

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Problemstellung und Zielsetzung.....	3
3. Stand der Technik	8
3.1. Keramische Faserverbundwerkstoffe.....	8
3.1.1. Zähigkeitssteigernde Mechanismen	10
3.1.2. Herstellung nichttoxischer keramischer Faserverbundwerkstoffe	12
3.1.3. Anwendungen.....	21
3.2. MAX-Phasen	22
3.3. MAX-Phase im System Ti-Si-C: Ti_3SiC_2	24
3.3.1. Die Synthese von Ti_3SiC_2	25
3.3.2. Eigenschaften.....	27
4. Experimentelles	30
4.1. Ausgangsmaterialien	30
4.1.1. Kohlenstoffpulver.....	30
4.1.2. Siliziumpulver	31
4.1.3. Titanpulver	31
4.1.4. Titankarbidpulver	31
4.1.5. Phenolharz.....	31
4.1.6. Kohlenstofffasergewebe	31
4.1.7. Siliziumgranulat	32
4.2. Herstellung der Presslinge für Reaktivitätsuntersuchungen.....	32
4.3. Herstellung der keramischen Verbundwerkstoffe.....	33
4.3.1. CFK-Fertigung	33
4.3.2. Pyrolyse	35
4.3.3. Silizierung.....	36

4.4. Charakterisierungsmethoden	39
4.4.1. Lichtmikroskopische Untersuchungen	39
4.4.2. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen und Energiedispersive Röntgenspektroskopie	39
4.4.3. Röntgenographische Untersuchungen	40
4.4.4. Ermittlung des Faservolumengehalts.....	41
4.4.5. Ermittlung der Dichte und offenen Porosität.....	41
4.4.6. Messung der Längenänderung.....	42
4.4.7. Ermittlung der thermischen Eigenschaften.....	43
4.4.8. Ermittlung der Biegefestigkeit.....	44
5. Ergebnisse und Diskussion	46
5.1. Bildungsbedingungen der MAX-Phase Ti_3SiC_2.....	46
5.1.1. Abhängigkeit von der Auslagerungstemperatur	47
5.1.2. Variation der Auslagerungsdauer	54
5.1.3. Variation der Kohlenstoffart.....	55
5.1.4. Siliziuminfiltration in Titan-Kohlenstoff-Körper.....	58
5.1.5. Substitution von Titan durch Titankarbid.....	59
5.1.6. Schlussfolgerungen für die MAX-Phasenbildung in Verbundwerkstoffen.....	61
5.2. Phänomenologische Beschreibung der Rissentstehung während der Pyrolyse .	63
5.2.1. Thermisches Verhalten der Einzelkomponenten.....	63
5.2.2. Rissentstehung in Matrixproben.....	66
5.2.3. Rissentstehung in Verbundwerkstoffen.....	69
5.2.4. Modell zur Rissentstehung in Abhängigkeit vom Titankarbidgehalt	72
5.3. Herstellung von Matrixmischungen mit unterschiedlichem Titankaridgehalt	74
5.3.1. Thermische Eigenschaften der Matrixmischungen	75
5.3.2. Mikrostruktur.....	81
5.4. Herstellung von keramischen Verbundwerkstoffen mit MAX-Phasenhaltiger Matrix	83
5.4.1. CFK-Herstellung	84
5.4.2. Pyrolyse der CFK-Körper.....	88

5.4.3. Silizierung der C/C-TiC-Körper	97
5.4.4. Biegefestigkeit	103
6. Zusammenfassung und Ausblick	109
7. Summary and Outlook.....	113
8. Anhang.....	117
8.1. Literaturverzeichnis	117
8.2. Abbildungsverzeichnis.....	127
8.3. Tabellenverzeichnis	132
8.4. Eigene wissenschaftliche Veröffentlichungen	134