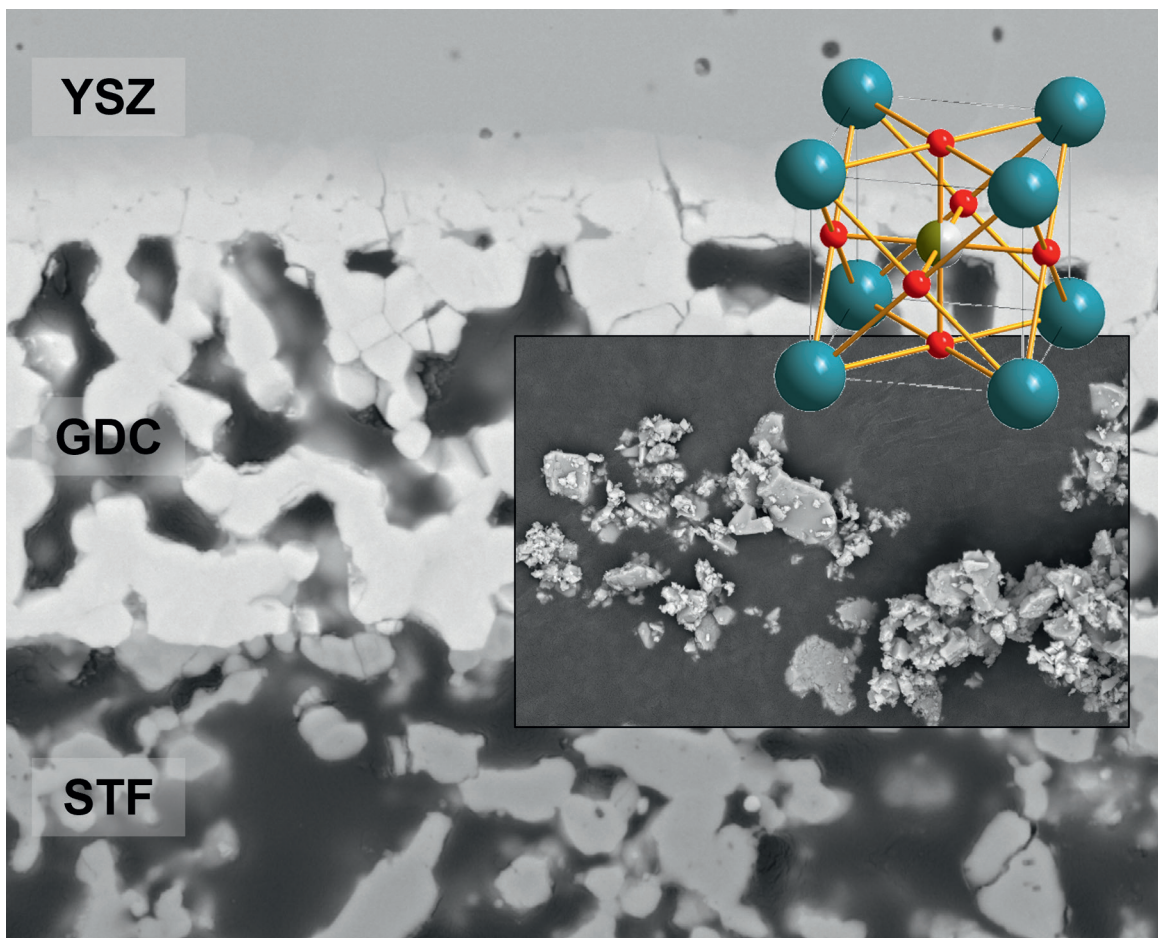




Entwicklung alternativer Brenngaselektroden für die Hochtemperatur-Elektrolyse

Franziska Elisabeth Winterhalder

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 655

ISBN 978-3-95806-805-6

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institute of Energy Materials and Devices (IMD)
Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren (IMD-2)

Entwicklung alternativer Brenngaselektroden für die Hochtemperatur-Elektrolyse

Franziska Elisabeth Winterhalder

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

Band / Volume 655

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-805-6

Inhaltsverzeichnis

Abstract	i
Kurzfassung.....	iii
Inhaltsverzeichnis.....	v
1 Einleitung und Motivation.....	1
2 Theorie und Stand der Technik	4
2.1 Prinzip der Festoxidzellen	4
2.2 Zelldesign	8
2.3 Zell- und Stackkomponenten und ihre Materialien	11
2.3.1 Brenngaselektroden-Material	11
2.3.2 Sauerstoffelektroden-Material	20
2.3.3 Elektrolyt-Material	20
2.3.4 Barrierschicht.....	22
2.3.5 Weitere Stack-Komponenten.....	22
2.4 Zellherstellung.....	24
3 Degradation von SOC's im Elektrolyse-Modus	27
3.1 Degradation der Brenngaselektrode	27
3.2 Degradation der Sauerstoffelektrode	32
3.3 Degradation weiterer Stackkomponenten.....	34
4 Materialauswahl	36
5 Experimentelle Durchführung	38
5.1 Materialsynthese.....	38
5.2 Probenherstellung.....	39
5.2.1 Pulverproben	39
5.2.2 Pulverpresslinge	40
5.2.3 Pasten für Siebdruck.....	41
5.2.4 Zellherstellung.....	42
5.2.5 Querschlitze	44

5.3	Charakterisierungsmethoden	45
5.3.1	Induktiv gekoppelte Plasma-Emissionsspektroskopie.....	45
5.3.2	Röntgendiffraktometrie	46
5.3.3	Partikelgrößenanalyse – PSD (engl. Particle Size Distribution)	47
5.3.4	Dichtemessung nach dem archimedischen Prinzip	49
5.3.5	Mikroskopie.....	49
5.3.6	Gassorptionsanalyse (Brunauer-Emmett-Teller-Verfahren)	51
5.3.7	Thermische Analyse	52
5.3.8	Elektrochemische Analyse	53
5.3.9	Leckraten-Test.....	56
5.3.10	Rheologische Charakterisierung.....	56
5.3.11	Oberflächencharakterisierung.....	58
6	Ergebnisse und Diskussion.....	60
6.1	Pulvercharakterisierung.....	60
6.1.1	Überprüfung Reinheit und Einphasigkeit.....	60
6.1.2	Eigenschaften der Pulverpartikel.....	61
6.1.3	Stabilität in reduzierender Atmosphäre	64
6.1.4	Kompatibilität mit 8YSZ unter FESC Herstellungsbedingungen	67
6.1.5	Kurzzusammenfassung.....	72
6.2	Materialauswahl für Realbauteile.....	73
6.3	Eigenschaften von STF50 als Elektrodenmaterial.....	73
6.3.1	Stabilität unter realitätsnahen SOEC Bedingungen.....	73
6.3.2	Kompatibilität mit 8YSZ und GDC in realitätsnahen SOEC	75
6.3.3	Zellherstellung.....	76
6.3.4	Elektrochemische Zellcharakterisierung	79
6.3.5	Mikrostrukturanalyse.....	84
6.3.6	Kurzzusammenfassung.....	89
6.4	Eigenschaften von SFN als Elektrodenmaterial	90
6.4.1	Stabilität unter realitätsnahen SOEC Bedingungen (OCV).....	90
6.4.2	Kompatibilität mit 8YSZ und GDC in realitätsnahen SOEC Bedingungen.....	92

6.4.3	Zellherstellung.....	92
6.4.4	Elektrochemische Zellcharakterisierung	94
6.4.5	Mikrostrukturanalyse.....	96
6.4.6	Kurzzusammenfassung.....	98
6.5	Vergleich der Eigenschaften von SFN und STF50 Brenngaselektroden in Realbauteilen....	98
6.6	Integration der alternativen Brenngaselektroden in die aktuelle FESC-Herstellungsrouten.	101
7	Schlussfolgerung und Ausblick	107
	Danksagung	112
	Abkürzungsverzeichnis	113
	Tabellenverzeichnis.....	116
	Abbildungsverzeichnis	118
	Anhang	123
	Literatur	138

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 655
ISBN 978-3-95806-805-6