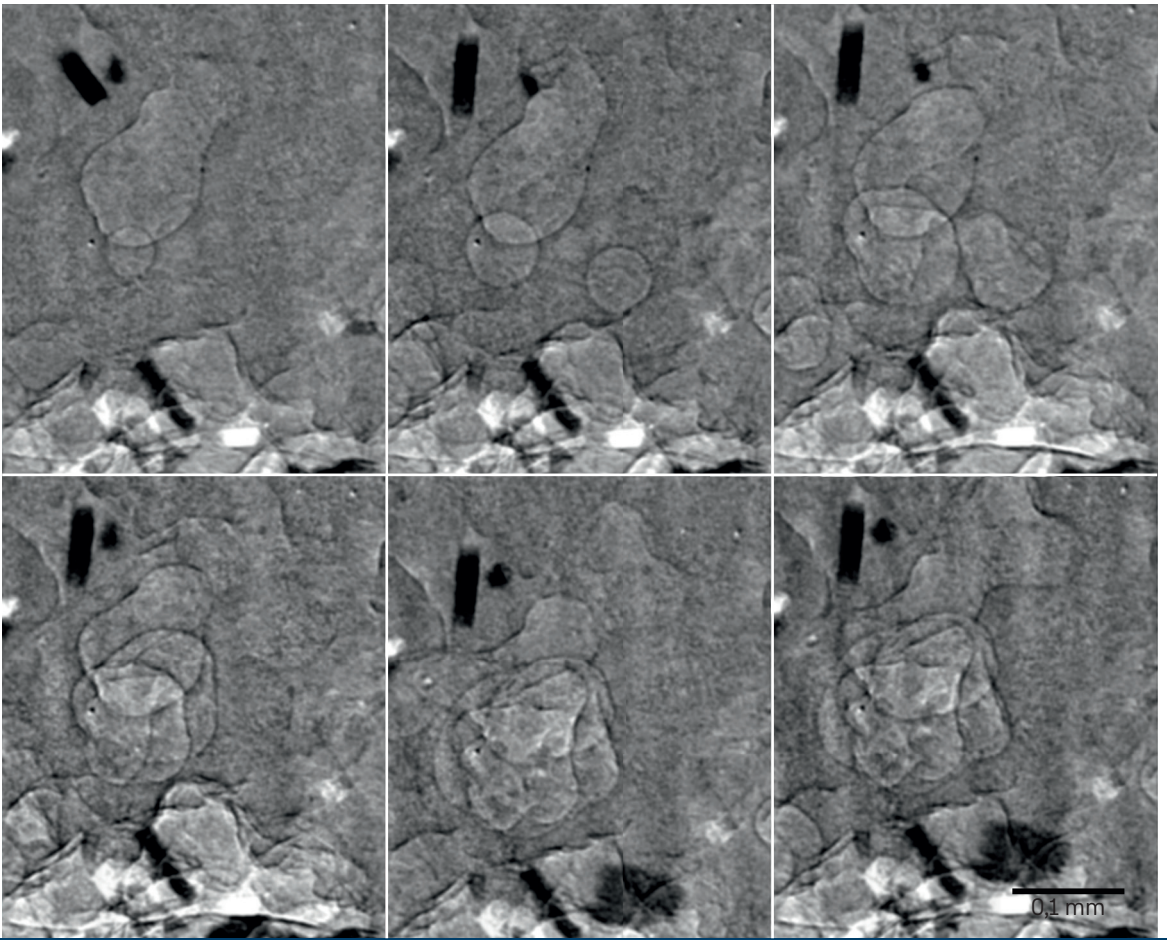




Massentransportphänomene in Schichtsystemen eines Elektrolyseurs

Ulla Panchenko

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 477

ISBN 978-3-95806-433-1

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

Massentransportphänomene in Schichtsystemen eines Elektrolyseurs

Ulla Panchenko

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

Band / Volume 477

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-433-1

INHALT

Kurzfassung.....	II
Abstract	III
1 Einleitung und Ziel der Arbeit	1
2 Grundlagen und Literatur	3
2.1 PEM-Elektrolyse.....	3
2.1.1 Grundlagen der PEM-Elektrolyse	5
2.1.2 Poröse Transportlage (PTL).....	7
2.1.3 Mechanische Stabilität des Stromkollektors	9
2.2 Massentransport in elektrochemischen Zellen.....	10
2.2.1 Stöchiometrie	10
2.2.2 Massentransport im Kanal.....	12
2.2.3 Massentransport in der PTL	13
2.2.4 Massentransport und Degradation in der Katalysatorschicht.....	15
2.2.5 Massentransport und Degradation im Elektrolyt	17
3 Verwendete Komponenten und Methoden	18
3.1 Herstellung der porösen Transportlage	18
3.2 Herstellung der katalysatorbeschichteten Membran	21
3.3 Charakterisierung der PTL	22
3.3.1 Porosität und Porengrößenverteilung	22
3.3.2 Permeabilität	22
3.3.3 Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX).....	23
3.3.4 Focused Ion Beam (SEM/FIB).....	24
3.3.5 Elektrochemische Charakterisierung	24
3.3.6 Mechanische Stabilität	24
3.4 Charakterisierung des Massentransportes	25
3.4.1 Optische Methode	26
3.4.2 Radiographie und Bildverarbeitung	26
3.4.1 Neutronen-Radiographie	28
3.4.2 Synchrotron-Radiographie	29
4 Verwendete Zellen und Betriebsparameter	30
4.1 Elektrochemische Charakterisierung, Zelldesign #1	30
4.2 Zelle für ex-situ Charakterisierung, Zelldesign #2	31

4.2.1 Stöchiometrietest in transparenter Zelle	31
4.2.2 Neutronen-Radiographische Untersuchungen.....	32
4.3 Design für operando Neutronenradiographie, Zelldesign #3.....	33
4.4 Synchrotronradiographie-Zelle, Zelldesign #4	35
4.5 Synchrotronradiographie-Zelle, Zelldesign #5	36
5 Charakterisierung der porösen Transportlagen	39
5.1 Charakterisierung der Mikro- und Porenstruktur	39
5.2 Charakterisierung der Durchströmbarkeit (Permeabilität)	42
5.3 Elektrochemische Charakterisierung	44
5.4 Mechanische Stabilität	46
5.5 Zusammenfassung.....	48
6 Ex-situ Untersuchungen des Massentransports	49
6.1 Stöchiometrie-Einfluss auf Massentransport im Kanal.....	49
6.2 Stöchiometrie-Einfluss auf Massentransport der PTL.....	52
6.3 Zusammenfassung.....	54
7 <i>Operando</i> Untersuchungen zum Massentransport in den porösen Schichtsystemen.....	56
7.1 Visualisierung der Gasverteilung in der PTL.....	56
7.2 Zellverhalten bei variierenden Betriebsbedingungen	57
7.3 Massentransport bei konstantem Zellbetrieb	59
7.4 Blasenbildung und Transport in porösen Transportschichten	62
7.5 Blasenbildung an der Katalysatorgrenze	66
7.6 Zusammenfassung.....	68
8 Massentransport in der Katalysatorschicht.....	70
8.1 Degradation der Katalysatorschicht.....	70
8.1.1 Einfluss der Katalysatordegradation auf die Zelleistung.....	74
8.1.2 Katalysatorpartikel-Charakterisierung.....	75
8.2 <i>Post-mortem</i> -Analyse: Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX), FIB & SEM	77
8.3 Zusammenfassung.....	79
9 Massentransport und Quellverhalten der Nafion-Membran	81
9.1 Veränderung der Membrandicke durch Wasser-Aufnahme	81
9.2 Massentransportlimitierung durch Austrocknung der Membran	83
9.3 Veränderung der Membranlänge durch Wasser-Aufnahme.....	85
9.4 Zusammenfassung.....	86

10 Diskussion	87
11 Zusammenfassung	91
<i>Massentransport im Kanal</i>	91
<i>Massentransport in PTL</i>	92
<i>Massentransport in der Katalysatorschicht</i>	92
<i>Massentransport in der Nafionmembran</i>	93
Abbildungsverzeichnis	94
Abkürzungsverzeichnis	98
Symbolverzeichnis	99
Danksagung	100
Literatur	101

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 477
ISBN 978-3-95806-433-1