

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Lasergenerieren	3
2.1.1	Begrifflichkeiten und Einordnung des Verfahrens	3
2.1.2	Funktionsprinzip und Anlagenkonzepte	5
2.1.3	Lasergenerieren von metallischen Werkstoffen	10
2.1.4	Mehrkomponentige Werkstoffe	11
2.1.5	Einkomponentige Werkstoffe	14
2.2	Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe	15
2.2.1	Technische Keramiken	15
2.2.2	Lasergenerieren von keramischen Werkstoffen	16
2.2.3	Verbundwerkstoffe	19
3	Aufgabenstellung und Zielsetzung	21
4	Systembeschreibung und Modellbildung	25
4.1	Systembeschreibung	25
4.2	Einflussgrößen des Prozesses	28
4.2.1	Prozesseingangsgrößen	28
4.2.2	Abgeleitete Prozesskenngrößen	37
4.2.3	Prozessergebnisgrößen	39
4.2.4	Zusammenfassung der Systembeschreibung	41
4.3	Modellierung des Lasergenerierens	42
4.3.1	Modellierung der physikalischen Prozesse	43

4.3.2	Optisches Teilmodell	44
4.3.3	Thermisches Teilmodell	54
4.3.4	Sintermodell	70
4.3.5	Bestimmung der effektiven Materialeigenschaften von Pulverhaufwerken	75
4.4	Prozesssimulation und Modellvalidierung	82
4.4.1	Bisherige Ansätze für Prozesssimulationen von Lasergenerier- und Lasersinterprozessen	82
4.4.2	Analytische Lösung	83
4.4.3	Numerische Lösung	93
4.4.4	Modellvalidierung	103
4.5	Theoretische Werkstoffqualifizierung	109
5	Experimentelle Untersuchungen	113
5.1	Vorgehensweise	113
5.1.1	1D-Geometrie – Linienversuch	117
5.1.2	2D-Geometrie - Flächenversuch	117
5.1.3	3D - Geometrie - Würfel	118
5.1.4	Funktionsschichtzeugung	119
5.2	Versuchsergebnisse	120
5.2.1	Überprüfung der Vorgehensweise an einem bekannten Pulver – DM 100	120
5.2.2	Basiswerkstoffe	125
5.2.3	Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe	140
5.3	Anwendung: Fluidtechnik	147
5.4	Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen	150
6	Zusammenfassung	153
A	Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	170
B	Thermisches Modell	175
B.1	Analytische Lösung	175
B.1.1	Eindimensionale Wärmeleitung	175

B.1.2	Ruhende Wärmequelle	175
B.1.3	Bewegte Wärmequelle	177
B.2	Programme zur Berechnung des Temperaturfeldes	178
B.2.1	Analytisch, eindimensional	178
B.2.2	Analytische Lösung, mehrdimensionale Betrachtung	182
B.3	Kalkulationsdaten	184
B.4	Versuchsauswertung	185
B.4.1	Versuchsauswertung Direct Metal 100 2D-Geometrie	185
B.4.2	Herstellung der vorverdichteten Probekörper (AB Technischen Keramik, TUHH)	186
C	Materialkonstanten	187
C.1	Thermophysikalische Daten	187
C.2	Optische Materialdaten	196