

1	Einleitung	1
1.1	Additive Fertigung im produktionsorientierten Umfeld	1
1.2	Ausgangssituation und Motivation	2
2	Theoretische Grundlagen – Stand der Wissenschaft und Technik.....	5
2.1	Additive Fertigungsverfahren	5
2.2	Grundlagen des Laserstrahlschmelzens	8
2.2.1	Anlagenaufbau und Fertigungsprozess	9
2.2.2	Prozesskette und Einflussgrößen in der additiven Fertigung	11
2.3	Wechselwirkung zwischen Laserstrahl und Pulverwerkstoff.....	19
2.4	Materialeigenschaften von additiv verarbeitetem Ti6Al4V	22
2.4.1	Verfahrensbedingte Mikrostruktur und Eigenspannungen	27
2.4.2	Defektypen und Defektausbildung.....	30
2.5	Konzepte zur Steigerung der Aufbaurrate im L-PBF Prozess.....	32
2.6	Post Processing – Wärmebehandlung von Ti6Al4V	34
3	Wirtschaftliche Einordnung	39
3.1	Industrialisierung der additiven Fertigung	39
3.2	Ti6Al4V-Prozesskette in der additiven Fertigung	41
3.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der L-PBF Prozesskette	42
4	Zielsetzung und weiteres Vorgehen	45
5	Anlagentechnik und Prüfmethode.....	49
5.1	SLM 280 HL 1.0	49
5.2	Prüfmethode und Probenfertigung	50
5.3	Variation der Wärmenachbehandlung – Prozessrouten für das heiß-isostatische Pressen	52
6	Leistungsorientierte Parameteroptimierung.....	55
6.1	Vorstudie	55
6.2	Der Ausgangswerkstoff	57
6.3	Prozessfenster der Parameter: Laserleistung und Scangeschwindigkeit	58
6.3.1	Einfluss der Scangeschwindigkeit	61
6.3.2	Einfluss der Laserleistung.....	63
6.3.3	Eingrenzung des Prozessfensters	65
6.4	Prozessfenster des Parameters: Spurbabstand	66

6.4.1	Einfluss des Spurbabstandes	67
6.4.2	Eingrenzung des Prozessfensters	69
6.5	Aufstellen von Volumenparametern	71
6.5.1	Einfluss der Verfahrensparameter auf die rel. Dichte	72
6.5.2	Zusammenhang zwischen Porosität und der Aufbauratensteigerung	74
6.6	Zusammenfassung und Parameterdefinition für weitere Betrachtung	75
7	Mikroskopische und mechanische Charakterisierung	77
7.1	Beobachtete Defektypen vor und nach dem HIP Prozess	77
7.2	Schrumpfung durch den HIP Prozess	81
7.3	Mikrostruktur in Abhängigkeit der Wärmenachbehandlung	82
7.4	Betrachtung der resultierenden Eigenspannungen	85
7.5	Betrachtung der mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Wärmenachbehandlung	87
7.5.1	Härte	87
7.5.2	Statische Festigkeit	88
7.5.3	Dynamische Festigkeit	92
8	Ableiten einer Methode zur Parameteroptimierung	99
9	Anwendungsbeispiel - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Konzeptes am Beispiel eines Bauteils aus der Luftfahrt	105
10	Zusammenfassung und Fazit	111
	Literaturverzeichnis	115