

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
0 Formel- und Kurzzeichen	III
1 Einleitung.....	1
2 Stand der Erkenntnisse	3
2.1 Laserstrahlschmelzen	3
2.1.1 Verfahrenseinordnung	3
2.1.2 Prozesskette und Funktionsweise	4
2.1.3 Prozesstechnische Einflussfaktoren	7
2.1.4 Einflussgrößen von Pulverwerkstoffen	9
2.1.5 Technologie	12
2.1.6 Einsatzgebiete	19
2.2 Hartmetalle.....	20
2.2.1 Einordnung und Definition	20
2.2.2 Werkstoffsystem Wolframkarbid-Kobalt	20
2.2.3 Anwendungen.....	24
2.3 Additive Verarbeitung von Wolframkarbid-Kobalt	26
2.3.1 Untersuchungen zum selektiven Lasersintern.....	26
2.3.2 Untersuchungen zum Laserstrahlschmelzen	26
2.3.3 Industrielle Einsatzfähigkeit	32
2.3.4 Fazit und Forschungsbedarf.....	33
3 Zielstellung und Vorgehensweise.....	34
4 Versuchsbedingungen und Messmethoden	38
4.1 Anlagentechnik.....	38
4.2 Prozessparameter und -bedingungen des Laserstrahlschmelzens	41
4.2.1 Allgemeines	41
4.2.2 Scanstrategie.....	41
4.2.3 Fokusslage	42
4.2.4 Belichtungsparameter.....	44
4.2.5 Physikalische Zusammenhänge der Belichtungsparameter.....	46
4.2.6 Ausgangsparameter für das Laserstrahlschmelzen von WCCo 83/17	48
4.3 Mess- und Prüfverfahren.....	49
4.3.1 Pulvercharakterisierung	49
4.3.2 Bauteilcharakterisierung	53
4.4 Charakterisierung des Ausgangswerkstoffs WCCo 83/17	59
5 Versuchsplanung und Untersuchungsstrategie.....	63
5.1 Statistische Versuchsplanung	63
5.2 Versuchsmethoden	65
5.3 Auswahl der Versuchsmethode	69
5.4 Ableitung der Untersuchungsstrategie	71
5.5 Versuchsplan zur Variation der Parameter	72
5.6 Routine zur Auswertung.....	75
6 Auswirkungen der Einflussfaktoren auf die Zielgrößen	78
6.1 Spurparameter	78
6.1.1 Einfluss auf die Schmelzspurstruktur	78

6.1.2	Einfluss auf die Schmelzspurbreite	80
6.1.3	Qualität generierter Schmelzspuren	80
6.1.4	Fazit.....	81
6.2	Einzelschichtparameter.....	82
6.2.1	Einfluss auf die Rauheit.....	82
6.2.2	Qualität generierter Einzelschichten	84
6.2.3	Korrelationsanalyse	86
6.2.4	Fazit.....	86
6.3	Konturparameter	87
6.3.1	Einfluss auf die Rauheit.....	87
6.3.2	Einfluss auf das Werkstoffgefüge	91
6.3.3	Einfluss auf die Konturstärke	93
6.3.4	Korrelationsanalyse	96
6.3.5	Fazit.....	97
6.4	Validierung entwickelter Konturparameter	98
6.4.1	Ergebnisanalyse zur Validierung entwickelter Konturparameter	98
6.4.2	Fazit.....	99
6.5	Volumenparameter.....	100
6.5.1	Einfluss auf die Dichte	100
6.5.2	Einfluss auf den Kobaltgehalt	108
6.5.3	Einfluss auf das Werkstoffgefüge	112
6.5.4	Einfluss auf die Rauheit.....	116
6.5.5	Korrelationsanalyse	120
6.5.6	Fazit.....	123
6.6	Validierung entwickelter Volumenparameter.....	125
6.6.1	Prüfung von prognostizierter Rauheit, Dichte und Kobaltgehalt.....	127
6.6.2	Prüfung der Porosität und Rissneigung.....	127
6.6.3	Prüfung des erzielbaren Werkstoffgefüges	128
6.6.4	Prüfung der erzielten Härte	129
6.6.5	Prüfung der erzielbaren Biegebruchfestigkeit.....	130
6.6.6	Fazit.....	130
6.7	Ergebniszusammenfassung.....	132
7	Anwendungsbeispiel	135
7.1	Einsatzuntersuchung additiv gefertigter Elektroden.....	135
7.2	Übertragung auf den Formen- und Werkzeugbau	137
8	Zusammenfassung	138
9	Ausblick	141
10	Literaturverzeichnis	142