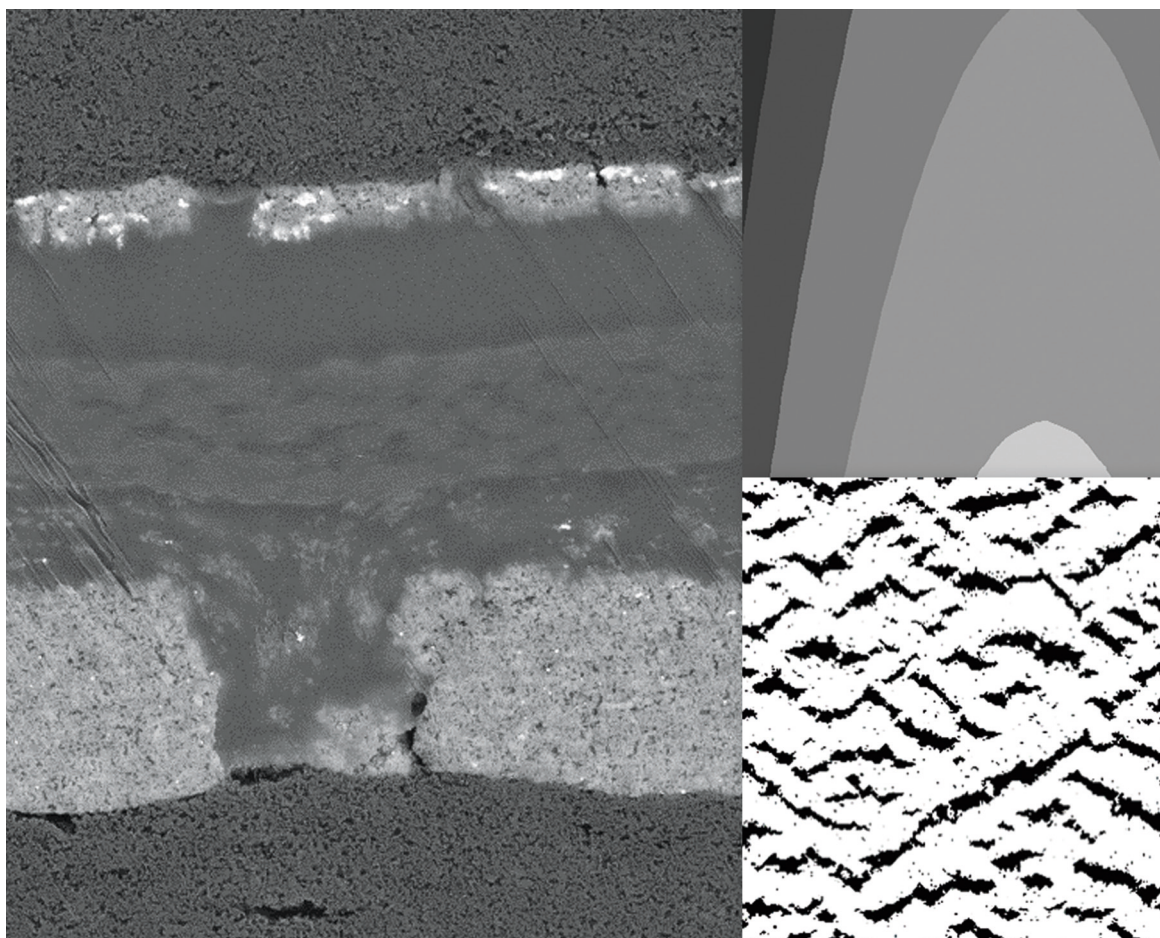




Einfluss der klimatischen Fertigungsumgebung auf die Mechanik und Rissstrukturierung der elektrodenbeschichteten Membran einer PEM-Brennstoffzelle

Bernhard Wienk-Borgert

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 474

ISBN 978-3-95806-428-7

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

Einfluss der klimatischen Fertigungsumgebung auf die Mechanik und Rissstrukturierung der elektrodenbeschichteten Membran einer PEM-Brennstoffzelle

Bernhard Wienk-Borgert

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

Band / Volume 474

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-428-7

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	III
1. Einleitung	1
1.1. Motivation und Ausgangslage	2
1.2. Zielsetzung und Gliederung der Arbeit	10
2. Grundlagen der Polymer Elektrolyt Brennstoffzelle	13
2.1. Aufbau	14
2.2. Gasdiffusionslagen	15
2.3. Elektroden	16
2.4. Polymerelektrolyt-Membran	17
2.5. Thermodynamik und Verlustmechanismen	19
3. Stand der Technik	23
3.1. Fertigung von Membran-Elektroden-Einheiten	23
3.1.1. Grundsätzliche Fertigungsmethoden	24
3.1.2. Prozesseigenschaften im Decalverfahren	26
3.1.3. Weiterentwicklungen bestehender Fertigungsverfahren	28
3.2. Methodenspezifische Grundlagen	30
3.2.1. Lineare und nichtlineare statistische Versuchsplanung	30
3.2.2. Dynamisch Mechanische Analyse	36
3.3. Ex-Situ Charakterisierung von CCM und PEM	39
3.3.1. Mechanische und chemische PFSI-Eigenschaften	39
3.3.2. Hygrothermischer Einfluss auf mechanische Polymereigenschaften	43
3.3.3. Fehlerbilder der CCM induziert durch den Fertigungsprozess	49
3.4. In-Situ Charakterisierung der CCM	51
3.4.1. Grundlegende Degradationsmechanismen der CCM	51
3.4.2. Auswirkung von Rissstrukturen in Elektroden auf das Betriebsverhalten	54
4. Methodenentwicklung	57
4.1. Auswahl der Membran-Elektrodeneinheiten	57

4.2. Definition des statistischen Versuchsplans.....	61
4.3. Parameteranpassung für Dynamisch Mechanische Analyse	63
4.3.1. Spezifische Parameteranalyse für CCM-Messung	64
4.3.2. Übertragung der Versuchsplanung auf DMA-Messprogramm.....	71
4.4. Einprägung und Quantifizierung von Rissstrukturen.....	74
4.4.1. Komponenten des Prüfstands und Definition des Messprogramms	74
4.4.2. Definition der digitalen Bildverarbeitungsprozedur.....	80
4.5. Beschleunigte In-Situ Degradationsverfahren	88
5. Experimentelle Ergebnisse.....	91
5.1. Mechanische Modellbildung	92
5.1.1. CCM-Referenzsystem	92
5.1.2. CCM-Vorseriensystem.....	99
5.1.3. Erweiterung der nichtlinearen Regressionsmodelle.....	103
5.1.4. Weiterführende Charakterisierung der CCM-Komponenten	106
5.1.5. Diskussion	107
5.2. Erzeugung von Rissstrukturen in klimatisch dynamischer Umgebung	111
5.2.1. Kraft-Dehnungsdiagramme	111
5.2.2. Quantitativer Rissanteil	112
5.2.3. Diskussion	116
5.3. Degradationswirkung von Rissstrukturen	120
5.3.1. Mechanische Degradation durch Feuchtezyklisierung.....	121
5.3.2. Elektrochemische Degradation durch Potentialzyklisierung.....	124
5.3.3. Diskussion	129
6. Zusammenfassung.....	131
7. Literaturverzeichnis.....	133

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 474
ISBN 978-3-95806-428-7