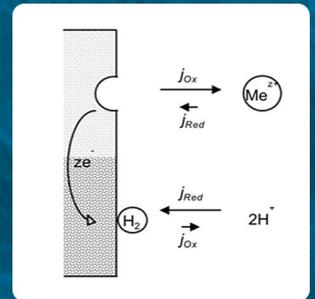
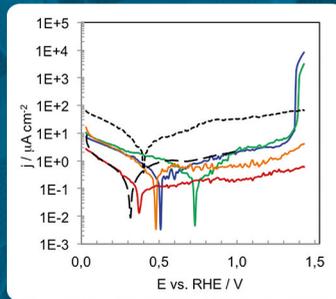
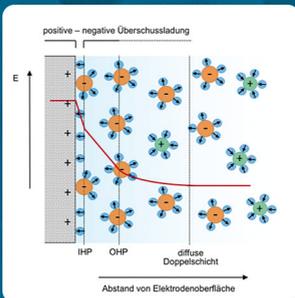


Korrosion metallischer Bipolarplatten in Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen

Vitali Weißbecker



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

Korrosion metallischer Bipolarplatten in Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen

Vitali Weißbecker

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

Band / Volume 357

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-205-4

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Zielsetzung der Arbeit	1
2 Theoretische Grundlagen.....	7
2.1 Elektrochemische Korrosion.....	7
2.1.1 Begriffsklärung	7
2.1.2 Die Phasengrenze Metall/Elektrolyt.....	11
2.1.3 Thermodynamik elektrochemischer Korrosion.....	14
2.1.4 Kinetik elektrochemischer Korrosion.....	20
2.2 Passivierung von metallischen Oberflächen.....	25
2.2.1 Ausbildung von Passivschichten auf metallischen Oberflächen.....	25
2.2.2 Passivierung von Chrom-Nickel-Legierungen.....	28
2.3 Degradationsvorgänge von Bipolarplatten in der HT-PEFC.....	29
3 Experimentelles	33
3.1 Materialenauswahl	34
3.2 Elektrochemische Messzelle	37
3.3 Probenpräparation	39
3.4 Messmethoden.....	40
3.4.1 Auslagerungsversuche.....	40
3.4.2 Freies Korrosionspotential.....	43
3.4.3 Cyclovoltammetrie.....	43
3.4.4 Polarisationskurven	45
3.4.5 Elektrochemische Impedanzspektroskopie.....	45
3.4.6 Übergangswiderstand zwischen Bipolarplatte und Gasdiffusionsschicht	48
3.5 Charakterisierungsmethoden	52
3.5.1 Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Röntgenspektroskopie.....	52
3.5.2 Röntgenphotoelektronenspektroskopie	53
3.5.3 Optische Emissionsspektrometrie mittels induktiv gekoppeltem Plasmas.....	54
4 Physikochemische Korrosion von technischen Metallen in Phosphorsäure	55
4.1 Temperaturabhängige Degradation von Passivierungsschichten	57
4.1.1 Einfluss der d-Band-Struktur auf die thermodynamische Stabilität von Metalloxiden	60
4.1.2 Einfluss von Passivschichten auf Kontaktwiderstand zwischen Metall und Gasdiffusionsschicht	65
4.2 Potentialabhängige Ausbildung und Degradation von Passivierungsschichten.....	68
4.2.1 Passivierungsschicht als kinetische Korrosionsbarriere.....	69
4.2.2 Durchtrittswiderstand als Messgröße der kinetischen Hemmung.....	71
4.3 Zusammenfassung – Korrosion von technischen Metallen.....	74

5 Auswirkungen der Zusammensetzung von Cr/Ni-Legierungen auf die Korrosion ...	77
5.1 Temperatureinfluss auf die Degradation von Passivschichten	79
5.1.1 Die Rolle des Nickels bei der Ausbildung von Deckschichten	79
5.1.2 Der Einfluss von Molybdän auf die Stabilität von Passivschichten	93
5.1.3 Metall-Ionenfreisetzung in den Elektrolyt.....	95
5.2 Einfluss des Elektrolytvolumens auf die Korrosionskinetik	97
5.3 Einfluss von Oxid- und Phosphatschichten auf den Kontaktwiderstand zwischen Werkstoff und Gasdiffusionsschicht	100
5.4 Zusammenfassung – Einfluss der Metallzusammensetzung	105
6 Physikochemische Korrosion von Cr/Ni-Legierungen in Phosphorsäure	109
6.1 Korrosionsbetrachtung ohne äußeren Polarisationsstrom.....	110
6.1.1 Kinetik der Oberflächenpassivierung.....	110
6.1.2 Temperatureinfluss auf die Degradation von Passivschichten.....	112
6.2 Korrosionsbetrachtung mit äußerem Polarisationsstrom	115
6.2.1 Potentiodynamische Polarisisation	115
6.2.2 Quasi-galvanostatische Polarisisation	121
6.2.3 Durchtrittswiderstand von Metall-Oxidationsreaktionen.....	131
6.3 Zusammenfassung – Korrosion von Cr/Ni-Legierungen.....	135
7 Oberflächenbeschichtung als Schutz gegen elektrochemische Korrosion	138
7.1 Auswirkungen der Betriebsparameter auf die Schichtdegradation	140
7.2 Transfer zu Realbedingungen und Diskussion.....	143
7.3 Zusammenfassung – Beschichtungskonzepte	145
8 Schlussfolgerungen und Diskussion.....	149
9 Zusammenfassung.....	154
Anhang	157
A.1 Degradationsvorgänge von kohlenstoffgeträgerten Katalysatoren	157
A.2 Abschätzung von Material-/Herstellungskosten von metallischen Bipolarplatten	159
A.3 Materialprüfung und Vorauswahl von Beschichtungskonzepten	161
Literaturverzeichnis	169
Abkürzungsverzeichnis	181
Abbildungsverzeichnis	185
Tabellenverzeichnis	190

**Energie & Umwelt /
Energy & Environment
Band / Volume 357
ISBN 978-3-95806-205-4**

