

VERSAGENSMODELLIERUNG FÜR DIE SIMULATION VOM UMFORMEN BIS ZUM CRASH

Die mechanischen Eigenschaften von Ausgangsblechen können nicht direkt für die Crashsimulation einer durch Tiefziehen hergestellten Automobilkomponente verwendet werden, da durch Tiefziehprozesse Vordehnungen und Vorschädigung in der Komponente verursacht werden. Die lokalen Fließspannungen und Bruchdehnungen in solchen Komponenten sind aufgrund unterschiedlicher Deformationsgrade nicht homogen. In welchem Maß wird das Crashverhalten der Komponente dadurch beeinflusst? In der Umformsimulation werden häufig Werkstoffmodelle mit kinematischer Verfestigung eingesetzt, während in der Crashsimulation nur Werkstoffmodelle mit isotroper Verfestigung betrachtet werden. Welche Werkstoffmodelle beziehungsweise Versagensmodelle sollten für eine durchgängige Simulation vom Tiefziehen bis Crash verwendet werden? Während beim Tiefziehen eine biaxiale Belastung vorliegt, ist beim Crash hauptsächlich eine einachsige Belastung vorhanden. Wie kann man den Einfluss der Belastungsgeschichte auf die Schädigungsentwicklung berücksichtigen?

Vorgehensweise

Einflüsse der Mehrachsigkeit und Belastungsgeschichte auf das Versagen eines TRIP-Stahls wurden mit speziellen Versuchen charakterisiert. Die Mehrachsigkeit wurde von Scherung über Scherzug und einachsigen Zug bis Biaxialzug variiert. Der Belastungspfad wurde zum Teil von Biaxialzug auf einachsigen Zug und Scherung geändert. Dafür wurden zunächst Marciniak-Proben unter Biaxialzug bis zu einer definierten Ziehtiefe belastet und entlastet. Aus den entlasteten Marciniak-Proben wurden Zug- und Scherzugproben entnommen und bis zum Versagen geprüft. Zur Untersuchung

der kinematischen Verfestigung wurden Zug-Druck-Versuche durchgeführt. Ein Versagensmodell zur Beschreibung des Scher- und Wabenbruchs wurde entwickelt und für Umform- und Crashsimulationen verwendet. Zur Validierung wurden Komponentenversuche unter Biegung mit überlagertem Zug durchgeführt und simuliert.

Ergebnisse

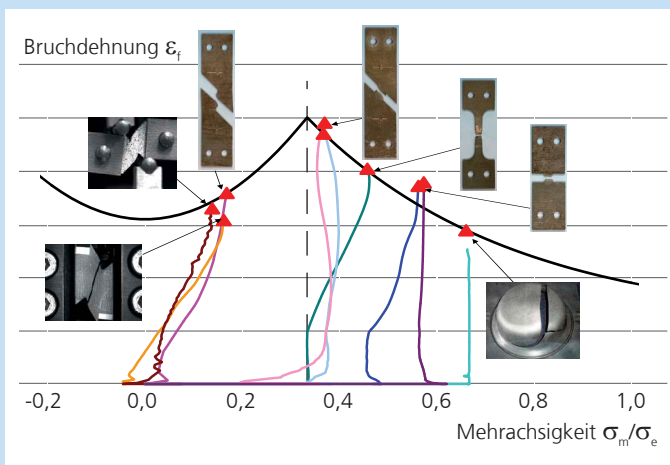
Die Abhängigkeit der Bruchdehnung ϵ_f von der Mehrachsigkeit σ_m/σ_e wurde durch Simulation der unterschiedlichen Probenversuche und Auswertung der lokalen Vergleichsdehnung und Mehrachsigkeit bei der gemessenen Bruchverschiebung ermittelt (Abbildung 1). Die Bruchdehnung unter Scherung ($\sigma_m/\sigma_e = 0$) ist deutlich niedriger als die unter einachsigen Zug ($\sigma_m/\sigma_e = 1/3$). Das im Fraunhofer IWM neu implementierte phänomenologische Versagensmodell kann diesen Effekt und den Einfluss der Belastungsgeschichte auf das Versagen beschreiben.

Die aus der Umformsimulation berechnete Vordehnung und die Vorschädigung wurden auf das Crashmodell mit einem Mapping-Verfahren übertragen. Das Versagensverhalten der Komponente wurde von der durchgängigen Simulation gut wiedergegeben (Abbildung 2). Ohne Berücksichtigung der Vorgeschichte wurde die Kraft bei der Faltenbildung um 20 Prozent unterschätzt. Für den untersuchten Werkstoff ist das Werkstoffmodell mit isotroper Verfestigung für die durchgängige Simulation besser geeignet als das Modell mit kinematischer Verfestigung.

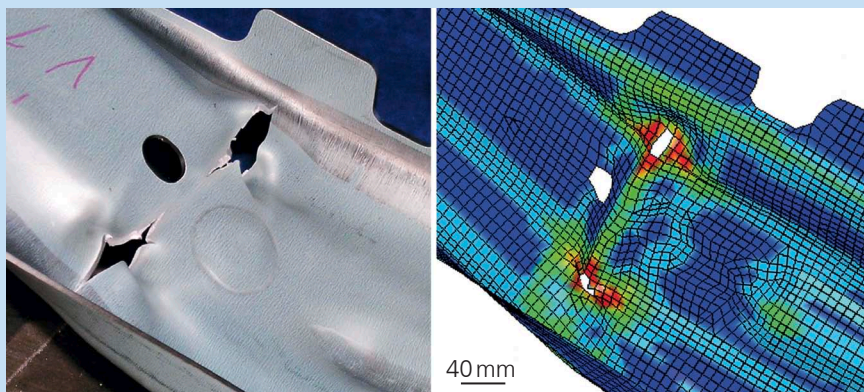
Dr. Dong-Zhi Sun



Crashsimulation, Abbildung mit freundlicher Genehmigung der Daimler AG.



1 Bruchdehnung eines TRIP-Stahls als Funktion der Mehrachsigkeit mit Belastungspfaden für unterschiedliche Proben.



2 Links: Schädigung in einer Komponente aus einem TRIP-Stahl nach Komponententest. Rechts: Berechnete Schädigung in einer Crashsimulation.