



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

- Titel:** Innovative Bauweisen für Schienenfahrzeuge
(Das Projekt eSIE.CAR)
- Forschungseinrichtung:** Institut für Kraftfahrwesen und vier weitere Institute der RWTH Aachen
- Laufzeit:** 01.04.2002 - 31.07.2004
- Datum des Berichts:** Januar 2005
- Projektleiter:** Projektleitung durch das WZL der RWTH Aachen
- Sachbearbeiter:** Dipl.-Ing. P. Urban, Dipl.-Ing. J. Passek
- Inhalt:** In der Schienenfahrzeugindustrie sind die Marktanforderungen in vielerlei Hinsicht gestiegen. Um im direkten Wettbewerb insbesondere zum Straßen- und zum Luftverkehr bestehen zu können, ist es bereits in der Konzeptionsphase von Schienenfahrzeugen notwendig, den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs zu betrachten. Im Projekt eSIE.CAR wird ein innovatives Wagenkastenkonzept „Modulare Hybridbauweise“ unter ganzheitlicher Betrachtung der Gestaltungsbereiche Strategie, Nachhaltigkeit, technologisches Wagenkonzept, Werkstoffeinsatz sowie Prozess- und Technologiegestaltung entwickelt und umgesetzt. Das Konzept der modularen Hybridbauweise basiert auf einer gezielten Kombination kostengünstiger Halbzeuge und Leichtbaustrukturen aus verschiedenen Einsatzwerkstoffen sowie auf innovativen Kaltfüge- bzw. Verbindungstechniken.
- Das Institut für Kraftfahrwesen der RWTH Aachen (ika) ist einer von elf beteiligten Partnern im Projekt eSIE.CAR. Die Hauptaufgaben des ika liegen zum Einen in der Grundlagenuntersuchung der eingesetzten Kaltfügetechniken, zum Anderen in der konstruktionsunterstützenden Strukturanalyse des Wagenkastens mit Hilfe der Finite-Elemente-Berechnung und der versuchsseitigen Validierung dieser Berechnungs-

ergebnisse.

Bei den eingesetzten Kaltfügetechniken handelt es sich im Wesentlichen um Nietverbindungen. Da das modulare Wagenkonzept eine kraftschlüssige Verbindung der Komponenten vorsieht, werden am ika Versuche zu kraftschlüssig übertragbaren Kräften verschiedener Niettypen in Kombination mit verschiedenen Blechdicken und Bohrungstoleranzen durchgeführt.

Zur Untersuchung der Nietverbindungstechniken wurde ein einaxialer Prüfstand aufgebaut. Um eine Wechselbelastung der Verbindung zu ermöglichen, werden nicht einzelne Niete, sondern ein Verbund aus insgesamt zehn Einzelniete in einer sogenannten H-Probe untersucht. Diese Probe besteht aus einem U-förmigen Profil, an das seitlich zwei Bleche angenietet werden. Die Einspannvorrichtung für die H-förmige Probe ist so ausgelegt, dass jeder einzelne Niet nahezu die gleiche Belastung erfährt. Da es aufgrund des kraftschlüssigen Nietkonzeptes unter keinen Umständen zu einem „Rutschen“ der Verbindung kommen darf, war es notwendig, eine Untersuchungsmethodik zu entwickeln, die kleinste Relativbewegungen innerhalb der Probe detektiert.

Die im Rahmen der experimentellen Prüfung an Nietverbindungen ermittelten Grenzen der zulässigen Belastbarkeit stellen zugleich wichtige Eingangsgrößen für die rechnerische Strukturanalyse des eSIE.CAR-Technologieträgers dar, der bei Siemens Transportation Systems aufgebaut wurde. Ziel der Strukturanalyse ist die Identifikation festigkeitskritischer Bereiche, um an diesen Stellen gezielte, konstruktive Optimierungsmaßnahmen vornehmen zu können. Die entsprechenden Arbeiten am ika erfolgten daher in enger Abstimmung mit der Konstruktion bei Siemens Transportation Systems.

Da der Einsatz von Kaltfügetechniken zur Vermeidung des Schweißens ein wesentliches Merkmal der modularen Hybridbauweise darstellt und Nitelemente somit auch zur Verbindung tragender Bauteile des Wagenkastens weitreichende Anwendung finden, wurden im Rahmen einer Voruntersuchung zunächst unterschiedliche Modellierungsarten solcher Nietverbindungen in Finite Elemente Analysen einfacher Substrukturen miteinander verglichen. Zur Realisierung von hinreichender Genauigkeit einerseits und akzeptablem Modellierungsaufwand andererseits wird in den FE-Analysen

des Wagenkastens jeder Niet durch ein Balkenelement abgebildet, das zwischen einzelnen Knoten der die Füge­teile re­präsen­tieren­den Schalenelemente definiert wird.

Eine Beschleunigung der Modellerstellung wird durch die modulare Bauweise des Wagenkastens ermöglicht, die die parallele Bearbeitung mehrerer Substrukturen unterstützt. Ziel der Strukturanalyse ist die Identifikation kritischer Bereiche zur Erfüllung der in DIN EN 12663 festgelegten Festigkeitsanforderungen.

Da sich in der Strukturanalyse des Wagenkastens herausgestellt hat, dass die kraftschlüssig übertragbaren Kräfte bei Blindnietverbindungen nicht immer ausreichend sind, wurde im Rahmen des Projektes für hochbelastete Stellen in der Struktur die Füge­technik eSIE.CONNECT entwickelt. Die Erfüllung von Festigkeitsanforderungen nach DIN EN 12663 konnte unter Nutzung dieser Füge­technik gezeigt werden.

Die Untersuchungen wurden aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Studiengesellschaft Stahlanwendung gefördert. Für diese Förderung und Unterstützung sei gedankt.