

Entwicklung protonenleitender Werkstoffe und Membranen auf Basis von Lanthan-Wolframat für die Wasserstoffabtrennung aus Gasgemischen

Janka Seeger

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

Entwicklung protonenleitender Werkstoffe und Membranen auf Basis von Lanthan-Wolframat für die Wasserstoffabtrennung aus Gasgemischen

Janka Seeger

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

Band / Volume 188

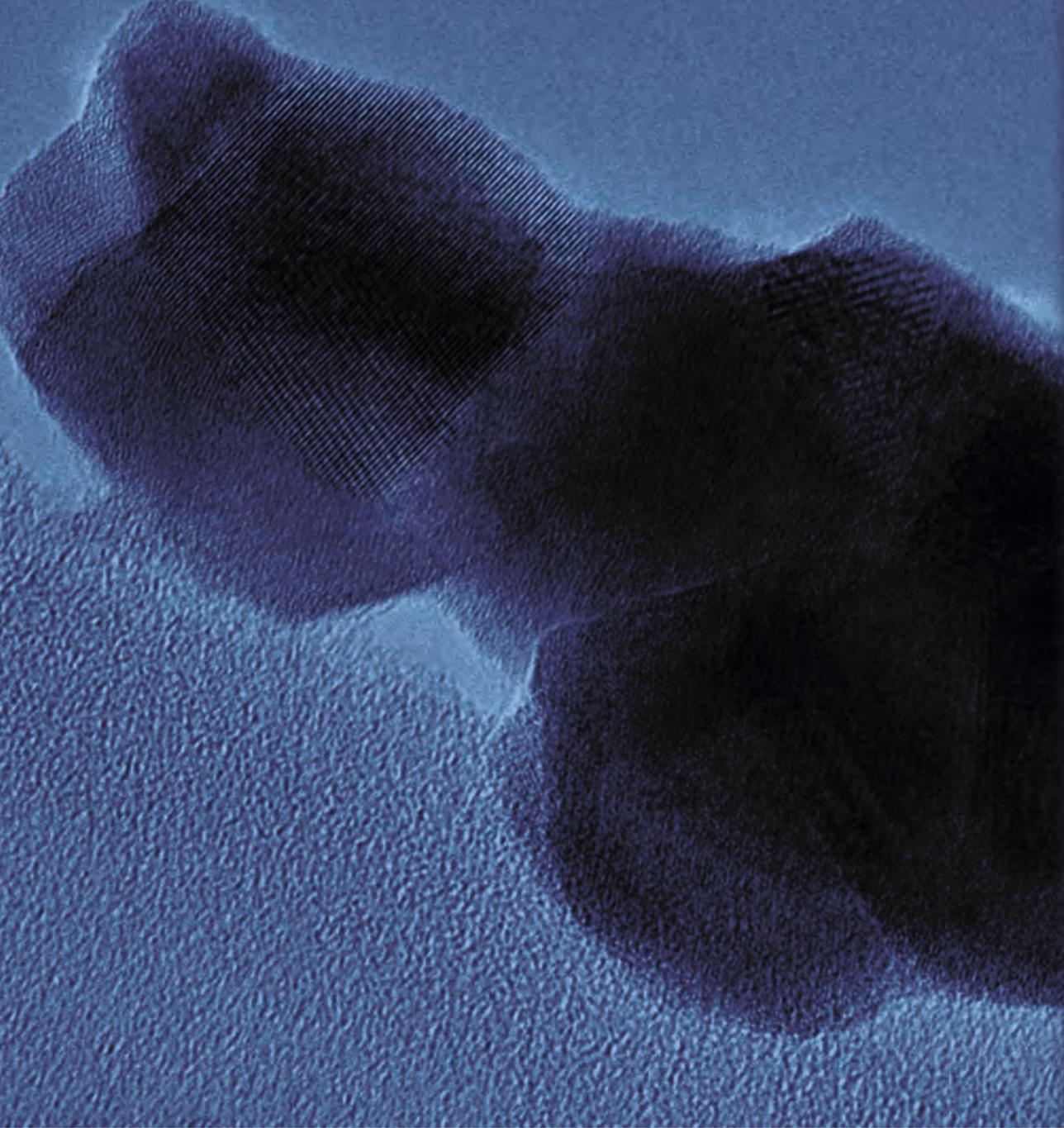
ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-903-4

Inhalt

0. Symbole und Abkürzungen	III
1. Einleitung und Zielsetzung	1
2. Grundlagen.....	3
2.1. Anwendungsgebiete von Wasserstoffmembranen	3
2.2. Transport-Mechanismen in kristallinen Festkörpern	7
2.3. Leitfähigkeit und Permeation mischleitender Oxide.....	18
2.3.1. Leitfähigkeit	18
2.3.2. Elektrochemische Gaspermeationstheorie nach Wagner	20
2.3.3. Wasserstoff-Abtrennung durch eine Membran	24
2.4. Membranwerkstoffe zur Wasserstoff-Abtrennung	25
2.5. Literaturstudie zu Lanthan-Wolframat $\text{La}_{6-x}\text{WO}_{12-\delta}$	29
2.6. Materialentwicklung durch Substitutionsexperimente.....	34
2.7. Herstellung asymmetrischer Membranen mittels Folienguss	35
2.8. Konzept zur experimentellen Vorgehensweise	37
3. Experimentelle Durchführung	39
3.1. Probenherstellung	39
3.1.1. Pulversynthese.....	39
3.1.2. Probekörperherstellung	43
3.2. Charakterisierungsmethoden.....	47
3.2.1. Phasenzusammensetzungen: Röntgendiffraktometrie (XRD).....	47
3.2.2. Chemische Zusammensetzung: ICP-OES	47
3.2.3. Stabilitätsuntersuchungen.....	48
3.2.4. Bestimmung der Spezifische Oberfläche	48
3.2.5. Partikelgrößenverteilung	48
3.2.6. Mikrostrukturelle Charakterisierung: REM, EDX, TEM.....	49
3.2.7. Dilatometrie: Thermischer Ausdehnungskoeffizient	50
3.2.8. Sinterverhalten	51
3.2.9. Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur.....	51
3.2.10. Wasserstofffluss	53
3.2.11. Porosität.....	55
3.2.12. Spezifische Gasdurchlässigkeit	55
3.2.13. Leckraten-Bestimmung	55
3.2.14. Krümmungsmessung	56

4. Ergebnisse und Diskussion	57
4.1. Werkstoffcharakterisierung des unsubstituierten $\text{La}_{6-x}\text{WO}_{12-\delta}$	57
4.1.1. Einphasigkeitsbereich.....	57
4.1.2. Fremdphasen	59
4.1.3. Stabilitätsuntersuchungen.....	62
4.1.4. Partikelgrößenverteilung und spezifische Oberfläche.....	63
4.1.5. Thermische Ausdehnung.....	65
4.1.6. Sinterstudie.....	66
4.1.7. Mikrostruktur	67
4.1.8. Gesamtleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur und der Atmosphäre	68
4.2. Substituiertes $\text{La}_{6-x}\text{WO}_{12-\delta}$	72
4.2.1. Auswahl der Substitutionselemente und Pulverherstellung	72
4.2.2. Vergleich der Gesamtleitfähigkeiten.....	75
4.2.3. Mikrostruktur von LWO-Re20 und LWO-Mo20.....	77
4.2.4. Wasserstofffluss durch Bulkproben aus LWO5,4#P, LWO-Re20 und LWO-Mo20..	80
4.2.5. Mikrostruktur nach den Flussmessungen	86
4.3. Substratgestützte Membranen.....	89
4.3.1. Membranen mit artfremdem Substratmaterial	89
4.3.2. Membranen mit arteigenem Substratmaterial	93
5. Zusammenfassung und Ausblick.....	105
6. Literaturverzeichnis	115
7. Anhang.....	123



Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 188
ISBN 978-3-89336-903-4

