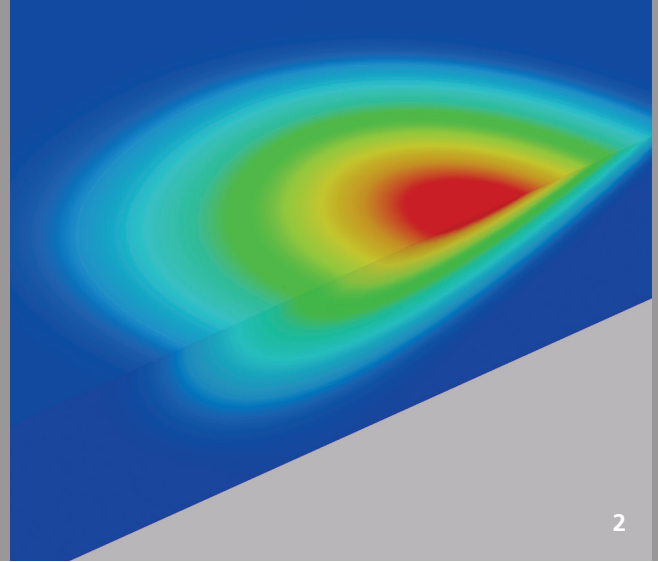


1



2

MULTIPHYSIKALISCHE SIMULATION THERMO-OPTISCHER EFFEKTE BEIM LPBF-PROZESS

Aufgabenstellung

Beim additiven Fertigungsverfahren Laser Powder Bed Fusion (LPBF) kann je nach Prozess- und Schutzgasführung eine Kontamination des Schutzglases, welches die Optikeinheit von der Baukammer trennt, durch Kondensat und Pulverpartikel auftreten. Dies erhöht den Absorptionsgrad des Schutzglases und induziert thermooptische Effekte. Als Folge der Erwärmung des Schutzglases verschiebt sich die Fokuslage und die Scanvektoren weichen von den Sollpositionen ab. Dies reduziert die Prozessstabilität sowie die Konturgenauigkeit. Aufgrund der hochdynamischen Prozessführung können die Scanvektoren nicht experimentell erfasst werden. Um die thermischen Einflüsse dennoch evaluieren zu können, werden multiphysikalische Simulationen durchgeführt.

Vorgehensweise

Der Aufbau von Würfelstrukturen wird in einer multiphysikalischen Simulation nachgebildet. Das optische System besteht aus einer variablen Fokussieroptik und einem Galvanometerscanner. Durch eine Kopplung von thermomechanischer Finite-Elemente-Analyse (FEA) und optischer Analyse mittels Ray-Tracing wird der Einfluss der transienten Erwärmung des Schutzglases auf die Fokuslage analysiert. Im Rahmen

der Simulationen wird der Einfluss eines kontaminierten Schutzglases untersucht. Der angenommene Absorptionsgrad beträgt 0,5 Prozent. Außerdem wird der Abstand zwischen Galvanometerscanner und Schutzglas variiert.

Ergebnis

Wird das Schutzglas ca. 40 mm hinter dem Galvanometerscanner platziert, ist die thermisch induzierte Fokusverschiebung mit ungefähr einer Rayleigh-Länge etwa 8-mal größer als bei einer Platzierung auf halber Distanz zwischen Scanner und Pulverbett. Grund hierfür ist, dass im zweiten Fall die thermische Last auf dem Schutzglas räumlich und zeitlich gleichmäßiger verteilt wird als im ersten Fall. Darüber hinaus sagen die Simulationen eine Verschiebung der Scanvektoren vorher. Diese beträgt für Würfel am Rand des Baufelds bis zu sieben Spurbstände. Außerdem verursachen thermooptische Effekte einen Schrumpf der Würfelgröße um ca. 2 Prozent.

Anwendungsfelder

Die multiphysikalischen Simulationen helfen, den LPBF-Prozess robuster zu gestalten und Scanstrategien hinsichtlich einer Reduzierung thermooptischer Effekte zu optimieren.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wird unter dem Förderkennzeichen 13N13710 im Rahmen des Forschungscampus »Digital Photonic Production DPP« durchgeführt.

Ansprechpartner

Oskar Hofmann M.Sc.
 Telefon +49 241 8906-395
 oskar.hofmann@tos.rwth-aachen.de

Dr. Jochen Stollenwerk
 Telefon +49 241 8906-411
 jochen.stollenwerk@ilt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, www.ilt.fraunhofer.de
 DQS zertifiziert nach DIN EN ISO 9001, Reg.-Nr.: DE-69572-01

1 Mittels FEA berechnete Temperaturverteilung des Schutzglases.

2 Detailansicht der Temperaturverteilung.