

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Brennstoffzellen	3
2.1.1	Vergleich mit konventionellen Kraftwerken	3
2.1.2	Brennstoffzellentypen	5
2.2	Die oxidkeramische Brennstoffzelle (SOFC)	7
2.2.1	Funktionsweise	7
2.2.2	Aufbauvarianten	8
2.3	Elektrolyt	11
2.4	Anode und Substrat	13
2.5	Kathode	14
2.5.1	Kristallstruktur der Perowskite	15
2.5.2	Elektronische Leitfähigkeit	16
2.5.3	Kompatibilität und Stabilität	17
2.5.4	Katalytische Aktivität und ionische Leitfähigkeit	18
2.6	Defektchemie der Kathodenmaterialien	19
2.6.1	Elektronische Leitung	19
2.6.2	Sauerstoffstöchiometrie	20
2.6.3	Theorie der Stöchiometrieänderung, Kinetik, Ionenleitung	23
2.6.4	Prozesse an der Kathode	25
3	Experimentelle Methoden	28
3.1	Pulversynthese	28
3.1.1	Sprühtrocknungsverfahren	28
3.1.2	Citrat-Komplexierungsmethode	28
3.2	Chemische Analyse	29
3.3	Röntgendiffraktometrie	29
3.4	Bestimmung der inneren Oberfläche (BET-Messung)	29
3.5	Dilatometrie	30
3.6	Charakterisierung der Sauerstoffstöchiometrieänderung	30
3.6.1	Aufbau der Messapparatur	31
3.6.2	Durchgeführte Experimente	33
3.6.3	Ermittlung der Sauerstoffstöchiometrieänderung	34
3.6.4	Bestimmung der Aktivierungsenergie bei Oberflächenadsorption	34
3.6.5	Übertragbarkeit auf Prozesse bei Perowskiten	36
3.7	Herstellung von Einzelzellen	38

3.7.1	Substratherstellung.....	38
3.7.2	Herstellung von Anodenfunktionsschicht und Elektrolyt.....	39
3.7.3	Kathodenherstellung	40
3.8	Elektrochemische Charakterisierung	41
3.9	Charakterisierung von Mikrostruktur und Elementverteilung	42
4	Ergebnisse und Diskussion	43
4.1	Pulvercharakterisierung.....	43
4.1.1	Chemische Analyse.....	43
4.1.2	Röntgendiffraktometrie.....	44
4.1.3	Pulvermorphologie.....	46
4.1.4	Thermischer Ausdehnungskoeffizient	48
4.1.5	Diskussion des Abschnitts 4.1	50
4.2	Charakterisierung der Messmethoden TPR und TPO.....	50
4.2.1	Sauerstoffabgabe (TPR) von $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$	51
4.2.2	Sauerstoffaufnahme (TPO) von $\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$	53
4.2.3	Diskussion der vorhergehenden Abschnitte.....	61
4.3	Sauerstoffstöchiometrieänderung bei verschiedenen Materialien	63
4.3.1	$\text{La}_{1-x-z}\text{Sr}_x\text{MnO}_{3-\delta}$	64
4.3.2	$\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_{3-\delta}$ und $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{3-\delta}$	64
4.3.3	$\text{La}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$ und $\text{La}_{0,78}\text{Sr}_{0,2}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$	66
4.3.4	$\text{La}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$, $\text{La}_{0,58}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$ und $\text{La}_{0,55}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$	67
4.3.5	$\text{Pr}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$ und $\text{Pr}_{0,58}\text{Sr}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$	68
4.3.6	$\text{La}_{0,58}\text{Sr}_{0,4}\text{Cu}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$ und $\text{Sr}_{0,95}\text{Ce}_{0,05}\text{Co}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{O}_{3-\delta}$	70
4.3.7	Diskussion der vorhergehenden Abschnitte.....	71
4.4	Herstellung und Charakterisierung von Einzelzellen.....	72
4.4.1	Sinterverhalten	72
4.4.2	Materialprobleme beim Sintern	74
4.4.3	Einfluss der Sintertemperatur auf die Zelleistung	77
4.4.4	Einfluss der Herstellungsparameter der CGO-Zwischenschicht	78
4.4.5	Zusammensetzung des Kathodenmaterials	81
4.4.6	Langzeitstabilität.....	84
4.4.7	Shortstacktest	85
4.4.8	Diskussion der vorhergehenden Abschnitte.....	86
4.5	Zusammenfassende Diskussion	87
5	Zusammenfassung	89
6	Literatur	92
7	Anhang	98