

## ALF3

Additive Manufacturing of Aluminium by Means of Fused Filament Fabrication

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 35. AS PdZ transnationale Projekte 2020	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.07.2021	<b>Projektende</b>	30.06.2024
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Additive Manufacturing; Aluminium; Fused Filament Fabrication; Materials for additive manufacturing;		

### Projektbeschreibung

Das Projekt ALF3 beschäftigt sich mit der additiven Fertigung von Aluminium, das einen wichtigen Werkstoff für den Leichtbau in Bereichen wie Automobil oder Bau darstellt. Durch den Einsatz von Filamentdruck (FFF) können die Nachteile der aktuellen Verfahren (hohe Kosten, Handhabung von Pulver) vermieden werden. Weiters ermöglicht der Filamentdruck die Herstellung geschlossener Hohlräume oder die Kombination unterschiedlicher Werkstoffe in einem Bauteil, wie z.B. die Kombination verschleißfester und zäher Werkstoffe. Dadurch können die Performance und die Qualität von additiv gefertigten Teilen verbessert sowie die gesamte Produktivität erhöht werden. Die Funktionalität additiv gefertigter Bauteile aus Aluminium kann zusätzlich durch die Nutzung der Möglichkeiten des Filamentdrucks und den Einsatz von Hochleistungslegierungen, wie ausscheidungshärtende Legierungen oder MMCs (Metal Matrix Composites), gesteigert werden.

Das übergeordnete Ziel dieses Projektes ist es FFF für die Herstellung von Bauteilen aus Aluminium nutzbar zu machen (Al-FFF). Um den besonderen Eigenschaften von Aluminium gerecht zu werden, wird mit der gleichzeitigen Entwicklung des Binders für die Filamente und des Entbinderungs- und Sinterprozesses gestartet. Der Druckprozess selbst wird bei Vorliegen erfolgversprechender Feedstocks (Fließ- und Entbinderungsverhalten) entwickelt. Nach erfolgreicher Entwicklung des neuen Feedstocks und zugehöriger Filamente ist der nächste Schritt die Herstellung, Charakterisierung und Evaluierung von drei Use Cases (Prototypen für den Druckguss, Kolbendemonstrator mit Multi-Materialansatz und ein spezieller Demonstrator zur Untersuchung der Herstellung von geschlossenen Hohlräumen). Parallel dazu wird die Herstellung von Aluminiumteilen mittels Sterelithografie (für sehr feine Details und Oberflächen) und von großen Teilen (hohes Gewicht) evaluiert. Aufgrund der speziellen Eigenschaften des Aluminiums (Reaktivität, niedrige Sintertemperatur von ca. 550°C) bildet eine enge internationale und interdisziplinäre Kooperation zwischen verschiedenen Bereich der Materialwissenschaften den Kern des Projektes. Das Fraunhofer IFAM in Dresden ist eine international anerkannte Forschungseinrichtung im Bereich der Pulvermetallurgie mit starker Expertise in den Bereichen des Entbinderns und Sinterns (auch von Aluminium) und der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung der Montanuniversität Leoben ist international bekannt für seine Expertise für Bindersysteme für den Filamentdruck und den Pulverspritzguss. Dieses einzigartige Konsortium ist essentiell, um die anstehenden Problemstellungen eines Filamentdrucks mit Aluminium zu lösen und kann nur in diesem europäischen Kontext erfolgen.

RHP als Firmenpartner arbeitet an der Umsetzung der Forschungsergebnisse in industrielle Innovationen. Der vorgesehene Firmenbeirat setzt sich aus verschiedenen Firmen des Bereichs Aluminium zusammen, stellt effiziente und innovationsorientierte Entwicklungen in ALF3 sicher und stellt Use Cases für reale, zukünftige Entwicklungen zur Verfügung, z.B. Prototypen für den Druckguss, eines wichtigen Marktes in Europa. Aufgrund der niedrigen Investitionskosten für den Filamentdruck (im Bereich niedriger k€) besteht die Möglichkeit für die Herstellung großer Stückzahlen durch den Einsatz vieler, parallel arbeitender Drucker und eines kontinuierlichen Ofens für effiziente, hochproduktive Wärmebehandlung. Allgemein sind in ALF3 drei Wege der Verwertung vorgesehen. Der erste wird direkt durch den Projektpartner RHP durchgeführt. Eine zweite Linie zielt auf weitere Firmen wie z.B. SAG (Mitglied des Firmenbeirates) für spezifische Anwendungen – Prototypen für den Druckguss im Falle von SAG. Die dritte Linie soll speziell Pulverspritzgussfirmen ansprechen, das neue Verfahren des Filamentdrucks von Aluminium einzuführen, insbesondere da sie bereits mit dem Sintern von Metallen vertraut sind.

## **Abstract**

The project ALF3 deals with Additive Manufacturing (AM) of aluminium, which is a very important material for -lightweight design in different sectors such as mobility and construction. By using filament printing, the disadvantages of the existing technologies like SLM (high cost, handling of powder) can be avoided. Furthermore, filament printing offers additional advantages such as the possibility to produce closed cavities within parts or to combine different materials in one part, like the combination of one tough and one wear-resistant alloy. Thus, the mechanical performance and quality of AM parts is improved, and the process productivity is enhanced. The functionality of AM aluminium parts will be increased additionally by the features possible due to the use of filament printing and/or by employing high performance alloys like precipitation hardened alloys and MMCs.

The overall goal of this project is to use FFF to produce aluminium (Al-FFF) parts. The project starts with binder development and, simultaneously, the development of debinding and sintering to tackle the special characteristics of aluminium. The development of printing processes starts when the new feedstocks have shown promising behaviour (rheology, debinding behaviour). After the successful development of a new feedstock and the related filaments, the next step is the production, characterisation and evaluation of three use cases (prototyping for pressure die casting, piston demonstrator with a multi-material approach and a special demonstrator for closed cavities). In parallel, the possibility of producing aluminium parts by stereolithography (for very fine details and surfaces) and also larger parts (high weight) is evaluated.

Due to the special characteristics of aluminium (reactivity, low sintering temperature of approx. 550 °C) a close international and interdisciplinary cooperation between different fields of material science forms the core of the project outlined here.

Fraunhofer IFAM in Dresden is an internationally renowned research institution in the field of powder metallurgy with strong expertise in debinding and sintering (even of aluminium), and the MUL's Institute of Polymer Processing is well known for its expertise in binder systems for filament printing and powder injection moulding. A consortium with these unique features is vital in order to solve the emerging problems of Al-FFF production and can only be realised in a European context.

RHP as a company partner is working to transfer the research results into industrial innovations. The installed advisory board comprised of several companies operating in the aluminium market, ensures efficient innovation oriented research in ALF3 and provides use cases for future real applications and innovations. As an example, prototypes for pressure die casting will be evaluated, which could be a big market in Europe. Due to the low investment cost of filament-based printing (in the range of 1 k€ per unit) there is an opportunity for larger scale production, using a large number of printers working in parallel and continuous furnaces for an efficient heat treatment for achieving higher productivity. In general, three lines of exploitation are in the focus of ALF3. The first one is directly realised by the project partner RHP. A second line transfers the results into

further companies (e.g. SAG as advisory board member) for specific applications - prototyping for pressure die casting in case of SAG. The third line of exploitation aims at enabling especially metal injection moulding companies to implement the new AM of aluminium, since they are already familiar with sintering of metals.

### **Projektkoordinator**

- Montanuniversität Leoben

### **Projektpartner**

- RHP-Technology GmbH