

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Formelzeichen	V
Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe	IX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Vorgehensweise	7
2 Grundlagen der Arbeit	11
2.1 Vorgehen im Kapitel	11
2.2 Generative Fertigungsverfahren	11
2.2.1 Prozessgrundlagen des pulverbettbasierten 3D-Druckens	11
2.2.2 Klassifizierung der generativen Fertigungsverfahren	12
2.2.3 Verfestigungsmechanismen generativer Fertigungsverfahren	14
2.2.4 Datenvorbereitung	18
2.2.5 Anwendungsgebiete	19
2.2.6 Herausforderungen und Grenzen	20
2.3 Chemische Reaktionen und Materialsysteme	22
2.3.1 Theorie der Kunststoffe	22
2.3.2 Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition	24
2.3.3 Relevante Kunststoffe	26
2.4 Relevante physikalische Eigenschaften der betrachteten Werkstoffe	28
2.4.1 Mechanische Eigenschaften	28
2.4.2 Thermische Eigenschaften	30
2.4.3 Elektrische Eigenschaften	31
2.5 Simulation	32
2.5.1 Allgemeines	32
2.5.2 Finite-Elemente-Methode	32
2.5.3 Multiskalensimulation	34
2.6 Zusammenfassung	35
3 Stand der Wissenschaft und Technik	37
3.1 Vorgehen im Kapitel	37
3.2 3D-Druckprozess	37
3.2.1 Anlagentechnik für das pulverbettbasierte 3D-Drucken	37
3.2.2 Restriktionen für das pulverbettbasierte 3D-Drucken	38

3.3	Materialien für generative Fertigungsverfahren	39
3.3.1	Methoden zur Materialqualifizierung	39
3.3.2	Monomaterialverarbeitung	41
3.3.3	Multimaterialverarbeitung	45
3.4	Simulation von Schichtbauverfahren	51
3.4.1	Materialsimulation in der generativen Fertigung	51
3.4.2	Prozesssimulation in der generativen Fertigung	51
3.5	Zusammenfassung und Handlungsbedarf	53
4	Methoden- und Prozessentwicklung	55
4.1	Vorgehen im Kapitel	55
4.2	Methode zur Materialqualifizierung	56
4.2.1	Allgemeines	56
4.2.2	Modul <i>P</i> - Prozess	56
4.2.3	Modul <i>S</i> - Simulation	57
4.2.4	Modul <i>M</i> - Material	57
4.2.5	Interaktionen zwischen den Modulen	59
4.3	Prozessentwicklung pulverbettbasiertes 3D-Drucken	59
4.3.1	Anforderungen	59
4.3.2	Anlagentechnik	60
4.3.3	Prozessparameter	66
4.3.4	Experimente, Fehlerbilder und Anlagenoptimierung	72
4.3.5	Industrielle Umsetzung	78
4.4	Zusammenfassung	78
5	Material- und Prozesssimulation	79
5.1	Vorgehen im Kapitel	79
5.2	Materialsimulation auf multiplen Skalen	79
5.2.1	Allgemeines	79
5.2.2	Homogenisierung	80
5.2.3	Materialstrukturaufbau	84
5.2.4	Mechanische Belastungen	88
5.2.5	Einteilung in Strukturmodelle	94
5.2.6	Anforderungen an ein verbessertes Materialsystem	94
5.3	Prozesssimulation des Schwundverhaltens	96
5.3.1	Allgemeines	96
5.3.2	Randbedingungen	96
5.3.3	Modellaufbau	97
5.3.4	Verformungsverhalten	100
5.4	Zusammenfassung	102

6	Materialentwicklung	103
6.1	Vorgehen im Kapitel	103
6.2	Monomaterialsystem	103
6.2.1	Allgemeines	103
6.2.2	Materialauswahl	109
6.2.3	Eigenschaften	112
6.2.4	Fazit	117
6.3	2D-Multimaterialsysteme	118
6.4	3D-Multimaterialsysteme	118
6.4.1	Allgemeines	118
6.4.2	Materialauswahl	121
6.4.3	Eigenschaften	124
6.4.4	Fazit	127
6.5	Zusammenfassung	129
7	Nutzwertanalyse	131
7.1	Vorgehen im Kapitel	131
7.2	3D-Druck-gerechte Konstruktion	131
7.3	Wettbewerbsfaktoren	132
7.4	Auf die Wettbewerbsfaktoren bezogener Nutzwert	134
7.5	Zusammenfassung	137
8	Schlussbetrachtung	139
8.1	Zusammenfassung der Arbeit	139
8.2	Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten	141
9	Literaturverzeichnis	143
10	Anhang	A
10.1	Verzeichnis betreuter studentischer Arbeiten	A
10.2	Materialdaten zur Simulation	C
10.3	Angewendete Softwaresysteme	C
10.4	Daten zur Nutzwertanalyse	D