

FORSCHUNG KOMPAKT

Februar 2017 || Seite 1 | 4

Additive Fertigung

Metallische Komponenten ressourceneffizient herstellen

Die additive Fertigung von Kunststoffen hat sich in vielen Branchen etabliert. Der 3D-Druck von Metallen ist auf dem Weg, eine ähnliche Erfolgsgeschichte zu schreiben. Im neu eröffneten 3D-Drucklabor Metall und Strukturwerkstoffe am Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, haben Forscher untersucht, wie ressourceneffizient der Herstellungsprozess ist, wenn Leichtbaukomponenten aus Aluminium additiv gefertigt werden. Das Ergebnis: Schon kleinere Einsparungen an Material und Ressourcen pro Bauteil bringen hohe Kostenersparnisse bei Serienfertigungen mit sich.

Das 3D-Drucklabor Metall und Strukturwerkstoffe am Fraunhofer EMI in Freiburg beherbergt einen der derzeit größten kommerziell verfügbaren 3D-Drucker für Metalle. Im Forschungsbereich ist die Anlage in dieser Größe ein Unikat. Per selektivem Laserschmelzen (SLM; siehe Kasten »So funktioniert SLM«) lassen sich hier metallische Strukturen mit Abmessungen von bis zu 40 Zentimetern additiv fertigen. Der 3D-Druck bietet völlig neue Möglichkeiten, Bauteile mit komplexesten Formgebungen zu gestalten und zugleich das Gewicht zu optimieren.

Doch erst die Kombination von additiver Fertigung und intelligentem Leichtbaudesign erlaubt eine maximal ressourceneffiziente Produktion. Wie ressourcenschonend der Herstellungsprozess tatsächlich ist und ob sich etwa Material- und Betriebskosten im Vergleich zu herkömmlichen industriellen Verfahren minimieren lassen, haben Fraunhofer-Forscher im neuen 3D-Drucklabor am Beispiel einer praxisnahen Komponente untersucht. Als Bauteil für den Test wurde ein Radträger verwendet, wie er beispielsweise in einem Leichtbaufahrzeug eingesetzt werden könnte. »Wir konnten quantifizieren, wie sich Leichtbau und speziell der Einsatz von Methoden der Strukturoptimierung auf die eingesetzten Ressourcen während des Herstellungsprozesses mittels SLM auswirken«, sagt Klaus Hoschke, Wissenschaftler und Gruppenleiter am Fraunhofer EMI. Im Fokus standen die Kennwerte Strom- und Materialbedarf, Fertigungszeit und CO₂-Emissionen, die bei einer Kleinserienproduktion von zwölf Radträgern anfallen.

Ressourceneffizienz einer Kleinserienfertigung

Nachdem die Forscher im ersten Schritt einen Designentwurf mithilfe der numerischen Finite-Elemente-Methode (FEM) simuliert, analysiert und die geeignete geometrische Form bestimmt hatten, konstruierten sie den Radträger im optimierten Leichtbaude-

Kontakt

Janis Eitner | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Birgit Bindnagel | Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI | Telefon +49 761 2714-366 |
Eckerstraße 4 | 79104 Freiburg | www.emi.fraunhofer.de | birgit.bindnagel@emi.fraunhofer.de

sign. Das Resultat war ein Radträger, der auf die definierten Lastszenarien ausgelegt ist und eine maximale Performance bietet. Aufgrund ihrer geometrischen Komplexität lassen sich derart gefertigte Strukturen nicht konventionell herstellen – also etwa durch Fräsen oder Drehen. »Mit dem leichteren Modell konnten wir während der Fertigung enorm Ressourcen einsparen, da pro Bauteil weniger Material erzeugt werden muss. Multipliziert man dies auf eine Kleinserie, so benötigt man weniger Zeit, Material und Energie für die Herstellung. Eine Reduktion des Volumens durch Nutzung höherfester Werkstoffe besitzt hierbei das größte Einsparungspotenzial«, so der Forscher. Mithilfe der numerisch optimierten Version des Radträgers wurden im Vergleich zum konventionellen Design 15 Prozent der für den additiven Prozess nötigen Energie gespart. Der Strombedarf betrug beim konventionellen Design zwölf Kilowattstunden, beim numerisch optimierten Design nur zehn Kilowattstunden – der Messwert bezieht sich jeweils auf ein Bauteil der Serienfertigung. Die Fertigungszeit konnte um 14 Prozent sowie die CO₂-Emission um 19 Prozent reduziert werden. Mit 28 Prozent fiel die Einsparung beim Material noch deutlicher aus.

Additive Fertigung – das Mittel der Wahl

Bereits heute werden strukturoptimierende Algorithmen bzw. numerische Optimierungssimulationen beim 3D-Druck von Bauteilen verwendet, jedoch nur dann, wenn die Komponente eine möglichst geringe Masse haben soll, um später etwa im Flugzeugbetrieb Kraftstoff zu sparen. Bauteile, die keine Anwendungsimplication einer Strukturoptimierung aufweisen, werden nach wie vor meist mit herkömmlichen industriellen Verfahren produziert. Die Ergebnisse der Kleinserienproduktion des Radträgers legen nahe, dass sich die additive Fertigung auch dann anbietet, wenn ein Bauteil nicht per se strukturoptimiert werden muss. »Ein Wärmetauscher oder eine Werkzeugform etwa müssen nicht leicht sein, um eine bessere Funktion zu erfüllen. Dennoch ist es sinnvoll, sie mit einem geringen Gewicht und Volumen auszulegen, wenn sie additiv gefertigt werden, da man die Herstellungskosten senken kann«, erklärt Hoschke.

Die Prognosen, welche Auswirkung die generative Fertigung von Metallen auf die globale Produktion haben wird, gehen auseinander. Einigkeit besteht darin: Für viele Industrien wie die Luft- und Raumfahrttechnik, die Fahrzeug- und Medizintechnik sowie den Werkzeugbau ist sie ein »Game Changer«. »Unsere positiven Ergebnisse in Bezug auf die Ressourceneffizienz beim Herstellungsprozess dürften dies untermauern«, sagt der Wissenschaftler. Künftig wollen Hoschke und sein Team erforschen, inwiefern andere Bauhöhen, Seriengrößen und Werkstoffe wie etwa Titan die Ressourceneffizienz des Herstellungsprozesses beeinflussen.

So funktioniert SLM

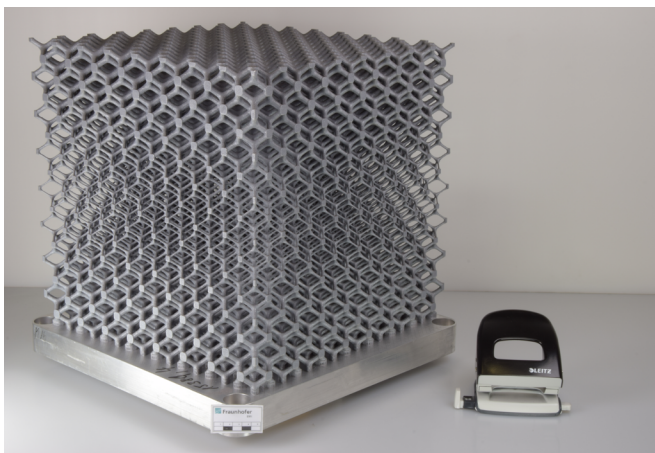
Das selektive Laserschmelzen (SLM) ist ein generatives Fertigungsverfahren, auch additive Fertigung genannt. Darunter versteht man den schichtweisen Aufbau von Objekten. Ausgangspunkt für die Herstellung von Metallkonstruktionen per SLM ist der Einsatz von Metallpulver, das – wie die Glasur auf den Kuchen – auf die Bauplattform aufgetragen und durch Laserstrahlung in definierten Bereichen aufgeschmolzen wird. Das Metallpulver erstarrt, und eine neue Pulverlage wird in einer definierten Schichtstärke aufgebracht. Auf diese Weise entsteht ein homogenes 3D-Bauteil mit komplexer Geometrie. Der große Vorteil: Es wird nur dort Strukturmaterial erzeugt, wo es für die Bauteilfunktion erforderlich ist. Zudem kann das nicht aufgeschmolzene Metallpulver wiederverwendet werden. Somit ist ein materialsparender Fertigungsprozess gewährleistet.

FORSCHUNG KOMPAKT

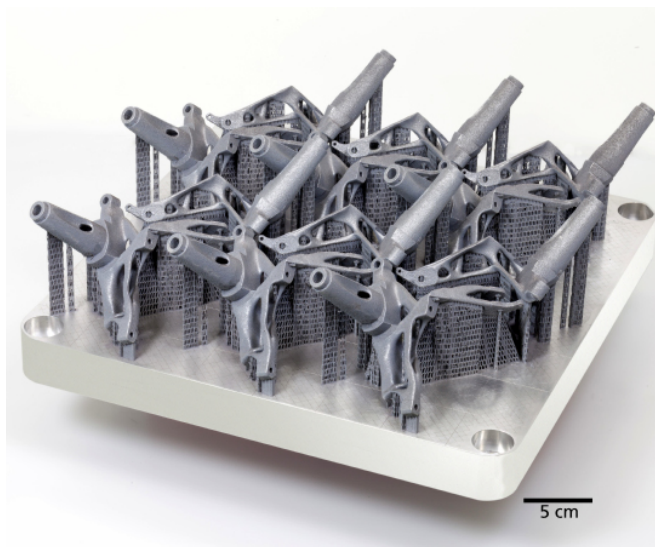
Februar 2017 || Seite 3 | 4



Strukturoptimierter Radträger eines Ultraleichtfahrzeugs: Design für Additive Manufacturing – Herstellung im 3D-Drucklabor Metall und Strukturwerkstoffe am Fraunhofer EMI. © Fraunhofer EMI | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.



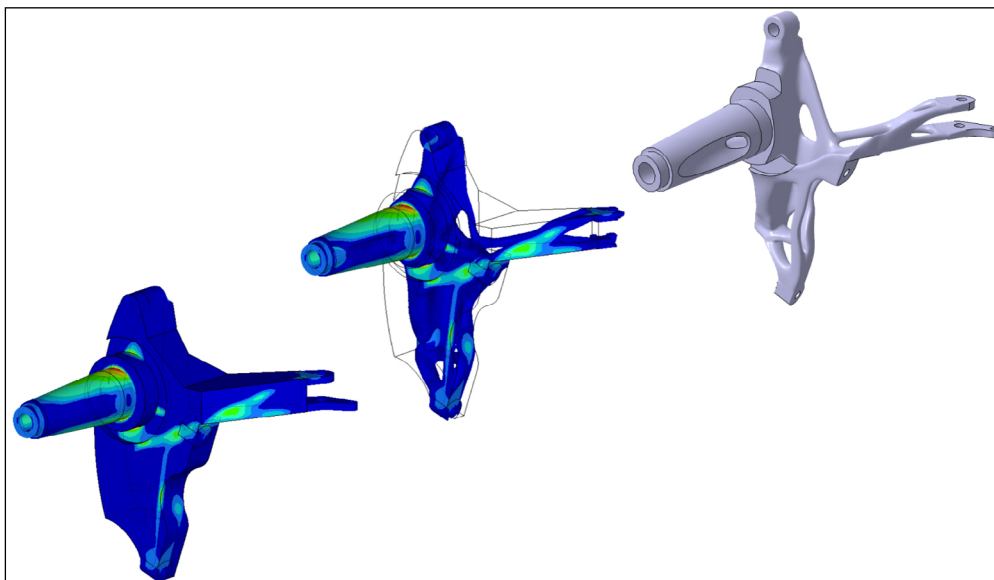
Gitterwürfel mit 40 Zentimetern Kantenlänge, eine der größten Metallstrukturen, die im selektiven Laserschmelzen (SLM) gefertigt wurden. © Fraunhofer EMI | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.



Anordnung mehrerer Strukturkomponenten auf einer Grundplatte nach abgeschlossenem Lasersinterprozess.
© Fraunhofer EMI | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.

FORSCHUNG KOMPAKT

Februar 2017 || Seite 4 | 4



Finite-Elemente-Analyse des Startdesigns eines Technologiedemonstrators »Radträger« (links), numerische Designoptimierung des Technologiedemonstrators zur Reduktion der Masse ohne funktionelle Beeinträchtigung der Komponente (Mitte) und CAD-Vorlage zur Fertigung des 3D-Metallbauteils (rechts). © Fraunhofer EMI | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 69 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen 1,9 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.