



## Entwicklung geträgerter $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Co}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ Sauerstoff-Permeationsmembranen

Falk Schulze-Küppers

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

# Entwicklung geträgerter $\text{Ba}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{Co}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{O}_{3-\delta}$ Sauerstoff-Permeationsmembranen

Falk Schulze-Küppers

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

Band / Volume 126

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-752-8

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und theoretische Methoden</b>	<b>3</b>
2.1	Strategien zur CO <sub>2</sub> Abtrennung	3
2.2	Sauerstoffbereitstellung	6
2.3	Transportmechanismen in keramischen Membranen zur Sauerstoffabtrennung	8
2.3.1	Sauerstofftransportmechanismus durch den Mischleiter	8
2.3.2	Oberflächenaustauschreaktionen	11
2.3.3	Sauerstofftransport durch einen porösen Träger	14
2.3.4	Konzentrationspolarisationen in der Gasphase	17
2.4	Werkstoffe	19
2.4.1	Werkstoffe mit Perowskitstruktur	19
2.4.2	Ba <sub>0,5</sub> Sr <sub>0,5</sub> Co <sub>0,8</sub> Fe <sub>0,2</sub> O <sub>3-δ</sub>	22
2.5	Fertigungsverfahren	23
2.5.1	Folienguss	24
2.5.2	Siebdruck	28
2.6	Charakterisierungsmethoden	29
2.6.1	ICP-OES	29
2.6.2	Röntgendiffraktometrie	29
2.6.3	Bestimmung der Partikelgröße	30
2.6.4	BET Messung	30
2.6.5	Dilatometrie	30
2.6.6	Gasdurchströmbarkeit	32
2.6.7	He-Lecktest	32
2.6.8	Krümmungsmessung	33
2.6.9	Dynamische Differenzkalorimetrie	33
2.6.10	Mikroskopische Verfahren	34
2.6.11	Gefügeanalyse	35
2.6.12	Quecksilberdruckporosimetrie	36
2.6.13	Sauerstoffpermeation	36

<b>3</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>39</b>
3.1	Ausgangsmaterial	39
3.2	Membranen aus Vollmaterial	42
3.2.1	Gefügecharakterisierung	43
3.2.2	Einfluss des Gefüges auf die Sauerstoffpermeation	44
3.2.3	Schlussfolgerung	45
3.3	Entwicklung poröser, arteigener Träger	46
3.3.1	Herstellung und Sinterverhalten der Träger	46
3.3.2	Mikrogefüge und Durchströmbarkeit der Träger	48
3.3.3	Schlussfolgerung	51
3.4	Entwicklung geträgerter Membranen	52
3.4.1	Membranherstellung mittels Siebdruck	52
3.4.2	Membranherstellung mittels sequentiellm Folienguss	56
3.4.3	Aktivierungsschicht	60
3.4.4	Schlussfolgerung	63
3.5	Sauerstoffpermeation der geträgerten Membranen	64
3.5.1	Einfluss der Membranschichtdicke	64
3.5.2	Nachuntersuchung Membranschicht	65
3.5.3	Trägereinfluss	66
3.5.4	Nachuntersuchung Träger	72
3.5.5	Einfluss der Oberflächentransportvorgänge	74
3.5.6	Nachuntersuchung Aktivierungsschicht	79
3.5.7	Einfluss der Betriebsart – Vergleich 3-End- & 4-End-Betrieb	82
3.5.8	Schlussfolgerung	83
3.6	Transportmodell für geträgerte Membranen	85
3.6.1	Schlussfolgerung	98
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>99</b>
<b>II</b>	<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	<b>103</b>
<b>III</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>105</b>
<b>IV</b>	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>113</b>