



Projekt S047/10030/2013: „Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur dynamischen Beanspruchung von Schienenbefestigungen bei hochfrequenten Anregungen“

Technische Universität München

Lehrstuhl und Prüfam für Verkehrswegebau

München, 25.02.2014

Die Problematik der Bildung von Unebenheiten auf dem Fahrspiegel von Eisenbahnschienen ist annähernd so alt, wie der Schienenverkehr selbst. Obwohl seit den ersten Forschungsvorhaben mehr als 100 Jahre vergangen sind und die Forschung weltweit in diesem Bereich seitdem ständig vorangetrieben wurde, bleiben einige Aspekte dieses Problems weiterhin ungelöst.

Bisherige Forschungsvorhaben befassen sich zumeist mit den Verschleißerscheinungen der Schienenoberfläche, der Entstehung und Prognose der Schienenfehler und den damit einhergehenden Schadensmechanismen, sowie möglichen Gegenmaßnahmen.

Ungelöst dagegen bleibt die Fragestellung, wie die hochfrequente dynamische Anregung des Oberbaus (verursacht durch eine Überrollung der Unebenheiten) die Dauerhaftigkeit der weiteren Oberbaukomponenten beeinträchtigt.



Abbildung 1: Riffelbildung entlang des Fahrspiegels[1]

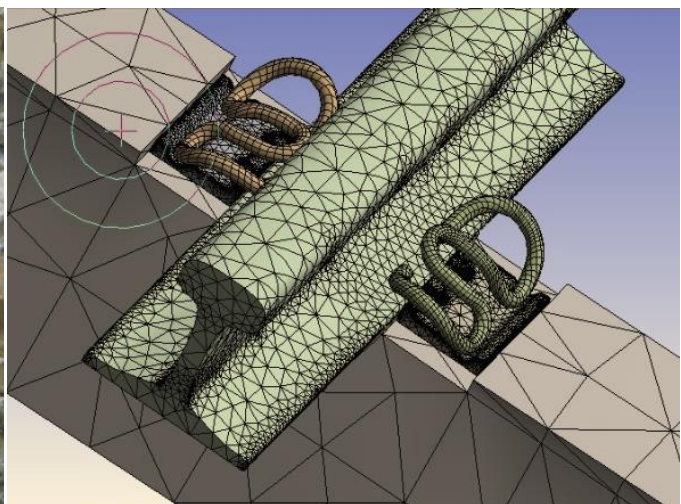


Abbildung 2: Simulation eines Schieneneinzelstützpunktes

[1] CORREA, N. (2010), Rail corrugation in high speed lines, Wear 271 (2011) 2438-2447, Elsevier



Die Schädigung von Komponenten des Eisenbahnoberbaus, die sich bei Überfahren von Schienenunebenheiten und der damit verbundenen hochfrequenten Anregung des Oberbaus ergibt, soll theoretisch und experimentell untersucht werden. Ferner sollen mögliche Lösungsansätze geliefert werden, auf welche Weise eine Anpassung einzelner Schienenbefestigungskomponenten stattfinden muss, um die Schädigung zu minimieren.

In einer ersten Literaturlauswertung werden relevante Theorien zur Entstehung von wellenförmigen Unebenheiten auf der Schienenfahrfläche zusammengestellt. Ferner werden einschlägige mathematische Modelle, sowie Simulationsmodelle vorgestellt, die sich mit der Vorhersage der Entstehung der Schienenfehler befassen.

In einem weiteren Schritt werden bis dato bekannte Schadensfälle und Schadensbilder katalogisiert, und beispielsweise den unterschiedlichen Ausführungen des Eisenbahnoberbaus zugeordnet und statistisch ausgewertet. Darüber hinaus soll ein typisches Anregungsspektrum gefunden werden, das als Eingangsgröße für die späteren Simulationsrechnungen dient.

Durch Kenntnis einer typischen Ausprägung von Schienenunebenheiten (und die damit einhergehende dynamische Anregung) lassen sich die generierten Simulationsmodelle mit der entsprechenden Belastung berechnen und die Folgen untersuchen. Für die Untersuchung der Schienenbefestigung werden zwei separate Modelle für ein Schienenbefestigungssystem auf Fester Fahrbahn und einem System auf Betonschwelle in Schotteroberbau eingeführt.

In einer ersten Modalanalyse werden für die relevanten Frequenzbereiche die Eigenformen und Eigenfrequenzen ermittelt, die im Einklang mit den bekannten Schadensbildern stehen. Durch Mehrkörpersimulationen (MKS) kann die Schwingungsantwort von Schienenbefestigungskomponenten (z.B. spannungshaltenden Federelementen) bei hochfrequenter Anregung ermittelt werden. Die Kopplung des MKS-Modells mit Modellen der Finite Elemente Methode ermöglicht die Berechnung von Spannungen und ferner die Analyse der Ermüdung einzelner Systemkomponenten. Ausgehend hiervon kann eine Anpassung der Schienenbefestigungskomponenten in Geometrie und Steifigkeit/Vorspannung erfolgen und in einer zweiten Simulation die Optimierung der Einzelkomponenten hinsichtlich einer dynamischen Anregung nachgewiesen werden.

Um die Simulationsmodelle zu kalibrieren und belastbare Aussagen zum Schwingungsverhalten im hochfrequenten Bereich zu erhalten, sind Messungen im Betriebsgleis vorgesehen.