

Laserbearbeitung von maßgeschneiderten Pulverwerkstoffen in flexiblen Prozesskammern für die Additive Fertigung

D. Kolb*, J. Schurr* S. Ruck* G. Schneider* H. Riegel*

*Hochschule Aalen

<mailto:david.kolb@studmail.htw-aalen.de>

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Bearbeitung von maßgeschneiderten metallischen Pulverwerkstoffen, in eigens entwickelten flexiblen Laserprozesskammern (LPK), mit Hilfe der laserbasierten Additiven Fertigung.

1 Einführung

Die Additiven Fertigungsverfahren (AM) gewinnen in den letzten Jahren immer weiter an Bedeutung. Zu den Anwendungsgebieten zählen unter anderem der Automobilbau, die Luftfahrt, der Maschinenbau und die Elektrotechnik. Aktuelle Forschungsfelder befassen sich mit dem Leichtbau, der Funktionsintegration sowie der Materialwissenschaft [1].

Das AM-Verfahren „Laser Powder Bed Fusion (LPBF)“ dient der Verarbeitung von metallischen Pulverwerkstoffen. Die kommerziellen Anlagen sind jedoch in den zu bearbeitbaren Pulversorten begrenzt und benötigen mehrere Kilogramm an Pulverwerkstoff.

Motivation: Erforschung und Entwicklung neuartiger Bauteile und Materialien mit maßgeschneiderter Materialeigenschaften in der Additiven Fertigung mittels Laserstrahlung.

2 Flexible Prozesskammern

Die Besonderheit der flexiblen Prozesskammern besteht in der Erzeugung geschichteter Strukturen verschiedenster eigens gefertigter Pulversorten. Die Prozesskammern unterscheiden sich in ihrem Aufbau.

Bei der manuellen LPK (Abbildung 1 a)) erfolgt der Pulverauftrag sowie das Senken der Bauplattform händisch. Der Bauraum beträgt $\varnothing = 20$ mm, $h = 10$ mm. Die manuelle LPK benötigt lediglich 2 ml Pulverwerkstoff.

Bei der automatisierten LPK (Abbildung 1 b)) erfolgt der Betrieb vollautomatisiert. Der Bauraum beträgt $\varnothing = 120$ mm, $h = 30$ mm.

Beide Prozesskammern erlauben die Bearbeitung unter inerter Atmosphäre. Der kompakte und flexible Aufbau der Laserprozesskammern ermöglicht die Verwendung von verschiedenen Laserstrahlquellen, Bearbeitungsoptiken und Messtechniken.

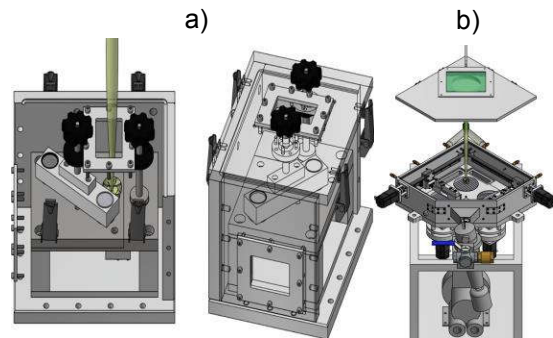


Abbildung 1 a): Manuelle LPK, b): Automatisierte LPK [2]

3 Laserstrahlquellen, Bearbeitungsoptiken und Messtechnik

Die Durchführung der Versuche erfolgt sowohl mit einem Highpower Scheibenlaser (Abbildung 2), maximale Laserleistung 4 kW, als auch mit Singlemode Faserlaser, maximale Laserleistung 0,4 kW bzw. 1 kW. Die Laserstrahlquellen ermöglichen die Bearbeitung mit kontinuierlicher und gepulster Laserstrahlung.

Zur Verfügung stehen verschiedene Bearbeitungsoptiken mit variablen Laserspotgrößen. Die Strahlführung erfolgt mit Festoptiken, 1D-Scanner und 2D-Scanner.

Zur Überwachung des Bearbeitungsprozesses und Sicherstellung der Qualität dienen Thermografiecamera, inline Quotientenpyrometer, Restsauerstoffmessgerät und ein Taupunktmessgerät.



Abbildung 2 Highpower Scheibenlaser

4 Pulverwerkstoffe

Kommerziell erwerbliche Pulverwerkstoffe eignen sich nur bedingt zur Erforschung und Entwicklung neuartiger Bauteile und Materialien mit spezifischen Eigenschaften.

Demzufolge ist die eigene Herstellung von maßgeschneiderten Pulverwerkstoffen unabdingbar. Ein Sprühtrockner (Abbildung 3 a)) erzeugt definierte Pulverstrukturen (Abbildung 3 b)).

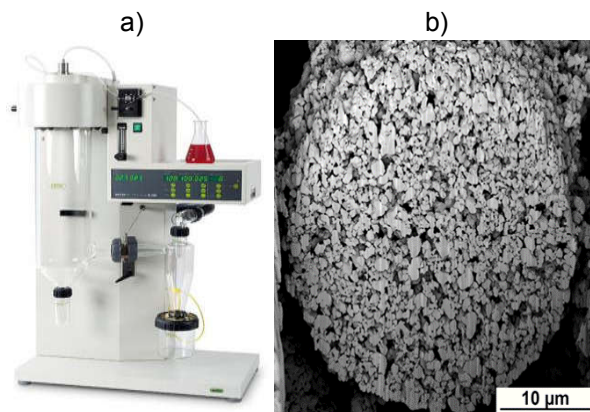


Abbildung 3 a): Sprühtrockner [3], b): Gesintertes Pulverkorn [2]

5 Versuchsergebnisse

Das laserbasierte Additive Fertigungsverfahren LPBF erlaubt die Herstellung geschichteter Strukturen aus zwei verschiedenen Pulverwerkstoffen (Abbildung 4).

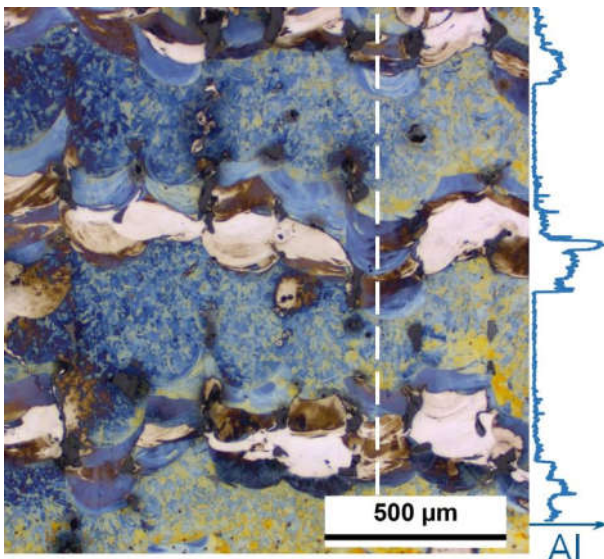


Abbildung 4 Lichtmikroskopaufnahme: Additiv gefertigte Fe-FeAl Schichtstruktur mit Al-EDX-Linescan [2]

Der definierte Energieeintrag des Lasers erzeugt maßgeschneiderte Materialeigenschaften. Die Elementanalyse spiegelt die wechselnde Zusammensetzung der Materialien wider.

Mit Hilfe der Messtechniken kann der Laserbearbeitungsprozess überwacht und geregelt werden. Das inline Quotientenpyrometer erfasst die Wärmestrahlung der verschiedenen Pulversorten (Abbildung 5).

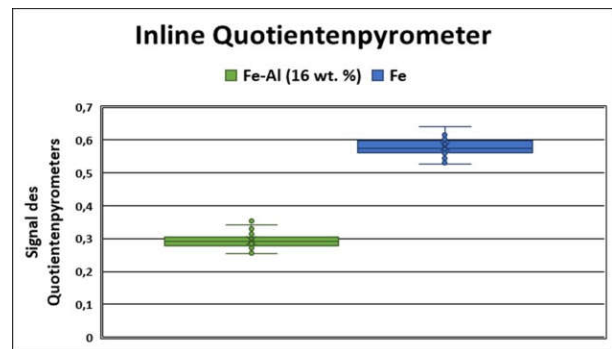


Abbildung 5 Pyrometersignal in Abhängigkeit des Werkstoffes

Anhand des Pyrometersignals werden die Laserbearbeitungsparameter gesteuert.

Die Überwachung der LPK-Atmosphäre mit einem Restsauerstoff- und Taupunktmessgerät verhindert Verunreinigungen, wie Oxidation aufgrund des Sauerstoffgehaltes.

Danksagung

Besonderer Dank gilt der Baden-Württemberg Stiftung für die Förderung des Projektes „Additiv gefertigte Weichmagnet-Bauteile aus geschichteten Strukturen für effiziente Elektromotoren (AddLAS)“.

Literaturangaben

- [1] Lachmayer, R.: Additive Manufacturing Quantifiziert. Visionäre Anwendungen und Stand der Technik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2017
- [2] Institut für Materialforschung der Hochschule Aalen
- [3] <https://www.buchi.com/de-de/products/spray-drying-and-encapsulation/mini-spr%C3%BChtrockner-b-290>, abgerufen am: 11.06.2018