

BEHERRSCHUNG DER UMFORMGRENZEN IN MASSIVUMFORMPROZESSEN

Bei der Massivumformung metallischer Werkstoffe besteht die Gefahr, dass die Grenzen der Umformbarkeit überschritten werden. Neben den Verfahren Walzen, Strangpressen, Fließpressen und anderen ist das Voll-Vorwärtsfließpressen ein typischer Massivumformprozess. Hier treten bei ungünstiger Prozessführung massive Schäden im Werkstück auf. In Abbildung 1 (oben) sind derartige Schäden, die als »Chevron Cracks« bekannt sind, skizziert (Soyarslan et al., ZAMM, 2008).

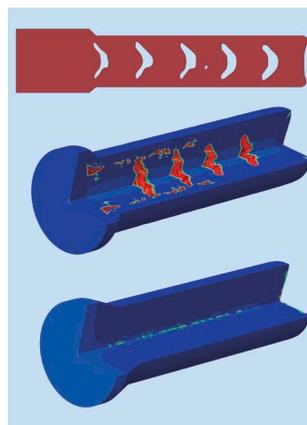
Die Schädigungsentwicklung kann jedoch signifikant durch die Gestaltung des Umformprozesses beeinflusst werden. Darum stellt sich die Frage, welche Modifikationen an der Prozessführung erforderlich sind, um Gutteile herstellen zu können. Ziel ist es, für einen gegebenen Kaltfließprozess geeignete Parameter beziehungsweise eine optimierte Werkzeuggeometrie zu identifizieren, um »Chevron Cracks« zu vermeiden.

Vorgehensweise

Aufgrund der Ausgangssituation bietet es sich an, numerische Simulationsmethoden anzuwenden. Hierbei sind mechanismenbasierte Materialmodelle für die Analyse und Optimierung von Umformprozessen prädestiniert. Sie modellieren die physikalische Ursache der duktilen Schädigung infolge von Bildung, Wachstum und Zusammenschluss von Poren auf der Basis der Mikromechanik. Infolgedessen wird das Problem der »Chevron Cracks« mit Hilfe eines am Fraunhofer IWM weiterentwickelten Modells nach Gologanu-Leblond behandelt. Dieses berücksichtigt den Einfluss komplexer Deformationspfade auf die Porenentwicklung und die Porenform.

Ergebnisse

Nach Anpassung der Modellparameter wird der Ausgangszustand des zu optimierenden Umformprozesses zutreffend beschrieben. Die berechnete Periodizität und die Form der »Chevron Cracks« stimmen mit den Versuchsergebnissen überein (Abbildung 1, Mitte). Ferner ist aus der Praxis bekannt, dass mit Bildung der »Chevron Cracks« eine Oberflächenwelligkeit und ein Kraftabfall beim Pressen auftreten. Oberflächenwelligkeit und Kraftabfall werden ebenfalls von dem Modell wiedergegeben. Es stellt sich nun die Frage, welche Änderungen am Prozess möglich und sinnvoll sind, um die Schädigung zu unterbinden. Simulationsstudien zeigen (Abbildung 1, unten), dass durch eine Änderung der Werkzeuggeometrie bei gleichbleibendem Verjüngungsgrad die »Chevron Cracks« effektiv vermieden werden, da in diesem Fall die Porendichte nur geringfügig ansteigt.



1 Vergleich zwischen Experiment (Skizze, Bild oben) und Simulation der Massivumformung: Porenverteilung (rot: hohe Porendichte, blau: niedrige Porendichte) im Ausgangszustand (Mitte) und bei optimierter Werkzeuggeometrie (unten).