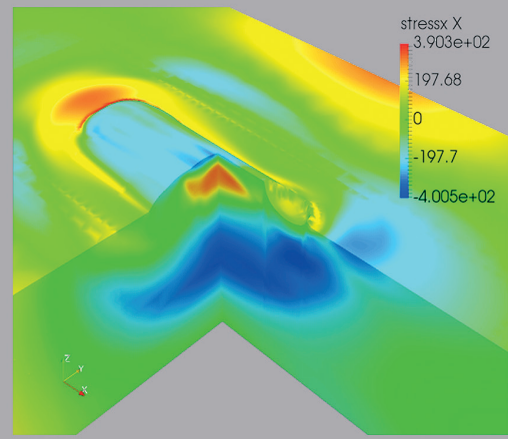


1



2

## VERZUG UND EIGEN- SPANNUNGEN BEIM LASER- AUFTRAGSCHWEISSEN

### Aufgabenstellung

Für das Laserauftragschweißen (LA) soll ein Simulationstool erstellt werden, mit dem der Anwender den Prozess für konkrete Aufgabenstellungen, verschiedene Prozessstrategien und Parametereinstellungen simulieren kann. Durch eine angepasste Prozessführung sollen Spannungen und Verzug reduziert und damit die Prozessgrenzen für das LA erweitert werden.

### Vorgehensweise

Das LA stellt mathematisch ein freies Randwertproblem dar, dessen Lösung auf einer Integration der transienten Wärmeleitungsgleichung und der Druckbilanzgleichung unter Berücksichtigung einer Massenbilanz bzgl. der in die Schmelze aufgenommenen Pulverpartikel pro Zeiteinheit basiert. Die Simulation wird mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) auf beweglichen Netzpunkten durchgeführt, um eine konturanangepasste Vernetzung zu realisieren. Für die Strukturmechanik wird zu jedem Zeitinkrement die Schmelze aus dem Modell extrahiert, sodass die Spannungen nur in der festen Phase berechnet werden. Der Löser für die Strukturmechanik ist massiv parallelisiert und zeichnet sich bei großen Gleichungssystemen durch einen geringen Speicherbedarf und eine hohe Berechnungsgeschwindigkeit aus.

- 1 *Spurgeometrien und Temperaturverteilung beim LA.*
- 2 *Spannungsverteilung beim LA.*

### Ergebnis

Das Simulationstool wurde auf das pulverbettbasierte Laserschmelzen und das pulverbasierte LA appliziert. Berechnete Spurgeometrien (Bild 1) beim LA konnten durch einen Vergleich mit Experimenten validiert werden. Eine Analyse der zeit- und orts aufgelösten Entwicklung der Eigenspannungen wurde für Einzelspuren, überlappende Spuren und Mehrlagen für verschiedene Prozessstrategien (Bild 2) durchgeführt.

### Anwendungsfelder

Das entwickelte Simulationstool wird zur Berechnung der Prozesstemperaturen und des Verzugs beim Laserauftragschweißen und beim Selective Laser Melting (SLM), auch bekannt als Laserstrahlschmelzen oder Laser-Powder Bed Fusion (L-PBF), angewendet. Eine Anwendung auf andere Bearbeitungsprozesse wie das Schweißen oder das Bohren ist geplant.

### Ansprechpartner

Dr. Norbert Pirch  
 Telefon +49 241 8906-636  
 norbert.pirch@ilt.fraunhofer.de

Dr. Markus Nießen  
 Telefon +49 241 8906-8059  
 markus.niessen@ilt.fraunhofer.de