

1



ADDITIVE FERTIGUNG IM PULVERBETT

DIE AUFGABE

Mit der additiven Fertigung im Pulverbettverfahren ergeben sich in der Fertigung von Bauteilen bisher nicht gekannte geometrische Freiheiten. Die Technologie ermöglicht es, vorhandene Produkte so zu verändern oder grundlegend neu zu gestalten, dass sich maßgeblich verbesserte Eigenschaften erreichen lassen. Geometrisch hochkomplexe Bauteile weisen durch die Möglichkeit zur Funktionsintegration signifikant verbesserte Eigenschaften auf.

Durch die endkonturnahe Herstellung der Bauteile wird das Ausgangsmaterial effizient genutzt. Diese Ressourceneffizienz wird mit Strategien des Leichtbaus, wie zum Beispiel der Substitution von Vollmaterial durch Gitterstrukturen mit nahezu gleicher Festigkeit, noch weiter gesteigert. Daneben können individuell optimierte Strukturen hergestellt werden, die durch Steigerung der relativen Oberfläche eine signifikante Effizienzverbesserung von Kühlsystemen bewirken.

Aus den additiven Fertigungsverfahren leiten sich enorme Potenziale zur Ressourcenschonung, Energieeinsparung, Steigerung der Ergonomie sowie Effizienz ab. Demgegenüber stehen die besonderen Herausforderungen dieser neuartigen Fertigungsverfahren, wie die Erstellung, das Handling und der Schutz von Bauteildaten, aber auch Reproduzierbarkeit, Geschwindigkeit sowie Genauigkeit des Herstellungsprozesses sowie Oberflächengüte, Detailauflösung und Materialeigenschaften der hergestellten Objekte. An dieser Stelle bedarf es der Entwicklung von speziell angepassten Prozessketten und der Festlegung von Designrichtlinien, von der Erstellung des CAD-Modells über die fertigungsgerechte Aufbereitung der Daten bis hin zu Nachbearbeitung der fertigen Bauteile zur Herstellung der zuvor festgelegten Oberflächen- und Struktureigenschaften.

UNSERE LÖSUNG

Mit dem Selektiven Laser Schmelzen (SLM) und dem Elektronen Strahl Schmelzen (EBM) stehen zwei additive Verfahren zur Verfügung, die unter Verwendung einer geeigneten Prozessführung die Herstellung hochkomplexer Bauteile aus pulverförmigen Ausgangsmaterialien ermöglichen.

Die Verfahren basieren auf dem wiederholten flächigen Auftragen von Pulver und selektiven Aufschmelzen Lage für Lage. Der Fertigungsprozess wird beim SLM unter Schutzgasatmosphäre und beim EBM im Vakuum ausgeführt, um Reaktionen des geschmolzenen Pulvers mit der umgebenden Atmosphäre zu vermeiden.

Abbildung 2 zeigt die Einzellagen eines Bauteils, deren Erzeugung rechnergestützt im Vorfeld der Prozessierung in der Anlage erfolgen muss.

In Schichten geteiltes Modell

2





3

ERGEBNISSE

Am Fraunhofer IWS wurden neben weitverbreiteten Materialien auch spezielle Werkstoffe wie hochkorrosionsbeständige Stähle und hochwarmfeste Nickelbasislegierungen für das selektive Laserschmelzen qualifiziert. Durch die geeignete Auslegung der Prozessparameter konnte der Energieeintrag in das Pulverbett soweit optimiert werden, dass nahezu vollständig porenfreie Bauteile entstanden.

Die Bauteilfestigkeiten liegen dabei im Bereich der Grundwerkstoffe und können in Aufbaurichtung deren Festigkeiten sogar überschreiten. Mit dem verfahrensgerechten Einsatz dieser Werkstoffe ist ein entscheidender Beitrag zur Etablierung der additiven Herstellungsverfahren insbesondere für luftfahrtorientierte Anwendungen gelungen. Dadurch ergeben sich in diesem Hochtechnologiesektor neuartige Möglichkeiten, bei denen die Vorteile der additiven Fertigung bestmöglich ausgeschöpft werden.

Beispielstruktur einer Brennkammer mit angepassten Kühlkanälen



4

Ein mögliches Anwendungsgebiet sind Kühlkanalstrukturen für Brennkammern. Für diese Systeme wurden Kühlrippen mit Wandstärken im (Sub-)millimeterbereich generiert. Nachfolgend wurde eine Optimierung der Oberflächenbeschaffenheit durchgeführt, um Strömungsverhalten und Wärmeübergang in den generierten Kühlkanälen zu verbessern.

Bei derartig geringen Wandstärken ist aufgrund der eingetragenen Wärmeenergie häufig mit Verzug zu rechnen. Um dem entgegen zu wirken, werden dem Bauteil verzugsreduzierende Maßnahmen wie Stützstrukturen hinzugefügt, die auch wesentlich zur Wärmeableitung aus dem Bauteil und zur mechanischen Verankerung dienen.

Durch Optimierung der Stützstrukturherzeugung und Erhöhung der Baukammertemperatur konnte das Temperaturregime im Bauprozess verbessert werden. Daraus folgte eine Reduzierung des thermisch induzierten Verzugs, was eine wesentliche Erhöhung der Reproduzierbarkeit zur Folge hat.

- 1 *Mit SLM hergestelltes Modell der Dresdner Frauenkirche*
- 3 *In einem Fertigungsschritt (ohne Fügen) hergestellte Planetengetriebe*

KONTAKT

M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Robin Willner

+49 351 83391-3859

robin.willner@iws.fraunhofer.de

