

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Zentrale Defizite und Lösungsansatz	5
1.3	Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise	6
2	Stand der Technik	8
2.1	Keramikfasern	8
2.2	Flechttechnologie	15
2.3	Keramikinfiltration	29
2.4	Verbundkeramiken	33
2.5	Virtuelle Prozess- und Produktentwicklung	46
3	Zieldefinition und methodisches Vorgehen	55
4	Marktübersicht und Produktdefinition	78
5	Anforderungsidentifikation an den 3D-Flechtprozess	89
6	Technologievorauswahl	94
7	Technologieentwicklung Flechtklöppel	104
7.1	Kontaktierung	107
7.2	Kompensationsmechanismus	113
7.3	Fadenbruchdetektion	120
8	Technologiebewertung des Flechtklöppels	127
9	Maschinensteuerung und Prozesssimulation	138
9.1	Maschinensteuerungs- und Auslegungstoolentwicklung	139
9.2	Virtuelle Prozesssimulation	149
10	Prozesskettenentwicklung	174
10.1	Spulprozess	174
10.2	3D-Flechtprozess	179
10.3	Infiltration und Werkstoffprüfung	185

11	Technisch-wirtschaftliche Bewertung	195
11.1	Validierung am Demonstrator und technische Bewertung	196
11.2	Wirtschaftliche Bewertung	202
12	Zusammenfassung	210
13	Ausblick	215
13.1	Faserebene	215
13.2	Prozessebene – 3D-Flechtverfahren	216
13.3	Prozessebene – Infusion	218
13.4	Kompositebene	218
13.5	Bauteilebene	219
13.6	Simulationsebene	219
14	Summary	221
15	Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse	227
15.1	Abbildungen	227
15.2	Tabellen	234
16	Literatur	237
17	Anhang	305
17.1	Anhang A: Abkürzungsverzeichnis, Formelzeichen	305
17.2	Anhang B: Grundlagen	312
17.3	Anhang C: Anforderungsbewertung	313
17.4	Anhang D: Hauptanforderungen	314
17.5	Anhang E: Klöppelauslegung und -bewertung	316
17.6	Anhang F: Topologische Darstellungsmöglichkeiten	325
17.7	Anhang G: Demonstratoren und Kostenrechnung	327