

Inhaltsverzeichnis

0	Formel- und Kurzzeichen	III
1	Einleitung und Ziele	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Selective Laser Melting (SLM)	4
2.2	Laser-Pulver-Auftragschweißen (LPA).....	8
2.2.1	Prozessbeschreibung	8
2.2.2	Einflussfaktoren auf die Spurgeometrie.....	11
2.2.3	Verarbeitung von Titanlegierungen	15
2.3	Kombination additiver Verfahren	21
3	Versuchsdurchführung	23
3.1	Werkstoffe und Anlagentechnik	24
3.2	Einflussfaktoren auf die Spurgeometrie	26
3.3	Additive Anwendung von LPA.....	29
3.3.1	Auswahl des Energieeintrages für den mehrlagigen Materialauftrag	29
3.3.2	Bewertung der Schutzgasatmosphäre	29
3.3.3	3D Aufbau mit hoher Wärmeableitung: Nutfüllung	31
3.3.4	3D Aufbau mit geringer Wärmeableitung: Zylinder.....	32
3.4	Kombinierter Einsatz von SLM und LPA.....	36
3.4.1	Gitterstrukturen.....	36
3.4.2	Vollmaterial.....	39
3.4.3	Demonstrator-Bauteile.....	40
4	Ergebnisse	43
4.1	Einflussfaktoren auf die Spurgeometrie	43
4.2	Additive Anwendung von LPA.....	47
4.2.1	Auswahl des Energieeintrages für den mehrlagigen Materialauftrag	47
4.2.2	Bewertung der Schutzgasatmosphäre	47
4.2.3	3D Aufbau mit hoher Wärmeableitung: Nutfüllung	48
4.2.4	3D Aufbau mit geringer Wärmeableitung: Zylinder.....	50
4.3	Kombinierter Einsatz von SLM und LPA.....	59
4.3.1	Gitterstrukturen.....	59
4.3.2	Vollmaterial.....	61
4.3.3	Demonstrator-Bauteile.....	64
5	Diskussion der Ergebnisse	67
5.1	Einflussfaktoren auf die Spurgeometrie	67
5.1.1	Auswahl des Versuchsraumes	67
5.1.2	Analyse von Effekten und Wechselwirkungen.....	68
5.1.3	Nutzung der statistischen Ergebnisse im additiven Aufbau.....	73
5.1.4	Ableitung verfahrensspezifischer Kenngrößen	74
5.2	Additive Anwendung von LPA.....	77
5.2.1	Auswahl des Energieeintrages für den mehrlagigen Materialauftrag	77
5.2.2	Bewertung der Schutzgasatmosphäre	78

5.2.3	3D Aufbau mit hoher Wärmeableitung: Nutfüllung	80
5.2.4	3D Aufbau mit geringer Wärmeableitung: Zylinder.....	81
5.3	Kombinierter Einsatz von SLM und LPA	90
5.3.1	Gitterstrukturen.....	90
5.3.2	Vollmaterial.....	91
5.3.3	Demonstrator-Bauteile.....	94
5.3.4	Ansatz zur Prozessregelung im Aufbauprozess.....	99
6	Zusammenfassung.....	100
7	Literaturverzeichnis	103