

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Grundlagen	3
2.1 Thermoelektrische Effekte	3
2.1.1 Seebeck-Effekt	3
2.1.2 Peltier-Effekt	5
2.1.3 Thomson-Effekt	6
2.2 Thermoelektrische Materialien	6
2.2.1 Thermoelektrischer Gütefaktor und Wirkungsgrad	6
2.2.2 Entwicklung thermoelektrischer Materialien	9
2.3 Der Werkstoff Borcarbid	11
2.3.1 Phasendiagramm und kristallographische Struktur	11
2.3.2 Allgemeine physikalische Eigenschaften	14
2.3.3 Herstellungsverfahren von Borcarbid	16
2.3.3 Borcarbid als thermoelektrisches Material	19
2.4 Sintern von keramischen Materialien	24
2.4.1 Sintermechanismen	25
2.4.2 Sinterverfahren für Borcarbid	26
2.5 Strategien zur Erhöhung des thermoelektrischen Gütefaktors.....	29
3. Experimentelle Methoden	31
3.1 Probenpräparation.....	31
3.1.1 Herstellung borreicher Borcarbide.....	32
3.1.2 Herstellung Borcarbid-basierter Komposite.....	34
3.1.3 Synthese von nanoskaligen Borcarbid-Pulvern	36
3.1.4 Nanostrukturierung von Borcarbiden	40
3.2 Untersuchungsmethoden	43
3.2.1 Dichtebestimmung.....	43
3.2.2 Röntgendiffraktometrie	43

3.2.3 Rasterelektronenmikroskopie	44
3.2.4 Transmissionselektronenmikroskopie.....	45
3.2.5 Thermische Analyse	46
3.2.6 Bestimmung des Seebeck-Koeffizienten und der elektrischen Leitfähigkeit.....	47
3.2.7 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit	49
4. Ergebnisse und Diskussion	51
4.1 Borcarbide mit unterschiedlichem Borgehalt	51
4.1.1 Sinterverhalten und Dichte	51
4.1.2 Phasenzusammensetzung	52
4.1.3 Mikrostruktur	53
4.1.4 Thermoelektrische Eigenschaften	57
4.2 Borcarbid-basierte Komposite	60
4.2.1 B_4C_{1-x} -SiC-Komposite	60
4.2.1.1 Thermische Analyse des Granulats B_4C mit 10 Gew.% Si.....	61
4.2.1.2 Phasenzusammensetzung	61
4.2.1.3 Mikrostruktur	63
4.2.1.4 Thermoelektrische Eigenschaften	65
4.2.2 B_4C_{1-x} -TiB ₂ -Komposite	67
4.2.2.1 Thermische Analyse und Phasenzusammensetzung	67
4.2.2.2 Mikrostruktur	70
4.2.2.3 Thermoelektrische Eigenschaften	71
4.3 Synthese von nanoskaligen Borcarbid-Pulvern	73
4.3.1 Carbothermische Reduktion von Borsäure mit Kohlenstoff-Precursor	73
4.3.1.1 Thermische Analyse.....	74
4.3.1.2 Einfluss der Wärmebehandlung auf die Synthese von Borcarbid-Pulvern.....	75
4.3.1.3 Einfluss der Wärmebehandlungstemperatur auf die Morphologie der synthetisierten Borcarbidpulver	76
4.3.1.4 Einfluss der Ausgangszusammensetzung auf die Stöchiometrie der synthetisierten Borcarbidpulver	77

4.3.1.5 Einfluss der Ausgangszusammensetzung auf die Morphologie der synthetisierten Borcarbidpulver.....	79
4.3.1.6 Bildungsmechanismus.....	80
4.3.2 Carbothermische Reduktion vom gasförmigen B_2O_3/B_2O_2 mit Kohlenstoff.....	81
4.3.2.1 Thermodynamische Analyse.....	81
4.3.2.2 Reaktion mit Mikro-Kohlenstoff-Pulver.....	83
4.3.2.3 Reaktion mit Nano-Kohlenstoff-Pulver.....	87
4.3.3 Reaktion von elementarem Bor und Kohlenstoff.....	88
4.3.3.1 Thermische Analyse.....	88
4.3.3.2 Phasenzusammensetzung und Mikrostruktur.....	89
4.3.3.3 Bildungsmechanismus.....	91
4.4 Nanostrukturierung von Borcarbiden.....	91
4.4.1 Sinterverhalten von Nano- B_4C -Pulver.....	92
4.4.2 Mikrostruktur der gesinterten Nano- B_4C -Proben.....	92
4.4.3 Sintermechanismen von Nano- B_4C	94
4.4.4 Verdichtung von B_4C aus amorphem Bor und Nano-Kohlenstoff.....	97
4.4.4.1 Sinterverhalten und Dichte der B_4C -Proben.....	97
4.4.4.2 Phasenzusammensetzung.....	98
4.4.4.3 Mikrostruktur.....	99
4.4.4.4 Thermoelektrische Eigenschaften.....	101
4.5 Modulaufbau und Charakterisierung.....	105
5. Zusammenfassung und Ausblick.....	109
Anhang.....	113
Literaturverzeichnis.....	121
Abbildungsverzeichnis.....	135
Tabellenverzeichnis.....	142
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	143