

# Additive Fertigung metallischer Werkstoffe

## ELEKTRONENSTRAHLSCHMELZEN

Das selektive Elektronenstrahlschmelzen (selective electron beam melting, SEBM) ist ein pulverbettbasiertes Fertigungsverfahren. Der SEBM-Prozess nutzt den Elektronenstrahl als Energiequelle um Ausgangsmaterial (Metallpulver) lokal zu erschmelzen (selektive Verfestigung) und schichtweise in ein kompaktes Bauteil zu überführen. Dabei wird die kinetische Energie der beschleunigten Elektronen durch Wechselwirkung mit dem metallischen Werkstoff in Bewegungsenergie umgewandelt. Diese Bewegungsenergie im Gitterverbund führt zum Aufschmelzen und Verdampfen des Werkstoffes.

Das Elektronenstrahlschmelzen eignet sich insbesondere für die Verarbeitung hochschmelzender und stark reflektierender Werkstoffe (Ni-Basiswerkstoffe, Titanaluminide, Reinkupfer). Die Verunreinigung der Pulver mit Sauerstoff und Stickstoff wird durch den unter Vakuum durchgeführten Prozess auf ein Minimum reduziert. Elektromagnetische Linsen ermöglichen eine trägeitsfreie Ablenkung des Elektronenstrahls und hohe Bauraten.



SEBM-Anlage A2X (Arcam AB)

## LASERSTRAHLSCHMELZEN

Im Vergleich zum SEBM-Prozess nutzt das selektive Laserstrahlschmelzen (Selective Laser Melting, SLM) die Energie von Photonen für die Anregung des Gitterverbundes und das Aufschmelzen des Werkstoffes. Beim Laserstrahlschmelzen sind Anlagensysteme mit reduziertem Strahldurchmesser verfügbar. In Kombination mit kleinen Pulverfraktionen lassen sich Bauteile mit verbesserter Oberflächenqualität fertigen, wodurch der Nachbearbeitungsaufwand reduziert wird. Das Laserstrahlschmelzen findet unter Schutzgas statt und reduziert damit das Abdampfen einzelner Legierungselemente beim Aufschmelzen. Der SLM-Prozess bietet sich für die Verarbeitung von Al-Legierungen, Stahl und niedrigschmelzenden Ni-Basiswerkstoffen an.



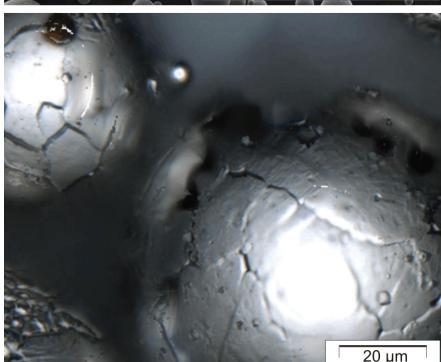
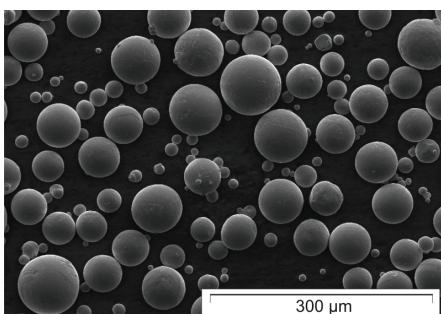
SLM-Anlage Xline 2000R (Concept Laser GmbH)



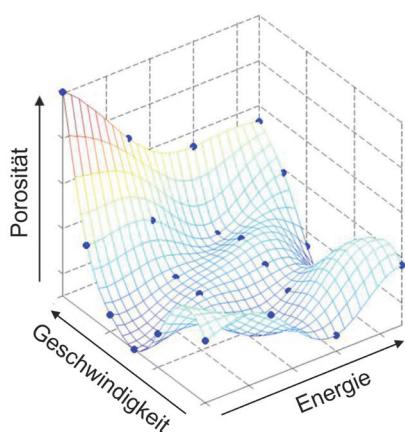
## AUSSTATTUNG SEBM- UND SLM-ANLAGEN

Im Verbund mit dem Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Technologie der Metalle sowie dem Zentralinstitut für Neue Materialien und Prozesstechnik stehen für die additive Fertigung vier Anlagen der Firma ARCAM AB (Mölndal, Schweden) sowie eine Anlage der Firma Concept Laser GmbH (Lichtenfels, Deutschland) zur Verfügung.

- Arcam A2 / A2X / S12 / Q10
- Concept Laser Xline 2000R



Pulvermorphologie in unterschiedlichen Vergrößerungsstufen, REM-Aufnahme (oben), Aufnahme mit Laserscanningmikroskop (unten)



Rechnergestützte Optimierung der Prozessparameter  
(Veränderung der Bauteilporosität in Abhängigkeit von Strahlgeschwindigkeit und Strahlenergie)

## AUSSTATTUNG SOFTWARE UND ANALYSEGERÄTE

Für das Erstellen und Verarbeiten von CAD-Daten stehen gängige Softwaresysteme (u.a. Solid Works, Magics) bereit. Für die Prozessbeobachtung, die Bauteilanalyse und die Pulvercharakterisierung kann auf eine umfangreiche Ausstattung zugegriffen werden.

- Analysegeräte für Partikelgrößenverteilung, Fließfähigkeit und Schüttdichte
- Hochgeschwindigkeitskamera
- Thermokamera
- Rasterelektronenmikroskop
- Funkenspektrometer und Pyrometer
- Lichtmikroskop und Laserscanningmikroskop
- Rauheitsmessgerät
- 3D-Digitalisierung mit Streifenlichtprojektion
- N-/O-Analysator und C-/S-Analysator

## ENTWICKLUNGSSCHWERPUNKT

Verarbeitung von hoch  $\gamma'$ -haltigen Ni-Basislegierungen, Titanaluminiden und Al-Legierungen. Kern der Arbeiten ist das Auffinden geeigneter Prozessfenster, um die genannten Legierungen mittels additiver Fertigung (SEBM oder SLM) riss- und porenfrei (Porosität < 0,5 %) verarbeiten zu können. Betrachtet werden auch die Skalierbarkeit der Prozessparameter und Maßnahmen zu Nachbearbeitung, um komplexe Bauteile im Industriemaßstab fertigen zu können.



Additiv gefertigte Turbinenschaufel mit Kühlkanälen  
(Werkstoff: Ni-Basislegierung), Schaufelfuss ist mechanisch  
nachbearbeitet, Schaufelblatt im as-built Zustand

## Kontakt

[www.nmfgbmh.de](http://www.nmfgbmh.de)

Neue Materialien Fürth GmbH  
Dr.-Mack-Straße 81  
90762 Fürth

E-Mail: [additive.fertigung@nmfgbmh.de](mailto:additive.fertigung@nmfgbmh.de)

## Kooperationspartner



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG

Institutionell gefördert durch



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Energie und Technologie



Europäische Union

Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung