

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungs- und Formelzeichenverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	3
2 Stand der Technik und Forschung	5
2.1 Definitionen	5
2.2 Grundlagen der additiven Fertigung	9
2.2.1 Laserstrahlschmelzprozess und zugehörige Prozesskette	9
2.2.2 Werkstoffgruppe der Aluminiumlegierungen	11
2.2.3 Anforderungen an die Pulvereigenschaften	13
2.3 Aluminiumpulver-Herstellungsverfahren	17
2.3.1 Übersicht	17
2.3.2 Aufschmelzen und Verdüsen	21
2.3.3 Sicherheitsaspekte bei der Aluminiumpulver-Herstellung	26
2.4 Bewertung des Stands der Technik und Forschung	30
3 Thermisches Spritzen	33
3.1 Übersicht und Verfahrensauswahl	33
3.2 Eigenschaften des Lichtbogenspritzens	35
3.3 Zusammenfassung	41
4 Konzeptionierung des Pulverherstellungsprozesses	43
4.1 Vorgehen zur Anlagenentwicklung	43
4.2 Präzisierung der Randbedingungen	46
4.3 Ermittlung von Funktionen und Strukturen	48
4.4 Identifizierung eines Lösungskonzepts	54
4.5 Fazit	55
5 Entwurfsplanung	57
5.1 Gliederung in Module	57

5.2	Gestalten der Module	60
5.2.1	Zerstäubereinheit	60
5.2.2	Prozesskammer	61
5.2.3	Gasaufbereitung	78
5.3	Fazit	81
6	Sicherheitsaspekte und Ausführungsplanung	83
6.1	Ausführungsplanung – Aufbau des Prototyps	83
6.2	Sicherheitsaspekte	90
6.3	Anlagensicherheit	91
6.3.1	Explosionsschutz	92
6.3.2	Gefährdungsidentifikation	102
6.3.3	Risikoeinschätzung und Risikominderung	105
6.4	Fazit	108
7	Empirisches Prozessmodell auf Basis eines prototypischen Aufbaus	111
7.1	Pulveruntersuchungen	112
7.1.1	Partikelgrößenverteilung	114
7.1.2	Partikelform	116
7.1.3	Fließfähigkeit der Partikel	119
7.1.4	Sauerstoffgehalt	120
7.1.5	Chemische Zusammensetzung des Pulvers	125
7.1.6	Sicherheitsrelevante Größen	127
7.2	Untersuchungen nach dem Laserstrahlschmelzprozess	132
7.2.1	Oberflächenfärbung und -rauheit	134
7.2.2	Bauteildichte und Porosität	135
7.2.3	Härtemessung	139
7.3	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	140
8	Bewertung der lichtbogenbasierten Pulverherstellung	143
8.1	Wirtschaftliche Bewertung	143

8.2 Übertragbarkeit auf andere Werkstoffe	148
9 Schlussbetrachtung	151
9.1 Zusammenfassung	151
9.2 Ausblick	153
10 Literaturverzeichnis	155
11 Verzeichnis betreuter Studienarbeiten	167
12 Anhang	169