

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Struktur und Eigenschaften ZrO ₂ -basierter Komposite	3
2.2	Synthese von Nanokompositen	7
2.2.1	Sintern nanokristalliner Pulver	7
2.2.2	Fortgeschrittene Sintertechnologien	12
2.2.3	Die metastabile Prozessroute	17
2.3	Superplastizität von feinkörnigen Materialien	24
2.3.1	Beschreibung des superplastischen Verformungsverhaltens	24
2.3.2	Verformungsverhalten von ZrO ₂ -basierten Keramiken	34
3	Experimentelle Durchführung und Analytik	43
3.1	Probenherstellung	43
3.1.1	Plasmaspritzen	43
3.1.2	Feldunterstütztes Sintern	44
3.1.3	Hochdrucksintern	45
3.2	Mikrostrukturelle Charakterisierung	48
3.2.1	Röntgenbeugung	48
3.2.2	Hochauflösende Rasterelektronenmikroskopie	48
3.2.3	Transmissionselektronenmikroskopie	49
3.2.4	Raman-Spektroskopie	49
3.2.5	Dichtebestimmung	51
3.2.6	Simultane Thermoanalyse	52
3.3	Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften bei Raumtemperatur	53
3.3.1	Mikrohärtemessungen	53
3.3.2	Dynamisch-mechanische Analyse	53
3.3.3	Druckversuche	54
3.3.4	Biegeversuche	55
3.3.5	Impulsanregungsverfahren	55
3.3.6	Ultraschallmessung	56
3.4	Charakterisierung der Hochtemperatur-Verformungseigenschaften	57
3.4.1	Warmhärte	57
3.4.2	Hochtemperatur-Kompressionsversuche	58

4	Konstitutionelle und strukturelle Charakterisierung	61
4.1	Plasmagespritzte Schichten	61
4.1.1	Charakterisierung des kommerziellen Ausgangspulvers	61
4.1.2	Mikrostruktur gekühlt hergestellter Schichten	63
4.1.3	Mikrostruktur konventionell hergestellter Schichten	66
4.1.4	Metastabile Phasenbildung	67
4.1.5	Mikrostruktur nach thermischer Behandlung	70
4.2	Mikrostruktur der verdichteten Körper	75
4.2.1	Charakterisierung des metastabilen Ausgangspulvers	75
4.2.2	Feldunterstütztes Sintern des metastabilen Pulvers	81
4.2.3	Hochdrucksintern des metastabilen Pulvers	87
4.3	Zusammenfassung und Diskussion	92
4.3.1	Plasmagespritzte Schichten	92
4.3.2	Feldunterstütztes Sintern	94
4.3.3	Hochdrucksintern	94
5	Charakterisierung des Verformungsverhaltens	97
5.1	Mechanische Eigenschaften plasmagespritzter Schichten	97
5.1.1	Mikrohärte	97
5.1.2	Dynamisch-mechanische Analyse	100
5.2	Mechanische Eigenschaften der verdichteten Körper	102
5.2.1	Härte der Keramiken	102
5.2.2	Druckfestigkeit der Keramiken	104
5.2.3	Biegefestigkeit und Elastizitätsmodul der Keramiken	106
5.3	Hochtemperatur-Verformungsverhalten feldunterstützt gesinterter Kompo- site	108
5.3.1	Warmhärte	108
5.3.2	Kompressionsversuche	109
5.3.3	Mikrostrukturentwicklung während der Deformation	112
5.4	Hochtemperatur-Verformungsverhalten hochdruckgesinterter Komposite . .	120
5.4.1	Warmhärte	120
5.4.2	Kompressionsversuche	122
5.4.3	Mikrostrukturentwicklung während der Deformation	125
5.5	Zusammenfassung und Diskussion	127
5.5.1	Raumtemperatureigenschaften plasmagespritzter Schichten	127
5.5.2	Raumtemperatureigenschaften der gesinterten Materialien	130
5.5.3	Hochtemperateigenschaften der gesinterten Materialien	131
6	Diskussion des Deformationsmechanismus	133
7	Schlussfolgerung und Ausblick	139
A	Anhang	143
A.1	Schwingungsbanden der Raman-Spektren der hergestellten Materialien . .	143
A.2	Raman-Spektren der Referenzproben	144

Literaturverzeichnis	145
Danksagung	161
Eidesstattliche Erklärung	163
Lebenslauf	165