



Potentialfeldmessungen zur Qualitätsbewertung von Bipolarplatten

Michael Sietmann

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 564

ISBN 978-3-95806-606-9

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-14)

Potentialfeldmessungen zur Qualitätsbewertung von Bipolarplatten

Michael Sietmann

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

Band / Volume 564

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-606-9

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Ziel der Arbeit	1
2	Grundlagen und Stand der Technik.....	3
2.1	Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle.....	3
2.2	Bipolarplatte.....	6
2.2.1	Metallische Bipolarplatten	8
2.2.2	Graphitische Bipolarplatten	9
2.2.3	Graphit-Komposit-Bipolarplatten	10
2.3	Elektrische Leitfähigkeit von Komposit-Bipolarplatten	11
2.3.1	Bulkwiderstand	12
2.3.2	Kontaktwiderstand	14
2.4	Fertigungsmängel von Bipolarplatten für PEM-Brennstoffzellen	15
2.4.1	Metallische BPP	15
2.4.2	Graphit-Komposit BPP.....	16
2.5	Messmethoden zur Charakterisierung und zur Erkennung von Defekten in Graphit-Komposit-Materialien	17
2.5.1	Visuelle Prüfung.....	18
2.5.2	Shearographie	18
2.5.3	Wirbelstrommessung.....	19
2.5.4	Ultraschall.....	20
2.5.5	Thermographie	21
2.5.6	Radiographie und Röntgentomographie.....	23
2.5.7	Elektrische Widerstandsmessungen	26
2.6	Zusammenfassung und Auswahl der Messmethoden für die Untersuchung an Graphit-Komposit-Bipolarplattenmaterialien	33
3	Methodenentwicklung und verwendete Materialien.....	35
3.1	Untersuchte Materialproben	35
3.2	Simulation des elektrischen Potentialfeldes in einem homogenen Bipolarplattenmaterial.....	37
3.2.1	Punktkontaktierung	37
3.2.2	Flächige Kontaktierung	40
3.3	Entwicklung eines Messaufbaus zur automatisierten Potentialmessung	41
3.3.1	Hardwareentwicklung.....	41
3.3.2	Messprinzip und Auswertungsschema	46
3.4	Alternative through-plane Widerstandsbestimmung durch Punktkontaktierung	49
3.5	Bewertung des Einflusses von Mängeln in Bipolarplatten auf die Brennstoffzellenleistung	53
3.5.1	Einzelzellenmessungen	53
3.5.2	Ohmsche Widerstandsmessungen	54

3.6	Röntgentomographieuntersuchungen zur Morphologie von Bipolarplattenmaterialien	57
4	Ergebnisse	60
4.1	Röntgentomographie von Bipolarplatten	60
4.1.1	Detektierte Beispielmängel	60
4.1.2	Vergleich zwischen Röntgentomographie und Rasterelektronenmikroskopie	64
4.1.3	Tomographie des gesamten Strömungsverteilerfeldes	66
4.2	Defekterkennung in einem Materialteststreifen und Bestimmung von Einflussgrößen	67
4.2.1	Potentialdifferenzverläufe entlang des Teststreifens und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse	67
4.2.2	Einfluss der Positionierung des Prüfkopfes	71
4.2.3	Röntgentomographie des Teststreifens	73
4.2.4	Einfluss des Abstandes zwischen den Messspitzen und der Abrasterungsschrittweite	75
4.2.5	Unterschiedliche Messspitzenkombinationen	79
4.2.6	Materialeigenschaftsänderung in Teststreifen und in einer blanken Bipolarplatte	83
4.2.7	Zusammenfassung der Untersuchungen an den Teststreifen	85
4.3	Spezifische lokale Widerstandsbestimmung von blanken Bipolarplatten	86
4.3.1	Vergleich zwischen flächiger Kontaktierung und Punktkontaktierung für die through-plane Widerstandsbestimmung	86
4.3.2	Widerstandsmapping	91
4.4	Messungen an Platten mit Strömungsfeldstruktur	94
4.4.1	Referenzplatten	94
4.4.2	Monopolarplatten mit vereinzelt Fremdkörpern	100
4.4.3	Monopolarplatten mit flächigen nicht leitenden Bereichen	104
4.4.4	Monopolarplatte mit beschädigtem Strömungsfeld	112
4.5	Einfluss der detektierten Mängel auf die Brennstoffzellenleistung	114
4.5.1	Bestimmung des ohmschen Widerstandes bei Kontaktierung der aktiven Zellfläche	114
4.5.2	Detaillierte Widerstandsbestimmung an einem Monopolarplattenausschnitt	115
4.5.3	Brennstoffzellentest zur Bewertung von Mängeln in Monopolarplatten	119
5	Diskussion	124
6	Zusammenfassung	129
	Literaturverzeichnis	132
	Abbildungsverzeichnis	140
	Tabellenverzeichnis	146
	Abkürzungsverzeichnis	147
	Formelzeichen und Indizes	149
	Anhang	152
	Anhang zu Kapitel 3.1: Untersuchte Materialproben	152

Anhang zu Kapitel 4.2.2: Einfluss der Positionierung des Prüfkopfes.....	153
Anhang zu Kapitel 4.2.4: Einfluss des Abstandes zwischen den Messspitzen und der Abrasterungsschrittweite.....	154
Anhang zu Kapitel 4.3.1: Vergleich zwischen flächiger Kontaktierung und Punktkontaktierung für die through-plane Widerstandsbestimmung	155
Anhang zu Kapitel 4.4.2: Monopolarplatten mit vereinzelt Fremdkörpern.....	156
Anhang zu Kapitel 4.4.3: Monopolarplatten mit flächigen nicht leitenden Bereichen	157
Anhang zu Kapitel 4.4.4: Monopolarplatte mit beschädigtem Strömungsfeld	158
Anhang zu Kapitel 4.5.3: Brennstoffzellentest zur Bewertung von Mängeln in Monopolarplatten	159

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 564
ISBN 978-3-95806-606-9

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

