

SEBM System

Selective electron beam melting (SEBM) system for material research and component innovations

Programm / Ausschreibung	F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur, F&E-Infrastrukturförderung 6. Ausschreibung 2024	Status	laufend
Projektstart	01.09.2025	Projektende	31.08.2027
Zeitraum	2025 - 2027	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Additive Manufacturing; Selective Electron Beam Melting; material development; manufacturing process development; microstructures in alloys		

Projektbeschreibung

Mit diesem Förderansuchen wird die Anschaffung eines SEBM (Selective Electron Beam Melting) Systems der neuen Generation für die Werkstoffforschung und die Entwicklung innovativer Produkte durch additive Fertigung (AM) beantragt. AM ist Teil der Digitalisierungsrevolution und gewinnt weltweit zunehmend an Bedeutung aufgrund der Möglichkeit, das Produktdesign zu revolutionieren, produktionsbedingten Ausschuss zu reduzieren und den Entwicklungsprozess deutlich zu beschleunigen.

Beim SEBM geben Elektronen ihre kinetische Energie bis in eine Tiefe von einigen Mikrometern ab, was einer um drei Größenordnungen höheren Eindringtiefe entspricht als bei Photonen beim LPBF (laser beam powder bed fusion). Das daraus resultierende Schmelzen im Wärmeleitmodus mit nur geringer Neigung zum Tiefschweißen führt zu einem weniger dynamischen Schmelzbad als beim LPBF. Die hohe Strahlableitungsgeschwindigkeit von je nach Anlagentyp 1000 bis 8000 m/s eröffnet neue Möglichkeiten zur Steuerung von Erstarrungsraten und Temperaturgradienten und damit zur Gefügeeinstellung und -kontrolle. Damit ermöglicht das Verfahren nicht nur die Herstellung von Bauteilen mit innovativem Design und verbesserter Funktionalität, sondern auch von Bauteilen mit maßgeschneiderter Mikrostruktur und verbesserten Eigenschaften. Dieses Potenzial konnte die AM-Forschungsgruppe der Universität Innsbruck mit LPBF bereits erfolgreich demonstrieren, was zu 32 Publikationen mit Forschungspartnern aus Wissenschaft und Industrie geführt hat.

Da beim SEBM der Energieeintrag über geladene Teilchen erfolgt, muss diese Ladung abgeführt werden, da sonst die elektrostatische Aufladung zur Abstoßung und damit zur Bildung von „Smoke“ führt. Die neue Generation von SEBM-Systemen führt alternative Konzepte zur Kontrolle des Smoke Effektes ein, z.B. durch elektrische Felder oder durch Entladung über eingebrachte Kationen. Diese Innovationen eröffnen neue Möglichkeiten für die Weiterentwicklung der SEBM-Technologie. So muss beispielsweise nicht mehr die gesamte Pulverschicht gesintert werden, was die Wiederverwendung und das Recycling des bereits verwendeten Pulvers begünstigt. Auch die Verarbeitung von Werkstoffen mit einem höheren Anteil keramischer Phasen wird möglich. Ausgestattet mit hochentwickelter Sensorik erlauben diese Systeme eine Echtzeitüberwachung des Schmelzbades und eine präzise Steuerung, beides wichtige Voraussetzungen für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn.

Das SEBM-System dient als Forschungsplattform auch für andere Forschungseinrichtungen mit gemeinsamen

Forschungsthemen wie beispielsweise der Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Erstarrungsparametern und Erstarrungsstruktur. Das Interesse von Industriepartnern an dieser Grundlagenforschung unterstreicht die Relevanz des Systems. Mit dieser Investition wird auch ein wichtiger Beitrag zur Ausbildung zukünftiger Fachkräfte in diesem stark nachgefragten Bereich geleistet.

Abstract

This proposal outlines the acquisition and implementation of a new generation Selective Electron Beam Melting (SEBM) system to advance additive manufacturing (AM). AM is part of the ongoing digitalization and is becoming increasingly important due to its ability to revolutionize product design, reduce waste and significantly speed up the development process.

SEBM is characterized by electrons emitting their kinetic energy to a depth of a few micrometers, three orders of magnitude greater than photons in laser powder bed fusion (LPBF). The resulting conduction mode melting, with only a slight tendency towards keyhole mode, results in a less dynamic melt pool compared to LPBF. The high beam deflection speed of 1000 to 8000 m/s, depending on the type of system, allows innovative ways of controlling solidification rates and temperature gradients, and thus microstructure adjustment and control. As a result, this process not only enables the production of parts with innovative design and improved functionality, but also parts with tailored microstructures and enhanced properties, and has great potential for materials research. The AM research group at the University of Innsbruck has already successfully demonstrated this with LPBF, resulting in 32 publications with academic and industrial research partners.

As the energy carriers in SEBM are charged particles, this charge must be dissipated, otherwise electrostatic charging will lead to repulsion and subsequent smoke formation. The new generation of SEBM systems introduces alternative concepts for controlling the smoke effect, e.g. by electric fields or by discharging via introduced cations. These innovations open up new possibilities for the development of SEBM technology by eliminating the need to sinter the entire powder layer, thereby improving material reuse and recycling. It also enables the processing of materials with a higher ceramic phase content. Equipped with sophisticated sensors, these systems provide real-time monitoring of the melt pool, ensuring precise control and scientific understanding.

The SEBM system will also serve as a research platform for other research institutions with common research topics, such as the study of the interaction between solidification parameters and solidification structure. The interest of industrial partners in this fundamental research underlines the relevance of the system. This investment will also significantly contribute to the training of future specialists in this high-demand field.

Projektpartner

- Universität Innsbruck