

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Einführung .....	1
1.2 Ziel der Arbeit .....	4
1.3 Gliederung der Arbeit .....	5
<b>2 Die Hochtemperatur-Festelektrolyt-Brennstoffzelle</b> .....	<b>7</b>
2.1 Funktionsprinzip .....	7
2.2 Verluste im Betrieb .....	10
2.3 Technische Realisierung .....	13
2.3.1 Komponenten .....	13
2.3.2 Zellkonzepte .....	17
2.3.3 Stack-Konzepte .....	19
2.3.4 Brennstoffzellen-Systeme .....	21
2.4 Kontaktierung .....	22
2.4.1 Anforderung .....	22
2.4.2 Technische Umsetzung .....	24
2.4.3 Verluste durch Kontaktierung .....	26
2.5 Degradation .....	30
2.5.1 Definition .....	30
2.5.2 Ursachen .....	32
2.5.3 Cr-Vergiftung .....	36
<b>3 Experimentelle Methoden</b> .....	<b>41</b>
3.1 Messobjekt .....	41
3.2 Messtechnik .....	42
3.2.1 Messplatz .....	42
3.2.2 Messverfahren .....	45
3.3 Messablauf .....	47
3.3.1 Kontaktgeometrie .....	48
3.3.2 Cr-Vergiftung .....	50
3.4 Kontaktierung .....	52
3.4.1 Kontaktgeometrie .....	53
3.4.2 Cr-Vergiftung .....	54

<b>4 Analyse und Auswertung.....</b>	<b>57</b>
4.1 Gleichstrommessung.....	57
4.1.1 Strom-Spannungskennlinie .....	57
4.1.2 Konstantstrommessung .....	59
4.1.3 Leistungsverlust und Degradationsrate .....	59
4.1.4 Potentialsonden und Kontaktwiderstand .....	61
4.1.5 Reproduzierbarkeit der Gleichstrommessung .....	62
4.2 Wechselstrommessung .....	63
4.2.1 Elektrochemische Impedanzspektroskopie .....	64
4.2.2 Verteilungsfunktion der Relaxationszeiten .....	65
4.2.3 Elektrisches Ersatzschaltbild .....	68
4.2.4 Complex Nonlinear Last Square Fit.....	72
4.2.5 Auswahl geeigneter Messbedingungen.....	75
<b>5 FEM-Modell der Wiederholeinheit .....</b>	<b>79</b>
5.1 Modelle in der Literatur.....	79
5.2 Einführung FEM.....	80
5.2.1 FEM zur Beschreibung der SOFC.....	80
5.2.2 FEM-Prinzip.....	81
5.3 FEM-Modell der Wiederholeinheit .....	82
5.3.1 Definition der Geometrie.....	82
5.3.2 Aufstellen der Ansatzfunktionen .....	84
5.3.3 Definition der Randbedingungen .....	85
5.3.4 Diskretisierung der Geometrie .....	89
5.3.5 Numerische Berechnung .....	91
5.3.6 Visualisierung der Ergebnisse .....	91
5.4 Zusammenfassung des FEM-Modells .....	92
<b>6 Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>93</b>
6.1 Einfluss der Kontaktgeometrie auf die Leistungsfähigkeit.....	94
6.1.1 Einfluss der Anodenkontakteierung.....	94
6.1.2 Testgeometrie und Potentialsonden.....	96
6.1.3 Einfluss der Kathodenkontakteierung .....	100
6.1.4 Fazit zum Einfluss der Kontaktgeometrie .....	116
6.2 Degradation der Leistungsfähigkeit durch Cr-Vergiftung.....	117
6.2.1 Leistung .....	117
6.2.2 Ohmscher und Polarisationswiderstand .....	119
6.2.3 Kathodenverlustprozess .....	121
6.2.4 Fazit zum Einfluss der Cr-Vergiftung .....	126

<b>7 Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>129</b>
<b>8 Anhang .....</b>	<b>137</b>
8.1 Einfluss der Kathodendicke .....	137
8.2 Einfluss der Schutzschicht.....	141
8.3 Leitfähigkeitsmessungen .....	145
8.4 Proben.....	147
<b>9 Verzeichnisse.....</b>	<b>149</b>
9.1 Symbole.....	149
9.2 Abkürzungen .....	151
9.3 Betreute Arbeiten.....	153
9.4 Eigene Veröffentlichungen .....	154
<b>10 Literatur.....</b>	<b>157</b>