

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	3
2.1 Funktionsweise des laserstrahlbasierten Pulverbettschmelzens	3
2.2 Einflussfaktoren auf die Qualität der gefertigten Proben.....	4
2.2.1 Das verwendete Pulver	4
2.2.2 Pulverauftrag	6
2.2.3 Interaktion des Laserstrahls mit dem Pulver	6
2.2.4 Aufschmelzen.....	7
2.2.5 Erstarrung	9
2.3 Typische Volumendefekte beim PBF-LB/M	11
2.3.1 Poren.....	11
2.3.2 Heißrisse	12
2.4 Verarbeitung von Pulvermischungen mit PBF-LB/M.....	13
2.4.1 Segregation von Pulvermischungen beim Pulverauftrag	13
2.4.2 In-situ Legieren mit Zusätzen von Elementarpulvern	15
2.4.1 In-situ Legieren mit Zusätzen von Keramikpulver.....	17
2.4.2 Erstarrung mit Keimbildnern	17
2.5 Legierungskonzept Werkzeugstahl.....	18
2.5.1 Einfluss der Legierungselemente auf das Gefüge.....	19
2.5.2 Einfluss des Gefüges auf die Eigenschaften	22
2.6 PBF-LB/M karbidhaltiger Werkzeugstähle	24
2.6.1 Gefüge As-Built	24
2.6.2 Eigenschaften additiv gefertigter Werkzeugstähle.....	26
2.7 Zusammenfassung und offene Fragestellung.....	28
3 Zielstellung und Lösungsweg	31
3.1 Hypothesen und wissenschaftliche Fragestellungen	31

3.1.1 Prozessseitige Fragestellungen	32
3.1.2 Fragestellung der Legierungsanpassung/-entwicklung	32
3.2 Lösungsweg	33
4 Werkstoffe und Methoden.....	35
4.1 Legierungsentwicklung	35
4.1.1 Verwendete Basispulver.....	37
4.1.2 Thermodynamische Berechnungen.....	38
4.2 Verarbeitung der Legierungen	39
4.2.1 Mischen bzw. Satelliting	39
4.2.2 Pulverauftrag und PBF-LB/M-Verarbeitung	40
4.2.3 Wärmebehandlung	43
4.3 Charakterisierung der Legierungen	44
4.3.1 Chemische Zusammensetzung und Gradienten	44
4.3.2 Mikrostruktur- und Phasenanalyse.....	44
4.3.3 Auswertung der statistischen Verteilung von mehrphasigen Werkstoffen	46
4.3.4 Mechanische Eigenschaften	50
4.3.5 Chemische Eigenschaften.....	51
5 Ergebnisse und Diskussion.....	55
5.1 Einflussfaktoren für die Verarbeitung von Pulvermischungen in der laser- und pulverbettbasierten additiven Fertigung	55
5.1.1 Makroskopische Homogenität	55
5.1.2 Mikroskopische Homogenität	66
5.1.3 Fazit für die Verarbeitbarkeit von Pulvermischungen	82
5.2 Legierungsentwicklung karbidreicher Werkzeugstähle	85
5.2.1 Werkzeugstahl mit M_7C_3	85
5.2.2 Isotroper Werkzeugstahl mit TiC	98
5.2.3 Korrosionsbeständiger Werkzeugstahl.....	109
5.2.4 Fazit für die Legierungsentwicklung	125

6	Zusammenfassung und Ausblick	127
7	Literatur.....	131
8	Anhang	147
8.1	Ergänzende Bilder und Tabellen.....	147