Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Über dieses Projekt

addLight

Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Über dieses Projekt

Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Anwendung:

Material: Aluminium, Stahl

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

Technologietransfer-Programm Leichtbau

Hintergrund

Das pulverbettbasierte Schmelzen von Metall mittels Laserstrahl (PBF-LB/M-Technologie) baut Bauteile schichtweise auf, indem ein Laser metallisches Pulver punktgenau verschmilzt. So können Elemente mit komplexen inneren Strukturen geschaffen werden, die leicht und trotzdem stabil sind. In der rechnergestützten Konstruktion CAD (Computer-Aided Design) entwerfen Ingenieurinnen und Ingenieure diese Bauteile. Dabei speichern sie die Entwürfe häufig im STL-Format (Standard Triangle Language) ab. STL-Dateien beschreiben Oberflächen als kleine Dreiecke.

Diese Methode funktioniert gut für einfache Geometrien, stößt jedoch bei komplexen, intern optimierten Strukturen, wie Gitter- oder topologieoptimierten Komponenten, schnell an ihre Grenzen. Die Dateigrößen werden enorm und Fehler im Dreiecksnetz können die Qualität und Simulation der Bauteile beeinträchtigen. Bei der Modellierung des Schmelzprozesses liefern klassische, phänomenologische Modelle keine ausreichende Detailgenauigkeit, um die Wechselwirkungen zwischen Laserleistung, Schichtdicke, Abkühlraten und der daraus entstehenden Mikrostruktur zu erfassen. Daher braucht es integrierte Simulationsmethoden und datenbasierte Ansätze, um lokale Materialveränderungen besser zu verstehen.

Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Über dieses Projekt

Ziel

Im Forschungsprojekt addLight will das Projektteam den industriellen Einsatz additiv gefertigter Leichtbaustrukturen beweisen. Die Forschenden entwickeln Bauteile aus Aluminiumlegierungen, die statischen, dynamischen und zyklischen Belastungen standhalten. Sie erstellen konkrete Designregeln für Gitterstrukturen und topologieoptimierte Komponenten, also Bauteile, die Material nur dort einsetzen, wo es für die Tragfähigkeit nötig ist.

Dazu kombiniert das Projektteam physikalische Modelle – die den PBF-LB/M-Prozess theoretisch abbilden – mit datengetriebenen Machine-Learning-Methoden. Diese sogenannten Grey-Box-Modelle verknüpfen Simulation und experimentelle Daten, um lokale Materialeigenschaften und Ermüdungsreaktionen nahezu in Echtzeit vorherzusagen. Darüber hinaus beschreiben die Forschenden Prozessanomalien mittels datengetriebener Modelle und gleichen diese durch eine lokale Prozessadaption aus. Mit den so entstehenden reproduzierbaren Herstellungsprozessen und präzise ermittelten Werkstoffkennwerten wollen die Forschenden so den Weg in die Serienproduktion sicherheitsrelevanter Leichtbauteile ebnen.

Die Partner wollen außerdem einen effizienten Austausch komplexer Geometrien wie Gitterstrukturen zwischen unterschiedlichen Softwarekomponenten (CAD, Simulation, Datenaufbereitung) ohne Informationsverlust ermöglichen.

Vorgehen

Die Forschenden wählen Bauteile mit hohem Leichtbaupotenzial aus und verfolgen zwei Entwicklungswege. Einerseits optimieren sie Gitterstrukturen, bei denen ein inneres Netz Material spart, andererseits entwickeln sie vollsolide, topologieoptimierte Komponenten.
Sie passen den PBF-LB/M-Prozess durch lokale Veränderungen der Prozessparameter an, um konstante Oberflächenqualität und kontrollierte Mikrostrukturen zu erreichen. Moderne Überwachungssysteme erfassen prozessparallel wichtige Parameter wie Laserkennwerte, Positionsdaten und Schmelzbadstrahlung. Die Forschenden entwickeln Methoden, mit denen aus diesen Daten Fehlstellen im Bauteil prädiktiert und lokale Prozessanpassungen zur Verbesserung der Homogenität und Reproduzierbarkeit des Schmelzprozesses berechnet werden.
Die Forschenden überprüfen die Bauteile außerdem durch Zug-, Druck- und zyklische Belastungen. Die gewonnenen Daten fließen in Grey-Box-Modelle ein, die physikalische Simulationen mit datenbasierten Machine-Learning-Methoden verbinden. Mit Hilfe von Computer-Aided Engineering (CAE) validiert das Team abschließend die Modelle und leitet daraus konkrete Konstruktionsrichtlinien für die Serienfertigung ab.
Die Forschenden untersuchen für Gitterstrukturen geeignete Geometrierepresentationen um daraus ein effizientes Dateiformat abzuleiten. Dieses wird in einem Industriekonsortium zur Standardisierung vorgeschlagen, um die Interoperabilität zwischen Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller zu ermöglichen.

Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Über dieses Projekt

Förderlaufzeit:

Förderkennzeichen: 03LB2009 **Fördersumme:** 2 Mio. EUR

Weiterführende Webseiten: foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB2009A - addLight im Förderkatalog des Bundes

Projektkoordination

Ansprechperson:

Hr. Marinus Kolbinger

+49 151 60176869

marinus.kolbinger@bmw.de

Organisation:

Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft

Petuelring 130
80788 München
Bayern
Deutschland

www.bmwgroup.com

Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Projektpartner

MATFEM

MPA IfW

PTW TU DARMSTADT

eos

AM METALS

Einordnung in den Leichtbau

	Realisierung
Angebot	
Dienstleistungen & Beratung Aus- & Weiterbildung, Erprobung & Versuch, Konstruktion, Normung, Prototyping, Simulation, Technologietransfer, Zulassung	✓
Produkte Bauteile & Komponenten, Software & Datenbanken, Werkstoffe & Materialien	✓
Technologiefeld	
Anlagenbau & Automatisierung	
Design & Auslegung Fertigungsleichtbau, Hybride Strukturen, Konzeptleichtbau	✓
Funktionsintegration	
Mess-, Test- & Prüftechnik Komponenten- & Bauteilanalyse, Werkstoffanalyse, Zerstörende Analyse, Zerstörungsfreie Analyse	✓
Modellierung & Simulation Crashverhalten, Lasten & Beanspruchung, Optimierung, Prozesse, Strukturmechanik, Werkstoffe & Materialien, Zuverlässigkeitsbewertung	✓
Verwertungstechnologien	

Innovativen Leichtbau realisieren: pulverbettbasiertes Schmelzen von Metall mittels Laser

Einordnung in den Leichtbau

	Realisierung
Fertigungsverfahren	
Additive Fertigung 3D-Druck, Selektives Laserschmelzen (SLM, LPBF, ..)	✓
Bearbeiten und Trennen Drehen, Fräsen, Sägen, Schleifen	✓
Beschichten (Oberflächentechnik)	
Faserverbundtechnik	
Fügen	
Stoffeigenschaften ändern Wärmebehandeln	✓
Textiltechnik	
Umformen	
Urformen	
Material	
Biogene Werkstoffe	
Fasern	
Funktionale Werkstoffe	
Kunststoffe	
Metalle Aluminium, Stahl	✓
Strukturkeramiken	
(Technische) Textilien	
Verbundmaterialien	
Zellulare Werkstoffe (Schaumwerkstoffe)	