GmbH, 1140 Wien, E-Mail: achs@fcp.at; mgoebl@fcp.at; kopf@fcp.at

Körperschall- und Erschütterungsschutz aus Sicht eines Verkehrsunternehmens

Ein Nahverkehrsbetreiber ist bestrebt, die Zugangswege zu den U-Bahn- und Straßenbahn-Stationen möglichst kurz zu halten. Somit wird die Schieneninfrastruktur nahe an Wohn- und Bürogebäude herangebaut, wodurch, bedingt durch die Nähe, eine gewisse Schall- bzw. Erschütterungsbelastung in den Wohneinheiten gegeben ist. Je nach Bebauungskategorie sind in den in Österreich geltenden Normen und Verordnungen [1,2] Richt- bzw. Grenzwerte vorgeschrieben, die am Immissionsort einzuhalten sind. Dieser Artikel befasst sich nicht mit dem Körperschall- und Erschütterungsschutz bei Neubauprojekten, sondern mit den Herausforderungen von Erneuerungsarbeiten im Bestand. Bauarbeiten im Bestand stellen in der Regel die größere Herausforderung dar, als ein Neubau-Projekt. Bauarbeiten im Rahmen von Erhaltungsarbeiten werden oft sogar unter Beibehaltung des Zugbetriebes durchgeführt. Die hierbei zur Verfügung stehenden Bau-Projektvolumina erlauben in der Regel kein umfassendes Messprogramm in der naheliegenden Bebauung zur schalltechnischen Bemessung, vielmehr muss mit einer Auswahl an standardisierten Bauformen das Auslangen gefunden werden [3]. Der heterogene, innerstädtische Untergrund mit all seiner anthropogenen Beeinflussung sorgt jedoch in der Ausbildung seiner Übertragungsfunktionen manchmal für Überraschungen. Die Erfahrung mit den Bauprojekten der letzten Jahre zeigt, dass eine Vor- und Nachmessung in Anlehnung an die geltenden Normen und Richtlinien [4,5] aus Gründen der Nachweisführung sinnvoll ist.

Frequenzverhalten der Masse-Feder-Systeme und der Gebäude

Wie von Prof. Steinhauser [6] dargestellt, weisen Gebäudeeigenfrequenzen einen Zusammenhang mit der Gebäudehöhe auf, und auch die Deckeneigenfrequenzen sind von deren konstruktiver Ausbildung abhängig. Sowohl Holztram- als auch Massivdecken können häufig erste Eigenfrequenzen zwischen 15 und 30 Hz aufweisen.

Die Masse-Feder-Systeme (= MFS) der Straßenbahn weisen rechnerisch ermittelte Eigenfrequenzen zwischen 16 und 25 Hz auf, im U-Bahn Bereich etwa 20 Hz. Die Einfügedämmmaße sind, wie in Abbildung 2 ersichtlich, für verschiedene Bauformen der MFS der Straßenbahn dargestellt.

Die rechnerische Ermittlung der Eigenfrequenzen der MFS erfolgte mit dem in Abbildung 1 dargestellten Modell eines Dreimassenschwingers [7].

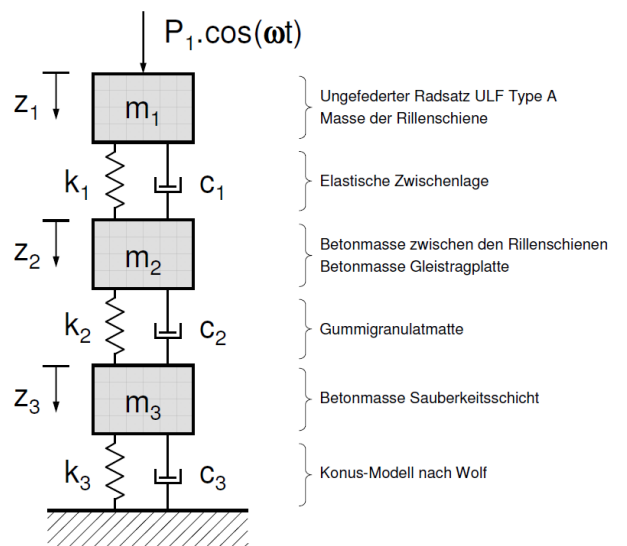


Abbildung 1: Bei Berücksichtigung aller elastischen Lagen im System des Straßenbahnoberbaus ergibt sich ein numerisches Modell des Dreimassenschwingers. ULF = Ultra Low Floor Straßenbahn der Wr. Linien. Quelle: [7]

Es zeigt sich, dass die Eigenfrequenzen der beschriebenen MFS in ähnlichen Frequenzbereichen zu liegen kommen, in welchen sich auch die Eigenfrequenzen verschiedener Gebäudedecken bewegen. Nachmessungen an eingebauten Systemen haben in der Praxis jedoch gezeigt, dass das negative, rechnerisch ermittelte Einfügedämmmaß (Verstärkung), welches die theoretische Betrachtung liefert, in der Praxis nicht auftritt.

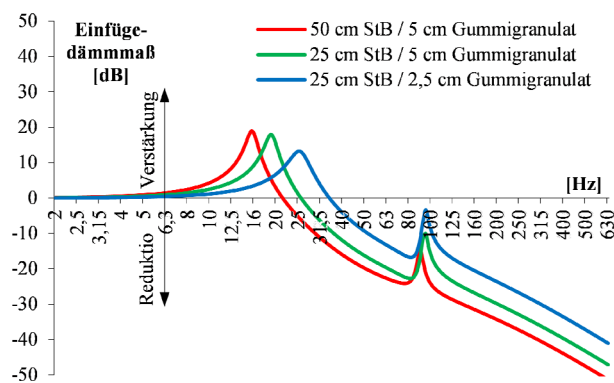


Abbildung 2: Rechnerisch ermittelte Einfügedämmmaße für drei verschiedene Oberbausysteme der Wiener Straßenbahn. Es handelt sich um Kombinationen verschiedener Gleistragplattenstärken und Gummigranulatstärken (StB = Gleistragplatte aus Stahlbeton). Quelle: [7].

In der Praxis tritt bereits eine Schwingungsdämmung ab der 1,41-fachen Eigenfrequenz auf, es kommt jedoch zu keiner Verstärkung in den Bereichen der ersten Eigenfrequenzen des Systems, wie es die rechnerische Ermittlung in Abbildung 2 vermuten lassen würde!

Anwendungsbeispiel eines Masse-Feder-Systems der Straßenbahn in der Nähe eines Krankenhauses

In der Kinderspitalgasse in Wien wurde im Jahr 2006 der bestehende Straßenbahnoberbau einer Erneuerung unterzogen. Der bestehende Oberbau war in diesem Fall das alte System des „Gummi-Styropor“ Oberbaus der Wiener Linien. Dies bedeutet, dass die Schiene auf einer (im Regelfall) ungefederten Beton-Gleistragplatte gelagert wurde. Die elastische Komponente des Systems bestand aus einer abwechselnden Lagerung der Schiene auf Gummi- und Styroporplatten. Im Rahmen der Erneuerung wurde ein Masse-Feder-System eingebaut, welches durch ein detailliertes Messprogramm begleitet wurde. Eine erfolgreiche Abstimmung der Komponenten des MFS erbrachte nach Fertigstellung der Bauarbeiten wesentliche Verbesserungen am Immissionsort, wie die grafische Darstellung der Reduktion der Schnellepegel in Abbildung 3 zeigt.

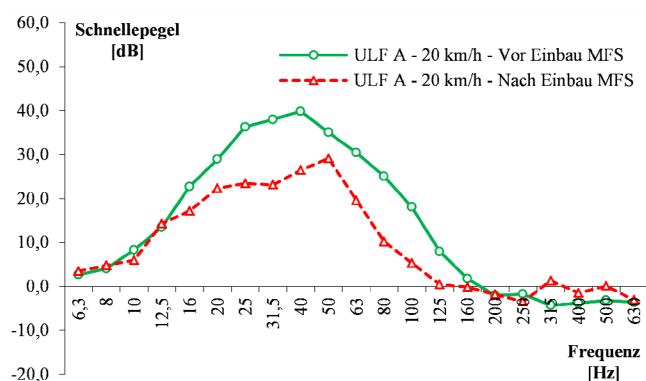


Abbildung 3: Messtechnisch ermittelte Differenz der Schnellepegel der Vormessung (grün) und der Nachmessung (rot, strichliert) für das Straßenbahn Masse-Feder-System in der Nähe eines Wiener Spitals. Die Messpunkte lagen dabei möglichst nahe an der Gleistragplatte (Entfernung rund 8m von der Gleisachse).

Baupraktische Erfahrungen mit Oberbauformen

Die Erfahrungen aus verschiedenen Gleisbaustellen haben gezeigt, dass einige Bereiche der technischen Ausführung besonderes Augenmerk verlangen. Folgende Bereiche sind für die korrekte Funktion des MFS von großer Wichtigkeit:

- ausreichende Verdichtung des Untergrundes
- korrekte, erschütterungstechnische Trennung (Entkoppelung) der schwingenden Massen des MFS (siehe Abbildung 4) von der Umgebung
- korrekte, erschütterungstechnische Trennung der Künetten bei Einbautenquerungen vom MFS



Abbildung 4: Ein wesentlicher Bereich ist die korrekte Entkoppelung der Trennfuge zwischen Schienenummantelung und Seitentrogplatten bzw. Ort beton-Anschluss.

Insbesondere später durchgeführte Einbautenquerungen von Leitungsträgern können die Übertragungsfunktion zwischen dem MFS und dem Immissionsort (Gebäudeinneres) wesentlich verändern! Eine korrekte messtechnische Begleitung der Gleisbaustellen ist somit aus Gründen der Beweissicherung in sensiblen Bebauungsgebieten wesentlich.

Literaturverzeichnis

- [1] Verordnung des Bundesministers für öffentliche Wirtschaft und Verkehr über Lärmschutzmaßnahmen bei Haupt-, Neben- und Straßenbahnen (Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung - SchIV); StF: BGBl. Nr. 415/1993
- [2] ÖNORM S 9012, „Beurteilung der Einwirkung von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf den Menschen in Gebäuden – Schwingungen und sekundärer Luftschall“; Österreichisches Normungsinstitut (ON); Februar 2010.
- [3] Handbuch der Oberbauformen im Streckennetz der Wiener Linien; FCP ZT GmbH und Wiener Linien GmbH & Co KG; Technischer Bericht im Auftrag der Wiener Linien; 2010
- [4] ÖNORM S 9020: Bauwerkserschütterungen; Sprengerschütterungen und vergleichbare impulsförmige Immissionen; Österreichisches Normungsinstitut (ON); August 1986
- [5] RVE 04.02.01: Messen von Erschütterungen und Sekundärem Luftschall; Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, Jänner 2012.
- [6] Steinhauser, P.: Geo- und baulastdynamische Rahmenbedingungen für Masse-Feder-Systeme. ETR Eisenbahntechnische Rundschau (Austria), 12/2013, 66-71
- [7] Kopf, F.: Numerische Untersuchung - MFS bei Straßenbahnen unter Berücksichtigung der elastischen Lagerung (Schienen und Gleistragplatte) - Erschütterungen und Sekundärer Luftschall; Technischer Bericht im Auftrag der Wiener Linien, Bericht 06/1122-03