

PROJEKT VORHABEN

Langzeitstabile phosphordotierte Legierungs-Katalysatoren und phosphordotierte Kohlenstoff-Substrate für Hochleistungs-PEM-Brennstoffzellen durch Pulse-Plating-Abscheidung

Die Kombination von Phosphor sowohl im Metallkatalysator, als auch im Kohlenstoffsubstrat, ermöglicht die Entwicklung eines völlig neuartigen ressourcenschonenden, materialsparenden, schnellen und kostengünstigen Verfahrens zur kontinuierlichen Herstellung von Gasdiffusionselektroden (GDE) für PEM-Brennstoffzellen auf Basis elektrochemischer Prozesse. Die mit Phosphor dotierten Kohlenstoffträger lassen, zusammen mit den elektrochemisch abgeschiedenen Edelmetall-Phosphor-Katalysatoren, einen geringeren Materialbedarf für Elektroden, geringe Flächenbelegung, exaktere Verteilung, höhere Beständigkeit, höhere Resistenz gegen CO-Vergiftung, Verhinderung der schädlichen H₂O₂-Bildung und eine höhere Leistungsdichte erwarten – verbunden mit geringeren Herstellungskosten. Damit wird bei einer minimalen Katalysatorbelegung eine maximal mögliche Brennstoffzellenleistung erzielt.

Hintergrund: Um die immer höheren Anforderungen an die Trägersysteme zu verbessern, wird versucht, konventionelle Trägersysteme, die aus unterschiedlichsten Kohlenstoffspezies bestehen können, mit Dotierungen zu versehen. Hierzu können Elemente verwendet werden, die im Periodensystem um den Kohlenstoff angeordnet sind (B, N, P, S). Phosphor als Dotierelement wurde wegen der fehlenden Synthesemethoden bisher nur sehr wenig beachtet. Seit einigen Jahren rückt es aber immer mehr in den Focus für Katalysatorträger. Erste Untersuchungen ergaben, dass Phosphor im Vergleich mit bor- und stickstoffdotierten Trägern durch die veränderten chemischen Bindungsverhältnissen zwischen C und P und durch die Erzeugung von neuen C-P-Strukturelementen eine deutlich höhere chemische Beständigkeit aufweist. Die modifizierte Elektronenkonfiguration im dotierten Gitter sorgt für eine verbesserte elektronische Leitfähigkeit, die Einführung eines elektronegativeren Elements (Phosphor) in

das Kohlenstoffgitter führt zur Unterdrückung bis hin zur Vermeidung der H₂O₂-Bildung bei der ORR (Sauerstoff-Reduktions-Reaktion), sowie zu veränderten Reaktionsmechanismen bei der Sauerstoffreduktion, die für die Eigenaktivität vom C:P Verhältnis verantwortlich sind.

Im Vorhaben wird eine Herstellungsmethode für Katalysatorträger aus C:P entwickelt, die im Vergleich zum Stand der Technik eine verbesserte Leitfähigkeit und bessere chemische Beständigkeit, sowie eine höhere ORR-Eigenaktivität aufweisen. Der Phosphorgehalt muss, um die Kohlenstoffstruktur in der gewünschten Weise beeinflussen zu können, einstellbar sein. Dazu werden C:P-Trägermaterialien in einem speziellen Verfahrensschritt auf einer Standard-GDL bzw. -GDS oder auf einem C-Flies bzw. C-Papier fixiert. Dann werden phosphordotierte Hochleistungskatalysatoren aufgebracht, wobei die Phosphordotierung in-situ durch galvanische Abscheidung erzeugt wird. Die so erzeugten GDE bzw. „Halbzellen“ werden zu einer Membran-Elektroden-Einheit (MEA) verarbeitet, deren Leistungsfähigkeit in Brennstoffzellentestständen bestimmt wird.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18 EWN der Forschungsvereinigung Edelmetalle+Metallchemie wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: IGF 18 EWN

Laufzeit: 1.7.2017 – 31.12.2019

Forschungspartner

UDS | Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Physikalische Chemie, PD Dr. Harald Natter
ZBT | Zentrum für Brennstoffzellentechnik GmbH | Dr. Ivan Krastev

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
B. Eng. Maximilian Braun, braun@fem-online.de | Dr. Manfred Baumgärtner, baumgaertner@fem-online.de