

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	XIII
Nomenklatur	XV
1 Einleitung	1
2 Beschreibung der Ausgangssituation	3
3 Zielsetzung	4
4 Vorgehensweise	5
5 Grundlagen und Stand der Technik	6
5.1 Keramische Faserverbundwerkstoffe	6
5.1.1 Verstärkungskonzept poröser oxidkeramischer Verbundwerkstoffe . .	9
5.1.2 Oxidkeramische Fasern	10
5.1.3 Poröse oxidkeramische Matrices	12
5.1.4 Herstellungsverfahren oxidkeramischer Verbundwerkstoffe	14
5.1.5 Eigenschaften oxidkeramischer Verbundwerkstoffe	22
5.1.6 Anwendungen oxidkeramischer Verbundwerkstoffe	25
5.2 Kurzfasergespritzte Verbundwerkstoffe	27
5.2.1 Faserspritzen kurzfaserverstärkter Polymere	27
5.2.2 Faserspritzen von kurzfaserverstärktem Zement	33
5.2.3 Faserspritzen kurzfaserverstärkter Oxidkeramiken	35
6 Material und Methoden	38
6.1 Verwendete Materialien	38
6.1.1 Verwendete Verstärkungsfasern	38
6.1.2 Verwendete Schlicker	39
6.2 Bestimmung des Materialdurchsatzes	40
6.3 Plattenherstellung	40
6.3.1 Handablage	40
6.3.2 Faserspritzen	42

6.4	Charakterisierung des Schlickers	44
6.4.1	Partikelgrößenverteilung	44
6.4.2	Viskosität	44
6.5	Charakterisierung des Gefüges	45
6.5.1	Dichte und Porosität	45
6.5.2	Faservolumengehalt	45
6.6	Optische Untersuchung	46
6.6.1	Untersuchung des Materialauftrages	46
6.6.2	Untersuchung der Faserorientierung	47
6.6.3	Untersuchung mittels Rasterelektronenmikroskopie	47
6.6.4	Untersuchung mittels Computertomografie	48
6.6.5	Untersuchung mittels 3D-Scanner	48
6.7	Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften	48
6.7.1	Probenentnahme und Nomenklatur	48
6.7.2	Biegeversuche	49
6.7.3	Interlaminare Scherfestigkeit	50
6.8	Varianzanalyse und Statistische Versuchsplanung	51
7	Ergebnisse und Diskussion	52
7.1	Konstruktion und Inbetriebnahme der Faserspritzanlage	52
7.1.1	Zielsetzung	52
7.1.2	Anforderungen	52
7.1.3	Automatisierte Faserspritzanlage	53
7.1.4	Einstellen des Schlickerstrahls	59
7.1.5	Einstellen der Fasermenge	63
7.1.6	Automatisiertes Kurzfaserbündelspritzen	67
7.1.7	Einfluss der Kompaktierung	72
7.1.8	Vergleich mit alternativen Verstärkungsarchitekturen	75
7.1.9	Diskussion und Fazit	79
7.2	Parameterstudie – Zusammenhang Prozessparameter-Materialeigenschaften	81
7.2.1	Zielsetzung	81
7.2.2	Einfluss des Faservolumengehaltes	81
7.2.3	Einfluss der Faserfeinheit	83
7.2.4	Einfluss der Faserlänge	85
7.2.5	Einfluss der Schneideinheitposititon	92
7.2.6	Einfluss der Verfahrenhöhe, der Verfahrensgeschwindigkeit und des Spritz- winkels	96
7.2.7	Einfluss der Verfahrenrichtung	102

7.2.8	Einfluss der Neigung der Formoberfläche	106
7.2.9	Diskussion und Fazit	109
7.3	Übertragung auf Bauteilebene	112
7.3.1	Zielsetzung	112
7.3.2	Schichtauftrag in Abhängigkeit der Überfahrten	112
7.3.3	Vergleich Direktspritzen - Laminieren	117
7.3.4	Realisierung ebener Platten	123
7.3.5	Realisierung gekrümmter Geometrien	127
7.3.6	Realisierung komplexer Geometrien	132
7.3.7	Vergleich Kurzfaserbündel- und Gewebeverstärkungen	139
7.3.8	Diskussion und Fazit	147
8	Zusammenfassung und Ausblick	151
9	Summary and Outlook	154
	Literaturverzeichnis	XIX
	Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge	XXXVIII
	Lebenslauf	XXXIX