

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Symbolverzeichnis	V
1. Einleitung, Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehensweise	1
1.1 Einleitung – holzbasiertes SiSiC	1
1.2 Problemstellung	3
1.3 Zielsetzung	4
1.4 Vorgehensweise	5
2. Stand der Technik	8
2.1 SiC - Aufbau, Eigenschaften und Herstellung	8
2.1.1 Herstellungsverfahren von reaktionsgebundenem SiSiC	12
2.1.2 Eigenschaften und Anwendungen von SiSiC	15
2.2 Die Reaktion von Silizium und Kohlenstoff	18
2.3 Bindemittel	21
2.3.1 Phenolharz - Novolak	22
2.3.2 Pyrolyseverhalten des Binders	24
2.4 Holz und Holzwerkstoffe	25
2.4.1 Holzarten und deren Aufbau	26
2.4.2 Technische Hölzer	31
2.4.3 Pyrolyse von Holz	35
2.5 Holzbasierte SiC-Keramiken	40
2.5.1 Betrachtung der Flüssigsilizierung von holzbasierten C-Preformen	42
2.5.2 SiSiC aus Massivholz	49
2.5.3 SiSiC aus kommerziellen technischen Holzwerkstoffen	52
2.5.4 SiSiC aus angepassten Holzwerkstoffen	55
2.5.5 SiSiC aus holz- und biobasierten Kohlenstoffen	61

2.5.6 Fazit und Erkenntnisse aus dem technischen Ansatz der holzbasierten SiC-Keramiken	63
3. Materialien und Methoden	66
3.1 Materialien	67
3.1.1 Holzwerkstoffe	67
3.1.2 Bindemittel	69
3.2 Herstellung der Grünkörper und Prozessierung zu SiSiC	69
3.2.1 Herstellung des Feedstocks	69
3.2.2 Grünkörperherstellung	71
3.2.3 Pyrolyse und Hochtemperaturbehandlung	73
3.2.4 Flüssigsilizierung	73
3.2.5 Herstellung von Demonstratoren	77
3.3 Untersuchungsmethoden an den Ausgangsmaterialien, prozessbegleitend und am Endwerkstoff SiSiC	77
3.3.1 Massenverlust im Pyrolyseprozess (thermogravimetrische Analyse)	77
3.3.2 Ermittlung der Dichte und Porosität	78
3.3.3 Mikrostruktur- und Partikelgrößenuntersuchungen	79
3.3.4 Dimensionsänderungen über den Prozess	80
3.3.5 Ermittlung der Phasenzusammensetzung	81
3.3.6 Mechanische Eigenschaften	82
4. Ergebnisse und Diskussion	86
4.1 Betrachtung der Silizierung von massivholzbasierten C-Preformen	86
4.1.1 Mikrostrukturentwicklung über den Pyrolyse-Prozess von Weichholz Fichte	86
4.1.2 Theoretische Betrachtung der Silizierung von holzbasierten C-Preformen	89
4.1.3 Reaktionsmechanismen von holzbasiertem Kohlenstoff mit flüssigem Silizium	96
4.2 Analysen und Materialscreening	102
4.2.1 Untersuchung der Ausgangsmaterialien	102
4.2.2 SiSiC aus Holzpartikeln und Cellulose sowie Binder (Route 1)	111

4.2.3 Auswahl geeigneter Ausgangswerkstoffe aus dem Materialscreening – Zwischenfazit	117
4.3 SiSiC aus thermisch vorbehandelten Holzpartikeln (Route 2 – monomodal)	118
4.3.1 Thermische Vorbehandlung der holzbasierten Ausgangsmaterialien	118
4.3.2 Feedstock-Herstellung	121
4.3.3 Variation des Bindergehalts	122
4.3.4 Variation der Prozessparameter	130
4.3.5 Zusammenfassung – SiSiC aus thermisch vorbehandelten Holzpartikeln (Route 2 – monomodal)	136
4.4 SiSiC aus thermisch vorbehandelten Holz- und Cellulose-Partikeln (Route 2 – bimodal)	137
4.4.1 Bimodale Partikelverteilung – Einfluss des Bindergehalts	143
4.4.2 Bimodale Partikelverteilung – Einfluss des Pressdrucks	146
4.4.3 Untersuchung der Reproduzierbarkeit	162
4.5 Zusammenführung der Erkenntnisse und Ergebnisse	168
4.6 Herstellung von Demonstratorbauteilen	174
4.7 Vergleich zwischen kommerziellem und holzbasiertem SiSiC – einschließlich Kostenbetrachtung	177
4.8 Alternative Ausgangsmaterialien und Herstellungsmethoden	185
5. Zusammenfassung und Ausblick	187
6. Conclusions and Outlook	190
Literaturverzeichnis	193
Eigene wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge	205
Lebenslauf	207