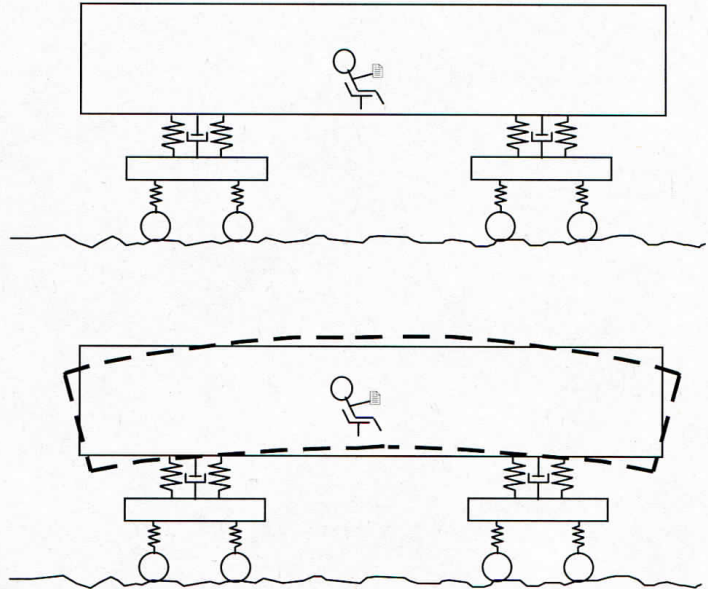


Komfortanalyse eines Personenwagens mit elastischem Wagenkasten

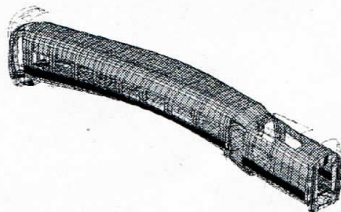
Stefan Dietz, TU Berlin und Roger Gansekow, Siemens Schienenfahrzeugtechnik

Der Fahrkomfort von Schienenfahrzeugen wird gewöhnlich in einem Frequenzbereich bis etwa 30 Hz beurteilt. Neben den Starrkörperschwingungen liegen auch die Strukturschwingungen des Wagenkastens in diesem Bereich. Negative Auswirkungen insbesondere der vertikalen Wagenkastenbiegung auf den Fahrkomfort können nicht ausgeschlossen werden, so daß für moderne Entwicklungen die Simulation mit Mehrkörpermodellen um eine elastische Modellierung des Wagenkastens erweitert werden sollte. Entsprechende Untersuchungen eines Triebwagens für die DB AG wurden mit einem gemischten Starrkörper- und Modalansatz der Programme SIMPACK und ANSYS durchgeführt. Durch elastische Ankopplung der Transformatoren und eine Längsentkopplung der Drehdämpfer konnte der Komfort des Fahrzeugs deutlich verbessert werden.



MODELLIERUNG

Das ANSYS Wagenkastenmodell, bestehend aus 21976 Elementen mit 19380 Knoten und nach einer statischen Kondensation (Guyan-Reduktion) 530 Freiheitsgraden, beschreibt den Wagenkasten eines Personenwagens mit Mittel- und Endeinstieg, so-



wie Fenstern und Dachöff-

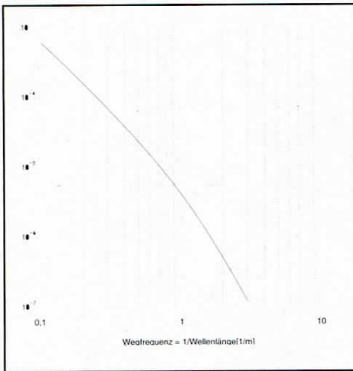
nungen für Klimageräte und wurde für die Eigenwertanalyse im FEM-Programm mit den Sekundärfedern auf dem Inertialsystem gelagert.

Die mit ANSYS berechneten Eigenformen und Statikmoden werden später in SIMPACK durch einen Modalansatz beschrieben, so daß für jeden Eigenwert die benötigten Knoten wie Federanlenkpunkte und Meßpunkte mit der Schnittstelle FEMBS in einem geeigneten Datenformat abgelegt werden. Die zugehörigen modalen Massen, Steifigkeits- und Dämpfungsmatrizen beschreiben das dynamische Verhalten der Eigenformen.

Das SIMPACK-Modell besteht aus dem elastischen Wagenkasten und Starrkörpern für die Drehgestellrahmen, Radsätze, Klimageräte, die am Wagendach befestigt sind und diverse Unterflurgeräte, wie Motoren, Getriebe und Transformatoren. Die Optimierungen im Frequenzbereich wurden mit den in SIMPACK enthaltenen Gleisspektren „ERRI niedrig“ durchgeführt, die für DB-Neubaustrecken eher eine Obergrenze darstellen. Für Nachweisrechnungen wurden jeweils gemessene Spektren (Frequenzbereich) und Wegfunktionen (Zeitbereich) der Strecken Würzburg - Fulda und Donauwörth - Augsburg herangezogen.

SIMULATIONS-RECHNUNGEN

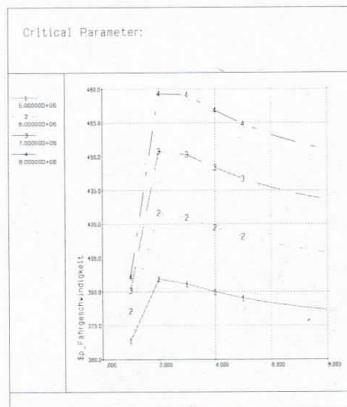
Die Optimierung von Fahrzeugparametern wurde durch lineare Störgrößenrechnungen mit normierten und gemesse-



nen Gleisspektren durchgeführt. Zur Beurteilung des Schwingkomforts wurden, um die Wagenkastenbiegung zu berücksichtigen, neben den klassischen Meßpunkten über den Drehgestellmitten sechs weitere auf dem Fußboden verteilt. Entscheidend war die Beschleunigung mit einer Frequenzbewertung nach UIC B153 / ISO 2631 und dem RMS-Wert als Komfortziffer. Es stellte sich heraus, daß die Komfortwerte des elastischen Wagenkastens mit durchwegs doppelt so großen und in Extremfällen versechsfachten RMS-Werten über den entspre-

chenden Zahlen des starren Wagenkastens lagen. Insbesondere erwiesen sich die Eigenformen „Vertikalbiegung mit zwei Knoten“ und Bodenbeulung mit drei Knoten“ als kritisch.

Mit Parametervariationsrechnungen wurden die komfortrelevanten Sensitivitäten des Modells auf verschiedene offe-



ne konstruktive Parameter ermittelt, wobei sich die Koppelsteifigkeiten der Transformatoren und die Lage der Schlingerdämpfer, welche das Drehgestellnicken mit der Wagenkastenbiegung koppeln, als besonders einflußreich herausstellten. Durch eine Analyse der Eigenformen des Gesamtfahrzeugs in SIMPACK und entsprechende Versteifungsmaßnahmen am FEM-

Modell des Wagenkastens wurden iterativ Möglichkeiten gefunden, den Komfort auch durch Eingriffe in die Wagenkastenstruktur zu verbessern.

Es stellte sich jedoch heraus, daß allein durch die Auslegung der Transformatoren als Schwingungstilger und eine Längsentkopplung der Schlingerdämpfer sich der Komfort des Wagens so deutlich verbessern läßt, daß zusätzliche Versteifungen keinen relevanten Einfluß mehr haben.

Nachweisrechnungen im Zeitbereich (Gleislagefehler als Zeitbereichsrealisierungen von Spektren, siehe Abbildung), welche durch Filterung in einer den linearen Ergebnissen vergleichbaren Form ausgegeben wurden, bestätigten die Ergebnisse.

