



PROZESSSIMULATION ZUM SELECTIVE LASER MELTING

Aufgabenstellung

Zur systematischen Analyse der Wirk-Einfluss-Zusammenhänge beim Selective Laser Melting (SLM) wird standardmäßig ein Design of Experiment (DOE) verwendet. Der Versuchsaufwand für ein vollfaktorielles DOE im SLM ist aufgrund der vielen, teils abhängigen Parameter groß. In der Praxis wird die Anzahl der Versuchspunkte durch zwei Faktoren reduziert. Erstens wird Fachwissen dazu verwendet, das DOE zu reduzieren und Versuchspunkte geschickter zu wählen. Zweitens dient das (weiter-)entwickelte Mikromodell zum SLM dazu, den Prozess für verschiedene Parametereinstellungen zu simulieren und so die möglichen Versuchspunkte vorab rechnerisch einzuschränken. Weiterhin sollen aus dem Vergleich zwischen Modell und Experiment die für den Prozess relevanten physikalischen Phänomene identifiziert und verstanden werden. Zwischen den mit dem Modell kalkulierten Erstarrungsbedingungen und dem im Experiment entstandenen Gefüge und der resultierenden Mikrostruktur soll ein Wirkzusammenhang abgeleitet werden.

Vorgehensweise

Das SLM stellt mathematisch ein freies Randwertproblem dar. Dessen Lösung basiert auf einer Integration der transienten Wärmeleitungsgleichung und der Druckbilanz (Young-Laplace) Gleichung unter Berücksichtigung des Dampfdrucks und der Massenbilanz aus der pro Zeitintervall aufgeschmolzenen Pulverschicht. In einem gesonderten Modell wird die Wechselwirkung der Laserstrahlung mit der Pulverschicht

in Abhängigkeit der gemessenen Partikelgrößenverteilung simuliert. Aus diesen Modellen werden zeitaufgelöst die Spurgeometrie und die Temperaturverteilung (Bild 2) als Funktion der Prozessparameter und der thermophysikalischen Materialeigenschaften berechnet.

Ergebnis

Das weiterentwickelte Simulationstool befindet sich zurzeit in der Validierungsphase, aufgrund der zu klein berechneten Schmelzbadtiefen müssen weitere physikalische Effekte implementiert werden. Sobald Experiment und Modell gut übereinstimmen, werden erste Versuchspläne reduziert.

Anwendungsfelder

Die durch Simulationen gewonnenen Ergebnisse können bei einer werkstoff-/bauteilspezifischen Adaption der Prozessführung und/oder zum Generieren eines verbesserten Prozessverständnisses eingesetzt werden.

Ansprechpartner

Jonas Zielinski M.Sc.
Telefon +49 241 8906-8054
jonas.zielinski@ilt.fraunhofer.de

Dr. Wilhelm Meiners
Telefon +49 241 8906-301
wilhelm.meiners@ilt.fraunhofer.de

2 *Simulierte Spurgeometrie
und Temperaturverteilung.*