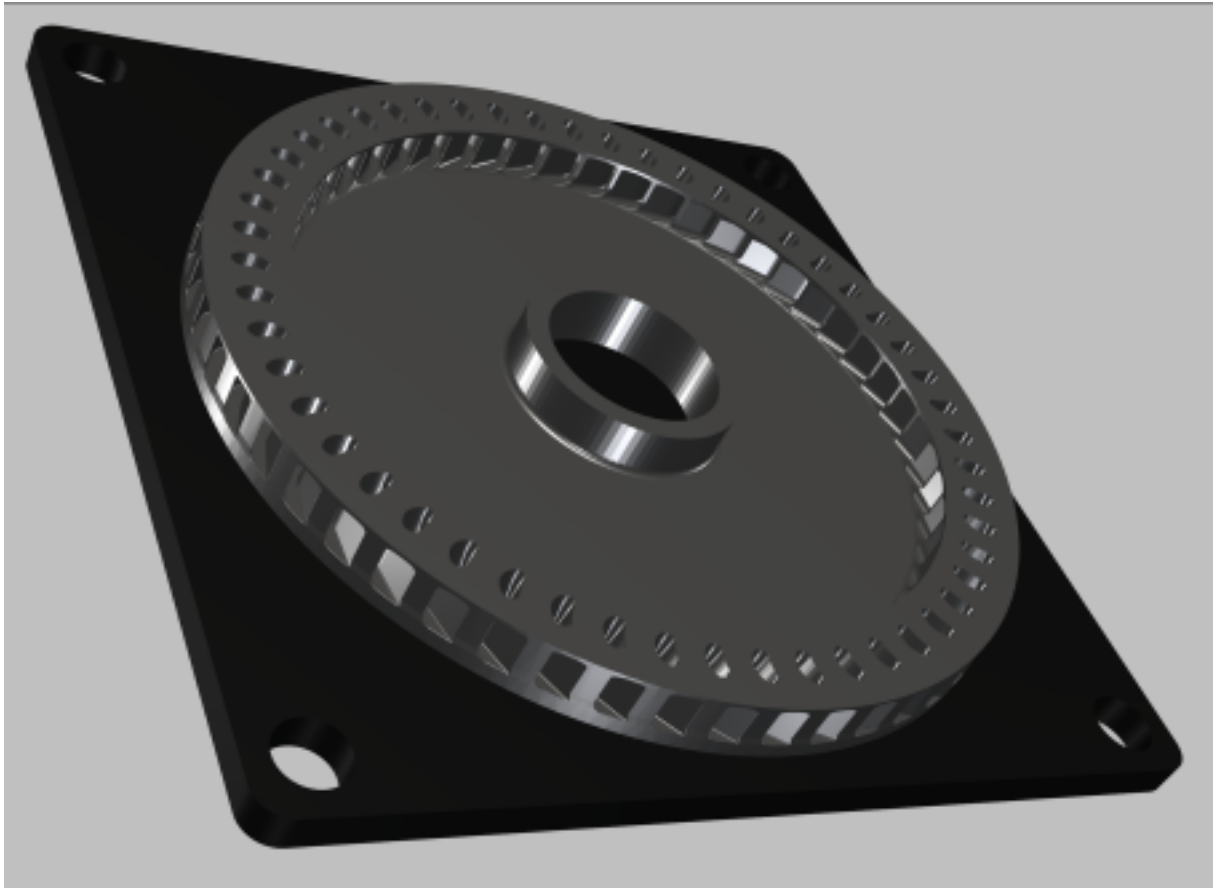


# Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

## 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 Klimaschutz.

[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 setzen 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.



---

### Förderlaufzeit:

---

---

**Förderkennzeichen:** 03LB2038

**Fördersumme:** 1,2 Mio. EUR

---

### Weiterführende Webseiten:

[foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB2038A](https://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](mailto:moritz.kaess@mpa.uni-stuttgart.de)

### Organisation:

Universität Stuttgart MPA Materialprüfungsanstalt

Pfaffenwaldring 32  
70569 Stuttgart  
Baden-Württemberg  
Deutschland

☞ [www.mpa.uni-stuttgart.de/](http://www.mpa.uni-stuttgart.de/)



## Projektpartner



# Selektives Laserstrahlschmelzen: Wärmeverteilung optimieren und Spannungen reduzieren

| Einordnung in den Leichtbau                                                                                                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                     | Realisierung |
| <b>Angebot</b>                                                                                                                      |              |
| <b>Dienstleistungen &amp; Beratung</b><br>Erprobung & Versuch, Prototyping, Prüfung                                                 | ✓            |
| <b>Produkte</b><br>Maschinen & Anlagen, Software & Datenbanken, Werkstoffe & Materialien                                            | ✓            |
| <b>Technologiefeld</b>                                                                                                              |              |
| <i>Anlagenbau &amp; Automatisierung</i>                                                                                             |              |
| <b>Design &amp; Auslegung</b><br>Fertigungsleichtbau                                                                                | ✓            |
| <i>Funktionsintegration</i>                                                                                                         |              |
| <b>Mess-, Test- &amp; Prüftechnik</b><br>Sichtanalyse (z. B. Mikroskopie, Metallographie),<br>Werkstoffanalyse, Zerstörende Analyse | ✓            |
| <b>Modellierung &amp; Simulation</b><br>Optimierung, Prozesse, Werkstoffe & Materialien                                             | ✓            |
| <i>Verwertungstechnologien</i>                                                                                                      |              |
| <b>Fertigungsverfahren</b>                                                                                                          |              |
| <b>Additive Fertigung</b><br>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 |
| <b>Material</b>                                |              |
| <i>Biogene Werkstoffe</i>                      |              |
| <i>Fasern</i>                                  |              |
| <i>Funktionale Werkstoffe</i>                  |              |
| <i>Kunststoffe</i>                             |              |
| <b>Metalle</b>                                 |              |
| Stahl                                          | ✓            |
| <i>Strukturkeramiken</i>                       |              |
| <i>(Technische) Textilien</i>                  |              |
| <i>Verbundmaterialien</i>                      |              |
| <i>Zellulare Werkstoffe (Schaumwerkstoffe)</i> |              |