3dAeroTiP

Additive Fertigung für innovative Titanbauteile der Luftfahrtindustrie

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2016	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.09.2017	**Projektende**	31.12.2020
Zeitraum	2017 - 2020	**Projektlaufzeit**	40 Monate
Keywords	Titan, additive Fertigung, Designoptimierung, on-line Fehlerkorrektur		

Projektbeschreibung

Die starke Zunahme des weltweiten zivilen Luftverkehrs erfordert ressourceneffizientere Luftfahrzeuge. Dabei ist das Strukturgewicht ein entscheidender Faktor. Metallische Beschläge, Lagerungen, Schließ- und Verriegelungselemente stellen die Verbindung von Composite-Leichtbau-Komponenten mit umliegenden Bauteilen dar und sind meist hoch belastet. Oftmals kommen dazu Legierungen wie Ti6Al4V zum Einsatz, da sie gegenüber Stahl oder Aluminium durch ihr hohes Festigkeits- zu Gewichtsverhältnis das strukturelle Gewicht und den benötigten Platzbedarf gering halten. Der Kostenanteil derartiger Leichtbauteile an den Gesamtkosten kann über 50% betragen. Leichtbau wird derzeit in diesen Bauteilen nur ansatzweise mit den industriell zur Verfügung stehenden konventionellen Fertigungsmöglichkeiten (spanabhebende CNC-Bearbeitung, z.T. unter Einbindung von Near-Net-Forging) ermöglicht und führt zu hohem Anteil an zerspanten Rohmaterial. Speziell die additive Fertigung stellt dabei DIE Möglichkeit der Kostenoptimierung dar, ist jedoch für Strukturbauteile mit hohen Sicherheits-Anforderungen (Flugsicherheit) bislang noch nicht Luftfahrt-zugelassen.
Erstes Ziel des Projekts ist daher, die Herstellungskosten für zwei Strukturbauteile (Wartungsklappen-Scharnier für Triebwerksverkleidung, zentraler Beschlag für Bremsklappen) durch Laser-Schmelzen (engl. Laser Melting LM) im Pulverbett um 20% zu verringern. Das Projekt liefert dabei einen Beitrag für Kostenschätzungen im Hinblick auf die zu erwartenden EASA- und FAA-Zulassungsauflagen von zukünftigen „gedruckten“ Ti6Al4V-Bauteilen. Zusätzlich sind im Projekt-Fokus auch die (1) Senkung des Bauteilgewichts um 40% durch bionische Konstruktion, (2) eine möglichst fehlerfreie Fertigung durch kontinuierliche Schmelzbad-Überwachung und Pulverbett-Oberflächen-Scanning und international erstmalig deren Kombination mit zu entwickelnden metallurgisch basierten Online-Fehlerkorrektur-Methoden sowie (3) elektrochemische Oberflächenbehandlung („Elektropolieren“). Dies schließt zudem die Abstimmung des additiven Herstellprozesses auf die Ausgangspulver ein, die dafür im Rahmen des Projekts optimiert werden. Für hohe Kosteneffizienz in der AM-Fertigung wird zudem der Einfluss von bereits genutztem Ti6Al4V-Pulver und dem Grad der Zumischung von Neupulver unter Einsatz verschiedener Pulverbehandlungs-/Herstellungsverfahren und entsprechender LM-Prozessoptimierung untersucht, was speziell für Luftfahrt-Anwendungen eine zusätzliche Innovation darstellt. Schlussendlich ist auch die Optimierung der Baurichtung bzgl. höchster mechanischer Zuverlässigkeit (Ermüdungsfestigkeit) sowie möglichst glatter Oberflächentopographie als Basis für auf Lattice- und Bone-Innenstrukturen basierten Leichtbau F&E-Ziel des Projekts.
Die für die Langzeitermüdungsfestigkeit der Bauteile entscheidende Mikrorauigkeit aller Strukturen wird durch Elektropolieren mit gezielter hydrodynamischer Steuerung der Elektrolytschicht eingeebnet. Im Bereich neuer Konstruktion

und Fehlerkorrektur soll das Projekt letztendlich eine Tool-Box für nachfolgende F&E-Projekte zur Verfügung stellen.
Das Konsortium deckt das dafür notwendige Know-how ab: der Konsortialführer FACC ist eines der weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung und Herstellung von Hochleistungs-Faserverbundkomponenten und -systemen für die zivile Luftfahrtindustrie. PRIME aerostructures ist kompetenter Engineering-Dienstleister als Entwicklungsbetrieb im Bereich der Luft und Raumfahrt, BEG einer der weltweit bedeutendsten Anbieter von Schnellarbeitsstählen, Werkzeugstählen und Sonderwerkstoffen. Die Forschungsdienstleister JR und CEST verfügen über langjährige Erfahrungen auf dem Gebiet Laser-unterstützter Rapid-Prototyping Verfahren und Oberflächenbehandlungen sowie deren industrielle Überleitung.

Abstract

The strong increase in global civil aviation requires more resource-efficient aircraft. The structural weight is a decisive factor. Metallic fittings, bearings, lockings and locking elements combine composite lightweight components with their surroundings. Compared to steel or aluminum the high strength-to-weight ratio of Ti6Al4V alloys keeps the structural weight and space requirements low. The cost share of such lightweight construction components in the total costs can be over 50%. Lightweight construction is currently only possible with the industrially available conventional production possibilities (machining CNC machining, partly with the integration of Near-Net-Forging) and leads to a high proportion of machined raw material. In particular, the additive manufacturing allows cost optimization, but has not yet been approved for structural components with high safety requirements (flight safety) to date.
The first objective of the project is therefore to reduce the production costs for two structural components (fan cowl door hinges, central fittings for spoiler assembly) by laser melting in powder bed (LM) by 20%. The project provides a cost estimate for the expected EASA and FAA approval requirements for future "printed" Ti6Al4V components. In focus of the project are (1) reduction of the component weight by 40% by means of bionic design, (2) defect-free production by continuous melt bath monitoring and powder surface scanning and, for the first time, the combination of these with metallurgically based online error correction and (3) electrochemical surface treatments ("electropolishing"). This also includes adjustment and optimization of powders for LM-processes. For high cost efficiency, the influence of already used Ti6Al4V powder and the degree of admixture of new powder with different powder treatment / manufacturing processes and corresponding LM process optimization is investigated, which is an additional innovation especially for aviation applications. In the end, the optimization of the construction direction with regard to the highest mechanical reliability (durability) as well as the smoothest possible surface topography as base for lightweight constructional lattice and bone internal structures is the R & D based goal of the project.
The micro-roughness of all structures, which is decisive for the long-term fatigue strength of the components, is flattened by electropolishing with targeted hydrodynamic control of the electrolyte layer. In the field of new design and error correction, the project will ultimately provide a toolbox for subsequent R & D projects.
The consortium covers the necessary know-how: the consortium leader FACC is one of the world's leading companies in the development and manufacturing of high-performance fiber reinforced composite components and systems for the civil aviation industry. PRIME aerostructures is a competent engineering service provider and design organization in the field of aerospace engineering; BEG is one of the world's leading suppliers of high-speed steels, tool steels and special materials. The research service providers JR and CEST have many years of experience in the field of laser-assisted rapid prototyping and surface treatment as well as transfer into industrial production.

Projektkoordinator

- FACC Operations GmbH

Projektpartner

- CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächen- technologie GmbH
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- PRIME Aerostructures GmbH
- voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG