

⊕ Elektrochemie · Galvanotechnik · Korrosion

Entwicklung und Erprobung eines Elektrolyseurs auf Basis der Hochtemperatur-PEM-Technologie (HT-PEM-EL)

Einführung

Bei der Elektrolyse werden mittels elektrochemischer Prozesse Wasser und Elektrizität zu Wasserstoff umgesetzt. Auf diese Weise ist es möglich, die durch Primärenergieträger gewonnene elektrische Energie, beispielsweise von erneuerbaren Energiequellen, dezentral für die Speicherung zu verwenden. Mit einem Elektrolyseur kann also der Wasserstoff in eine Art Speichermedium überführt und dann bei Bedarf mit Hilfe einer Brennstoffzelle wieder in elektrischen Strom umgewandelt werden.

In diesem Projekt soll Wasserstoff mittels Hochtemperatur-Wasserdampf-Elektrolyse erzeugt werden. Die Polymer-Elektrolyt-Membranen sollen bei Arbeitstemperaturen zwischen 160 und 180 °C eingesetzt werden, um eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit zu erzielen. Für die Stromverteiler und die Bipolar-Platten ergeben sich daraus im Vergleich zur Brennstoffzellentechnik andere Anforderungen an Werkstoffe und Materialien.

Zielsetzung

- 1 Modifizierte protonenleitende Blend-Membranen auf PBI-Basis, geeignet für den Einsatz in HT-PEM-Elektrolyseuren,
- 2 Verfahren zur reproduzierbaren Beschichtung der ausgewählten porösen Stromverteiler mit geeigneten Katalysatoren,
- 3 Materialauswahl, Konstruktion, Fertigung und Oberflächenveredlung der für den Aufbau des Elektrolyseurs notwendigen Bipolar-Platten,
- 4 Entwicklung eines flüssigkeitsgekühlten Hochtemperatur PEM-Elektrolyseurs auf Basis der modifizierten Membranen und der ausgewählten Materialien als Funktionsmuster.

Ergebnisse

Der Stromverteiler sollte auch bei hohen Einsatztemperaturen verwendbar sein, dabei korrosionsbeständig, elektrisch leitend und sich durch eine große spezifische Oberfläche auszeichnen. Geringe Kosten sind dabei ebenso wünschenswert. Eine besondere Rolle kommt der Beständigkeit gegenüber Phosphorsäure zu. Um

die Blend-Membrane protonenleitfähig zu machen, werden diese mit Phosphorsäure dotiert. Ein Austreten dieser Säure beim Einsatz der Membran im Elektrolyseur ist dabei nicht auszuschließen. Dies könnte zu einem irreversiblen Verlust der katalytisch aktiven Zentren auf der Oberfläche führen.

Verschiedene Typen möglicher Stromverteiler aus Titan wurden auf ihre Säurebeständigkeit und elektrische Leitfähigkeit hin untersucht. Es wurde ein Titanfaservlies der Firma MeliCon (Grade 1) ausgewählt, andere Substrate wie ein Drahtgewebe aus Titan wurden aufgrund der schlechteren Leitfähigkeit und geringeren Beständigkeit gegenüber Phosphorsäure ausgeschlossen.

Die Beschichtung der Stromverteiler mit Katalysatormaterial wurde mittels Sol-Gel Verfahren durchgeführt. Für die Realisierung wurde ein Eisessig/Isopropanol basiertes System ausgewählt, in dem verschiedene Mischungsverhältnisse von Iridium und Ruthenium realisiert werden können. Das Faservlies wurde mit Hilfe einer Apparatur in die Sol-Gel Lösung getaucht und mit einer bestimmten Geschwindigkeit herausgezogen. Nach einer Trocknung bei 200°C erfolgte ein erneuter Beschichtungsschritt bis schließlich nach einer Vielzahl von Tauch- und Trocknungsschritten abschließend eine Sinterung bei 400°C erfolgte.

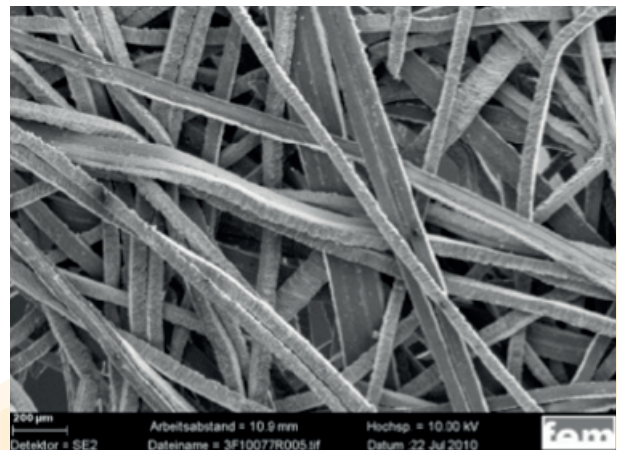


Abb. 1 | REM Aufnahme eines Titanfaservlieses MV.60

Das Sol-Gel Verfahren konnte hier erfolgreich verwendet und beides sowohl Ru- als auch IrOx-Nanopartikel konnten auf dem gewählten Stromverteiler abgeschieden werden. Die Katalysatorbeladung auf der Oberfläche sowie die Morphologie und die Form der abgeschiedenen Partikel konnte über mehrmaliges Wiederholen der einzelnen Beschichtungsschritte und ihrer Parameter eingestellt werden (Abb. 2). Die durch den Beschichtungsprozess veränderte Topographie einer einzelnen Faser ist ebenso erkennbar wie kristallförmige, einige Nanometer große weiße RuOx-Partikel.

Neben der Sol-Gel Methode werden alternative Beschichtungstechniken getestet um die notwendigen Katalysatorpartikel auf den anodischen Stromverteilern abzuscheiden. Dies soll mittels thermischer Zersetzung und dem Pulse-Plating Verfahren erfolgen.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 16590N der Forschungsvereinigung „Verein für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie e. V.“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

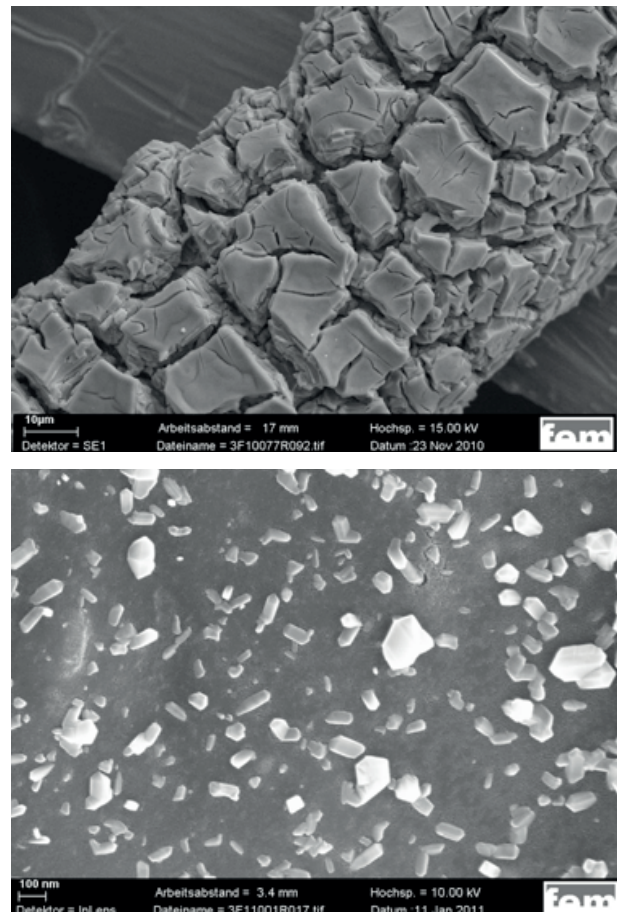


Abb. 2 | REM Aufnahme der Faseroberfläche nach einer Sol-Gel-Behandlung mit einer TiO/Ru-Lösung und einer Wärmebehandlung bei 400 °C für 1 h bei einer 1.000-fachen (oben) und 50.000-fachen Vergrößerung (unten)

Projekt: AiF 16590N

Partner

ZBT – Zentrum für Brennstoffzellentechnik, Duisburg
Institut für chemische Verfahrenstechnik (ICVT), Stuttgart

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
B. Eng. Claudia Schöberl, schoeberl@fem-online.de