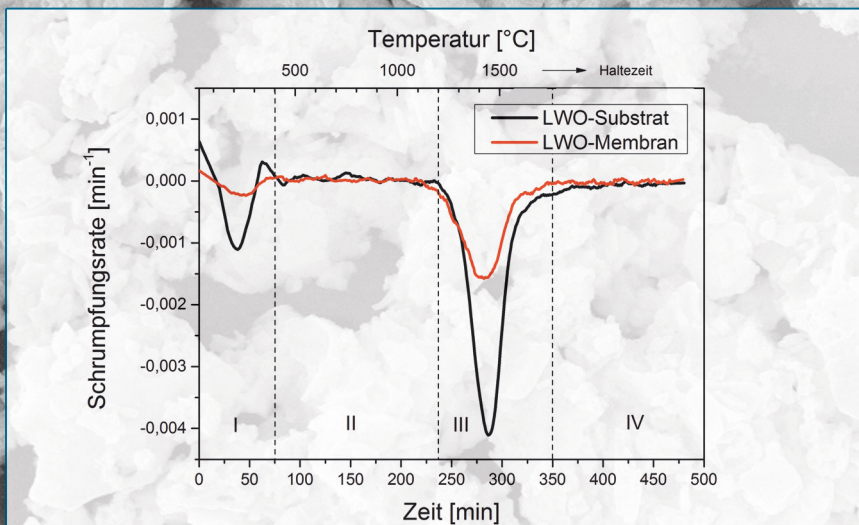


Entwicklung von geträgerten protonenleitenden Dünnschichtmembranen für die Wasserstoffabtrennung

Wendelin Deibert



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

Entwicklung von geträgerten protonenleitenden Dünnschichtmembranen für die Wasserstoffabtrennung

Wendelin Deibert

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

Band / Volume 283

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-082-1

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	V
Abstract	VI
Abkürzungen und Formelzeichen	X
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen.....	3
2.1 Anwendungen.....	3
2.2 Transportmechanismen zur Wasserstoffabtrennung	4
2.2.1 Defekte im Kristallgitter.....	4
2.2.2 Protonentransport	6
2.2.3 Elektrische Leitfähigkeit und H ₂ -Fluss	7
2.2.4 Wasserstoffabtrennung	8
2.3 Membranmaterialien.....	9
2.3.1 La _{6-x} WO _{12-δ} (LWO).....	10
2.3.2 Kristallstruktur	11
2.3.3 Transporteigenschaften	11
2.3.4 Stabilität	13
2.4 Material- und Mikrostrukturentwicklung	14
2.4.1 Substituierung.....	14
2.4.2 Mehrschichtiger Aufbau der Membranstruktur.....	16
2.4.3 Auswahl eines geeigneten Substratmaterials	17
2.5 Foliengießen	18
2.5.1 Schlicker.....	19
2.5.2 Gießanlage.....	21
2.5.3 Sequentielles Foliengießen.....	23
2.6 Sintern.....	24
2.6.1 Allgemein	24
2.6.2 Co-sintern von Schichtverbunden	27
2.7 Konzept zur Vorgehensweise	28

3	Experimentelle Methoden	29
3.1	Probenherstellung	29
3.1.1	Pulversynthese.....	29
3.1.2	Lamination	31
3.2	Charakterisierungsmethoden	33
3.2.1	Pulvercharakterisierung.....	33
3.2.2	Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und Kristallstruktur	33
3.2.3	Mikrostrukturanalyse	34
3.2.4	Thermische Analyse.....	35
3.2.5	Bestimmung der He-Leckrate	36
3.2.6	Weißlichttopographie	36
3.2.7	Stabilitätsuntersuchungen.....	36
3.2.8	Wasserstofffluss	37
4	Ergebnisse und Diskussion	39
4.1	Pulvercharakterisierung und Vorbehandlung	39
4.1.1	Pulver aus Festkörperreaktion (SSR)	39
4.1.2	Pulver aus Sprühyrolyse (SP).....	40
4.1.3	Pulver aus modifizierter Pechini-Synthese.....	43
4.1.4	Fazit.....	45
4.2	Einzelstehende Folien aus LWO	45
4.2.1	Substrat.....	45
4.2.2	Membran	50
4.2.3	Sinterversuche	51
4.2.4	Mikrostrukturcharakterisierung.....	55
4.2.5	Fazit.....	62
4.3	Asymmetrische LWO-Membranen mit LWO-Substrat	62
4.3.1	Schichtherstellung	62
4.3.2	Sinterversuche an Schichtverbunden	63
4.3.3	Mikrostrukturcharakterisierung.....	67

4.3.4	Vergleich der Mikrostruktur von einzelnstehenden und im Verbund gesinterten Folien	74
4.3.5	Temperaturprogrammoptimierung	80
4.3.6	Erhöhung der Substratdicke	83
4.3.7	Fazit	85
4.4	MgO als Substratmaterial	85
4.4.1	Pulvercharakterisierung	86
4.4.2	Einzelnstehende MgO-Folien	87
4.4.3	Stabilitätsanalyse	90
4.4.4	Asymmetrische LWO-Membranen mit MgO-Substrat	92
4.4.5	Fazit	95
4.5	Asymmetrische LWO-Membranen mit Substituierung	96
4.5.1	Schichtverbunde mit LWO-Substrat	96
4.5.2	Schichtverbunde mit MgO-Substrat	100
4.5.3	Fazit	103
4.6	Wasserstofffluss	103
5	Zusammenfassung und Ausblick	107
6	Literaturverzeichnis	110

**Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band / Volume 283
ISBN 978-3-95806-082-1**

