

## **Entwicklung einer innovativen PKW-Bodenstruktur in Stahlblech-Leichtbauweise mit verbessertem Seitencrashverhalten (FOSTA, P584)**

Der Seitencrash zählt nach dem Frontalunfall zu den häufigsten Kollisionsarten. Aufgrund des eingeschränkten Deformationsraums stellt er eine besondere Gefahr für Fahrzeuginsassen dar. Insbesondere beim Pfahlaufprall treten wegen der lokal begrenzten Kräfteinleitung sehr große Intrusionen in den Überlebensraum auf, so dass diese Unfallkonfiguration eine Sonderstellung unter den seitlichen Kollisionsarten einnimmt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) wurde am Institut für Kraftfahrwesen Aachen (ika) und am Institut für Bildsamer Formgebung (IBF) der RWTH Aachen mit den Projektpartnern ThyssenKrupp Stahl AG, Muhr und Bender KG sowie Volkswagen AG eine PKW-Bodenstruktur in Stahlblech-Leichtbauweise entwickelt, deren Hauptziel in der Erhaltung eines ausreichenden Überlebensraumes bei ebendiesem Lastfall bestand.

Ausgehend von einem validierten Berechnungsmodell eines Vergleichsfahrzeugs wurden zunächst mit Hilfe der FEM die hauptsächlich an der Deformation beim Pfahlaufprall beteiligten Elemente der Bodengruppe ermittelt. Aus den Betrachtungen des Gesamtfahrzeugcrashes wurden Komponententests abgeleitet, in denen neue Werkstoffe und Fertigungsverfahren für den Schweller sowie für den Boden und den Tunnel untersucht wurden. Dabei wurden die Ergebnisse der in der Simulation ausgelegten Strukturen mit Hilfe von Fallturmversuchen bestätigt.

Bei den flächigen Bauteilen (vgl. Abb. 1) zeigten die untersuchten Verbundbleche ein deutlich besseres, wenn auch sehr viel elastischeres Deformationsverhalten als entsprechende Stahlvollbleche. Im Vergleich zu dem im Bodenbereich des Originalfahrzeugs eingesetzten 0,7 mm dicken Vollblech konnte mit Hilfe eines Stahl-Kunststoff-Sandwichblechs eine Gewichtsersparnis von 12% bei einer um 23% geringeren Gesamtintrusion im Komponententest erzielt werden. Das ursprünglich 1,5 mm dicke Tunnelblech wurde durch ein Gitterblech mit einer Zwischenschicht aus Streckmetall ersetzt.



Abb. 1: Untersuchung von Bodenblechvarianten im Komponententest

Der Schweller wurde in Profilbauweise ausgelegt, um insbesondere den Einsatz höherfester Stahlwerkstoffe zu ermöglichen. Grundsätzlich zeigte sich dabei ein wesentlicher Vorteil der gewählten Schwellerbauweise in der durchgehenden Profilmantelfläche. Herkömmliche Karosserien weisen insbesondere im Knotenpunkt der B-Säule Unterbrechungen im Mantel des Profils auf, die das Crashverhalten negativ beeinflussen und durch gewichtsintensive Zusatzmaßnahmen kompensiert werden müssen. Die bei der Schalenbauweise üblichen lokalen Verstärkungsbleche konnten beim Schweller in Profilbauweise durch eine belastungsangepasste Bauteilgestaltung vermieden werden, indem die Verfahren des Flexiblen Walzens und des Partiiellen Vergütens kombiniert wurden (vgl. Abb. 2). Zum Abbau der Deformationsenergie wurden zusätzlich Energieabsorptionselemente in das Schwellerprofil eingebracht.

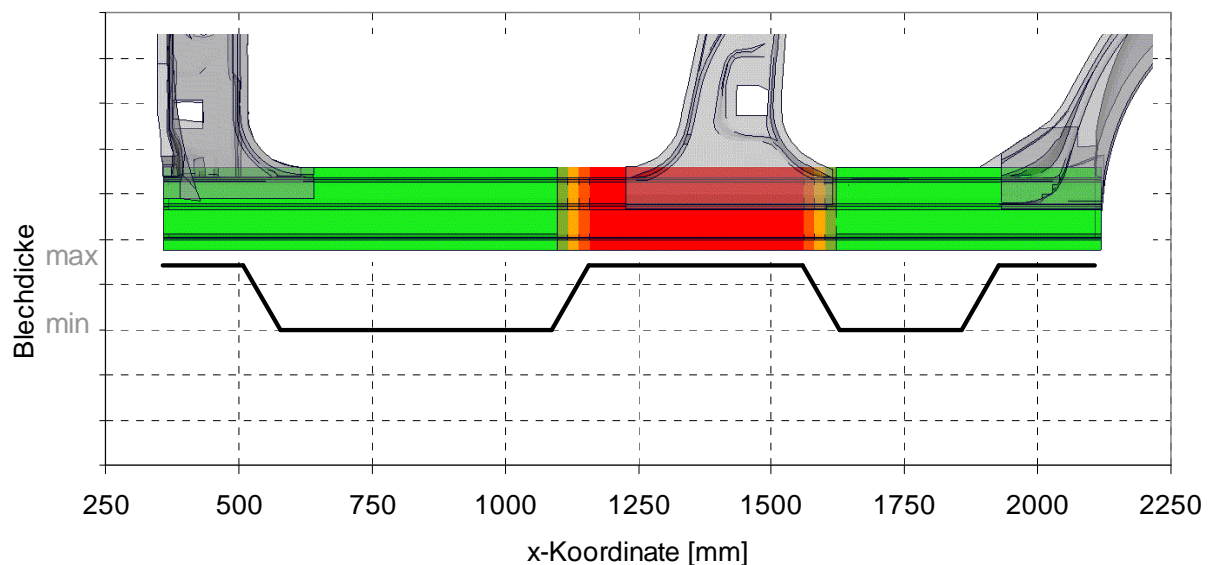


Abb. 2: Vergütungsbereich (rot) und Dickenverlauf des Schwellerprofils

Für einen Vergleich des Ausgangszustands mit der neuen Bodenstruktur wurde ein Komponententest entwickelt, bei dem die besten der zuvor untersuchten Varianten für Bodenblech, Tunnel und Schweller kombiniert und - durch Sitzquerträger und hintere Sitzwanne ergänzt - zu einer Gesamtstruktur verbunden wurden (vgl. Abb. 3).

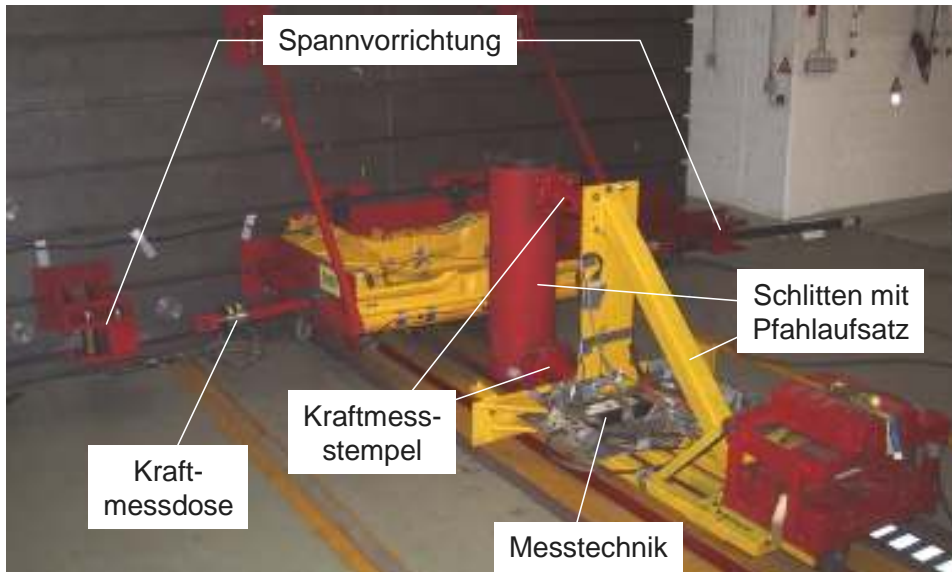


Abb. 3: Versuchsaufbau zur Bewertung der Bodenstruktur

Um möglichst ähnliche Randbedingungen wie beim Crash des Gesamtfahrzeugs zu ermöglichen, wurden in der Simulation die auf den Ausschnitt wirkenden Schnittkräfte ermittelt und mit Hilfe von Spannvorrichtungen geeignete Längskräfte auf die Probekörper aufgebracht. Der Gesamtverbund wurde schließlich in der Konfiguration „pole-to-car“ im Schlittenversuch getestet.

Die Ergebnisse des Vergleichstests zeigen Abb. 4 und Abb. 5. Beim neuen Verbund wird bei insgesamt gewichtsneutraler Auslegung eine um ca. 50% geringere maximale Pfahlintrusion erzielt. Die Schlittenverzögerung verläuft dabei auf einem konstant hohen Niveau von ca. 20 g.

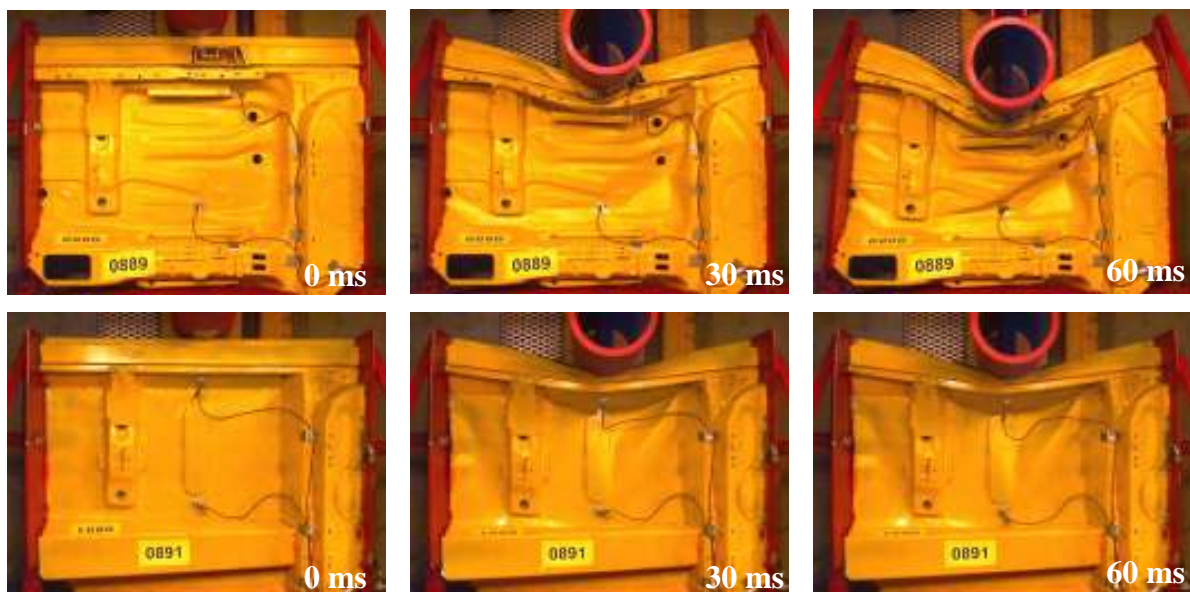


Abb. 4: Vergleich der alten (oben) und neuen Bodenstruktur (unten) im Komponententest

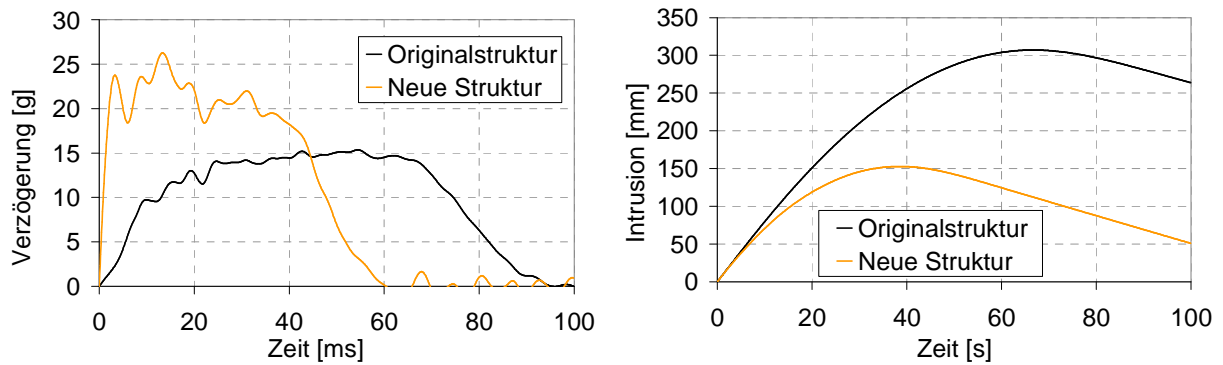


Abb. 5: Vergleich der Schlittenverzögerung und der Pfahlintrusion

Im Anschluss an den Komponententest wurde die neue Bodenstruktur in das Gesamtmodell des Vergleichsfahrzeugs integriert (Abb. 6) und in FEM-Simulationen mit der Struktur des Serienfahrzeugs verglichen (Abb. 7).

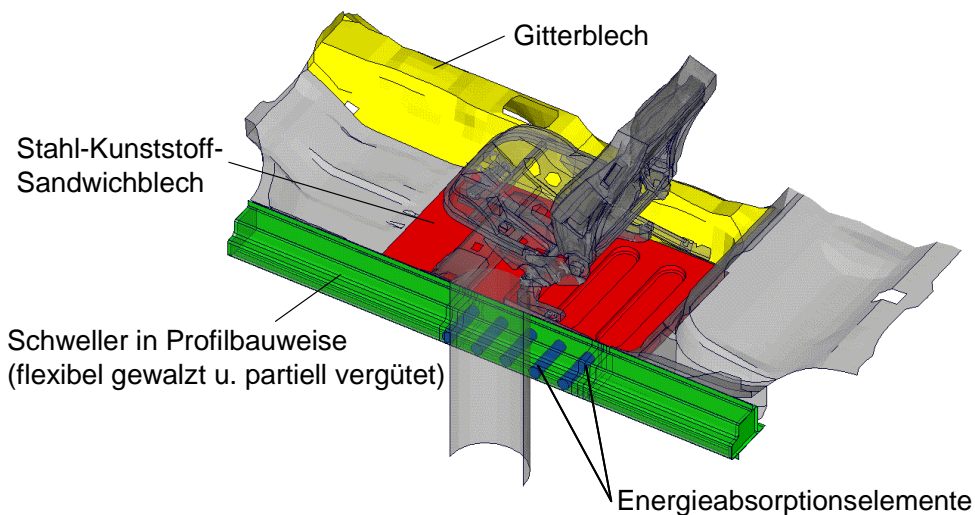


Abb. 6: Neue Bodenstruktur im Gesamtfahrzeug

Der relevante Überlebensraum konnte dabei um durchschnittlich 41% vergrößert werden, indem wegen der belastungsangepassten Schwellerauslegung die Deformationsenergie großflächiger verteilt und über das mit Hilfe von Sicken zusätzlich ausgesteifte Bodenblech zum Teil in den Fahrzeugtunnel übertragen wurde. Hinsichtlich des Crashverhaltens konnten somit die Projektziele vollständig erfüllt werden.

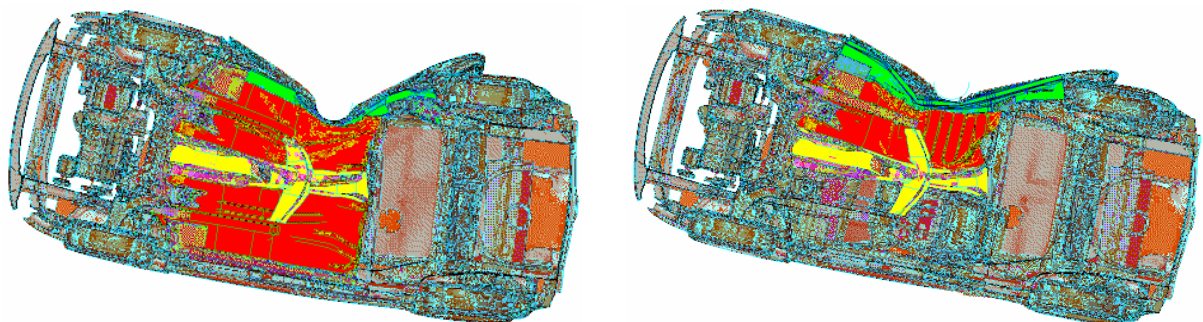


Abb. 7: Vergleich der alten (links) und neuen Struktur (rechts) im Gesamtfahrzeug 180 ms nach Erstkontakt mit dem Pfahl (Ansicht von unten)

Grundsätzlich erfordert die vorgestellte Profilbauweise des Schwellers Änderungen zur Anbindung an die übrige Fahrzeugstruktur. Insbesondere für die B-Säule ergeben sich neue Anforderungen, die sowohl die Bauweise als auch das neue Crashverhalten des Verbundes betreffen. Entsprechende Forschungsaktivitäten sind in einem Nachfolgeprojekt der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. ab Juli 2005 vorgesehen.

**Kontakt:**

Institut für Kraftfahrwesen Aachen  
Dipl.-Ing. M. Bröckerhoff  
Steinbachstraße 7  
52074 Aachen  
Tel: 0241-8025609  
[broeckerhoff@ika.rwth-aachen.de](mailto:broeckerhoff@ika.rwth-aachen.de)

Institut für Bildsame Formgebung  
Dipl.-Ing. C. Abratis  
Intzestraße 10  
52056 Aachen  
0241-8095872  
[abratis@ibf.rwth-aachen.de](mailto:abratis@ibf.rwth-aachen.de)