

Topologieoptimierung von Bauteilen durch LPBF-Fertigung

Das Laser Powder Bed Fusion (LPBF) ermöglicht die kosten- und ressourceneffiziente Fertigung komplexer und topologieoptimierter Bauteile. Jedes Volumeninkrement des späteren Bauteils wird im Fertigungsprozess durch selektives Aufschmelzen und Erstarren von Metallpulver erzeugt. Die thermische Historie beim LPBF kann sich insbesondere bei großen Querschnittsänderungen aufgrund unterschiedlicher Wärmeleitungsbedingungen signifikant unterscheiden. Prozessparameter und mechanische Eigenschaften werden im Allgemeinen anhand einfacher Versuchsgeometrien ermittelt und sind daher nur bedingt auf komplexe Bauteile anwendbar.

In Kooperation mit dem DLR Institut für Werkstoff-Forschung untersucht das Fraunhofer ILT den Einfluss der Bauteilgeometrie auf das Metallgefüge im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (IGF Vorhaben Nr.: 22135 N) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Ziel ist dabei, die oben genannten Effekte simulativ abbilden zu können, um eine Vorhersage der tatsächlichen mechanischen Eigenschaften von topologieoptimierten Bauteilen zu ermöglichen. Weiterhin wird der Einfluss einer nachgeschalteten Wärmebehandlung untersucht.

Untersuchungen am Werkstoff Ti6Al4V

Aufgrund der kleinen Wärmeleitfähigkeit von Titan wird der Effekt der thermischen Historie an dem Werkstoff Ti6Al4V untersucht. Dazu werden topologieoptimierte LPBF-Bauteile

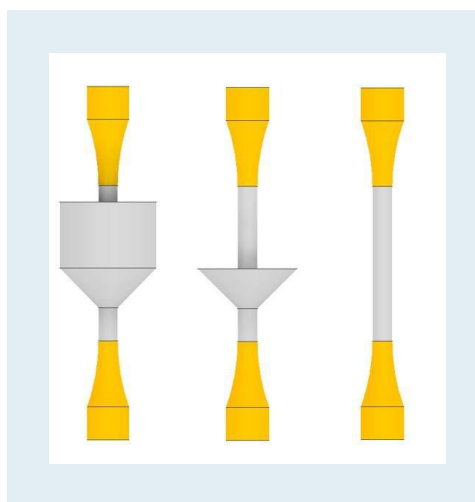
bezüglich Winkel- und Querschnittsflächenänderung in Aufbaurichtung analysiert und klassifiziert. Aus den Ergebnissen werden Versuchsgeometrien für statische und dynamische Prüfversuche abgeleitet (Bild 2) und mittels LPBF gefertigt. Im Anschluss werden die Proben »as-built« oder nach heiß-isostatischem Pressen geprüft. Die gewonnenen Daten werden in einem Bauteilgeometriekatalog dokumentiert.

Ressourceneffiziente Fertigung

Die Ergebnisse zeigen, dass eingestrahelte Energie bei einer sprunghaften Vergrößerung der Belichtungsfläche so langsam abgeführt wird, dass ein Einfluss auf das metallische Gefüge nachweisbar ist. An entsprechenden Stellen im Bauteil bildet sich statt des für Ti6Al4V üblichen α -Gefüges eine Mischung aus α - und β -Phase. Die Abkühlgeschwindigkeit hat dabei Auswirkungen auf die Lamellenform und -größe. In Bild 1 sind lokale Überhitzungen anhand von Anlauffarben zu sehen.

Der im Projekt entwickelte Bauteilgeometriekatalog soll die praktische Anwendbarkeit der Topologieoptimierung und LPBF-Fertigung in der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik und dem Bereich Mobility vereinfachen, innovative Produktentwicklung beschleunigen und Unternehmen zur ressourceneffizienten Fertigung befähigen.

Autorin: Lara Bolten M. Eng., lara.bolten@ilt.fraunhofer.de



*1 Demonstrator mit lokalen Überhitzungen (rot markiert).
2 Versuchsgeometrien für statische Prüfungen.*