



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
Formelzeichen	7
1 Einleitung und Zielsetzung	9
2 Theoretische Grundlagen und Stand der Technik	13
2.1 Eigenschaften der verwendeten Übergangsmetalle	13
2.1.1 Hafnium und Hafniumverbindungen	14
2.1.2 Molybdän und Molybdänverbindungen.....	19
2.1.3 Niob und Niobverbindungen	21
2.2 Precursorkeramik	24
2.2.1 Polymere als Precursoren für keramische Werkstoffe.....	24
2.2.2 Synthese und Eigenschaften des Precursors ABSE.....	26
2.2.3 Vernetzung und Pyrolyse des Precursors ABSE	27
2.2.4 Anwendungen von polymerbasierten Keramiken.....	29
2.2.5 Verbundwerkstoffe auf Precursorbasis	31
2.3 Beschichtungstechniken	32
2.3.1 Überblick über allgemeine Beschichtungsverfahren	33
2.3.2 Grundlagen und Anwendungspotential der Precursorbeschichtung	36
2.4 Überblick über die Grundlagen der Diffusion	37
2.4.1 Ficksche Gleichungen.....	37
2.4.2 Lösungen der Fickschen Gleichung unter speziellen Randbedingungen	39
2.5 Modellierung mittels spezieller Lösungen der Diffusionsgleichungen	44
2.6 Fehlerrechnung und Statistik	47
3 Charakterisierungsmethoden	49
3.1 Röntgendiffraktometrie	49
3.2 Glimmentladungsspektroskopie	50
3.2.1 Physikalische Grundlagen.....	50
3.2.2 Kalibration und Fehlergrenzen	52
3.3 Elektronenmikroskopie/Energiedispersive Röntgenspektroskopie	54
3.4 Transmissionselektronenmikroskopie	55
3.5 Elektronenstrahlmikroanalyse	56



3.6	Adhäsionstests.....	56
3.7	Mikrohärtemessung.....	57
3.8	Oxidationsversuche.....	57
4	Ergebnisse und Diskussion.....	59
4.1	Substratvorbehandlung und Probenherstellung	60
4.2	Thermogravimetrische Untersuchungen.....	61
4.3	REM-Charakterisierung von keramischer Schicht und Diffusionszone.....	61
4.4	Röntgendiffraktometrische Untersuchung der Gradientenschichten	67
4.4.1	Phasenzusammensetzung der Diffusionszone in Hafnium	67
4.4.2	Phasenzusammensetzung der Diffusionszone in Niob.....	71
4.4.3	Phasenzusammensetzung der Diffusionszone in Molybdän	74
4.4.4	Überblick über die röntgenographischen Untersuchungen	77
4.5	Tiefenabhängige Zusammensetzung der Gradientenschichten.....	78
4.5.1	Tiefenprofile der Diffusionszone in Hafnium.....	78
4.5.2	Tiefenprofile der Diffusionszone in Niob	85
4.5.3	Tiefenprofile der Diffusionszone in Molybdän.....	92
4.5.4	Zusammenfassung der GDOES-Analyse	94
4.6	Analyse an Niobprobe im Transmissionselektronenmikroskop.....	94
4.7	Chemische Analyse der Diffusionszone von Niobprobe mit Mikrosonde	96
4.8	Adhäsionstests	97
4.9	Mikrohärtemessungen.....	98
4.9.1	Oberflächenhärte der ABSE-basierten Schichten auf Hafnium	98
4.9.2	Oberflächenhärte der ABSE-basierten Schichten auf Niob	100
4.9.3	Oberflächenhärte der ABSE-basierten Schichten auf Molybdän.....	102
4.10	Untersuchung der Oxidationsbeständigkeit beschichteter Substrate.....	103
4.10.1	Oxidationsverhalten von beschichteten Hafniumproben	104
4.10.2	Oxidationsverhalten von beschichteten Niobproben	106
4.10.3	Oxidationsverhalten von beschichteten Molybdänproben	107
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	110
6	Summary and Outlook	112
	Abbildungsverzeichnis	114
	Literaturverzeichnis	118