

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.1. Einleitung.....	1
1.2. Problemstellung.....	3
1.3. Zielsetzung.....	4
1.4. Vorgehensweise.....	4
2. Stand der Technik.....	6
2.1. Werkstoffkonzepte für CMC.....	6
2.2. Oxidkeramische Verbundwerkstoffe.....	10
2.2.1. Fasern.....	10
2.2.2. Matrix-Materialien.....	12
2.2.3. Herstellungsverfahren.....	14
2.2.3.1. Herstellungsverfahren für WIC-OFC.....	14
2.2.3.2. Herstellungsverfahren für WMC-OFC.....	15
2.2.3.2.1. Prepregverfahren.....	15
2.2.3.2.2. Direktinfiltrationsverfahren.....	23
2.2.3.2.3. Vorarbeiten am Lehrstuhl Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth.....	24
2.2.3.2.4. Anforderungen an die Partikelgrößenverteilung des Infiltrationschlickers.....	28
2.2.3.2.5. Anisotropie der verwendeten Fasergewebe.....	30
2.2.4. Eigenschaften von OFC mit schwacher Matrix.....	30
2.2.4.1. Porosität /Porengrößenverteilung.....	30
2.2.4.2. Mechanische Eigenschaften.....	34
2.2.4.3. Eigenschaftsänderungen durch Auslagerung bei Hochtemperatur.....	36
2.3. Fazit.....	39
3. Experimentelle Durchführung.....	40
3.1. Methoden zur Schlickercharakterisierung.....	40
3.1.1. Bestimmung der Partikelgrößenverteilung mittels Laserbeugung.....	40
3.1.2. Ermittlung der Viskosität mittels Scherrheometer.....	41
3.1.3. Analyse des Trocknungs-/Wiederbefeuchtungsverhaltens mittels dynamischer Wasserdampfsorption.....	41

3.2. Methoden zur Charakterisierung der OFC.....	42
3.2.1. Bestimmung von Faservolumenanteil bzw. -gehalt, Dichte und Porosität.....	43
3.2.2. Ermittlung der Porengrößenverteilung mittels Quecksilberdruckporosimetrie.....	44
3.2.3. Mikrostrukturanalyse mittels Rasterelektronenmikroskopie.....	45
3.2.4. Probekörperentnahme für die mechanische Charakterisierung.....	45
3.2.5. Messung der interlaminaeren Scherfestigkeit.....	46
3.2.6. Bestimmung der 3-Punkt -Biegefestigkeit.....	46
3.2.7. Ermittlung der Zugfestigkeit bei Raum- und Hochtemperatur.....	47
3.2.8. Untersuchung der Einzelfaserzugfestigkeit.....	47
3.2.9. Analyse der Phasenzusammensetzung mittels Röntgendiffraktometrie.....	48
4. Ergebnisse und Diskussion.....	50
4.1. Beschreibung des Herstellungsverfahrens.....	50
4.2. Einfluss der unterschiedlichen Bestandteile des Faserverbundwerkstoffs.....	52
4.2.1. Zielsetzung.....	52
4.2.2. Einfluss des Faserquerschnitts.....	52
4.2.3. Einfluss der Faserschichte.....	55
4.2.4. Einfluss der verwendeten Matrixpulver bzw. des Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Feinanteils.....	59
4.2.4.1. Variation der verwendeten Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Pulver als Grob- bzw. Feinanteil.....	59
4.2.4.2. Variation der Menge des Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Feinanteils.....	63
4.2.5. Fazit und Diskussion.....	67
4.3. Grundlegende Eigenschaften der Nextel™ 610/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub> -OFC.....	68
4.3.1. Zielsetzung.....	68
4.3.2. Phasenzusammensetzung.....	69
4.3.3. Wärmeausdehnungskoeffizient.....	70
4.3.4. Porosität und Porengrößenverteilung.....	71
4.3.5. Fazit und Diskussion.....	74
4.4. Korrelation von Glyceringehalt und Konditionierungsfeuchte.....	75
4.4.1. Zielsetzung.....	75
4.4.2. Untersuchung des Einflusses von Glyceringehalt und Konditionierungsfeuchte.....	76
4.4.3. Fazit und Diskussion.....	81

4.5. Vergleichende Untersuchungen der Schlicker mit 16 Gew.% bzw. 26 Gew.% Glycerin.....	82
4.5.1. Zielsetzung.....	82
4.5.2. Vergleich der Viskosität.....	82
4.5.3. Betrachtung von beschleunigten Konditionierungsverfahren.....	84
4.5.4. Untersuchungen des Trocknungs- bzw. Wiederbefeuchtungsverhaltens mittels dynamischer Wasserdampfsorption (DVS).....	87
4.5.5. Lagerfähigkeit der Prepregs.....	91
4.5.6. Fazit und Diskussion.....	95
4.6. Vergleich unterschiedlicher Laminationsverfahren.....	96
4.6.1. Zielsetzung.....	96
4.6.2. Einfluss von Rakelhöhe und Konditionierungsfeuchte auf die Lamination mittels manuellem Kaschiergerät.....	97
4.6.3. Einfluss von Rakelhöhe und Konditionierungsfeuchte auf die Lamination mittels Vakuumpressen.....	100
4.6.4. Fazit und Diskussion.....	104
4.7. Untersuchung der Raumtemperatur-Eigenschaften nach Hochtemperaturauslagerung sowie der Kriechbeständigkeit.....	105
4.7.1. Zielsetzung.....	105
4.7.2. Auslagerungsversuche (ohne Last).....	105
4.7.3. HT-Kriechversuche.....	112
4.7.4. Fazit und Diskussion.....	114
4.8. Mechanische Charakterisierung der Nextel™ 610/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZrO <sub>2</sub> OFC.....	115
4.8.1. Untersuchung unterschiedlicher Belastungsarten.....	115
4.8.2. Biegefestigkeit in Abhängigkeit der Faserorientierung.....	119
4.8.3. Biegefestigkeit in Abhängigkeit des Auflagerabstand zu Dicken-Verhältnisses und der Probenbreite.....	120
4.8.4. Fazit und Diskussion.....	122
4.9. Untersuchung der Wiederholbarkeit und der Reproduzierbarkeit.....	123
4.9.1. Wiederholbarkeit.....	124
4.9.2. Reproduzierbarkeit.....	126
4.9.3. Fazit und Diskussion.....	127
5. Zusammenfassung und Ausblick.....	129
6. Summary and outlook.....	132

7. Anhang.....	..135
7.1. Literaturverzeichnis.....	..135
7.2. Abbildungsverzeichnis.....	..154
7.3. Tabellenverzeichnis.....	..158
7.4. Abkürzungsverzeichnis.....	..161
7.5. Symbolverzeichnis.....	..163
7.6. Wissenschaftliche Veröffentlichungen.....	..165
7.7. Danksagung.....	..168