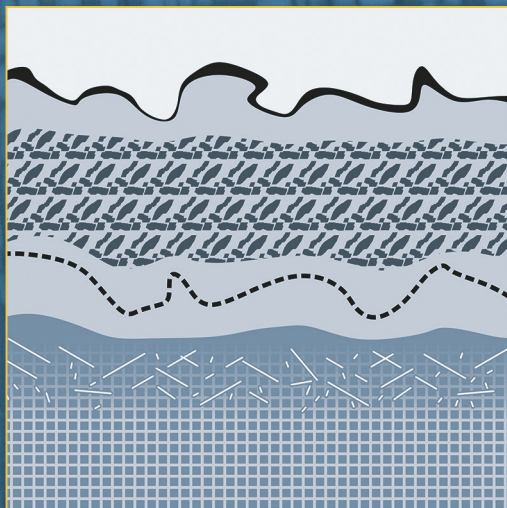


# Alterung von Vakuum-plasmagespritzten MCrAlY-Schutzschichten und ihre Wechselwirkung mit Nickel- und Cobalt-basierten $\gamma/\gamma'$ -Superlegierungen

Philipp J. Terberger



Energie & Umwelt/  
Energy & Environment  
Band/ Volume 301  
ISBN 978-3-95806-113-2

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Institut für Energie- und Klimaforschung  
Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren (IEK-1)

# **Alterung von Vakuum-plasmagespritzten MCrAlY-Schutzschichten und ihre Wechsel- wirkung mit Nickel- und Cobalt-basierten $\gamma/\gamma'$ -Superlegierungen**

Philipp J. Terberger

Schriften des Forschungszentrums Jülich  
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 301

---

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-113-2

# 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	Gasturbinen . . . . .	5
2.2	Superlegierungen . . . . .	6
2.3	Bondcoat . . . . .	12
2.3.1	Bondcoats und ihre Oxidation . . . . .	13
2.3.2	Phasen im Bondcoat und Verarmung des Al-Reservoirs . . . . .	16
2.3.3	Einfluss von Rhenium . . . . .	17
2.4	Wärmedämmschicht . . . . .	17
2.5	Interdiffusion von Metallen . . . . .	18
2.5.1	Allgemeine Prinzipien und mathematische Beschreibung . . . . .	18
2.5.2	Interdiffusion zwischen Superlegierungen und Bondcoats . . . . .	21
2.5.3	Entstehung von Sprödphasen . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Experimente und Methoden</b>	<b>25</b>
3.1	Herstellung der Superlegierungs-Proben . . . . .	25
3.2	Herstellung der Bondcoats . . . . .	26
3.3	Verwendete Bondcoat-Legierungen . . . . .	29
3.4	Wärmebehandlungen . . . . .	30
3.5	Methoden zur Probencharakterisierung . . . . .	36
3.5.1	Konfokales Lasermikroskop . . . . .	36
3.5.2	Rasterelektronenmikroskop . . . . .	36
3.5.3	Röntgenbeugung . . . . .	38
3.5.4	Bildanalyse . . . . .	38
3.5.5	ICP-OES . . . . .	41
3.5.6	Transmissions-Elektronenmikroskop . . . . .	41
3.6	Thermodynamische Simulationen . . . . .	41
3.6.1	CALPHAD . . . . .	41
3.6.2	ThermoCalc und verwendete Datenbanken . . . . .	42

<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion Teil 1: Mikrostruktur und Oxidation verschiedener MCrAlY-Bondcoats</b>	<b>43</b>
4.1	„As sprayed“-Zustand . . . . .	43
4.2	Anbindungsgeglühter Zustand und erste Auslagerung . . . . .	46
4.3	Oxidation bei 1044 °C . . . . .	56
4.3.1	Mikrostruktur und Wachstum der TGO . . . . .	56
4.3.2	TGO-Dicke und Verarmungszone . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion Teil 2: Interdiffusion zwischen einer Ni-basierten Superlegierung (ERBO1) und verschiedenen Bondcoats</b>	<b>71</b>
5.1	Entwicklung der Mikrostruktur der Interdiffusionszone . . . . .	73
5.2	Entwicklung der Dicke der Interdiffusionszone . . . . .	82
5.3	TCP-Phasen-Zone . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion Teil 3: Interdiffusion zwischen Co-basierten Superlegierungen (ERBOCo-9W und ERBOCo-1) und verschiedenen Bondcoats</b>	<b>93</b>
6.1	Die ternäre Legierung ERBOCo-9W . . . . .	93
6.1.1	Alterung von ERBOCo-9W bei 900 °C . . . . .	94
6.1.2	Entwicklung von Mikrostruktur und Dicke der Interdiffusionszone . . . . .	95
6.1.3	Identifikation von W-reichen Phasen . . . . .	99
6.1.4	Oxide an der Substrat-Bondcoat-Grenzfläche . . . . .	107
6.2	Die multinäre Legierung ERBOCo-1 . . . . .	110
6.2.1	Entwicklung von Mikrostruktur und Dicke der Interdiffusionszone . . . . .	111
6.2.2	W-reiche Phasen im Vergleich mit beschichtetem ERBOCo-9W . . . . .	116
<b>7</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion Teil 4: Vergleich zwischen Co-basierten und Ni-basierten Superlegierungen</b>	<b>119</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>125</b>

**Energie & Umwelt /  
Energy & Environment  
Band / Volume 301  
ISBN 978-3-95806-113-2**

