We3D

Wire-based additive manufacturing – materials and technologies – for 3D metal structures of the future

Programm / Ausschreibung	COMET, K-Projekte, 8. Ausschreibung COMET Projekte	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2021	**Projektende**	30.06.2025
Zeitraum	2021 - 2025	**Projektlaufzeit**	52 Monate
Keywords	Wire- & Arc-based Additive Manufacturing (WAAM); Wire alloy development; Process monitoring; Sensors; Path planning and process simulation;		

Projektbeschreibung

Zerspanende Metallfertigungsmethoden, wie Fräsen, Drehen usw., bilden die Standardtechnologien zur Herstellung von Metallkomponenten mit hoher, mittlerer und niedriger geometrischer Komplexität, in kleinen/mittleren Stückzahlen. Formguss- und Umformverfahren für hohe Stückzahlen wiederum sind von einer Vorabinvestition in teure Werkzeuge abhängig. Alle diese konventionellen Herstellverfahren haben zahlreiche, disruptive Verbesserungen durch elektronische Steuerung, Automatisierung und Digitalisierung sowie viele inkrementelle Prozessoptimierungen erfahren.
Drahtbasierte Additive Fertigung (WAM) stellt eine neue Technologie dar, die – werkzeuglos – durch lagenweises Aufbauen die Herstellung großer, geometrisch komplexer 3D-Teile mit Abmessungen ermöglicht, die mit heutigen Pulverbettsystemen nicht erreicht werden können. WAM kombiniert die Vorteile von Draht-Auftragsverfahren, Roboterautomatisierung und Digitalisierung.
WAM wird erst in jüngerer Zeit intensiv in F&E auf nationaler und internationaler Ebene behandelt; die meisten F&E-Aktivitäten betreffen die Verbesserung der WAM-Technologie bzw. die Erprobung von WAM-Kern- und -Zusatz-Komponenten unter Nutzung marktverfügbarer Schweißdrähte – meist nicht für WAM optimiert. WAM-Legierungen müssen für Mehrlagen-Schweißungen ausgelegt sein und den inhärenten, inline erfolgenden Wärmeeintrag jeder weiteren Schicht verkraften können. Ziel von We3D ist es, bestehende Drähte aus Leichtmetalllegierungen (Aluminium und Titan) zu optimieren und neue zu entwickeln, auf verschiedene Kriterien hin zu untersuchen und WAM-Teile mit überragenden Eigenschaften für Luft- und Raumfahrt-, Industrie- und Automobilanwendungen zu ermöglichen.

Bei WAM wird der Brenner in einer aufrechten Top-Down-Position geführt, jedoch nicht in schwierigen Positionen (seitlich, über Kopf). Außerdem wird WAM üblicherweise unter konstanten Umgebungsbedingungen betrieben. Ziel von We3D ist die Realisierung von Lösungen für WAM in schwierigen Positionen und rauen Umgebungen.
Neue Sensoren für die Lichtbogen-, Schweißnaht- und Temperaturüberwachung müssen in We3D entwickelt werden, da flüssiges Metall schwierig zu vermessen ist. Darüber hinaus wird ein Datenbanksystem für die Erfassung von Prozess-, Sensor- und Materialdaten, Daten- vs. Fehlerkorrelation und Inline-Reparaturkontrolle eingerichtet. Ziel ist die Realisierung eines Systems, das den Weg für eine zukünftige vollautomatisierte Prozessführung ebnet.
Derzeit gibt es kein WAM-spezifisches Softwarepaket, das eine Kombination von Lagenplanung und numerischer

Prozesssimulation ermöglicht oder eine validierte Vorhersage von Temperaturen, Verformungen, Fehlern, Eigenspannungen und von Mikrostruktureigenschaften bietet. Ziel ist es, eine integrierte Softwarelösung für viele dieser Werte zu entwickeln. We3D strebt an, WAM und die Partner auf ein neues technologisches Niveau zu heben - durch innovative Drahtmaterialien, Prozess-, Sensor-, Steuerungs- und Regelungstechnologien, validierte Softwarewerkzeuge und wirtschaftlichere Anwendungen in verschiedenen Hochtechnologie-Industriezweigen.
Um diese zu erreichen, wurde das We3D Konsortium mit 25 österr. & deutschen Partnern (F&E: 7, Industrie: 18) hoher Reputation aufgestellt, das AM-Werkstoffe, WAM-Kern- und Zusatzsysteme, WAM-Anwendungen und -Anforderungen abdeckt. Die Partner sehen ein enormes Potential in WAM, aber auch wissenschaftliche Herausforderungen, die beide in We3D angegangen werden.
Die beteiligten Firmen- und Wissenschaftspartner verfügen über alle Kompetenzen, Fachkenntnisse, Ausrüstungen und Charakterisierungsmethoden zur Erforschung der verschiedenen Forschungsfelder und -themen. Das große Konsortium, das rege Partnerinteresse, ihr Kommittent zu We3D - auch in schwierigen Zeiten wie COVID-19 - und die Unterstützung der vier Bundesländer zeigen die Attraktivität von WAM als wettbewerbsfähige Fertigungstechnologie für die hoch-digitalisierte Zukunft.

Abstract

Subtractive metal manufacturing, such as milling, turning etc. represents the most common technology to produce metal components with high, medium and low geometrical complexities in small and medium numbers, without affording costly moulds. High volume shape casting and metal forming processes are depending on an upfront investment into expensive tools. All the conventional metal manufacturing technologies have undergone multiple disruptive improvements (electronic control, automation and digitalization) and constantly incremental optimizations.
Wire-based additive manufacturing (WAM) is a new technology that uses a layer-by-layer deposition of wire feedstock - without any tooling - enabling the production of large, geometrically complex 3D parts with part dimensions that cannot be achieved with current powder-bed AM technologies. WAM combines the advantages of wire-deposition technologies, automation and digitalization.
WAM has been part of R&D only in the recent years at national and international level. Most research activities were on maturing the WAM technology itself, proving advances in core & auxiliary equipment for WAM mainly by applying commercial welding wires, lacking optimized WAM wire feedstock. WAM alloys must be designed for multi-pass procedures, being able to endure the inherent, inline heat input from each further layer deposition. It is a goal of We3D to optimize existing and develop novel light metal alloy wires (Aluminium and Titanium). These will be investigated at different levels and used for modification of semi-finished materials. These novel WAM-specific wires shall allow WAM parts with superior properties for aerospace, automotive and industrial applications.
Usually, WAM is performed with the burner in an upright or slightly lateral top-down position but not in difficult positions (sideward, overhead). Also, WAM is commonly run in well controlled environmental conditions. We3D targets new WAM solutions applied in harsh environments and under constrained positions.
New sensors for arc-, weld seam and temperature monitoring will be developed and investigated in We3D, since molten metals are usually difficult to monitor for geometrical and temperature parameters. In addition, a database system will be set up for process, sensor and material data collection, data vs. error correlation, and inline repair control. Goal of We3D is to realize a system that paves the way for fully automated WAM in the future.
Currently there is no multi-purpose WAM-specific software package available which allows for path planning and numerical process simulation in combination. None which enables a validated prediction of temperatures, deformations, faults, residual

stresses and the prediction of local material properties through microstructure evolution models for WAM. It is goal to develop a continuously linked software solution providing many of these features integrally.
We3D strives to take WAM and the consortium partners competences to a new level. This by innovative wire materials, process-, sensor-, control-technologies, validated software tools, and more economic applications in various high technology industries.
To achieve the set goals, a consortium of 25 Austrian and German partners (7 scientific, 18 company) with high reputation was established, covering feedstock materials, AM core & auxiliary technologies, AM operations or requirements for essential applications. These partners see a huge potential in WAM but also scientific challenges – both will be addressed in We3D: The involved company and science partners have all competence, expertise, equipment and characterization methods for researching the different research fields and topics. The large consortium, the partners´ interests & commitment - even in difficult times such as COVID-19 - and the commitment of four federal provinces show the attractiveness of WAM as competitive manufacturing technology for the highly digitalized future.

Projektkoordinator

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH

Projektpartner

- "EKB" Elektro- u. Kunststofftechnik Gesellschaft m.b.H.
- AVL List GmbH
- FRONIUS INTERNATIONAL GmbH
- Hexagon Manufacturing Intelligence GmbH
- Johann Rohrer GmbH
- Linde Gas GmbH
- MatCalc Engineering GmbH
- Metalpine GmbH
- Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für Drilling und Completion Engineering
- Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für Umformtechnik
- nLIGHT plasmo GmbH
- OMV Exploration & Production GmbH
- pro-beam additive GmbH
- Research Center for Non Destructive Testing GmbH
- Rheinmetall Landsysteme GmbH
- RHP-Technology GmbH
- robotized rm systems GmbH
- SBI GmbH
- Siemens Mobility Austria GmbH
- Technische Universität Graz Institut für Werkstoffkunde, Fügetechnik und Umformtechnik (IMAT)
- Technische Universität München - Werkstofftechnik der Additiven Fertigung
- Technische Universität Wien Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie
- voestalpine Böhler Welding Germany GmbH
- voestalpine Metal Forming GmbH

- x-technik Industriemarketing GmbH