

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	XIII
Nomenklatur	XIV
1 Einleitung	1
2 Stand der Wissenschaft und Technik	3
2.1 Laser-Pulver-Auftragschweißen	3
2.1.1 Funktionsprinzip	4
2.1.2 Zielgrößen	7
2.1.3 Einflussfaktoren	15
2.1.4 Prozessauslegung	18
2.1.5 Modellierungsansätze.....	20
2.2 Werkstoffe beim Laser-Pulver-Auftragschweißen	27
2.2.1 Nickellegierung 2.4856	27
2.2.2 Titanlegierung 3.7164	29
3 Zielstellung und methodisches Vorgehen	31
3.1 Ableitung notwendiger Handlungsfelder	31
3.2 Lösungswegbeschreibung.....	34
4 Anlagen- und Systemtechnik	39
4.1 Anlagentechnik robotergestütztes Laser-Pulver-Auftragschweißen	39
4.1.1 Energiequelle	39
4.1.2 Materialförderung	40
4.1.3 Bearbeitungsoptik	42
4.1.4 Handhabungseinheit und Peripherie.....	42
4.2 Verwendete Pulverwerkstoffe.....	43
4.2.1 Nickellegierung 2.4856 (Inconel 625).....	43
4.2.2 Titanlegierung 3.7164 (Ti-6Al-4V grade 5).....	44
4.3 Flexible Heizvorrichtung	45
4.3.1 Anforderungen und Auslegung	45
4.3.2 Validierung der Heizleistung und erreichbaren Temperaturen	47
4.4 Auswertung der Versuche.....	48
4.4.1 Metallographische Probenpräparation.....	48
4.4.2 Auswertung der Mikrostruktur	49
4.4.3 Auswertung der Einzelspurcharakteristika und Geometrieausprägung	49
4.4.4 Auswertung der mechanischen Eigenschaften	50
5 Prozessauslegung mittels Randbedingungsanalyse	51
5.1 Ermittlung der Prozessparameter für In625 und Ti-6Al-4V	51
5.1.1 Optimierung der Einzelpuren aus In625	52

5.1.2	Optimierung der Einzelspuren aus Ti-6Al-4V	55
5.2	Korrelation zwischen Geometrie und thermischen Randbedingungen	56
5.2.1	Einzelspurversuche In625	57
5.2.2	Einzelspurversuche Ti-6Al-4V	61
5.2.3	Anwendbarkeit der Ergebnisse.....	64
5.3	Korrelation zwischen Materialeigenschaften und thermischen Randbedingungen	67
5.3.1	Härtemessung an Einzelspurversuchen	67
5.3.2	Materialeigenschaften Wandstruktur aus Ti-6Al-4V	69
5.4	Korrelation zwischen Geometrie und Prozessparametern	73
5.4.1	Temperaturabhängige Prozessparameter.....	73
5.4.2	Anwendbarkeit auf beliebige Geometrie.....	77
5.5	Entwicklung eines thermischen Simulationsmodells.....	80
5.5.1	Beschreibung der Wärmeleitungsmechanismen und Randbedingungen.....	80
5.5.2	Validierung des Modells mittels Pyrometrie.....	92
5.5.3	Erweiterung um die erzwungene Konvektion	96
6	Bedeutung der Ergebnisse für die Praxis	101
6.1	Temperaturadaptive Prozessauslegung	101
6.2	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Systemtechnik	109
7	Zusammenfassung	113
8	Ausblick	117
	Literaturverzeichnis	119