

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 Einzelspuren 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
<b>6</b>	<b>Bedeutung der Ergebnisse für die Praxis</b>	<b>101</b>
6.1	Temperaturadaptive Prozessauslegung .....	101
6.2	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Systemtechnik .....	109
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>113</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick</b>	<b>117</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>119</b>