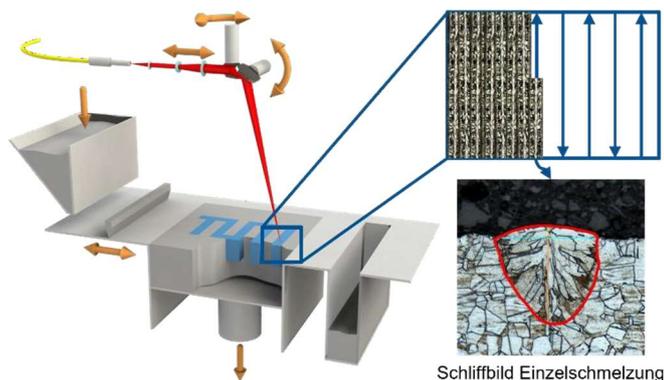


## Professorship for Laser-based Additive Manufacturing

# Innovative Lasertechnik für hohe PBF-Effizienz und kosteneffiziente Produktion in der Additiven Fertigung

### Motivation:

Das Forschungsteam der Professur für Laserbasierte Additive Fertigung (LBAM) beschäftigt sich mit neuartigen und innovativen Konzepten für additive Fertigungsverfahren, insbesondere dem pulverbettbasierten Laserstrahlschmelzen von Metallen (PBF-LB/M). Diese Verfahren bieten aufgrund ihrer Vielseitigkeit umfangreiche Anwendungsmöglichkeiten in der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik und der Robotik.



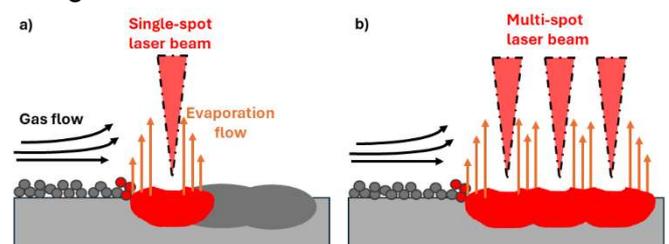
**Figure 1** PBF-LB/M process schematic with schematic of scanning pattern and example of single-track melt pool cross-section

### Ziel des Master Thesis Projekts:

Ziel dieser Masterarbeit ist es, die Produktivität des PBF-LB/M-Verfahrens zu steigern und dabei mikrostrukturelle Eigenschaften zu erreichen, die mit konventionellen Gussbauteilen konkurrieren können.

Der Stand der Technik zeigt vor allem die Nutzung von Single-Lasern, weshalb neuartige Technologien wie Strahlformung und Strahlteilung zum Einsatz kommen sollen, um die Produktivität zu steigern. Das Projekt zielt insbesondere darauf ab, die Anwendung der Laserstrahlteilung zu untersuchen, um die Aufbaurate des PBF-Verfahrens zu erhöhen. Dabei soll die Verteilung der Laserleistung auf

mehrere Spots für ein effektives Schmelzen und Erstarren optimiert werden, um ein feines Mikrogefüge mit minimalen Defektdichten zu erzielen. Diese Vorgaben sollen mittels Steuerung der Abkühlungsrate und der Erstarrungsprozesse sowie die Kontrolle der Laser-Schmauch-Interaktion erreicht werden. Darüber hinaus wird im Rahmen des Projekts das Korngefüge so angepasst, dass ein möglichst isotropes Werkstoffverhalten vorliegt und die hergestellten Bauteile eine hohe mechanische Festigkeit und eine vorgegebene Ermüdungsbeständigkeit aufweisen. Die Materialcharakterisierung inklusive Betrachtung der Phasenausscheidungen und der Texturausprägung kann mittels metallographischer Analysen wie der Rasterelektronenmikroskopie (REM/Elektronenrückstreuung (EBSD)) erfolgen.



**Figure 2** a) Single-spot laser beam deposition, b) multi-spot laser beam deposition

Die Ergebnisse der Strahlteilungsmethode und des Single-Lasers sollen gegenüber gestellt werden. Ein potenzieller Ausblick zur Einsparung von Material, Energie und möglichen Nachbearbeitungsschritten, die durch die neue Anwendung entstehen, sollen bewertet werden. Durch das Erreichen dieser Ziele wird das Projekt dazu beitragen, ein wirtschaftlich tragfähiges AM-Verfahren zu etablieren, das in der Lage ist, herkömmliche Gusskomponenten zu ersetzen und so den Fortschritt in Hochleistungsindustrien wie der Luft- und Raumfahrt zu fördern.

**Das Master Thesis Projekt ist in die folgenden Arbeitspakete unterteilt:**

**WP1:** Durchführung einer Literaturrecherche über PBF-LB/M der Legierung IN718, Erstarrungsprozess in PBF-LB/M, Laserstrahlmodifikationen in PBF-LB/M-Prozessen sowie Anpassung der Mikrostruktur und der mechanischen Eigenschaften

**WP2:** Experimentelle Untersuchung der Auswirkung der Laserstrahlteilung auf die Schmelzbadausprägung sowie die resultierende Mikrostruktur inklusive Auswirkung der Defektdichte und Einfluss der Laser-Schmauch-Interaktion.

**WP3:** Prüfung der mechanischen Eigenschaften der gefertigten Proben, zur Sicherstellung der geforderten Standards.

**WP4:** Umfassende Dokumentation und Präsentation der Forschungsergebnisse.

**Anforderungen**

- Ausgeprägte Kenntnisse in der Materialwissenschaft mit grundlegenden Kenntnissen über Materialeigenschaften wie Mikrostrukturausprägung (Erstarrungsverhalten, Kornwachstum, Phasenausscheidungen, Texturausprägung) in Metalllegierungen, insbesondere IN718

- Grundlegendes Verständnis von Materialcharakterisierungsmethoden wie EBSD und XRD erwünscht

- Gute Fähigkeiten zur Datenanalyse

- Interesse an der Additiven Fertigung

Bitte senden Sie Ihre Bewerbung mit einem kurzen Motivationsschreiben und einem aktuellen Zeugnis an:

**Kontaktperson:**

Josip Vincic, Ph.D.

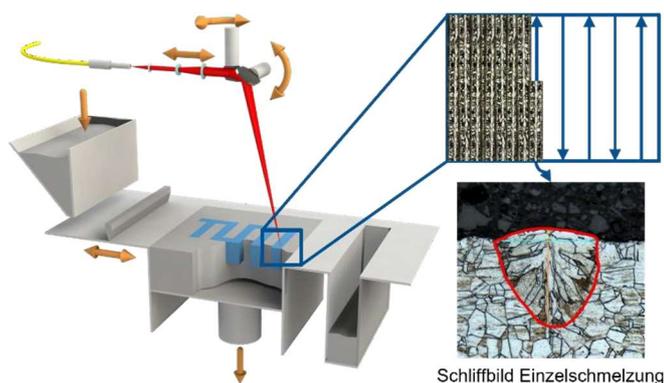
josip.vincic@tum.de

## Professorship for Laser-based Additive Manufacturing

# Innovative Laser Techniques for High PBF Efficiency and Cost-Effective Production in Additive Manufacturing

### Motivation:

The research team at the Professorship of Laser-based Additive Manufacturing (LBAM) focuses on novel and innovative concepts for additive manufacturing processes, particularly laser and powder bed-based melting of metals. These processes offer extensive applications in aerospace, medical technology, and robotics due to their versatility.

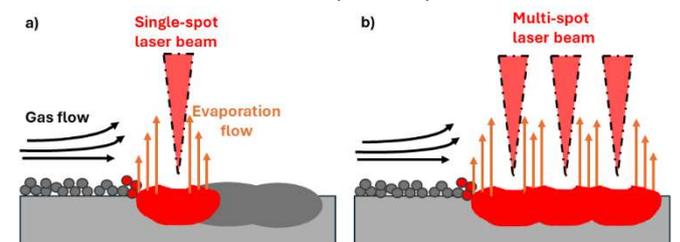


**Figure 1** PBF-LB/M process schematic with schematic of scanning pattern and example of single-track melt pool cross-section

### Goal of the Master Thesis Project:

The goal of this master thesis project is to significantly enhance the productivity of the Powder Bed Fusion (PBF) process while achieving microstructural properties similar to those obtained with single-spot laser printing. This is crucial for making the technology more economically viable and competitive with traditional casting methods. Specifically, the project aims to develop a laser beam splitting technique to increase the build rate of the PBF process, optimize the distribution of laser power among multiple spots for effective melting and solidification, and achieve a fine microstructure

with minimal defects by managing cooling rates and solidification processes. Additionally, the project will tailor the grain structure to minimize columnar grain growth, ensure the produced components exhibit high mechanical strength and fatigue resistance, and compare the mechanical properties of parts produced with laser beam splitting to those produced with a single-spot laser. The project will involve analysing the effect of the beam splitting technique on the material properties, including the cooling rate, phase distribution, and microstructure, and will utilize advanced material characterization techniques such as Electron Backscatter Diffraction (EBSD).



**Figure 2** a) Single-spot laser beam deposition, b) multi-spot laser beam deposition

Finally, the project will evaluate the economic benefits of using the enhanced PBF process compared to traditional casting, considering material savings, energy efficiency, and potential reduction in post-processing steps. By achieving these goals, the project will contribute to establishing an economically viable AM process capable of substituting traditional cast components, supporting advancements in high-performance industries such as aerospace.

**The Master Thesis Project is divided into the following work packages:**

**WP1:** Conducting a literature review on PBF-LB/M of IN718 alloy, solidification process in PBF-LB/M, laser beam modifications in PBF-LB/M processes and tailoring microstructure and mechanical properties

**WP2:** Experimentally study the effect of using laser beam splitting on the cooling rate and resulting microstructure.

**WP3:** Test the mechanical properties of printed samples to ensure they meet the desired standards.

**WP4:** Document and present the research results comprehensively.

**Requirements profile/application documents**

- Strong background in material science with basic understanding on material properties such phase, solidification process in metal alloys specially IN718
- basic understanding of material characterization method such as EBSD and XRD
- Good data analysis skill
- Interest in Additive Manufacturing

Please send your application with a short letter of motivation and current transcript of records to:

**Contact Person:**

Josip Vincic, Ph.D.  
josip.vincic@tum.de