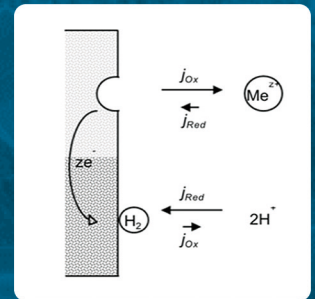
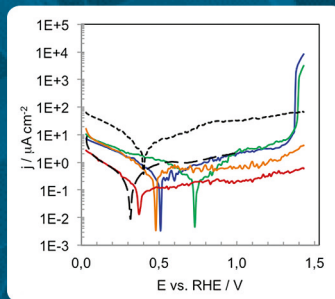
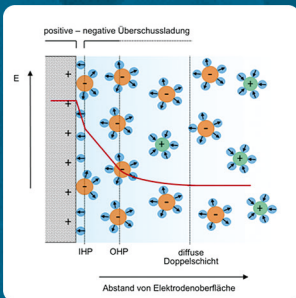


Korrosion metallischer Bipolarplatten in Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen

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 Polarisierung | 115 |
| 6.2.2 | Quasi-galvanostatische Polarisierung | 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**

