
Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 2 | AUFGABENSTELLUNG | 3 |
| 3 | GRUNDLAGEN..... | 5 |
| 3.1 | Kraftwerkskonzepte zur CO ₂ -Abtrennung | 5 |
| 3.1.1 | Post-combustion-Prozess | 6 |
| 3.1.2 | Pre-combustion-Prozess..... | 7 |
| 3.1.3 | Oxyfuel-Prozess | 8 |
| 3.2 | Mischionenleiter | 10 |
| 3.2.1 | Defekt-Theorie | 11 |
| 3.2.2 | Perowskite..... | 11 |
| 3.2.3 | Sauerstoffunterstöchiometrie des Perowskiten..... | 13 |
| 3.3 | Sauerstofftransport durch die Perowskit-Membranen..... | 14 |
| 3.3.1 | Oberflächenaustausch | 16 |
| 3.3.2 | Volumendiffusion | 17 |
| 3.4 | Membrandegradation..... | 21 |
| 4 | MATERIAL UND METHODEN..... | 23 |
| 4.1 | Materialauswahl..... | 23 |
| 4.1.1 | La _{0,58} Sr _{0,4} Co _{0,2} Fe _{0,8} O _{3-δ} (LSCF)..... | 23 |
| 4.1.2 | Ba _{0,5} Sr _{0,5} Co _{0,8} Fe _{0,2} O _{3-δ} (BSCF)..... | 24 |
| 4.2 | Permeationsteststand | 25 |
| 4.2.1 | Aufbau des Permeationsteststandes | 26 |
| 4.2.2 | Durchführung der Permeationsmessungen | 28 |
| 4.2.3 | Weiterentwicklung des Rezipienten | 30 |
| 4.2.4 | Vergleichbarkeit Permeationsmessungen | 30 |
| 4.3 | Thermogravimetrie | 31 |
| 4.3.1 | Aufbau einer Thermowaage..... | 31 |
| 4.3.2 | Messung der Sauerstoffunterstöchiometrie | 32 |
| 4.4 | Relaxationsexperiment | 33 |
| 4.4.1 | Beschreibung der Transportprozesse bei Relaxationsexperimenten..... | 35 |
| 4.4.2 | Durchführung der Relaxationsexperimente | 39 |
| 4.5 | Diffusionsmodell | 39 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5 | ERGEBNISSE UND DISKUSSION | 43 |
| 5.1 | Thermogravimetrische Untersuchungen | 43 |
| 5.1.1 | Unterstöchiometrie LSCF..... | 43 |
| 5.1.2 | Unterstöchiometrie BSCF | 45 |
| 5.2 | Relaxationsexperimente LSCF | 48 |
| 5.2.1 | Bestimmung des Diffusions- und des Oberflächenaustauschkoeffizienten | 48 |
| 5.2.2 | Abhängigkeit der Transportparameter von der Temperatur..... | 53 |
| 5.2.3 | Abhängigkeit des Oberflächenaustauschkoeffizienten vom Sauerstoffpartialdruck..... | 55 |
| 5.2.4 | Vergleich mit Daten aus der Literatur..... | 56 |
| 5.3 | Permeationsberechnung anhand der Relaxationsdaten und des Fehlstellengradientens für LSCF-Membranen | 57 |
| 5.4 | Permeationsmessungen LSCF-Membranen..... | 60 |
| 5.4.1 | Permeationsmessungen LSCF-Bulkmembranen und LSCF-Membranen mit porösen Oberflächenschichten | 60 |
| 5.4.2 | Permeationsmessungen LSCF-Membranen mit aktiver Oberflächenschicht..... | 63 |
| 5.4.3 | Zusammenfassung LSCF-Permeationsmessungen..... | 66 |
| 5.5 | Permeationsmessungen BSCF-Membranen..... | 67 |
| 5.5.1 | Permeationsmessungen BSCF-Bulkmembranen..... | 67 |
| 5.5.2 | Permeationsmessung BSCF-Membranen mit poröser BSCF-Oberflächenschicht ... | 73 |
| 5.5.3 | Permeationsmessungen BSCF-Membranen mit aktiver Oberflächenschicht | 78 |
| 5.5.4 | Vergleich der Permeationssteigerung durch verschiedene Oberflächenschichten.... | 82 |
| 5.5.5 | Permeationsmessungen BSCF-Membranen mit CO ₂ -haltiger Atmosphäre..... | 83 |
| 5.5.6 | Permeationsmessungen BSCF-Membranen mit Umgebungsluft..... | 84 |
| 5.5.7 | Zusammenfassung BSCF-Permeationsmessungen | 85 |
| 5.6 | Fehlerbetrachtung der Permeationsmessungen..... | 87 |
| 5.6.1 | Einfluss des Messprinzips auf die Permeationsmessung | 90 |
| 5.7 | Bestimmung der Transportparameter für BSCF-Membranen | 91 |
| 5.8 | Degradation von Membranen..... | 95 |
| 5.8.1 | Degradation von LSCF-Membranen | 96 |
| 5.8.2 | Degradation von BSCF-Membranen..... | 102 |
| 6 | ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK | 105 |
| | LITERATURVERZEICHNIS | 111 |
| | ABBILDUNGSVERZEICHNIS..... | 121 |
| | TABELLENVERZEICHNIS | 125 |
| | SYMBOLVERZEICHNIS..... | 127 |

Einleitung

A. ANHANG 131

Permeationsmessungen..... 131

Degradation von Membranen 136

 REM-Aufnahmen und EDX-Analysen der Langzeitversuche für LSCF-Membranen 136