



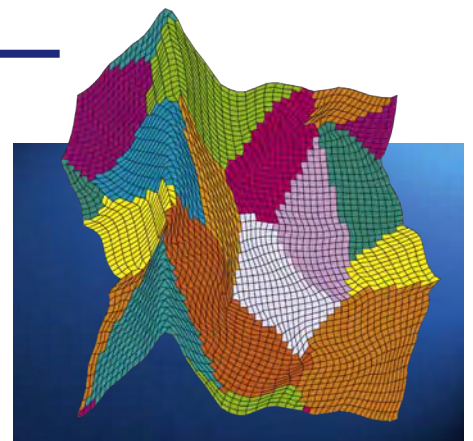
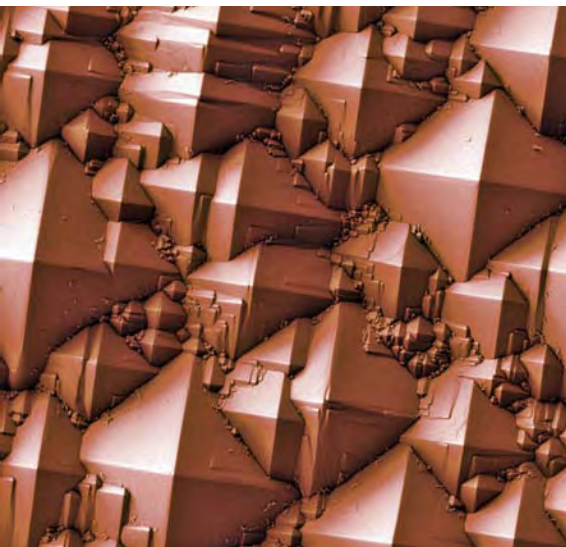
**Fraunhofer** Institut  
Werkstoffmechanik

# Jahresbericht 2007

Dichteverteilungen beim Matrizenfüllen

Leistungsbereich  
Pulvertechnologie

Dr. Torsten Kraft  
Wöhlerstraße 11  
79108 Freiburg  
Telefon +49(0)761/5142-248  
[torsten.kraft@iwf.fraunhofer.de](mailto:torsten.kraft@iwf.fraunhofer.de)



## Dichteverteilungen beim Matrizenfüllen

### Aufgabenstellung

Das Trockenpressen und anschließende Sintern zur Bauteilformgebung metallischer oder keramischer Pulver zeichnet sich durch hohe Maßgenauigkeit aus, weshalb oftmals auf weitere Bearbeitungsschritte verzichtet werden kann.

Die homogene Befüllung der Matrize vor dem Pressen ist eine wichtige Voraussetzung zur Einhaltung der Formgenauigkeit, da räumliche Dichteunterschiede während des Pressens nicht vollständig ausgeglichen werden und zu Sinterverzug führen können. Weit verbreitet ist die Verwendung eines Füllschuhs zum Matrizenfüllen. Dieser passiert die Kavität einmal oder mehrmals und entlädt dabei das enthaltene Pulver (Abbildung 1).

Optimierungspotenzial im Hinblick auf eine möglichst homogene Dichteverteilung bietet dabei unter anderem die Kinematik des Füllschuhs. Das Ziel ist, den Prozess mit Hilfe von Simulationen besser zu verstehen und zu optimieren, um auf experimentell aufwändige Versuch- und Irrtum-Studien verzichten zu können.

### Vorgehensweise

Zur numerischen Beschreibung des Pulvers wird die Diskrete-Elemente-Methode (DEM) verwendet. Im Gegensatz zu Kontinuumsmodellen werden die Körner dabei einzeln erfasst. Somit ist die Abbildung globaler Umordnungen innerhalb des Schüttguts und die Berücksichtigung der Kornform (Abbildung 1, Inset) möglich.

Das Materialverhalten wird durch mikromechanische Parameter innerhalb des Modells kontrolliert. Diese werden für ein gegebenes Pulver an Modellversuche angepasst.

Der Böschungswinkel eines losen Pulverhaufwerks hängt zum Beispiel von der Kornform und der inneren Reibung

im statischen Zustand ab. Gleiches gilt für die Schüttdichte im Volumenmaterial. Messungen in Scherzellen liefern im quasistatischen Zustand den Fließort des Pulvers. Die Analyse des Entladeverhaltens aus einem bewegten Füllschuh rundet die Charakterisierung durch Informationen über dynamische Fließeigenschaften ab. Diese breite Palette von Versuchen ermöglicht eine realistische Beschreibung des Pulvers im dynamisch komplexen Füllvorgang.

Mit dem angepassten Modell werden dann Füllsimulationen für beliebige Bauteilmatrizen durchgeführt.

### Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt simulierte Dichteverteilungen nach dem Füllvorgang für zwei sehr einfache Matrizen bei unterschiedlichen Schuhgeschwindigkeiten. Zu beobachten sind höhere Dichten bei der niedrigen Geschwindigkeit. Zudem ist das Pulver in Fahrtrichtung der letzten Schuhpassage stärker verdichtet, wobei auch der Einfluss der Matrizengeometrie deutlich wird. Die Simulationen liefern somit Aussagen über kritische Dichteverteilungen und helfen bei der Anpassung der Füllschuhbewegung.

Claas Bierwisch  
claas.bierwisch@iwm.fraunhofer.de

### Leistungsbereich Pulvertechnologie

Durch die Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte soll der Entwicklungsprozess von Bauteilen effizienter gestaltet werden. Die Diskrete-Elemente-Modellierung greift hierbei auf die Molekulardynamik-Expertise des Leistungsbereichs Physikalische Werkstoffmodellierung zurück.

### Ansprechpartner

Dr. Torsten Kraft  
torsten.kraft@iwm.fraunhofer.de

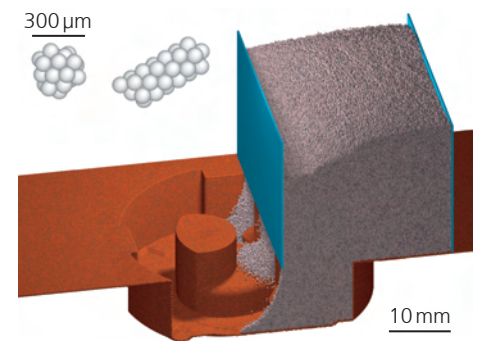


Abb. 1  
Simulation des Füllens einer komplexen dreidimensionalen Bauteilmatrize und Beispiele der Kornformen.

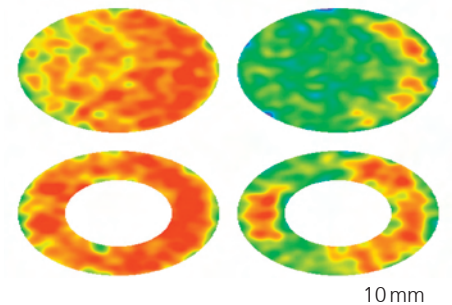


Abb. 2  
Simulierte Dichteverteilungen für zwei Matrizengeometrien.  
Links: Niedrige Schuhgeschwindigkeit; Rechts: Hohe Schuhgeschwindigkeit.  
Der Schuh fährt erst von rechts und anschließend von links über die Matrize.  
Grün entspricht niedriger und rot hoher Dichte.