

Forschungsergebnisse

Dr. Torsten Kraft | Telefon +49 761 5142-248 | torsten.kraft@iwm.fraunhofer.de

Gruppe: Pulvertechnologie | Geschäftsfeld: Fertigungstechnologie

MODELLIERUNG DER MIKROSTRUKTUR VON METALLPULVERN

Der Herstellungsprozess von pulvertechnologisch gefertigten Bauteilen umfasst im Wesentlichen die Schritte Matrizenfüllen, Pressen und Sintern. Unterschiede bei der Herstellung sind hauptsächlich durch die Materialklassen wie Keramik-, Hartmetall-, Eisenpulver oder anderen gegeben, wobei die gesamte Prozesskette mittels am Fraunhofer IWM entwickelter Simulationsmodelle beschrieben wird. Hieraus resultieren Vorhersagen hoher Genauigkeit.

Dennoch stoßen auch diese Modelle an ihre Grenzen, wenn es um Prognosen von Rissen im gepressten und noch nicht gesinterten Bauteil (Grünling) geht. Solche Risse können im Wesentlichen beim Ausstoßen des Grünlings aus seiner Matrix entstehen, weil dabei starke lokale Spannungsinhomogenitäten in radialer beziehungsweise axialer Richtung auftreten können. Da im Rahmen der Kontinuumsmechanik diskrete Strukturen wie Risse nur sehr aufwändig zu behandeln sind, hat das zu entwickelnde Schädigungsmodell zum Ziel, Orte starker Rissausbildung vorherzusagen zu können.

Vorgehensweise

Zur Entwicklung eines kontinuumsmechanischen makroskopischen Schädigungsmodells sind Kenntnisse über Eigenschaften und Verhalten in der Mikrostruktur essenziell. Deshalb wurde ein Modell einer repräsentativen Einheitszelle entworfen, das eine ausreichende Anzahl an kugelförmigen Partikeln enthält und durch Homogenisierungsmethoden ein unendlich ausgedehntes Pulver darstellt (Abbildung 1). Es können beliebige Größenverteilungen und Kugelpositionen vorgegeben werden. Die Partikel interagieren durch Reibkontakt und besitzen elastisch-plastische Materialeigenschaften. Durch

verschiedene auf die Einheitszelle aufgebraute Belastungsebenen (beispielsweise uniaxiale Prekompression) wird die makroskopische Fließkurve berechnet. Diese wird in Bezug zu den vorliegenden Deformationszuständen der Mikrostruktur gesetzt und lässt in weiterer Folge Rückschlüsse bezüglich der Entwicklung eines Schädigungsmodells zu.

Ergebnisse

Mit dem verwendeten Ansatz können qualitative Prognosen von Fließflächen für beliebig gegebene Partikelverteilungen errechnet werden. Dies ist durch den bereichsweisen Vergleich zur Form des Drucker-Prager-Cap-Standardmodells belegt. Des Weiteren ergeben sich für definierte Belastungszustände die dominanten Mechanismen, welche zum Fließen des gepressten Pulvers führen (Abbildung 2).

Weitere Simulationen zeigen die Stärke der Abhängigkeiten der Fließflächenform und Lage der Partikelverteilung. Für gleiche, jedoch im Hauptspannungsraum gegeneinander verdrehte Belastungszustände werden anisotrope Eigenschaften vorausgesagt.

