

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>I. Grundlagen und Methodik</b>	<b>9</b>
1. Einleitung und Motivation	11
<b>2. Grundlagen</b>	<b>13</b>
2.1. Aufbau einer Polymerelektrolyt-Membranbrennstoffzelle . . . . .	15
2.1.1. Die Membran-Elektroden-Einheit (MEA) . . . . .	16
2.2. Kennlinie einer Brennstoffzelle . . . . .	21
2.3. Degradationsmechanismen der MEA . . . . .	24
2.3.1. Trägerkorrosion . . . . .	26
2.3.2. Degradation der katalytisch aktiven Nanopartikel . . . . .	26
2.3.3. Membrandegradation . . . . .	28
2.4. Dispersion und Nachweis der verschiedenen Vergrößerungsmechanismen	30
2.4.1. Bestimmung der relativen Platinmenge in der Elektrode . . . . .	30
2.4.2. Bestimmung der Katalysatoroberfläche . . . . .	34
2.5. Korrosive Betriebsbedingungen . . . . .	35
2.6. Alternative Trägermaterialien . . . . .	37
<b>3. Experimentelles</b>	<b>43</b>
3.1. Röntgendiffraktometrie . . . . .	43
3.2. Dünnschnittpräparation . . . . .	43
3.3. Transmissionselektronenmikroskopie . . . . .	44
3.4. Rasterelektronenmikroskopie . . . . .	45
3.5. Katalysatorsynthese . . . . .	45
3.6. MEA-Präparation . . . . .	48
3.7. Messung der Polarisationskurven . . . . .	49
3.8. Degradationsuntersuchungen . . . . .	50
3.8.1. Im Brennstoffzellenfahrzeug degradierte MEAs . . . . .	51
3.8.2. Degradation durch definierte Belastungsprofile . . . . .	52
3.8.3. Elektrochemische Degradation . . . . .	54

---

<b>II. Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>57</b>
<b>4. Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>59</b>
4.1. Im Brennstoffzellenfahrzeug gealterte MEAs . . . . .	59
4.1.1. Polarisationskurven und elektrochemische Charakterisierung . . .	60
4.1.2. Elektrodendegradation . . . . .	64
4.1.3. Degradation der MEA . . . . .	67
4.2. Definierte von automobilen Belastungsprofilen abgeleitete Zelldegradation in PEMFC . . . . .	73
4.2.1. Zelleistung und aktive Katalysatoroberfläche . . . . .	74
4.2.2. Vergrößerungsmechanismen der Platin-Nanopartikel . . . . .	75
4.2.3. Migration und Abscheidung des Platins . . . . .	81
4.3. Modifizierte Kohlenstoffträger . . . . .	85
4.4. Antimon dotiertes Zinnoxid als Trägermaterial . . . . .	97
4.4.1. Strukturelle Charakterisierung . . . . .	97
4.4.2. Brennstoffzellentests . . . . .	103
<b>5. Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>106</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>125</b>
<b>III. Persönliche Daten</b>	<b>133</b>