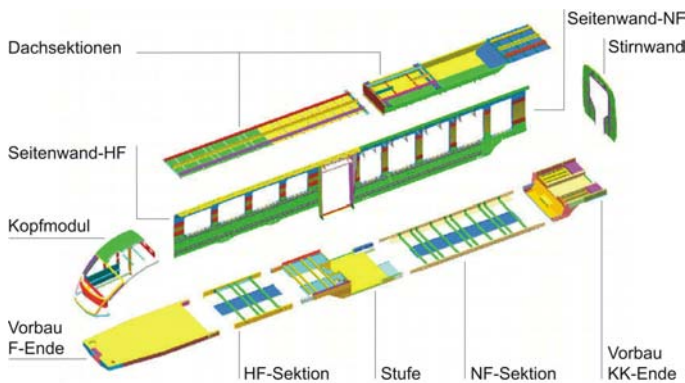




Berechnung und Betriebsfestigkeits- untersuchung neuartiger Verbindungstechniken

Eine neue modulare Wagenkastenbauweise für Schienenfahrzeuge unter Verwendung innovativer Werkstoffe und Fügeverfahren wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Verbundforschungsprojektes eSIE.CAR entwickelt, das im Februar 2005 abgeschlossen wurde.

Das im Projekt eSIE.CAR verfolgte Konzept der modularen Hybridbauweise basiert auf einer rationell und flexibel herstellbaren Skelettstruktur mit schnellmontierbaren Verbindungselementen sowie auf einer gezielten Kombination von verschiedenen Komponenten aus kostengünstigen Halbzeugen. Für die tragende Wagenkastenstruktur sieht das Konzept eine Fertigung aus unterschiedlichen Stahlwerkstoffen vor. Die einzelnen Bauelemente bzw. Module werden unter Integration des Innenausbaus parallel aufgebaut und mittels Kaltfügetechniken verbunden.



Durch den weitgehenden Einsatz der Kaltfügetechnik kann auf zeit- und kostenintensive Richt- und Nachbearbeitungsprozesse, die aufgrund der thermischen Spannungen und Verformungen beim Schweißen der traditionellen Wagenkastenröhren erforderlich sind, zu einem großen Teil verzichtet werden. Durch die entsprechende Gestaltung der Modulsektionen werden darüber hinaus in erheblichem Umfang Montagevorrichtungen eingespart.

Die Hauptaufgaben des IKA lagen zum Einen in der Grundlagenuntersuchung der zum Einsatz kommenden Kaltfügetechniken, zum Anderen in der konstruktions-

unterstützenden Strukturanalyse des Wagenkastens mit Hilfe der Finite-Elemente-Berechnung und in der versuchsseitigen Validierung dieser Berechnungsergebnisse.

Zur Untersuchung der Nietverbindungstechniken wurde ein Prüfstand aufgebaut, der eine Wechselbelastung der Verbindungselemente ermöglicht. Hierzu wurde ein Verbund aus insgesamt zehn Einzelnieten in einer so genannten H-Probe untersucht. Die Einspannvorrichtung für die H-förmige Probe wurde so ausgelegt, dass jeder einzelne Niet nahezu die gleiche Belastung erfährt.

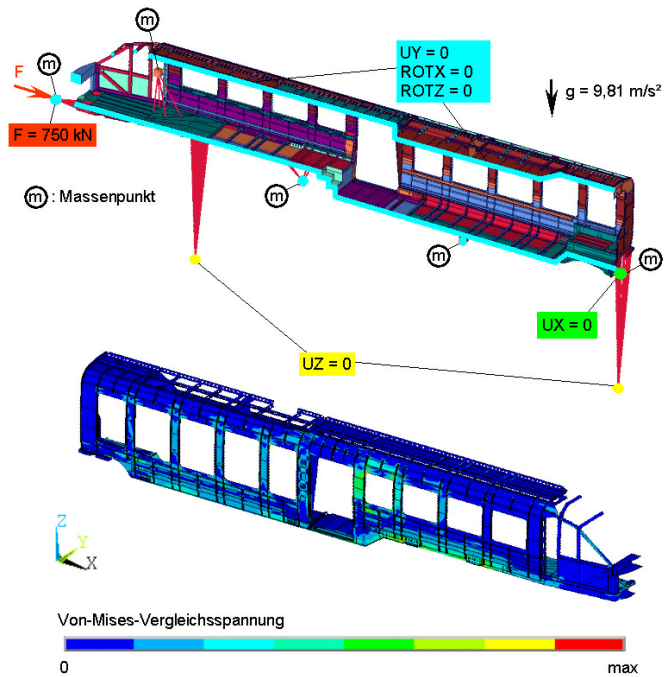


Neben den unterschiedlichen Niettypen und Blechdickenkombinationen wurde auch die im Verbundprojekt entwickelte Verbindungstechnologie eSIE.CONNECT untersucht. Hierbei handelt es sich um ein kombiniertes Verfahren von Nieten und Laserstrahlschweißen, das unter Beibehaltung der modularisierten und flexiblen Fertigung eingesetzt werden kann. Je nach Nahtform liegt hier die statische Festigkeiten eines Verbindungselements bei bis zu 67 kN.

Ziel der konstruktionsbegleitenden Strukturanalyse des Gesamtwagenkastens auf Basis von Finite-Elemente-Simulationen (FE-Simulationen) war vor allem die Identifikation festigkeitskritischer Bereiche, um an diesen Stellen gezielte konstruktive Optimierungsmaßnahmen vornehmen zu können. Die durchgeführten Modellierungsarbeiten und rechnerischen Analysen erfolgten daher in enger Abstimmung sowohl mit der Berechnungs- als auch insbesondere mit der Konstruktions-

abteilung des Projektpartners Siemens Transportation Systems.

Der festigkeitstechnischen Auslegung zugrunde gelegt wurden der Betriebslastfall „Zug in Kupplungsebene mit Personenlast“ sowie die Sonderlastfälle „Pufferstoß“, „Brüstungsdruck“ und „Anheben hinten“ nach DIN EN 12663. Die höchsten Anforderungen an die Gesamtstruktur stellt dabei der Lastfall „Pufferstoß“ dar.

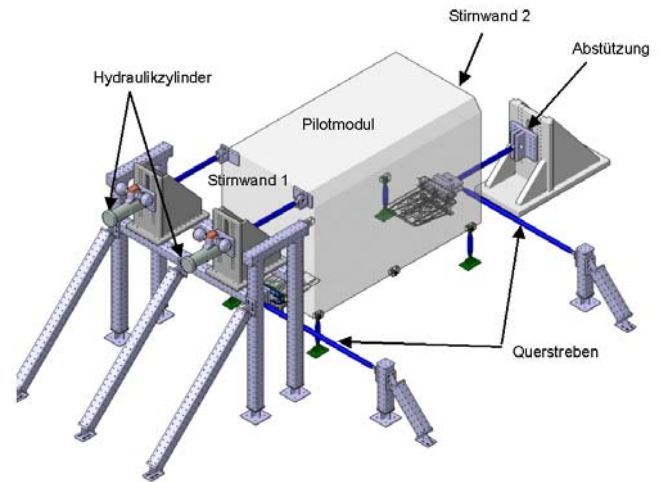


Insbesondere der Übergang zwischen Hoch- und Niederflerbereich ist hoch beansprucht, da der vertikale Versatz zwischen den Langträgern vor dem Türabschnitt eine starke Umlenkung des Kraftflusses erfordert.

Zur Absicherung der statischen und dynamischen Festigkeit des neuartigen Waggonbaukonzepts wurden unterschiedliche Strukturen und Komponenten auf der servohydraulischen Anlage des ika untersucht.

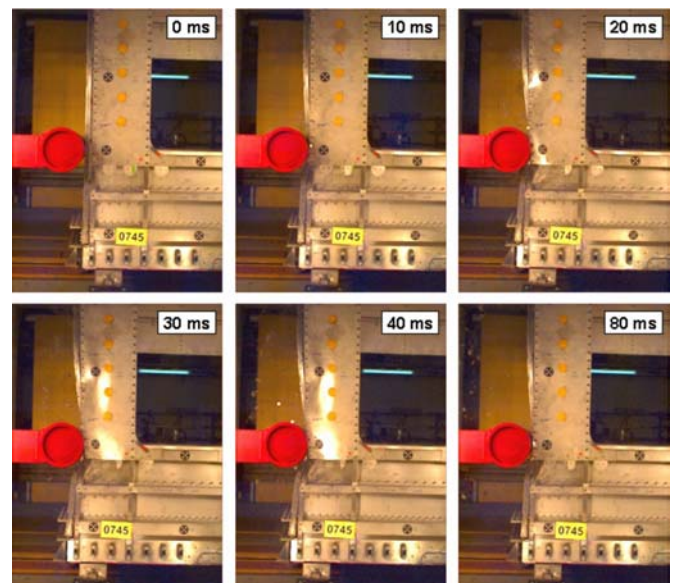
Bei dem im Rahmen des Projektes eSIE.CAR entwickelten „Pilotmodul“ handelt es sich um ein in seinen Abmaßen reduziertes Waggonenelement mit zwei Fensterabschnitten pro Seite, das verschiedenen Belastungen unterzogen wurde. Die insgesamt zehn statischen Untersuchungen gliedern sich in Belastungen in Längs-, Quer und Vertikalrichtung des Waggons. In der nachfolgenden Abbildung ist ein statischer Lastfalls dar-

gestellt, der in den Seitenwänden des Moduls hohe Schubbeanspruchungen erzeugt.



Um Schwachstellen in der Konstruktion des Pilotmoduls aufzudecken, wurden zusätzlich dynamische Prüfungen durchgeführt.

Zur Ermittlung von Grundlagenkenntnissen über das Crashverhalten eines Wagenkastens in modularer Hybridbauweise wurden auf der Crashanlage des ika Aufprallversuche am Pilotmodul durchgeführt.



Die grundsätzliche Fähigkeit eines Wagenkastens in modularer Hybridbauweise, Crashbeanspruchungen aufzunehmen, wird damit abgesichert.