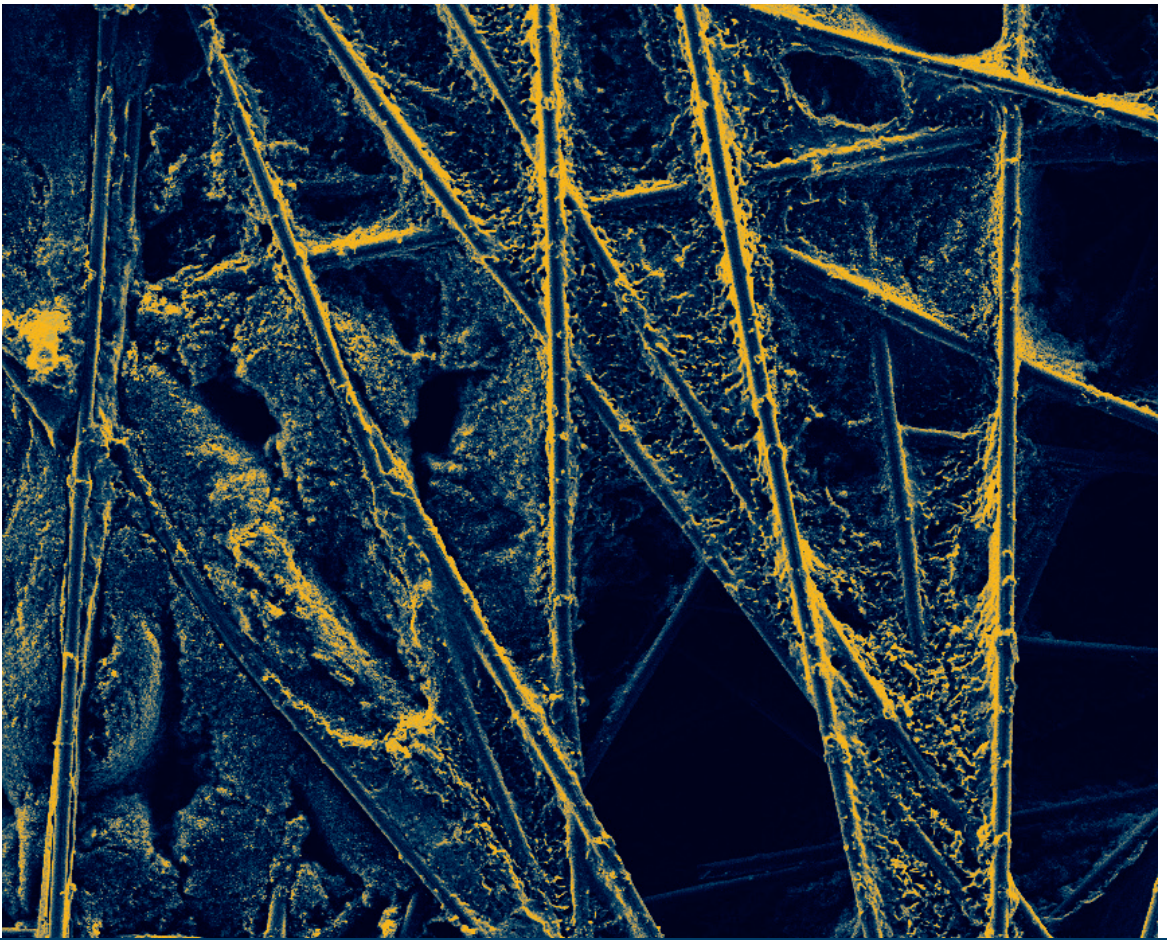




Mechanische Eigenschaften von Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen

Philipp Irmischer

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 478

ISBN 978-3-95806-435-5

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung
Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)

Mechanische Eigenschaften von Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen

Philipp Irmischer

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

Band / Volume 478

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-435-5

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Ziel der Arbeit	1
2	Grundlagen und Stand der Technik	3
2.1	Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle.....	3
2.2	Bedeutung der Mechanik für die PEM Brennstoffzelle	6
2.3	GDL Mechanik	7
2.3.1	GDL-Material unter einmaliger Kompression.....	8
2.3.2	GDL-Material unter zyklischer Kompression	13
2.3.3	GDL-Material unter Einfluss von PTFE-Gehalt, Feuchtigkeit, Temperatur, Belastungsdauer und Belastungsgeschwindigkeit	15
2.3.4	Zusammenspiel von Flowfield und GDL	17
2.3.5	Auswirkungen der Mechanik auf den elektrischen Widerstand und den Massentransportwiderstand	17
2.4	Einzelzellen- und Stackmechanik.....	20
2.4.1	Zelleistung in Abhängigkeit des Anpressdrucks	20
2.4.2	Druckverteilung und deren Einfluss auf die Leistung der Brennstoffzelle.....	25
2.4.3	Endplattendesigns zur Homogenisierung der Druckverteilung auf der aktiven Fläche	26
2.5	Zusammenfassung	29
3	Methodenentwicklung und verwendete Materialien	31
3.1	Verwendete Materialien.....	31
3.2	Mechanische Materialeigenschaften.....	33
3.2.1	Universal-Materialprüfmaschine zur Ermittlung von Materialkennwerten	33
3.2.2	Bildgebende Verfahren zur Untersuchung der Struktur von GDL-Materialien	37
3.3	Leistungsmessungen unter Anpressdruckvariation	38
3.3.1	Brennstoffzellen-Testsystem mit variablem Anpressdruck.....	38
3.3.2	Elektrische Widerstandsmessungen.....	44
3.3.3	Durchflusswiderstandsmessungen	45
3.4	Anpressdruckverteilungen unter Kanal-Steg-Strukturen.....	47
3.4.1	Druckmessfolien und Auswertung	47

3.4.2	Probenherstellung.....	51
3.4.3	Getestete Short-Stacks.....	55
4	Ergebnisse	59
4.1	GDL-Materialien unter Druckbeanspruchung: Spannungs-Stauchungs-Diagramme	59
4.1.1	Lastzyklen	59
4.1.2	Zeitabhängigkeit.....	64
4.1.3	Feuchtigkeitsabhängigkeit.....	66
4.1.4	Einflüsse bei der Verwendung mehrerer, aufeinandergestapelter GDL-Proben	67
4.2	Einfluss der Mechanik auf charakteristische Eigenschaften der GDL.....	68
4.2.1	Bruchmechanik.....	69
4.2.2	Massentransportwiderstand.....	74
4.2.3	Ohm'scher Widerstand.....	76
4.3	Leistung einer Einzelzelle unter Variation des Anpressdrucks.....	77
4.3.1	GDL-Papier mit MPL: SGL 29BC	78
4.3.2	GDL-Papier ohne MPL: Toray TGP-H 060.....	79
4.3.3	GDL-Vlies mit MPL: Freudenberg H2315 C	80
4.3.4	Vergleich der GDL-Materialien	81
4.4	Lokale Druckverteilung unter Kanal und Steg.....	83
4.4.1	Druckverteilungen graphitischer Flowfields in der verwendeten Anpressdruck-Testzelle	84
4.4.2	Druckverteilungen metallischer Flowfields mit Variation der Steggeometrie.....	86
4.5	Globale Druckverteilung auf der aktiven Fläche	91
4.5.1	Druckverteilungen im graphitischen Stackaufbau	91
4.5.2	Druckverteilungen im metallischen Stackaufbau.....	94
4.5.3	Einfluss der Endplatte auf Druckverteilung.....	96
5	Diskussion	101
6	Zusammenfassung.....	106
	Literaturverzeichnis.....	109
	Abbildungsverzeichnis.....	119

Tabellenverzeichnis	125
Formelzeichen und Indizes	127
Abkürzungsverzeichnis	131
Anhang.....	133

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 478
ISBN 978-3-95806-435-5