

Untersuchung der Einflüsse von Konturparametern auf die Bildung von Oberflächenporosität in Ti-Al6-V4-Bauteilen in PBF-LB/M-Prozessen mittels Röntgen-Computertomographie

B.Baumgärtner¹, R. Rothfelder², M. Schmidt², T. Hausotte¹

¹ Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

² Lehrstuhl für Photonische Technologien, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Einleitung und Motivation

Die additive Fertigung bietet gegenüber traditionellen Verfahren einige Vorteile im Hinblick auf mechanische Eigenschaften oder beim Aufbau von komplexen Geometrien. Das Erreichen von niedriger Oberflächenrauheit und hohen Bauteildichten stellt jedoch eine große Herausforderung dar. Durch die Wahl von Konturparametern wie die Laserleistung oder den Hatch-Abstand können die Oberflächeneigenschaften beeinflusst und aufwendige Nachbearbeitungen vermieden werden. Im Rahmen des Teilprojekts C4 des Sonderforschungsbereichs 814 „Additive Fertigung“ wird die Porosität additiv gefertigter Bauteile mittels industrieller Röntgen-Computertomographie (CT) untersucht und analysiert. Durch den Einsatz der CT-Porositätsanalyse im Post-Prozess soll der Zusammenhang zwischen Konturparametern, erzeugter Oberflächenrauheit und Porosität untersucht und deren Auswirkungen auf die erreichbare Bauteildichte dargelegt werden.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchung wurden zylindrische Proben aus Ti-Al6-V4 in einen PFF-LB/M-Prozess gefertigt. Für den Oberflächenabschluss wurden zwei Konturlinien mit abweichenden Parametern zum Kern verwendet und die Parameter Vorschub, Laserleistung sowie Hatch-Abstand variiert. Die Auswirkungen der genannten Parameter auf die eingestellte Oberflächenrauheit- und Porosität wurden mit der Röntgen-Computertomographie erfasst. Hierzu werden Antastpunkte der Oberflächenfindung ermittelt, um eine Einschätzung der Oberflächenrauheit S_a zu erhalten, sowie eine Porositätsanalyse auf dem rekonstruierten Volumendatensatz in VGSTUDIO MAX 2022.1 durchgeführt. Bereits im Vorfeld der Versuchsreihe stellte sich heraus, dass die Wahl eines hohen Vorschubs zu Bauteilen mit erhöhter Antastabweichung und Porosität im Konturbereich führen. Eine hohe Bauteilgüte war nur bei konstant niedrigem Vorschub und Variation anderer Konturparameter zu erreichen. Durch die Wahl einer zusätzlich hohen Laserleistung und eines weiten Abstands des Hatches zeigt sich eine geringe Verbesserung der Antastabweichung. Mit Hinblick auf die Porosität besitzen diese Parameter jedoch einen deutlich stärkeren Einfluss. Eine Untersuchung der Porenhäufigkeit gegenüber dem Abstand des Porenmittelpunkts zur Oberfläche (Kantenabstand) ergab eine Korrelation der zwischen Porenhäufungspunkte und dem Ort des geplanten Konturpfads. Eine Porenformanalyse legt offen, dass ein Großteil der erzeugten Porosität als Lack-of-Fusion-Poren klassifiziert werden können. Typische Entstehungsursachen sind ein zu niedriger Energieeintrag auf das Pulverbett und ein zu großer Abstand zwischen Konturpfad und Schraffur. Eine gezielte Erhöhung der Laserleistung im Konturbereich führt zu einer deutlichen Reduzierung der Porenhäufigkeit entlang des Konturpfads. Eine Betrachtung der Porengrößenverteilung zeigt, dass die Parameteränderung zu einer Verkleinerung der Porenanzahl mit Durchmessern von $>200 \mu\text{m}$ führt. Ein zusätzlicher veränderter Hatch-Abstand zur Schraffur bei gleichzeitig erhöhter Laserleistung bewirkt eine weitere Reduzierung der Porenhäufigkeit im Lack-of-Fusion-Bereich für Poren mit Durchmessern zwischen $100\text{-}200 \mu\text{m}$. Eine Betrachtung der Porenhäufigkeit gegenüber des Kantenabstands weist darauf hin, dass die Porenbildung im Bereich des abschließenden Konturpfads nahezu vermieden wird. Die Untersuchungen zeigen, dass die Konturparameteranpassungen durch den Einsatz einer Porositätsanalyse mittels CT erfasst und unterschieden werden können.

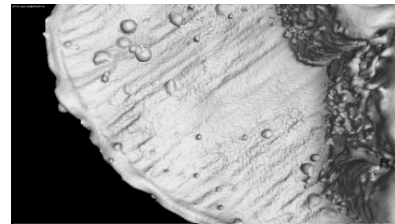


Abbildung 1 Schraffur mit Konturlinie

Ausblick

Thema zukünftiger Arbeiten soll die Klassifizierung von Poren im Lack-of-Fusion-Bereich und die Abgrenzung der Wirkbereiche der Konturparameter auf die Porenbildung mittels CT untersuchen.