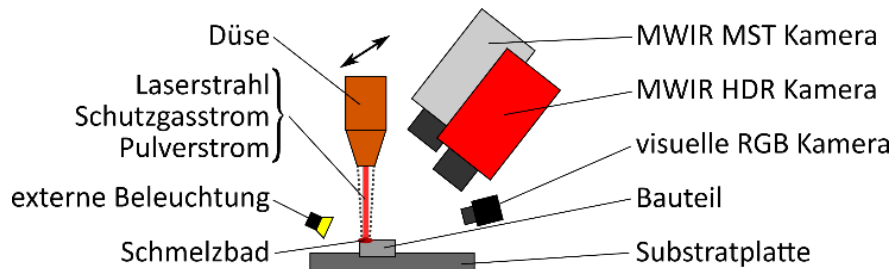


Projektarbeit Master (6 cp) Multi-Kamera-Aufbau für in-process Aufnahmen in der additiven Fertigung

Lars Sommerlade



Skizzierter Messaufbau für in-process Aufnahmen beim Laser-Pulver-Auftragschweißen

Bei der additiven Fertigung (additive manufacturing, AM) von Metallen sind die Erstarrungstemperaturintervalle, Phasenumwandlungstemperaturen, thermische Gradienten sowie Erstarrungs- und Abkühlgeschwindigkeiten die zentralen Größen, welche die nach dem Prozess vorliegenden mikrostrukturellen Ausprägungen, innere Spannungen sowie mögliche Risse des Werkstücks bestimmen. Aus diesem Grund ist die quantitativ-rückführbare in-process Messung von Temperaturfeldern während der Fertigung von großem Interesse. Um dies zu erreichen, soll der Prozess des Laser-Pulver-Auftragschweißens mit drei unterschiedlichen Kameras aufgezeichnet werden, siehe Abbildung des Messaufbaus. Als Kameras sollen eine visuelle Farb-Kamera (RGB) und zwei im mittelwelligen Infrarot (MWIR) arbeitende Kameras mit unterschiedlicher Filterbestückung eingesetzt werden.

In dieser Arbeit soll ein Messgeräteträger entworfen werden, mit denen die drei vorgesehenen Kameras unter wiederholbaren Winkel- und Entfernungseinstellungen relativ zum Bauteil fixiert werden können. Zu beachten sind geeignete Zenitwinkelstellungen für die visuelle und thermografische Betrachtung des Prozesses sowie Einschränkungen im Bauraum (inkl. Beleuchtung). Zum Schutz der Kameras vor Pulverstaub aus dem Prozess soll eine Einhausung vorgenommen werden. Als Fenster für die Einhausung soll entweder eine im MWIR transparente Folie (ggf. auch Glas) oder direkt ein Laserschutzfilter eingesetzt werden. Ggf. ist eine Temperaturüberwachung und Kühlung der Kameras vorzusehen. Der Transmissionsgrad von Fenster und Filter muss bei der Temperaturmessung radiometrisch berücksichtigt und daher ermittelt werden. Anschließend ist für die Fusion der Kameradaten eine extrinsische geometrische Kalibrierung der drei Kameras durchzuführen.

Die Teilaufgaben der Arbeit sind:

- Einarbeitung in das Thema Kamera-basierte Temperaturmessung bei der additiven Fertigung von Metallen
- Literaturrecherche zu o.g. Thema
- Konzeption, Entwurf, Aufbau und Test des Messgeräteträgers inkl. Einhausung
- Messung des Transmissionsgrades von Fenster und Laserschutzfilter
- Extrinsische geometrische Kalibrierung der drei Kameras
- Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse

Betreuer: Dr.-Ing. R. Schmoll, Prof. Dr.-Ing. A. Kroll
Beginn: November 2023
Geplantes Ende: April 2024

Literatur

- [1] M. Vollmer and K.-P. Möllmann, *Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications*, 2nd ed. Wiley-VCH, 2018.
- [2] B. Jähne, *Digitale Bildverarbeitung*, 7th ed. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [3] S. Altenburg, C. Maierhofer, A. Straße, and A. Gumenyuk, "Comparison of MWIR thermography and high-speed NIR thermography in a laser metal deposition (LMD) process," in *Proceedings of the 2018 International Conference on Quantitative InfraRed Thermography*. QIRT Council, 2018.
- [4] M. Lison, W. Devesse, D. de Baere, M. Hinderdael, and P. Guillaume, "Hyperspectral and thermal temperature estimation during laser cladding," *Journal of Laser Applications*, vol. 31, no. 2, p. 022313, may 2019.
- [5] S. J. Altenburg, N. Scheuschner, A. Straße, A. Gumenyuk, and C. Maierhofer, "Towards the determination of real process temperatures in the LMD process by multispectral thermography," in *Thermosense: Thermal Infrared Applications XLIII*, J. N. Zalameda and A. Mendioroz, Eds. SPIE, Apr. 2021.
- [6] N. Scheuschner, S. J. Altenburg, G. Pignatelli, C. Maierhofer, A. Straße, I. B. Gornushkin, and A. Gumenyuk, "Vergleich der Messungen der Schmelzbadtemperatur bei der Additiven Fertigung von Metallen mittels IR-Spektroskopie und Thermografie," *tm - Technisches Messen*, vol. 88, no. 10, pp. 626–632, jul 2021.
- [7] M. Kahl, S. Schramm, M. Neumann, and A. Kroll, "Identification of a spatio-temporal temperature model for laser metal deposition," *Metals*, vol. 11, no. 12, p. 2050, Dec. 2021.