

Nachhaltige Fertigung mit Additive Manufacturing

Die laserbasierte additive Fertigung bietet neue Möglichkeiten, eingesetzte Werkstoffe effizienter zu nutzen und auch komplexe Bauteile aus unterschiedlichen Materialien wie Metallen, Keramiken oder Kunststoffen umweltschonend herzustellen, zu reparieren oder zu beschichten.



- 1 Dreistrahl-Pulverdüse für das Laserauftragschweißen
- 2 Belichtung bei lokaler Vorwärmung mittels VCSEL
- 3 Mit dem Laser Powder Bed Fusion (LPBF) lassen sich auch Bauteile aus reinem Kupfer additiv fertigen



ANWENDUNGSBEREICH

Die Anwendungsfelder der Additiven Fertigung liegen insbesondere dort, wo an Design und Werkstoffeigenschaften hinsichtlich individualisierter oder komplexer Bauteile höchste Ansprüche gestellt werden. Laserbasierte Verfahren erweisen sich hier als sehr vorteilhaft, da sie qualitativ hochwertige Bauteileigenschaften liefern, flexibel an die zu generierenden Schichten und Materialien angepasst werden können und zugleich produktiv und ressourcenschonend sind.

Seit Mitte der 1990er Jahre treibt das Fraunhofer ILT die Additive Fertigung – insbesondere metallischer Bauteile – voran, beispielsweise mit dem pulverbettbasierten Laser Powder Bed Fusion (LPBF) oder dem pulver- oder drahtzufuhrbasierten Laserauftragschweißen. Im Fokus steht die Optimierung der Wirtschaftlichkeit durch eine ganzheitliche Betrachtung der Prozessketten – vom Bauteildesign über die Prozessführung und Anlagentechnik bis hin zur Endbearbeitung. Zur Verbesserung der Robustheit und Reproduzierbarkeit wird der Einfluss von Pulverwerkstoffen, Anlagenkomponenten und Belichtungsstrategien auf die Prozessstabilität sowie auf die Bauteilqualität ermittelt. Mit Inline-Prozessüberwachungsmethoden lassen sich die Energieeffizienz steigern und Ausschussanteile reduzieren. Durch die Realisierung digitaler Abbildungen – sogenannter Digital Twins – ergibt sich zudem die Möglichkeit, Bauteileigenschaften bereits vor der Fertigung festzulegen und angepasste Prozessstrategien zu simulieren.

Mit der Entwicklung neuer Werkstoffe für die additive Fertigung, zum Beispiel ODS-Werkstoffe oder Eutektische Legierungen, werden gezielt Bauteileigenschaften optimiert. Werkstoffangepasste Belichtungsstrategien und Temperaturführungen sorgen für eine Vermeidung von Rissen bei schwer schweißbaren Werkstoffen sowie für eine Verringerung von Spannungen und Verzügen in hochqualitativen Bauteilen.

TECHNOLOGIE

Durch den schichtweisen Aufbau beim Laser Powder Bed Fusion wird eine dreidimensionale Fertigungsaufgabe auf zwei Dimensionen reduziert. Das Verfahren ermöglicht beispielsweise die Integration von Funktionen oder Leichtbaustrukturen in komplexe Bauteile sowie die Herstellung topologieoptimierter Bauteile. Mit verfahrenbaren Bearbeitungsköpfen in großen Bauräumen und maßgeschneiderten Strahlquellen ist das LPBF skalierbar. Im metallischen Bereich wird das Verfahren beispielsweise in der Medizintechnik für individualisierten Zahnersatz, in der Flugzeugtechnik für topologieoptimierte leichte Bauteile oder im Werkzeug- und Formenbau für produktivere Werkzeuge mit konturnahen Kühlkanälen eingesetzt.

Beim Beschichten von Materialien zum Schutz vor Verschleiß und Korrosion oder bei der Reparatur und Instandsetzung erweist sich das Laserauftragschweißen als vorteilhaft. Je nach Verfahrensvariante können formschlüssig angebundene, hochqualitative und rissfreie Schichten mit geringem Wärmeeintrag und Schichtstärken zwischen 0,01 mm und 1,5 mm auf Bauteile aufgetragen werden. Durch Mehrlagenauftrag lassen sich Geometrien großer Komplexität und Abmessungen fertigen. Typische Anwendungen finden sich im Werkzeug-, Turbinen- oder Anlagenbau.

NACHHALTIGKEIT

Additive laserbasierte Verfahren bieten die Vorteile, auch komplexe Geometrien schnell herzustellen oder zu bearbeiten und die eingesetzten Werkstoffe effizient zu nutzen. In der industriellen Produktion lassen sich damit Bauteile mit verbesserten Funktionen und Eigenschaften herstellen, die die Energieeffizienz signifikant steigern. Zudem können Bauteile per Laser wirtschaftlich beschichtet oder repariert und Lebensdauern dadurch gesteigert werden. Dank des berührungslosen Werkzeugs tritt nahezu kein Verschleiß auf und der Einsatz umweltschädlicher Chemikalien ist in vielen Fällen nicht mehr nötig.

i Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen

Dr. Sebastian Bremen | sebastian.bremen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Andres Gasser | andres.gasser@ilt.fraunhofer.de

Prof. Johannes Henrich Schleifenbaum

johannes.henrich.schleifenbaum@ilt.fraunhofer.de