

Ressourceneinsparung durch Konzept-, Struktur-, Form- und Fertigungsleichtbau

Optimierungsmöglichkeiten im Leichtbau durch Materialminimierung sind zum einen die Topologieoptimierung (Abb. 1 Mitte), die der äußeren Formfindung, aufgrund des Kraftflusses dient und zum anderen der Einsatz von Lattice-Elementen die die „innere Struktur“ eines Bauteils betreffen (Abb. 1 rechts). Hierzu sollen Lattice-Plattenstrukturen für die Beanspruchungsarten (Zug, Druck, Schub) gewichts-optimiert und fertigungsgerecht entwickelt werden, um das Potenzial für Funktionsintegration für Steifigkeit, Beulstabilität, Festigkeit, Energieabsorption und Lastenleitung an monolithischen und hybriden Strukturen auszuloten und zu bewerten. Eine wesentliche Voraussetzung für die reproduzierbare Herstellung von Bauteilen mit Leichtbau-Lattice-Gitter-Modellen ist eine sichere Herstellbarkeit der entworfenen Strukturen. Dabei sollen Stegbreiten von bis zu 0,1 mm poren- und unterbrechungsfrei mit möglichst geringer Rauigkeit erzeugt werden können.

Am Kompetenzzentrum Leichtbau der Hochschule Landshut (LLK) wird im Rahmen eines von der Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Großgeräte-Projekts (Nr. 498036830) eine Anlage zur additiven Fertigung von Metallen aus dem Pulverbett auf Basis des Laserschmelzens (Laser-Powder Bed Fusion, L-PBF) aufgebaut.



Abb. 1: Links: Ausgangssituation CAD-Modell mit Festhaltung und Lasten; Mitte: Topologieoptimiertes Modell; Rechts: Topologieoptimiertes Modell kombiniert mit Lattice-Strukturen (In Anlehnung an Isabel Braun: Finite-Elemente-Simulation und Optimierung in der frühen Entwicklungsphase, Stuttgart, Hausmesse CES Grauer GmbH, 19. April 2018)

Material und Methoden

Das LLK hat hierzu für erste Voruntersuchungen eine Plattenstruktur entwickelt (Abb. 2 und 3) und auf einer Anlage der Firma Acconity3D (Midi+) mit einer Pulverpartikelgröße 15 - 45 μm aus einem Aluminiumbasiswerkstoff drucken lassen. Die Teststruktur ist so konzipiert, dass sie in zwei Richtungen 6 Elementarzellen aufweist, die eine repräsentative Volumeneinheit darstellen. Zudem sind teilweise sehr dünnwandige Strukturen (Minimum: 0,15 mm) enthalten und Stegverbindungen (Knotenpunkte) ohne Radien gedruckt worden, um die Grenzen des Systems auszuloten.

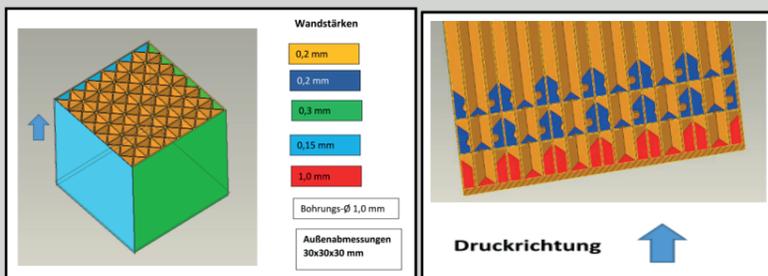


Abb. 2: Plattenstruktur zum Test für die Fertigung möglicher Zellwandstärken

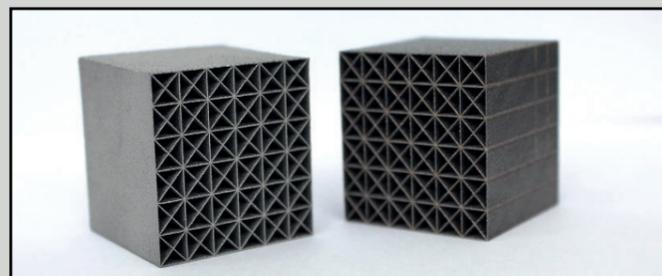


Abb. 3: Mittels L-PBF gefertigte Strukturen aus AlSi10Mg mit den Abmessungen 30 x 30 x 30 mm

Ergebnisse

Die Abbildung 4 links zeigt eine CT-Aufnahme der Gesamtstruktur und rechts die Vergrößerung eines Steges zwischen zwei Knoten. Die Stege sind unterbrechungsfrei gedruckt und die Zieldimension von 0,2 mm konnte gut eingehalten werden. Die Ursache für die Helligkeitsunterschiede an den Kreuzungspunkten im Zentrum ist durch die geometrisch bedingte Aufhärtung des Röntgenstrahls entstanden und stammt nicht von Poren/Unterbrechungen. Vorläufige Messungen im CT haben eine minimale Dicke der Zellwände von ca. 0,14 mm und eine maximale von 0,26 mm ergeben (Abb. 4 rechts). Diese maximalen Schwankungen sind mit etwa 30 % noch zu hoch. Wünschenswert wären Schwankungen von $\leq 10\%$. Poren (siehe Abbildung 5), sind nur wenige vorhanden.

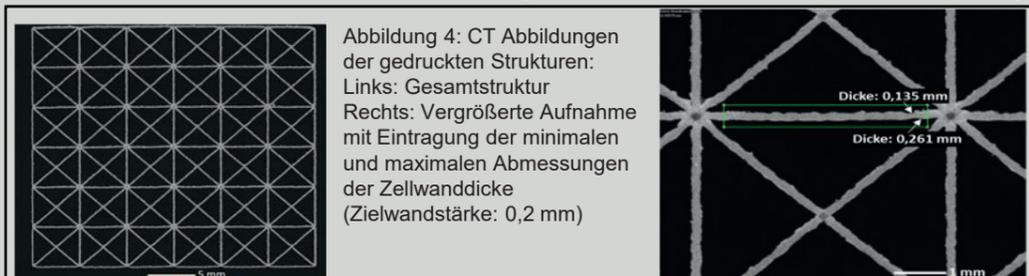


Abbildung 4: CT Abbildungen der gedruckten Strukturen:
Links: Gesamtstruktur
Rechts: Vergrößerte Aufnahme mit Eintragung der minimalen und maximalen Abmessungen der Zellwanddicke (Zielwandstärke: 0,2 mm)

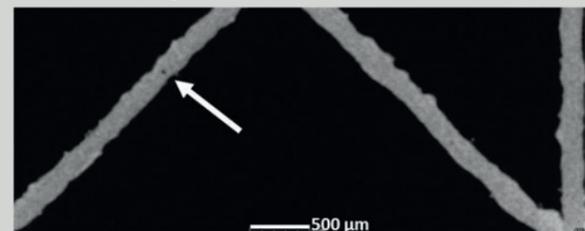


Abbildung 5: Eine der wenigen in der gesamten Struktur beobachteten Poren (Pfeil) mit einem Durchmesser von 38 μm .

Gefördert durch die DFG über das Projekt Nr. 498036830: „Entwicklung, Fertigung, Charakterisierung und Modellierung von mittels selektivem Laserschmelzen hergestellten Leichtbaustrukturen“

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Holger Saage
Telefon: +49 871 / 506-219
E-Mail: Holger.Saage@haw-landshut.de

Beteiligte Professoren und wissenschaftliche MitarbeiterInnen:

Prof. Dr.-Ing. Otto Huber, Prof. Dr.-Ing. Holger Saage, Prof. Dr.-Ing. Tim Rödiger,
Prof. Dr.-Ing. Norbert Babel,
M.Eng. Eva Kollmannsberger, M.Eng. Christoph Stangl