

CHARAKTERISIERUNG UND MODELLIERUNG VON THERMOPLASTEN

Der zunehmende Einsatz von Polymerwerkstoffen im Automobilbau erfordert eine zuverlässige Beschreibung des Verformungs- und Versagensverhaltens für die Crashesimulation. Da das Materialverhalten eines Kunststoffes stark von der Dehnrates, der Temperatur und der Belastungssituation abhängt, ist eine systematische Charakterisierung und Modellierung dieser Effekte für die Komponentenmodellierung unverzichtbar.

Dehnraten- und Temperaturabhängigkeit

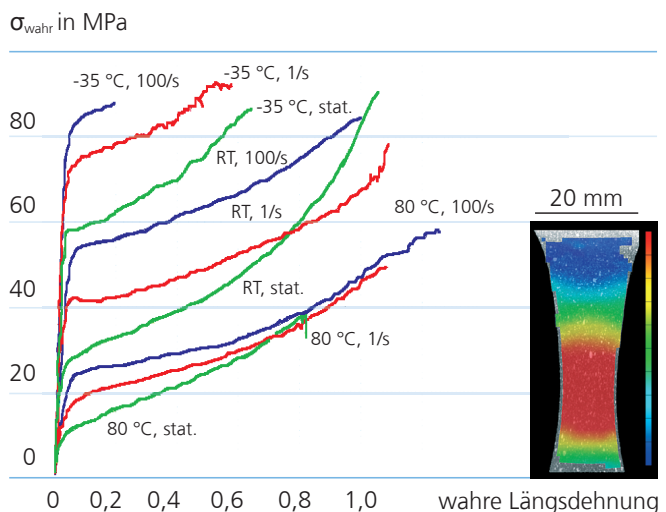
Zugversuche an Thermoplasten mit unterschiedlichen Festigkeiten wurden unter drei Dehnrates (quasistatisch, 1/s und 100/s) und bei drei unterschiedlichen Temperaturen (-35°, Raumtemperatur und 80 °C) durchgeführt. Dabei wurden wahre Spannungen, wahre Dehnungen und die Querkontraktion mit Hilfe optischer lokaler Dehnungsmessung ermittelt.

Abbildung 1 zeigt für einen Thermoplast die Dehnrates- und Temperaturabhängigkeit der wahren Spannungs-Dehnungskurve. Mit zunehmender Dehnrates und abnehmender Temperatur steigt die Fließspannung drastisch und die Bruchdehnung nimmt tendenziell ab. Bei -35° und einer Dehnrates von 100/s sinkt die Bruchdehnung auf 10 Prozent des entsprechenden Werts bei Raumtemperatur. Die Fließspannung der Thermoplaste hängt neben der Temperatur auch stark von der Belastungssituation ab. Bei dem geprüften Thermoplast ist die Fließspannung unter Druckbelastung um 60 Prozent höher als die unter Zugbelastung. Untersuchungen an Proben mit Bindaht zeigen, dass die Bruchdehnungen der Bindaht der untersuchten Thermoplaste nur im Bereich von 5 bis 15 Prozent der Werte der Proben ohne Bindaht liegen.

Werkstoffmodelle für Polymere

Die Softening-Effekte nach Fließbeginn und die Temperaturabhängigkeit des Deformationsverhaltens konnten mit einem Standardwerkstoffmodell in Crashcodes für Polymere nicht zufriedenstellend berechnet werden. Deswegen wurde am Fraunhofer IWM ein erweitertes Boyce-Modell eingesetzt. Dabei wurde die Reduzierung des intermolekularen Scherwiderstands durch ein Evolutionsgesetz beschrieben und die Temperaturabhängigkeit des intramolekularen Widerstands erweitert. Mit diesem Modell konnten die Experimente gut beschrieben werden.

Dr. Dong-Zhi Sun



1 Dehnrates- und Temperaturabhängigkeit der wahren Spannungs-Dehnungskurve für einen Thermoplast (links) mit einer Verteilung der wahren Längsdehnung aus einer optischen Messung (rechts), blau = 0 Prozent, rot = 100 Prozent.