

PROJEKT VORHABEN

Hochaktive und langlebige Elektroden und MEAs für die alkalische Membran-Elektrolyse auf Basis von Katalysatoren aus Nichtedelmetallen (Ni, Fe, Co, Mo) und Nichtmetallen (P, S), durch galvanische Verfahren abgeschieden auf porösen Metall- und Kohlenstoffschichten (N-AEMEL)

Hintergrund

Die Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Quellen zeichnet sich immer deutlicher als Schlüsseltechnologie für den Aufbau eines nachhaltigen und flexiblen Energiesystems ab. Das Ziel zukünftig zu entwickelnder Elektrolysetechnologien besteht darin, die Kosten des Wasserstoffs zu senken durch: (i) Anwendung von reichlich vorhandenen hochaktiven Katalysatoren und Elektrolyten; (ii) Erhöhung der Wasserstoffproduktionsrate und -effizienz. Die Alkalische Membran-Wasserelektrolyse (AEMEL) bietet die Möglichkeit, die Vorteile einer Protonen-Austausch-Membran-Elektrolyse (PEMEL) (hohe Stromdichte, hoher Wirkungsgrad) und die einer traditionellen alkalischen Elektrolyse (edelmetallfreie Katalysatoren, geringe Investitionskosten) zu kombinieren, wodurch sehr hohe Stromdichten bei geringen Gesamtkosten erzielt werden können.

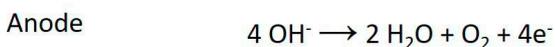
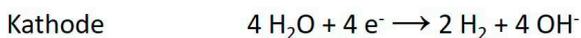
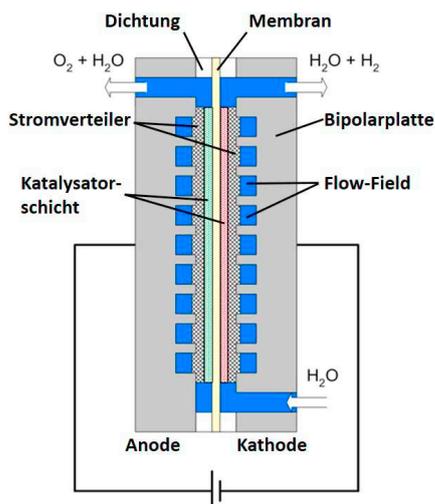


Abb. 1: Reaktionsmechanismus der Wasserelektrolyse unter alkalischen Bedingungen (unten), schematische Darstellung des Aufbaus eines AEM-Elektrolyseurs (oben)

Ziel

Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Herstellung von hochaktiven, langlebigen und kostengünstigen industrie-relevanten Elektroden für die AEMEL mit Hilfe der elektrochemischen Abscheidung und Verarbeitung dieser Elektroden zu einer Membran-Elektroden-Einheit (MEA). Aktuell findet hauptsächlich die PEMEL-Anwendung im großtechnischen, industriellen Maßstab. Bedingt durch die stark sauren Bedingungen ist bei der PEM-Elektrolyse die Verwendung von Edelmetallkatalysatoren notwendig. Die alkalischen Bedingungen der AEM-Elektrolyse erlauben die Verwendung einer Vielzahl an nicht Edelmetallen als Katalysatoren. Die AEMEL hat im Vergleich zur PEM-Elektrolyse den Vorteil, dass ohne Verwendung von Edelmetallkatalysatoren potentiell identische Stromdichten wie bei der PEM-Elektrolyse erreicht werden können. Dies führt zu geringeren Investitionskosten. Im Gegensatz zur PEM-Elektrolyse ist die AEM-Elektrolyse noch nicht sehr umfangreich erforscht. Zum Erreichen der Industriereife ist Forschung in den Bereichen der Katalysator- und Substratentwicklung, der Entwicklung von Anionenaustausch-Membranen wie auch der Massenfertigung der Elektroden notwendig.

Ansatz

Ein vielversprechender Ansatz zur Herstellung neuer hochaktiver Katalysatormaterialien sowohl für die Anoden- als auch für die Kathodenseite ist die galvanische Abscheidung von Nichtedelmetallen wie Nickel, Eisen, Kobalt oder Molybdän in Verbindung mit Nichtmetallen wie Phosphor oder Schwefel.

Durch galvanische Abscheidung besteht die Möglichkeit, komplexe Strukturen bestehend aus definierten Metall oder Legierungsschichten in Kombination mit Nichtmetallen mit unterschiedlicher Zusammensetzung reproduzierbar in einem Schritt zu erzeugen. Im Projekt ist das fem für die Optimierung der Parameter zur galvanischen Abscheidung wie Elektrolyt-zusammensetzung, Temperatur, Stromdichte sowie die Puls- und Abscheidungs-dauer zuständig. Darüber hinaus ist das fem für die elektrochemische Analyse wie auch der Charakterisierung der Morphologie und Zusammensetzung der galvanisch

abgeschiedenen Elektrodenmaterialien zuständig. Die Ergebnisse der Charakterisierung sollen zu einem besseren Verständnis und der Aufklärung von Zusammenhängen zwischen der Morphologie der Katalysatorschicht, der Zusammensetzung und der Leistung und Haltbarkeit der Elektroden beitragen.

Der Projektpartner, das Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT), ist für die Herstellung von Membran-Elektrodenanordnungen (eng.: membrane electrode assembly, MEA) und deren Charakterisierung zuständig.

Die im Rahmen des Projektes entwickelten edelmetallfreien Elektrodenmaterialien und MEAs sollen eine gleiche oder höhere Aktivität und Haltbarkeit aufweisen als aktuell kommerziell erhältlichen Elektroden mit Edelmetall-Elektrokatalysatoren für die Wasserelektrolyse. Die im Projekt entwickelten Parameter zur Herstellung von Elektroden über galvanische Abscheidung können durch die Verwendung von kommerziellen Elektrolyten sowie einfach zu bedienender

Geräte bei der galvanischen Abscheidung kosteneffizient in größerem Maßstab von Industrieunternehmen übernommen werden. Die galvanische Abscheidung ermöglicht eine skalierbare Herstellung komplexer edelmetallfreier Elektrodenmaterialien für die Wasserelektrolyse.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 22519N der Forschungsvereinigung Edelmetalle + Metallchemie wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IGF 22519 N

1.8.2022 – 31.1.2025

INDUSTRIEPARTNER (PROJEKTBEGLEITENDER AUSSCHUSS)

Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG | Moosbach & Kanne GmbH | Ing. Büro Bingel | Holzapfel Metallveredelung GmbH
Dorstener Drahtwerke H. W. Brunde & Co GmbH | S++ Simulation Services | hampa Kunststoffverbundtechnik | Gaskatel GmbH
Laufenberg GmbH | Mac Panther GmbH | Alantum Europe GmbH | AirLiquide Advanced Technologies GmbH

FORSCHUNGSPARTNER

ZBT | Zentrum für Brennstoffzellentechnik, Duisburg
Dr. Ivan Radev, i.radev@zbt.de | M. Sc. Miriam Hesse | Dr. Volker Peinecke

ANSPRECHPARTNER

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd
Dr. Şeniz Sörgel, soergel@fem-online.de, +49 7171 1006-600 | Dr. Mila Manolova | M.Sc. Joachim Hildebrand