

# DigiMatPro4.0

Machine learning assisted digital material development and production for additive manufacturing technologies

|                                 |  |                       |            |
|---------------------------------|--|-----------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Produktionstechnologien, Produktionstechnologien, China Kooperationen Ausschreibung 2023 | <b>Status</b>         | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.04.2024   | <b>Projektende</b>    | 31.03.2027 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2024 - 2027  | <b>Projektaufzeit</b> | 36 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | Powder, Production, additive manufacturing, machine learning                             |                       |            |

## Projektbeschreibung

Das Projekt DigiMatPro4.0 befasst sich mit den wesentlichen Aspekten der Pulverproduktion und der additiven Verarbeitung mit einem umfassenden Fokus auf die Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Im Bereich der Pulverproduktion für additive Fertigungsprozesse konzentriert sich das Projekt auf drei Hauptbereiche. Zum einen liegt ein starker Fokus auf der Optimierung der Herstellung von Pulvern mit dem Ziel, deren Qualität und Eignung für die additive Fertigung zu verbessern. Dazu müssen die Herstellungsverfahren und -techniken verfeinert werden. Zweitens liegt der Schwerpunkt des Vorhabens auf einer zweckmäßigen Datenerfassung während der Pulverproduktion. Diese Daten sind für Analyse- und Optimierungszwecke unerlässlich und können Parameter wie Partikelgrößenverteilung, chemische Zusammensetzung und Pulvermorphologie umfassen. Schließlich sollen digitale Werkzeuge und Methoden zur Qualitätssicherung in der Pulverproduktion entwickelt werden, welche für eine tiefergehende Datenanalyse, maschinelles Lernen oder andere digitale Techniken verwenden, um eine konsistente und zuverlässige Pulverqualität zu gewährleisten.

Bei der Pulververarbeitung von CuAg-Legierungspulvern werden folgende Kernziele adressiert. Zum einen sollen optimale Prozessparameter und Parametersätze für die additive Verarbeitung von CuAg-Legierungen entwickelt werden. Dabei wird die optimale Kombination von Parametern wie Laserleistung, Lasergeschwindigkeit und Pulverbetttemperatur bestimmt, hohe relative Dichten (>99,5%) zu erzielen. Zum anderen konzentriert sich das Projekt auf die Entwicklung modularer und digitaler Datenerfassungsmethoden (digi-DAQ), die speziell auf großflächige Laser-Pulverbett-Systeme (L-PBF) im industriellen Umfeld zugeschnitten sind. Diese Methoden ermöglichen die Erfassung relevanter Daten während des additiven Fertigungsprozesses, welche für die Analyse und Optimierung des Prozesses herangezogen werden können.

Nachgelagert werden auch geeignete Wärmebehandlungs Routen (WBH) für additive hergestellte CuAg-Teile entwickelt und evaluiert. Ziel ist es, die Wärmebehandlungsparameter festzulegen, die die Eigenschaften und Leistungsfähigkeit der Endteile verbessern (Festigkeit, therm. Leitfähigkeit, elektr. Leitfähigkeit).

Abschließend wird mittels numerischer Methoden sowohl der Pulverproduktion (CFD/DEM) als auch der L-PBF-Prozess (CFD/FEM) digital aufgebaut und numerisch gestützt analysiert. Hierfür müssen analytische und numerische Modelle zu den Simulationen entwickelt werden, um die physikalischen und metallurgischen Phänomene darstellen zu können, die diese Prozesse bestimmen. Die Simulationsarbeiten umfassen Prozesse wie Pulverzerstäubung, Schmelzen, Erstarrung und das Verhalten von geschmolzenem Metall. Auf der Basis der bis dahin generierte Ergebnisse wird ein digitaler Schatten

entwickelt, der die gesamte Prozesskette von der Pulverherstellung bis zur Qualitätsbewertung des additiv gefertigten Endteils abbildet. Darüber hinaus sollen Modelle und Algorithmen zur automatisierten Eigenschaftsprognose entwickelt werden, die die automatische Abschätzung von Pulverproduktions- und Verarbeitungseigenschaften ermöglichen. Darüber hinaus beschäftigt sich das Projekt mit der Untersuchung und Charakterisierung der daraus resultierenden mechanischen und physikalischen Eigenschaften von additiv verarbeiteten CuAg-Legierungen (Zugversuche, Druckprüfung, Fließkurvenanalyse optische und thermische Eigenschaften, Mikrostruktur (EDX,EBSD)).

## **Abstract**

The DigiMatPro4.0 project addresses the essential aspects of powder production and additive processing with a comprehensive focus on digitalisation and sustainability. In the area of powder production for additive manufacturing processes, the project focuses on three main areas. Firstly, there is a strong focus on optimising the production of powders with the aim of improving their quality and suitability for additive manufacturing. To achieve this, the manufacturing processes and techniques must be refined. Secondly, the focus of the project is on expedient data collection during powder production. This data is essential for analysis and optimisation purposes and can include parameters such as particle size distribution, chemical composition and powder morphology. Finally, digital tools and methods for quality assurance in powder production will be developed, which will use in-depth data analysis, machine learning or other digital techniques to ensure consistent and reliable powder quality.

The following core objectives are addressed in the powder processing of CuAg alloy powders. Firstly, optimal process parameters and parameter sets for the additive processing of CuAg alloys are to be developed. The optimal combination of parameters such as laser power, laser speed and powder bed temperature will be determined to achieve high relative densities (>99.5%). Secondly, the project focuses on the development of modular and digital data acquisition methods (digi-DAQ) specifically tailored to large-area laser powder bed systems (L-PBF) in an industrial environment. These methods enable the acquisition of relevant data during the additive manufacturing process, which can be used for the analysis and optimisation of the process.

Downstream, suitable heat treatment routes (WBH) for additively manufactured CuAg parts are also developed and evaluated. The aim is to determine the heat treatment parameters that improve the properties and performance of the final parts (strength, therm. conductivity, electr. conductivity).

Finally, numerical methods are used to digitally construct and numerically analyse both the powder production (CFD/DEM) and the L-PBF process (CFD/FEM). For this, analytical and numerical models must be developed for the simulations in order to be able to represent the physical and metallurgical phenomena that determine these processes. The simulation work includes processes such as powder atomisation, melting, solidification and the behaviour of molten metal. Based on the results generated so far, a digital shadow will be developed that maps the entire process chain from powder production to quality assessment of the additively manufactured final part. Furthermore, models and algorithms for automated property prediction will be developed, which will enable the automatic estimation of powder production and processing properties. Furthermore, the project deals with the investigation and characterisation of the resulting mechanical and physical properties of additively processed CuAg alloys (tensile tests, compression tests, flow curve analysis optical and thermal properties, microstructure (EDX,EBSD)).

## **Projektkoordinator**

- Montanuniversität Leoben

## **Projektpartner**

- Metalpine GmbH