

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Stand der Technik .....</b>	<b>5</b>
2.1	Eigenschaften eingesetzter Grundwerkstoffe .....	5
2.1.1	Zirkoniumoxid .....	5
2.1.2	Zirkoniumsilikat .....	8
2.1.3	Nickelbasis-Legierungen .....	8
2.2	Gradientenwerkstoffe .....	9
2.2.1	Konzeption der Gradientenwerkstoffe .....	9
2.2.2	Verfahren zur Herstellung von Keramik-Metall Gradientenwerkstoffen .....	10
2.2.3	Einsatzbereiche von Keramik-Metall Gradientenwerkstoffen .....	12
2.3	Wärmedämmschichten für Turbinenanwendungen .....	15
2.3.1	Anforderungen an Wärmedämmschichten .....	15
2.3.2	Aufbau von Wärmedämmschichtsystemen .....	16
2.3.3	Herstellung von $Y_2O_3$ -stabilisierten Zirkoniumoxid Wärmedämmschichten .....	17
2.3.4	Heißgaskorrosion von keramischen Wärmedämmschichten .....	20
2.4	Laser- und Mikrowellenstrahlung zur Materialbearbeitung .....	21
2.4.1	Materialbearbeitung mit Mikrowellenstrahlung .....	21
2.4.2	Materialbearbeitung mit Laserstrahlung .....	22
2.4.3	Kombination von Laser- und Mikrowellenstrahlung .....	24
<b>3</b>	<b>Experimentelle Durchführung .....</b>	<b>29</b>
3.1	Ausgangsmaterialien .....	29
3.1.1	Keramische und metallische Pulver .....	29
3.1.2	Weitere verwendete Chemikalien .....	30
3.2	Probenherstellung .....	31
3.2.1	Pulveraufbereitung und Herstellung der Pulvermischungen .....	31
3.2.2	Grünkörperherstellung .....	32
3.2.3	Sinterung der Gradientenwerkstoffe .....	35
3.3	Oberflächenmodifizierung .....	36
3.3.1	Apparative Ausrüstung .....	36
3.3.2	Parameterstudie zur Auswahl geeigneter Prozessparameter .....	39
3.4	Charakterisierungsmethoden .....	41
3.4.1	Partikelgrößenverteilung .....	41
3.4.2	Sinterverhalten .....	41
3.4.3	Dichte- und Porositätsmessungen .....	44
3.4.4	Mikrostruktur und energiedispersive Zusammensetzungsanalyse .....	45
3.4.5	Röntgendiffraktometrische Untersuchung .....	45
3.4.6	Mechanische Eigenschaften .....	46
3.4.7	Temperatur- und Wärmeleitfähigkeit .....	47
3.4.8	Charakterisierung des Versiegelungsprozesses .....	48
3.4.9	Heißgaskorrosion in Anwesenheit von Vanadiumpentoxid .....	51

---

4	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>52</b>
4.1	Gradientenwerkstoffe .....	52
4.1.1	Partikelgrößenanalyse.....	52
4.1.2	Sinterverhalten der Gradientenwerkstoffe.....	54
4.1.3	Charakterisierung .....	58
4.2	Oberflächenmodifizierung keramischer Körper .....	63
4.2.1	Parameterstudie zur Zündung und Steuerung des Mikrowellenplasmas .....	63
4.2.2	Simulationsbasierte Betrachtung der Temperaturverteilung .....	68
4.2.3	Pyrometrische Temperaturmessung .....	70
4.2.4	Optische Emissionsspektroskopie während der Versiegelung .....	70
4.3	Oberflächenmodifizierung der Gradientenkörper.....	72
4.3.1	Oberflächenanalyse .....	72
4.3.2	Mikrostruktur.....	75
4.4	Mechanische Eigenschaften.....	76
4.5	Thermische Eigenschaften .....	80
4.6	Heißgaskorrosionsverhalten.....	83
4.6.1	Mikrostruktur und energiedispersive Zusammensetzungsanalyse .....	83
4.6.2	Phasenzusammensetzung .....	85
5	<b>Diskussion.....</b>	<b>87</b>
5.1	Verfahrensentwicklung der Gradientenwerkstoffe .....	87
5.1.1	Bewertung des Herstellungsverfahrens .....	87
5.1.2	Sinterverhalten.....	89
5.2	Oberflächenmodifizierung mittels LAMPP.....	94
5.2.1	Bewertung des Verfahrens .....	94
5.2.2	Plasmazündung durch Laser- und Mikrowellenstrahlung .....	96
5.2.3	Prozessparameter.....	98
5.2.4	Verdichtungsmechanismus.....	99
5.3	Mikrostruktur- und Phasenentwicklung der keramischen Schicht .....	100
6	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>105</b>
7	<b>Summary .....</b>	<b>108</b>
8	<b>Anhang.....</b>	<b>110</b>
8.1	Formelzeichen.....	110
8.2	Abkürzungen und Akronyme.....	111
9	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>114</b>
	<b>Eigene Veröffentlichungen .....</b>	<b>125</b>
	<b>Lebenslauf.....</b>	<b>126</b>