

PROJEKTVORHABEN

Galvanische Metall-Abscheidung zur Herstellung effizienter 3D-Elektroden für die elektrochemische CO₂-Reduktion

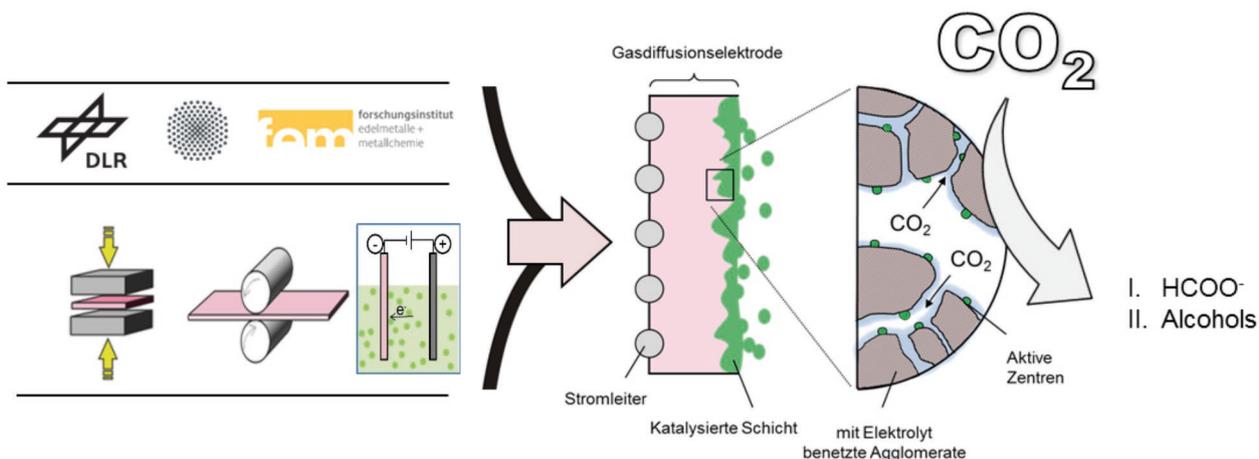
Im Rahmen des Vorhabens soll CO₂ mittels Niedertemperatur CO₂ H₂O-Co-Elektrolyse zu höherpreisigen Wertprodukten wie Ameisensäure und höheren Alkoholen umgesetzt werden. Bisherige Arbeiten in der Literatur zeigen, dass als Elektrokatalysatoren hierbei Zinn/Zinnoxid und Kupfer/Kupferoxid deutliche Sonderstellungen zukommen. Kupfer ist in der Lage, als Katalysatormaterial CO₂ je nach Reaktionsbedingungen und Morphologie zu Methan, Methanol und höheren Kohlenwasserstoffen umzusetzen. Zinn hingegen kann mit hohen Effizienzen CO₂ in Formiat umwandeln. Neben einer Erhöhung der Selektivität sowie Aktivität der Elektroden liegt eine weitere Herausforderung in der elektrochemischen CO₂-Reduktion darin, die Stromdichte im Prozess deutlich zu erhöhen. Hier besteht eine Möglichkeit in der Verwendung von Gasdiffusionselektroden (GDE). Die porösen Elektrodenstrukturen ermöglichen in ihrem Inneren aufgrund ihrer Struktur, Textur und Benetzungseigenschaften die Ausbildung einer ausgedehnten Grenzfläche zwischen Gas, Elektrolyt und Katalysator.

Ziel des Projektes ist, Katalysatorpartikel gezielt innerhalb dieser Struktur elektrochemisch abzuscheiden und durch eine Optimierung der Elektrolyt- und Prozessparameter in ihren strukturellen Eigenschaften für eine Maximierung der Selektivität sowie Aktivität zu beeinflussen. Hierbei muss das Trägersystem so angepasst werden (durch Herstellverfahren, Herstellparameter, Supportmaterialien und Bindertypen), dass die Beschichtungslösung über den gesamten Querschnitt gleichmäßig in das Porensystem eindringen kann. Mittels der Methode des ka-

pillaren Eindringens soll die Hydrophobie der Trägerstruktur und der katalysatorhaltigen GDE im Inneren des Porensystems bestimmt werden. Im Idealfall werden vom Elektrolyten während der Abscheidung die gleichen Bereiche benetzt wie anschließend während der CO₂-Elektrolyse. Hierdurch wird eine Maximierung des Katalysatorausnutzungsgrades erreicht. Im Anschluss an das Vorhaben soll die Bearbeitung der weiteren Entwicklungsaufgaben für eine industrielle Umsetzbarkeit in Rahmen weiterer Forschungsvorhaben in Kooperation mit der Industrie durchgeführt werden.

Die Arbeitsgruppe Elektrochemische Reaktionstechnik am Institut für Technische Chemie der Universität Stuttgart (ITC) benutzt Trocken-Pressverfahren zur Herstellung der GDE. Im diesem Projekt werden deren Zusammensetzung, Struktur, Textur und Hydrophobie weiter optimiert und neue Kohlenstoffmaterialien entwickelt. Letztendlich werden die neuen Elektroden elektrochemisch in der H₂O CO₂-Co-Elektrolyse (Herstellung Ameisensäure) charakterisiert.

Am fem werden die von ITC hergestellten GDE durch physikalische Methoden charakterisiert. Es wird eine Optimierung der elektrochemischen Abscheidung von Sn und Cu in den 3D-Trägerstrukturen durchgeführt. Die Prozess- und Elektrolytparameter sollen hinsichtlich der Abscheidung von nichtagglomerierten Katalysatorpartikeln, Morphologie und Orientierung der Niederschläge, hohe Verfahrenseffizienz u.a. optimiert werden. Durch eine Anpassung der Hydrophobie und der Porenverteilung der



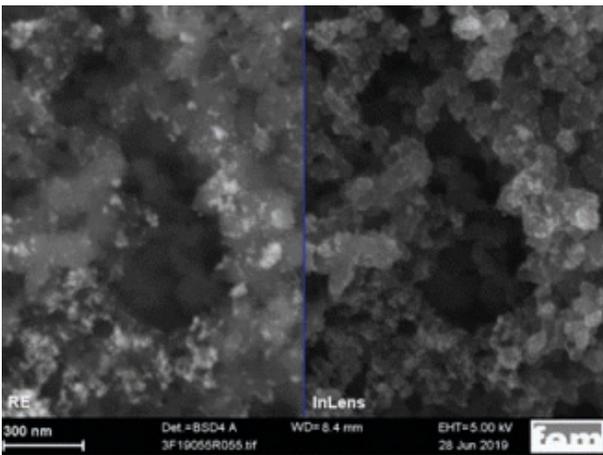
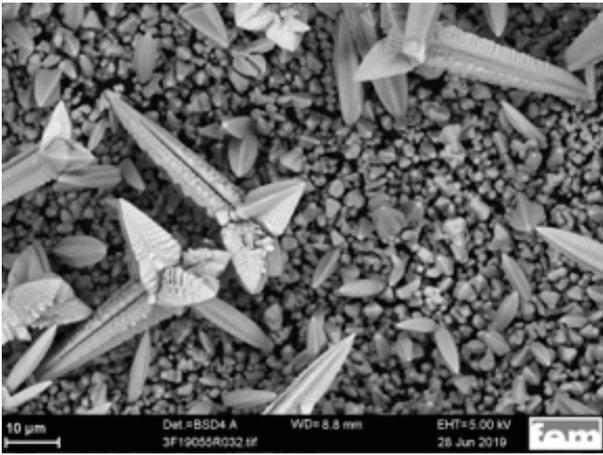


Abb. 1, 2 | REM Aufnahmen von Sn-Abscheidung auf kommerziellen GDE-Substrat, Elektrolyt Solderon, Raumtemperatur; oben: Potentiostatische Abscheidung, $E = -1$ V; 5 min; unten: Pulsstromabscheidung, $i = 0,125$ A.dm², $t_{on/off} = 1:1$; 14 min

Substrate an die galvanische Abscheidung lässt sich die Effizienz der galvanisch abgeschiedenen Metallkatalysatoren aufgrund der Ausdehnung der Dreiphasengrenzfläche noch deutlich verbessern.

In der Abteilung Elektrochemische Energietechnik des Instituts für Technische Thermodynamik am Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) werden Methoden für die Synthese, aber auch zur Charakterisierung der Katalysatoren erprobt und entwickelt. Die hergestellten Elektroden werden mit Hilfe der elektrochemischen Impedanzspektroskopie charakterisiert. Es wird ein kontinuierliches Herstellungsverfahren (Walzen und Trockensprühen) entwickelt.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 47 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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

AiF-Forschungsallianz
Energiewende



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: IGF 47 EWN

Laufzeit: 1.4.2019 – 1.10.2021

Forschungspartner

ITC | Institut für Technische Chemie an der Universität Stuttgart

DLR | Institut für Technische Thermodynamik (Elektrochemische Energietechnik), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd

Dr. Mila Manolova, manolova@fem-online.de, T +49 (0)7171 1006-315