Hybrid7Al

Hybridization of manufacturing technologies for future lightweight mobility applications using 7xxx aluminium alloys

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Mobilitätssystem, Leichtbaunetzwerk - (EU) Ausschreibung 2023	**Status**	laufend
Projektstart	01.03.2024	**Projektende**	31.08.2027
Zeitraum	2024 - 2027	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	Aluminium 7xxx WAAM Wire-Arc-Additive-Manufacturing		

Projektbeschreibung

Leichtbau durch neuartige Werkstoffe, neue und verbesserte Verbindungstechniken, Multi-Material-Design, die Optimierung von Konstruktionsansätzen, additive Fertigung von Bauteilen und Hybridisierung sowie verbessertes Life-Cycle-Assessment oder Ansätze der Kreislaufwirtschaft versprechen erhebliche Vorteile für die verschiedenen Mobilitätssektoren Automobil, Bahn, Luft- und Raumfahrt usw.
Diese erfordern entweder sehr fortschrittliche Schweißtechnologien zum Verbinden unterschiedlicher Materialien oder ein hohes Maß an spanender Bearbeitung. Bei komplexen Bauteilen können mehr als 90 % des Materials als Spanabfall verloren gehen, was bei solchen Bauteilen zu einem Verhältnis von Einkauf zu Produktion (BtF) von bis zu 40:1 führt. Bei Primäraluminiumlegierungen gehen große Mengen an Energie verloren und es entstehen Emissionen (9,7-18,35 kg CO2eq/kg Al). Insbesondere bei hochfesten 7xxx-Aluminiumlegierungen ist das Recycling dieser Späneabfälle eine Herausforderung, da sortenreines Recyclingmaterial erforderlich ist.
Der Einsatz der drahtbasierten Additiver Fertigungsverfahren (wire-DED) ermöglicht die Herstellung von endkonturnahen Teilen mit höheren mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitig hoher Material- und damit Energieeffizienz und geringem CO2-Fußabdruck, da durch die Reduzierung des BtF-Verhältnisses mittels wire-DED und Nachbearbeitung große Mengen an Abfall vermieden werden. Aus diesen Gründen besteht großes Interesse in der Luftfahrt- und Bahnindustrie an dieser Technologie. Weitere Vorteile sind die erhöhte Produktionsflexibilität von Kleinserienstrukturen, die Möglichkeit zur Herstellung komplexer Geometrien mit integrierten Funktionalitäten oder die dezentrale Fertigung von Bauteilen, die den CO2-Fußabdruck durch Einsparung von Teiletransporten reduziert.
Projekt Hybrid7Al konzentriert sich auf die Forschung und Entwicklung eines neuartigen Ansatzes zur Herstellung von Bauteilen durch "Hybridisierung". Die Hybridisierung umfasst entweder die Modifizierung von Halbzeugen (Bleche, Strangpressprofile, rollgeformte Profile usw.) durch den Einsatz von Draht-DED oder das Verbinden/Ändern von ungleichen Blechkombinationen durch den Einsatz modernster Schweißgeräte. Hybrid7Al wird sich auf hochfeste, aber schwer zu schweißende Aluminiumlegierungen der 7xxx-Serie konzentrieren. Dies gilt für die Automobilindustrie (AW7020 & AW6082/7020) und die Luft- und Raumfahrtindustrie (AW7075), da diese ein hohes Leichtbaupotenzial in Verbindung mit Energieeinsparungen und einer Verringerung des CO2-Fußabdrucks für den künftigen Einsatz in Mobilitätsanwendungen aufweisen.

In Hybrid7Al werden Schweißdraht-Speziallegierungen per Werkstoffsimulation entwickelt, legiert, abgegossen und hergestellt, um ihre Verarbeitung mittels wire-DED sowie das Schweißen unterschiedlicher Blechwerkstoffkombinationen mit dem neuartigen Schweißgerät "iWave" von Fronius zu untersuchen. Die erzeugten Werkstoffe werden auf mikrostruktur, mechanischer und verarbeitungstechnischer Ebene untersucht, um die am besten geeigneten Nachbehandlungsstrategien zum Abbau von Spannungen und Verformungen zu finden. Die Verarbeitungsschritte werden durch virtuelle Sensitivitätsstudien unter Verwendung numerischer Prozessmodelle begleitet. Nach Abschluss der grundlegenden Untersuchungen zur Entwicklung von Drahtwerkstoffen und zur Verarbeitung werden Funktionsmuster für zwei wichtige Mobilitätsbereiche hergestellt und im Labormaßstab getestet.
Hybrid7Al sieht die folgenden Key-Performance-Indikatoren (KPIs) vor: Aluminiumdrähte der 7xxx-Serie für Schmelzschweiß- und Draht-DED-Studien. Draht-DED (KP01 / KP02); Draht-DED-Modell für Versteifungsschweißen und Bahnplanung (KP03), Funktionsdemonstratoren für die zwei verschiedene Mobilitätssektoren Automobil und Luftfahrt.

Abstract

Lightweighting through novel materials, new and improved joining technologies, multi-material design, the optimisation of design approaches, additive manufacturing for parts and hybridization as well as improved life cycle assessment or circular economy approaches, promise substantial benefits for the different transport mobility sectors automotive, train, or aerospace, etc.
These require either very advanced welding technologies for dissimilar materials joining or a high level of machining. In case of very complex components, more than 90 % of the material can be lost as chip waste. Machining by milling, turning, etc. from semi-finished products produces up to 90% of swarf waste leading to a buy-to-fly ratio (BtF) of as high as 40:1 for some parts.
With primary aluminium alloys large amounts of energy are lost and emissions are generated (9.7–18.35 kg CO2eq/kg Al). Especially for high-strength 7xxx aluminium alloys, the recycling of this chip waste is challenging, as single-grade recycled material is necessary.
The use of wire-based direct energy deposition (wire-DED) allows generating near-net-shape parts with higher mechanical properties while keeping materials hence energy efficiency high and thus the CO2 footprint low through avoidance of large amounts of waste by reducing BtF ratio through wire-DED and post-machining. For these reasons, high interests exist in the aeronautic and train industry for this technology Further advantages are the increased production flexibility of small-lot structures, the possibility for manufacturing complex geometries with integrated functionalities, or the decentralized manufacturing of parts which reduces CO2-footprint through saving of parts´ transport.
Project Hybrid7Al focuses on the R&D of a novel approach for parts manufacturing through “Hybridization”. Hybridization contains either the modification of semi-finished products (plates, extrusion profiles, roll-formed profiles etc.) by using wire-DED or the joining / modification of dissimilar metal sheet combinations through use of latest welding equipment. Hybrid7Al will focus on high-strength but difficult to weld 7xxx-series Aluminium alloys. This for automotive (AW7020 & AW6082/7020), rail (AW7020) and aerospace industry (AW7075) as these show high lightweighting potential combined with energy savings and CO2-footprint reduction for future use in mobility applications.
In Hybrid7Al special alloy welding wires will be designed through materials simulation, alloyed, casted and manufactured to study them in processing them by wire-DED as well as welding of dissimilar metal sheet material combinations with the novel welding equipment, “iWave” by Fronius. Generated materials will be investigated on a microstructural, mechanical and processing level together with the study of best suited post-heat-treatment strategies for relief of stresses and deformations. The processing steps will be accompanied by virtual sensitivity studies using numerical process models. After completion of

the fundamental wire materials development and processing investigations, functional demonstrators for two major mobility sectors will be manufactured and tested at relevant lab-scale.
Hybrid7Al envisages the following Key-Performance-Indicators (KPIs): 7xxx-series Aluminium wires for fusion welding and wire-DED studies. Wire-DED (KP01 / KP02); Wire-DED model for stiffener welding and path-planning (KP03), Functional demonstrators for two different mobility sectors (Automotive an Aeronautic).

Projektkoordinator

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH

Projektpartner

- voestalpine Metal Forming GmbH