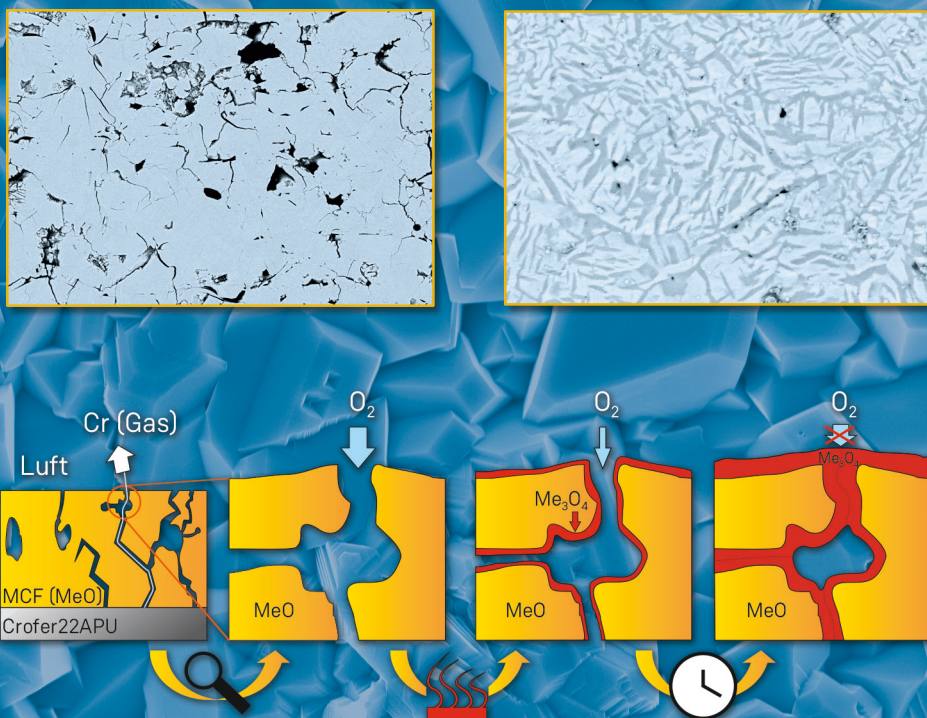




Selbstheilende plasmagespritzte $\text{Mn}_{1,0}\text{Co}_{1,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_4$ -Schutzschichten in Festoxidbrennstoffzellen

Nikolas Grünwald

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 422

ISBN 978-3-95806-327-3

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

Selbstheilende plasmagespritzte $\text{Mn}_{1,0}\text{Co}_{1,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_4$ -Schutzschichten in Festoxidbrennstoffzellen

Nikolas Grünwald

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

Band / Volume 422

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-327-3

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen	3
2.1	<i>Die Brennstoffzelle</i>	3
2.1.1	Funktionsprinzip	5
2.1.2	Die Festoxidbrennstoffzelle.....	7
2.1.3	Betrieb und Degradation von SOFCs	14
2.2	<i>Maßnahmen gegen die Chromvergiftung</i>	16
2.2.1	Optimierung der Chromsenke	16
2.2.2	Optimierung der Chromquelle.....	17
2.3	<i>Mn-Co-Fe-O-Schutzschichten</i>	19
2.3.1	Entwicklung des Schichtmaterials $\text{Mn}_{1,0}\text{Co}_{1,9}\text{Fe}_{0,1}\text{O}_4$ (MCF)	19
2.3.2	Phasenstabilität von MCF.....	19
2.3.3	Kristallstruktur von Mn-O, Co-O und Fe-O	25
2.3.4	Zusammenfassung der relevanten Phasen im Mn-Co-Fe-O-System.....	27
2.4	<i>Diffusion</i>	28
2.5	<i>Oxidation</i>	31
3	Methoden.....	33
3.1	<i>Beschichtungsmethoden.....</i>	33
3.1.1	Atmosphärisches Plasmaspritzen	33
3.1.2	Nasspulverspritzen	40
3.2	<i>Probenpräparation</i>	42
3.2.1	Substratmaterialien	42
3.2.2	Pulver.....	43
3.2.3	Querschliffe	46
3.2.4	Mikroproben für Synchrotron Messungen	47
3.3	<i>Probencharakterisierung.....</i>	49
3.3.1	Mikrostrukturanalysen.....	49

3.3.2	Phasenanalyse	53
3.3.3	Elementanalyse	55
3.3.4	Physikalische Messverfahren	56
3.3.5	Kontrolle und Optimierung der APS-Parameter	57
4	Weiterentwicklung der APS-Beschichtungsparameter	59
4.1	<i>Optimierung des Trägergasflusses</i>	59
4.2	<i>Anpassung des Beschichtungswinkels</i>	66
5	Mikrostruktur- und Phasenentwicklung von APS-MCF	71
5.1	<i>Modellsysteme</i>	71
5.1.1	Rissheilung	78
5.1.2	Kobaltreiche Deckschicht.....	84
5.1.3	Zweiphasensystem.....	89
5.1.4	Porenentwicklung	103
5.1.5	Wechselwirkung mit angrenzenden Funktionsschichten	105
5.2	<i>Realsysteme</i>	111
5.2.1	Jülicher Stacks	111
5.2.2	HEXIS-Stacks.....	119
5.3	<i>Alternative Methode zur MCF-Beschichtung</i>	123
6	Zusammenfassung und Ausblick	127
	Literaturverzeichnis	131
	Danksagung	139

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 422
ISBN 978-3-95806-327-3