

1 Einleitung

Unter der additiven Fertigung (englisch: Additive Manufacturing, AM) werden Fertigungsverfahren gefasst, welche durch einen schichtweisen Aufbau von Bauteilen eine große geometrische Flexibilität im Design bieten. Eines der weiter verbreiteten additiven Verfahren ist das Laser Powder Bed Fusion (LPBF), mit dem pulverbettbasiert metallische Bauteile mithilfe von Laserstrahlung hergestellt werden können. Das Verfahren hat sich in einigen Bereichen längst von der Prototypenfertigung hin zur Serienfertigung (z.B. für Implantate, Triebwerksteile) entwickelt [1, 2]. LPBF wird heute durch die Industrialisierung auch zunehmend für Ersatzteile und Kleinserien im Werkzeugbau interessant [3]. Dabei hat die Werkzeugindustrie einen mittleren Umsatzanteil von 10,2 % am Gesamtumsatz der Metallindustrie in Deutschland in den Jahren 2015 und 2020 erwirtschaftet [4]. Zu der Werkzeugindustrie werden die Herstellung u.a. von Handwerkzeugen, Maschinenwerkzeugen und Werkzeugen für die Metallbearbeitung gezählt. Im Jahr 2020 erzielte die deutsche Werkzeugindustrie einen Umsatz in Höhe von rund 4,7 Mrd. Euro [4] und einen hohen Bedarf für neue Innovationen bspw. zur Steigerung der Standzeiten oder Verkürzung von Entwicklungszeiten wird abgeleitet.

Durch die endkonturnahe Fertigung beim LPBF ist ein verringerter Aufwand der Nachbearbeitung von Bauteilen möglich. Weiterhin ist im Vergleich zur konventionellen Fertigung die Einbringung von Funktionen bspw. durch Integration innenliegender Kühlkanäle oder Gewichtseinsparungen durch Einsatz von Gitterstrukturen sowie eine höhere Geometriefreiheit bspw. zur Herstellung komplexer individueller Sonderanfertigungen im Werkzeugbau möglich. Für die Werkzeugindustrie sind Werkzeugstähle und deren Eigenschaften in vielen Anwendungen von hoher Relevanz. Gegenwärtig ist die Werkstoffauswahl auf Warmarbeits- oder martensitaushärtende Stähle begrenzt, da diese bspw. durch Einsatz einer Vorheizung während des Prozesses mittels LPBF verarbeitet werden oder erst nach aufwendiger Wärmebehandlung eingesetzt werden können. Jedoch ist die Verschleißbeständigkeit der bislang qualifizierten Werkzeugstähle begrenzt und die Eigenschaften sind ungeeignet bspw. für den Einsatz als Schneidwerkzeug. Für diese Anwendungen sind insbesondere hochlegierte, karbidhaltige, abrasionsbeständige Werkzeugstähle wie Schnellarbeitsstähle für die Werkzeugindustrie interessant.

Besonders im Bereich der Schneidwerkzeuge können die Vorteile des additiven Verfahrens LPBF zu erheblich kleineren Entwicklungskosten im Sonderwerkzeugbau oder zu gesteigerter Performance durch integrierte

Kühlkanälen führen. Jedoch gelten die dafür konventionell eingesetzten hochlegierten Schnellarbeitsstähle durch große Kohlenstoffanteile sowie Karbide als nicht-schweißbar. Durch die verfahrensbedingten thermischen Zyklen und Temperaturgradienten im LPBF-Verfahren entstehen bei diesen Werkstoffen große Eigenspannungen und Ausscheidungen, welche zur Rissbildung führen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll daher die Verarbeitbarkeit von Schnellarbeitsstählen am Beispiel von HS6-5-3-8 anhand unterschiedlicher LPBF-Prozessführungen untersucht werden und eine Analyse der Einfluss-Wirk-Zusammenhänge zwischen LPBF-Prozessführung und Gefüge ermöglicht werden. Die entwickelte Prozessführung soll als Ausgangspunkt für die Fertigung von Demonstratoren genutzt werden.