MulTi²

Hybrid Manufacturing of Aviation Structures Enabled by a Multi-Processible Titanium Alloy

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Mobilitätssystem, FTI-Lösungen für die Transformation des Luftfahrtsystems, Sustainable Aviation Fuels inkl. Wasserstoff 2023	**Status**	laufend
Projektstart	01.10.2024	**Projektende**	30.09.2027
Zeitraum	2024 - 2027	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	Hybride Fertigung; Eigenschaftsoptimierung; Titan-Luftfahrt-Strukturen; Europäische Fertigungskette;LCA		

Projektbeschreibung

Hybride Fertigung verspricht die Vorteile additiver Fertigung (Additive Manufacturing, AM) mit den Vorteilen konventioneller Routen zu verbinden. Optimal in moderne Produktionsketten eingebunden, kann die Effizienz bei der Herstellung komplexer Luftfahrt-Strukturen wesentlich erhöht werden. Durch die geringe notwendige Nachbearbeitung, kann ressourcenschonend und nachhaltig gefertigt werden und ein Beitrag zum europ. Green-Deal geleistet werden. Werkstoffe müssen jedoch gleichermaßen für AM und für Umformung geeignet sein. Daraus resultieren die Notwendigkeiten ein Werkstoffkonzept zu entwickeln, sowie die gesamte hybride Fertigungskette aufzubauen.
Die Prozesstechnologien beim Pulver-AM haben bereits einen hohen Reifegrad; im Falle von Directed Energy Deposition (DED) mit Draht (WAM), jedoch nur zu einem geringeren Maße. Beim letztgenannten Verfahren werden derzeit Ti-Drähte verwendet, die für Anwendungen im Verbindungsschweißen konzipiert wurden, jedoch nicht für WAM mit seinen veränderten Abkühl- und Erstarrungsvorgängen und der inhärenten, zyklischen Wiedererwärmungscharakteristik. Daraus resultieren, insbesondere bei konventionellen Ti-Werkstoffen, ausgeprägte mikrostrukt. Inhomogenitäten, die sich negativ auf die Eigenschaften auswirken und die Entwicklung eines Werkstoffkonzepts mit verbessertem mech. und technolog. Eigenschaftsprofil notwendig machen.
Um komplexe Strukturen effizient darstellen zu können, wird die Kombination der WAM-Technologie mit Blechumformung angestrebt. Konventionelle Ti-Werkstoffe, sind jedoch schlecht umformbar, sodass komplexe Strukturen, gegenwärtig durch superplastische Umformung hergestellt werden. Dies ist ökologisch und ökonomisch nicht optimal. Das gegenwärtige Konzept verfolgt die Ausnutzung von bestmöglichen Phasenanteilen und Morphologien in Kombination mit geschickt gewählten Vorkonditionierungen, die in effizienter Weise das Umformvermögen erhöhen. Dadurch soll die Verfestigung während des Umformprozesses erhöht werden, sodass Dehnungslokalisationen und vorzeitige Schädigung vermieden werden.
Die hybride Technologie erlaubt komplex geformte, 3D-Strukturen herzustellen und dabei spanende Nachbearbeitung zu reduzieren, sodass energieintensives Ti-Vormaterial reduziert werden kann. Dadurch wird der CO2-Fußabdruck reduziert – ein Vorteil, der quantitativ mittels LCA bewertet werden soll, im Vergleich zu Alternativtechnologien.
Das Konsortium MulTi² ist zusammengesetzt aus dem Forschungspartner LKR und den Industriepartnern voestalpine Böhler

Welding, 4a Engineering, PRIME Aerostructures, voestalpine Metal Forming und Brimatech. Das Konsortium kombiniert alle notwendigen Expertisen zur Entwicklung von neuen Drahtwerkstoffen, Aufbau von hybriden Fertigungstechnologien, Charakterisierung der (lokalen) Eigenschaften, Design und Umsetzung eines Funktionsmusters, Bewertung nach ökolog. und ökonom. Gesichtspunkten und der Verbreitung der innovativen Ergebnisse im relevanten Adressatenkreis. Für künftige Anwendungen stellt dies die Basis für den Ersatz konventionell gefertigter Luftfahrt-Strukturen dar, wodurch energieeffizient und mit verringertem CO2-Fußabdruck gefertigt werden kann. Das F&E-Vorhaben MulTi² trägt dazu bei neuartige Fertigungskonzepte systematisch zu entwickeln und wird allen Partner einen Vorteil im internationalen Vergleich durch Weiterentwicklung der individuellen Expertisen bieten und die Partner im Spitzenfeld neuartiger Fertigungskonzepte für die Luftfahrt platzieren.

Abstract

Hybrid manufacturing promises to combine the advantages of additive manufacturing (AM) with the benefits of conventional manufacturing routes. Optimally integrated into modern production chains, the efficiency of manufacturing complex aerospace structures can be significantly increased. Thanks to the low level of post-processing required, production can be resource-efficient and sustainable and a significant contribution can be made to the European Green Deal. However, materials must be equally suitable for AM and forming. This results in the need to develop a material concept and set up the entire hybrid production chain.
The process technologies for powder AM already have a high degree of maturity; in the case of directed energy deposition (DED) with wire (WAM), however, only to a lesser extent. The latter process currently uses Ti wires designed for joint welding applications, but not for WAM with its modified cooling and solidification processes and inherent cyclic reheating characteristics. This results in pronounced microstructural inhomogeneities, especially with conventional Ti materials. In turn, this results in pronounced microstructural inhomogeneities, which have a negative effect on the properties and necessitate the development of a material concept with an improved mechanical and technological property profile.
In order to efficiently create complex structures, the combination of WAM technology with sheet metal forming is being sought. Conventional Ti materials, however, are difficult to form, so that complex structures are currently produced by superplastic forming. This is not optimal in ecological and economic terms. The current concept pursues the utilization of the best possible phase proportions and morphologies in combination with cleverly selected preconditioning, which efficiently increases the forming capacity. The aim is to increase strain hardening during the forming process so that strain localization and premature damage are avoided.
The hybrid technology enables to produce complex 3D structures and reduces the need for post-processing, which means that energy-intensive Ti pre-material can be reduced. This reduces the CO2 footprint - an advantage that is to be quantitatively assessed using LCA compared to alternative technologies.
The MulTi² consortium is composed of the research partner LKR and the industrial partners voestalpine Böhler Welding, 4a Engineering, PRIME Aerostructures, voestalpine Metal Forming and Brimatech. The consortium combines all the necessary expertise for the development of new wire materials, development of hybrid production technologies, characterization of (local) properties, design and implementation of a functional model, evaluation according to ecological and economic aspects and dissemination of innovative solutions. For future applications, this forms the basis for the replacement of conventionally manufactured aviation structures, enabling energy-efficient production with a reduced CO2 footprint. The MulTi² R&D project contributes to the systematic development of innovative manufacturing concepts and will offer all partners an advantage in the international competition through the further development of individual expertise and place the partners at the forefront of innovative manufacturing concepts for aviation.

Projektkoordinator

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH

Projektpartner

- 4a engineering GmbH
- BRIMATECH Services GmbH
- TECHNIA GmbH
- voestalpine Böhler Welding Germany GmbH
- voestalpine Metal Forming GmbH