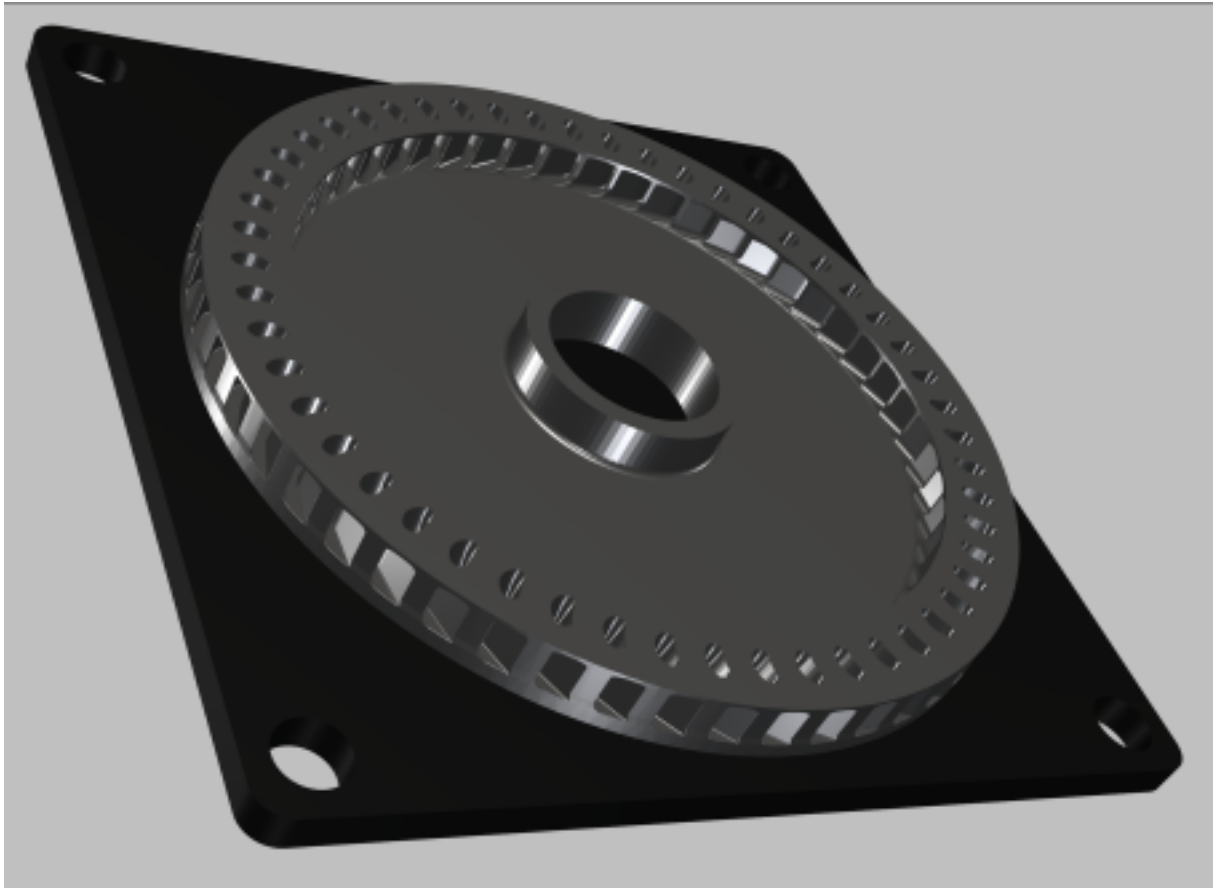


Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Über dieses Projekt



Opti-Add

Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Anwendung: 

Material: Stahl

Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Über dieses Projekt

Dieses Projekt wird gefördert im Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Technologietransfer-Programm Leichtbau

Hintergrund

Das selektive Laserstrahlschmelzen (SLM) ist eine Schlüsseltechnologie für den Leichtbau, da es die Fertigung komplexer, lastoptimierter Bauteile ermöglicht. Dabei wird Metallpulver schichtweise mit einem Laser aufgeschmolzen, um hochfeste Strukturen herzustellen. Ein zentrales Problem dieses Verfahrens sind Eigenspannungen, die durch ungleichmäßige Wärmeeinbringung entstehen. Diese Spannungen können zu Bauteilverzug oder Mikrorissen führen und die mechanischen Eigenschaften negativ beeinflussen.

Besonders sicherheitskritische Anwendungen, etwa in der Luft- und Raumfahrt oder im Automobilbau, erfordern jedoch präzise gefertigte, belastbare Komponenten. Zudem wird die Prozesssteuerung bisher oft ohne detaillierte Anpassung an die jeweilige Bauteilgeometrie oder -belastung durchgeführt. Standardisierte Belichtungsstrategien wie parallele Scanpfade oder Schachbrettmuster berücksichtigen nicht, wie sich Wärme im Bauteil verteilt. Dadurch entstehen Spannungsmaxima, die zu Qualitätsmängeln führen. Um die mechanischen Eigenschaften additiv gefertigter Bauteile gezielt zu steuern und den Materialeinsatz effizienter zu gestalten, ist eine adaptive Prozessführung erforderlich.

Ziel

Im Forschungsprojekt Opti-Add will das Projektteam die Eigenspannungen im SLM-Prozess durch eine optimierte Belichtungsstrategie reduzieren und die Bauteileigenschaften gezielt anpassen. Dazu entwickeln die Forschenden ein intelligentes Steuerungssystem, das die Prozessparameter – insbesondere Laserleistung, Scangeschwindigkeit und Scanstrategie – an die Geometrie und die thermische Situation des Bauteils anpasst. So wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Bauteilverzug reduzieren, die Rissanfälligkeit senken und die Schwingfestigkeit verbessern. Insbesondere für Leichtbaustrukturen, die hohen dynamischen Belastungen ausgesetzt sind, ist dies wichtig.

Außerdem will das Projektteam durch gezielte Wärmesteuerung die Mikrostruktur der Werkstoffe so beeinflussen, dass sie länger halten. Auch die Ressourceneffizienz wollen die Forschenden erhöhen: Mit einer präziseren Steuerung des Schmelzbades soll der Materialverbrauch gesenkt und der Ausschuss reduziert werden.

Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Über dieses Projekt

Vorgehen

Um die Prozessführung zu verbessern, entwickeln die Forschenden einen Build-Prozessor, der die Belichtungsstrategie auf Basis der Bauteilgeometrie und thermischer Simulationen optimiert. Anhand von Temperaturfeldanalysen ermitteln sie kritische Bereiche, in denen Spannungen besonders hoch sind. Darauf aufbauend testet das Projektteam alternative Scanstrategien wie das Pilgerschrittverfahren, bei dem der Laser die Belichtungsreihenfolge so variiert, dass sich Wärme gleichmäßiger verteilt. Ergänzend setzten die Forschenden ein thermografisches Detektorsystem ein, das die Temperaturverläufe während des Druckprozesses in Echtzeit erfasst.

Diese Daten fließen in den Build-Prozessor zur Bahnplanung ein, um die Laserleistung und Scanmuster gezielt einzustellen. Nach der Herstellung analysieren die Forschenden die Bauteile mit Methoden zur Eigenspannungsanalyse und optischer Verzugsmessung. Diese zeigen, dass die Scanstrategie Schachbrettmuster im direkten Vergleich zur linearen Scanstrategien einen geringeren Verzug zur Folge hat, jedoch die Eigenspannungen mehr durch die Temperatur der Bauplattform, die Laserleistung und die Lasergeschwindigkeit beeinflusst werden als durch die Scanstrategie. Die Eigenspannungen nehmen mit zunehmender Temperatur der Bauplattform ab und nehmen mit zunehmender Laserleistung und Lasergeschwindigkeit zu.

Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Über dieses Projekt



Förderlaufzeit:

Förderkennzeichen: 03LB2038

Fördersumme: 1,2 Mio. EUR

Abschlussbericht:

Weiterführende
Webseiten:

foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB2038A - Opti-Add im Förderkatalog des Bundes

Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Projektkoordination

Ansprechperson:

Hr. Moritz Käß

+49 711 685-69691

moritz.kaess@mpa.uni-stuttgart.de

Organisation:

Universität Stuttgart MPA Materialprüfungsanstalt

Pfaffenwaldring 32
70569 Stuttgart
Baden-Württemberg
Deutschland

☞ www.mpa.uni-stuttgart.de/



Projektpartner



Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Einordnung in den Leichtbau	
	Realisierung
Angebot	
Dienstleistungen & Beratung Erprobung & Versuch, Prototyping, Prüfung	✓
Produkte Maschinen & Anlagen, Software & Datenbanken, Werkstoffe & Materialien	✓
Technologiefeld	
<i>Anlagenbau & Automatisierung</i>	
Design & Auslegung Fertigungsleichtbau	✓
<i>Funktionsintegration</i>	
Mess-, Test- & Prüftechnik Sichtanalyse (z. B. Mikroskopie, Metallographie), Werkstoffanalyse, Zerstörende Analyse	✓
Modellierung & Simulation Optimierung, Prozesse, Werkstoffe & Materialien	✓
<i>Verwertungstechnologien</i>	
Fertigungsverfahren	
Additive Fertigung Selektives Laserschmelzen (SLM, LPBF, ..)	✓
<i>Bearbeiten und Trennen</i>	
<i>Beschichten (Oberflächentechnik)</i>	
<i>Faserverbundtechnik</i>	
<i>Fügen</i>	
<i>Stoffeigenschaften ändern</i>	
<i>Textiltechnik</i>	
<i>Umformen</i>	
<i>Urformen</i>	

Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

Einordnung in den Leichtbau

Realisierung

Material

Biogene Werkstoffe

Fasern

Funktionale Werkstoffe

Kunststoffe

Metalle

Stahl



Strukturkeramiken

(Technische) Textilien

Verbundmaterialien

Zellulare Werkstoffe (Schaumwerkstoffe)