

⊕ Elektrochemie · Galvanotechnik · Korrosion

Entwicklung von effizienten Beschichtungstechnologien und leistungsfähigen Elektrodenschichten für neuartige MT-PEM Brennstoffzellen

Zehn deutsche Forschungsinstitute mit komplementären Kompetenzen haben sich in einem AiF/DFG-Cluster zur Erforschung und Entwicklung einer Mitteltemperatur-PEM Brennstoffzelle (MT-PEMFC) zusammengeschlossen. Es sind dies: DECHEMA Karl-Winnacker-Institut (KWI), Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie (fem), Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK), Hydrogen Institute of Applied Technologies (HIAT), Institut für Chemische Verfahrenstechnik (ICVT), Leibniz-Institut für Polymerforschung (IPF), Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI), Universität Duisburg-Essen (UDE) – Lehrstuhl für Energietechnik, Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH (ZBT), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW).

Motivation und Einführung

Ziel des MT-PEMFC-Clusters ist es, neue Brennstoffzellen zu entwickeln, die im Mitteltemperaturbereich (MT) von 100 °C – 150 °C mit Methanol und Wasserstoff betrieben werden können. Die wichtigsten Vorteile von Brennstoffzellen im MT-Betriebsbereich sind ein vereinfachtes Wassermanagement, eine effektive Kühlung gegen die Umgebungstemperatur und tolerante Katalysatoren gegen Schadgase. Die im Rahmen des Clusters aufzubauenden Mitteltemperaturbrennstoffzellen basieren auf innovativen Polymermembranen, die stabil gegen flüssiges Wasser sind und gleichzeitig eine gute Protonenleitfähigkeit auch bei reduzierter Feuchtigkeit aufweisen. Brennstoffzellen, die in diesem Temperaturbereich arbeiten, sind bislang weder Stand der Technik noch Stand der Forschung und Entwicklung. Die Niedertemperaturpolymerbrennstoffzelle NT-PEMFC arbeitet bei 20 °C bis 80 °C und die Hochtemperaturpolymerbrennstoffzelle HT-PEMFC bei 150 °C bis 200 °C. Die bisher verfügbaren Direkt-Methanol-Brennstoffzellen, die Methanol statt Wasserstoff als Brennstoff umsetzen, können bis maximal 110 °C betrieben werden.

Ziel des Clusters und seine Organisation

Das Ziel des Clusters soll in vier Teilprojekten erreicht werden, in denen die notwendigen Arbeiten bezüglich Membranentwicklung, Katalysatorentwicklung, Entwicklung von Beschichtungsverfahren zur MEA-Herstellung und Stackentwicklung für die Entwicklung von MT-Brennstoffzellen erfolgen. Zum Erreichen des Forschungsziels wird das Teilprojekt TP3 gemeinsam von sechs Forschungsstellen durchgeführt (Auflistung der Partner am Ende des Artikels).

Beitrag des fem zu Teilprojekt TP3

Für das Beschichten der Membranen oder der Gasdiffusionschichten kommen im Vorhaben unterschiedliche Methoden zum Einsatz: Drucken (von Pasten durch Siebdruck, Tiefdruck, Tampondruck), Sprühen (von Tinten bzw. Pulvern), Rakeln (von Pasten durch Messerrakeln oder Spiralarakelapplikationen), Sputtern (von Metallen mittels Physical Vapour Deposition) und die elektrochemische Beschichtung von Katalysatormetallen und Metallegierungen.

Der Hauptbeitrag des fem ist die elektrochemische Beschichtung mit Katalysatormaterialien zur Herstellung von homogenen und genau definierten Platin-, Ruthenium- und Platin-Ruthenium-Nanokatalysatoren für Gasdiffusionselektroden (GDL). Dieser Beschichtungsprozess wird durch Skalierung und Reproduzierbarkeit validiert und danach mit den anderen Beschichtungsprozessen, die bei den Partnern HIAT, FILK und KWI eingesetzt wurden, verglichen (ZSW und ZBT).

Die einzelnen Arbeitspakete am fem sind:

- > Elektrochemische Beschichtung mit Katalysatormaterialien (Platin und Ruthenium)
- > Elektrolytoptimierung für die galvanische Platin-, Ruthenium- und Platin-Ruthenium-Nanopartikelbelegung auf der GDL
- > Ermittlung geeigneter Pulse-Plating-Parameter zur Optimierung der Belegungsdichte
- > Simulationsgestützte Optimierung der Elektrolysezelle
- > Darstellung der Reproduzierbarkeit und der technischen Prozessfähigkeit der Beschichtungsprozesse.

Ergebnisse

Durch die Variation der Elektrolytkomponenten und der Badparameter konnten die Abscheidungsbedingungen im Hinblick auf eine große Keimbildung und geringes Keimwachstum der Platinmetalle, sowie die Menge und Verteilung der Katalysatorpartikel auf den Gasdiffusionsschichten (GDL) optimiert werden.

Durch die Verfahrensoptimierung mit Pulse-Plating-Technik konnte eine Optimierung der Partikelgröße bei gleichzeitiger Minimierung der Metallmenge realisiert werden. Es ist gelungen, die singuläre Abscheidung der beiden Platinmetalle auf den Kohlenstoffpapieren zu kontrollieren und die Rahmenbedingungen für die gezielte Beschichtung der Gasdiffusionsschichten mit Katalysatorpartikeln festzulegen. Damit wird eine sehr homogene Verteilung nanoskaliger Katalysatormetalle auf der GDL, sowohl lateral, als auch in die Tiefe möglich. Es wurden Gasdiffusionslagen bis zu einer Größe von 60 x 60 mm reproduzierbar mit Platin und Ruthenium beschichtet und bei den Partnern KWI und ZBT getestet. Die Ergebnisse zeigen eine sehr aktive (Platin-)Katalysatoroberfläche.

Danksagung

Das Forschungsprojekt TP3 „Entwicklung effizienter Beschichtungstechniken und Elektrodenschichten für eine MT-PEMFC“ (AiF 16593 B6) wird im Programm zur „Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages über die AiF finanziert.

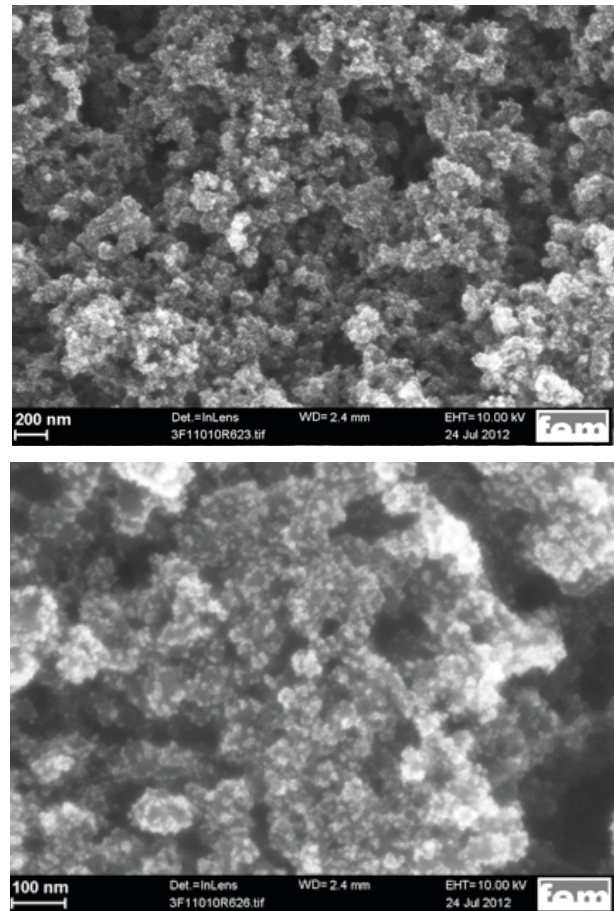


Abb. 1 | Gasdiffusionslage (GDL) am fem elektrochemisch mittels Pulse-Plating-Technik mit extrem kleinen Platinpartikeln (wenige nm) homogen beschichtet (oben: Übersicht, unten: Detailansicht)

Projekt: AiF 16593 BG

Partner

Hydrogen Institute of Applied Technologies (HIAT-H2), Schwerin
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT), Duisburg
Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK), Freiberg
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Ulm
DECHEMA e.V. - Karl-Winnacker-Institut (KWI), Frankfurt am Main

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dr. Manfred Baumgärtner, baumgaertner@fem-online.de
Dr. Renate Freudenberger, r.freudenberger@fem-online.de