Numerische und experimentelle Untersuchung von Schraubverbindungen für Crashsimulationen

Ersatzmodelle für Schraubverbindungen in Crashtests mit LS-DYNA und inverser Parameteridentifikation

Student

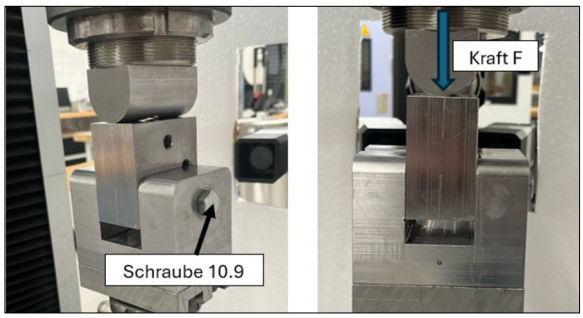
Sacha Civatti

Problemstellung: Die Analyse von Schraubverbindungen, die einen Beitrag zur mechanischen Antwort der gesamten Karosserie leisten, ist von grundlegender Bedeutung für die Simulation von Crash-Tests. Die detaillierte Modellierung mit Volumenelementen ist jedoch mit einem hohen Rechenaufwand verbunden. Daher wird als alternativer Ansatz die Verwendung von SPR3-Verbindungselementen an der Bruchstelle der Schraube, untersucht. Ziel ist ein guter Kompromiss zwischen Genauigkeit und Berechnungseffizienz.

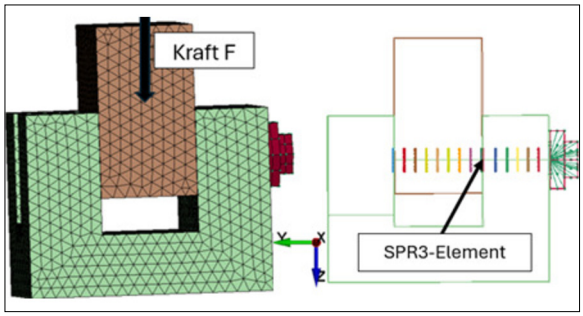
Vorgehen: Die angewandte Methode kombiniert Finite-Elemente-Simulationen (FEM) mit der inversen Identifikation und Otimierung von Materialparametern mit Hilfe von LS-Opt und wendet sie auf drei verschiedene Versuche an: Zug, Scherung und Biegung. Diese Versuche werden zunächst mit LS-DYNA modelliert und dann gemeinsam für die Identifikation der optimalen Materialparameter für die SPR3-Verbindungselemente mit LS-Opt eingesetzt. Das Materialmodell kann sowohl die Plastizität als auch den Bruch beschreiben.
Um die Zuverlässigkeit des optimierten Materialmodells zu überprüfen, wird ein Validierungsversuch entwickelt und mit FEM-Simulationen analysiert. Dieser Versuch wird im Labor durchgeführt, um die experimentellen Ergebnisse mit denen aus der Simulation in LS-DYNA zu vergleichen und so die Validierung der durchgeführten Parameteridentifikation zu ermöglichen.

Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass der vorgeschlagene Methode ermöglicht eine erhebliche Verringerung der Rechenkosten um 39% und gleichzeitig eine genaue Vorhersage des Schraubenversagens gewährleistet, insbesondere unter Scherbelastung. Das entwickelte Modell erweist sich als vielversprechende Lösung für Crashtest-Simulationen und bietet einen effektiven Kompromiss zwischen Genauigkeit und Recheneffizienz. Das Modell ist jedoch empfindlich gegenüber der Position der SPR3-Elemente, die genau an den Punkten platziert werden müssen, die den Scherebenen zwischen den verschraubten Komponenten entsprechen, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten.

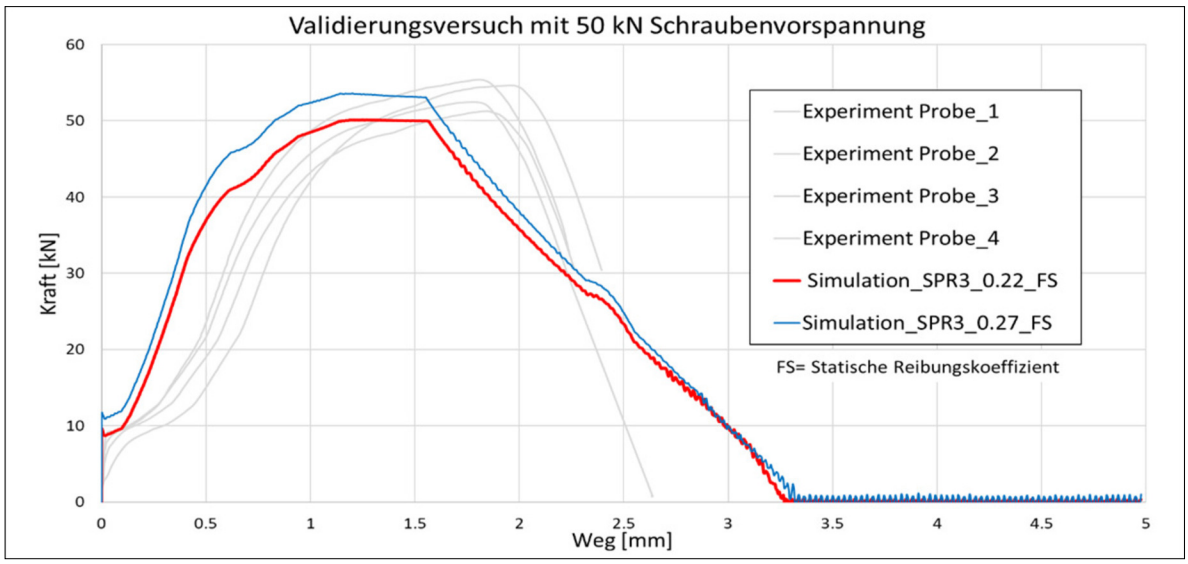
Ausgangsposition für die Durchführung des Validierungsversuchs
Eigene Darstellung



Modellierter Validierungsversuch in Ls_Dyna
Eigene Darstellung



Vergleich der experimentellen und numerischen Kraft-Weg-Kurven mit zwei statischen Reibungskoeffizienten (0.22 und 0.27)
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Pierre Jousset

Korreferent
Herr Thomas Zink, Porsche AG, Stuttgart

Themengebiet
Mechanical Engineering

Projektpartner
Porsche AG, Stuttgart