

## AMAGADE

Advanced manufacturing processes for gas diffusion electrodes

|                                 |   |                        |            |
|---------------------------------|---|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 8. Ausschreibung | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.02.2023  | <b>Projektende</b>     | 31.05.2026 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2023 - 2026   | <b>Projektlaufzeit</b> | 40 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | Gas diffusion electrode, CO2 reduction, Advanced Materials, Metal Nanoparticles   |                        |            |

### Projektbeschreibung

Die elektrochemische CO2 Reduktion ist ein vielversprechender Ansatz um schädliche CO2 Emissionen in hochwertige chemische Produkte umzuwandeln. Da die elektrische Energie für diese Reaktion aus erneuerbaren Quellen (Photovoltaik, Wind) gewonnen werden kann, wird eine ausgezeichnete Umweltbilanz erreicht.

Der zentrale Bestandteil für einen elektrochemischen Aufbau für die CO2 Reduktion, ist die Gasdiffusionselektrode (GDE). Die GDE besteht aus einem porösen Kohlenstoffträgermaterial und wird mit dem Elektrokatalysator (Metallnanopartikel) beladen. Die elektrochemische Reaktion von CO2 zu den jeweiligen Endprodukten, findet auf der Oberfläche des Elektrokatalysators statt. Der Aufbau und die Struktur der GDE und des Elektrokatalysators ist entscheidend für die Effizienz der CO2 Reduktion.

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung neuer Methoden für die Abscheidung von Metallnanopartikeln und darauf aufbauend die Herstellung von neuartigen GDE Materialien mit hoher Stabilität und Produktselektivität.

Die geplanten GDE Materialien sollen zwei Arten von Metallen kombinieren um eine sequenzielle katalytische Umwandlung von CO2 zu den Zielprodukten zu ermöglichen. Das erste Metall konvertiert CO2 in CO welches im mit dem zweiten Metall zum Zielprodukt umgesetzt wird.

Mit Hilfe einer "nanoparticle sputter gas phase condensation (GPC) source", können Metallnanopartikel mit unterschiedlicher Zusammensetzung, Größe und Form erzeugt werden. Aufgrund der Neuartigkeit und Komplexität dieser Methode, sollen innovative Methoden zur kontrollierten, sequenziellen Abscheidung von 2 Arten von Metallnanopartikeln entwickelt werden. Das ist ein komplett neuartiger Ansatz für diese Technik und wäre ein entscheidender Schritt für die Weiterentwicklung und mögliche kommerzielle Anwendung des GPC Verfahrens.

Die abgeschiedenen Metallnanopartikel werden zur Herstellung von bimetallischen GDEs verwendet und für die elektrochemische CO2 Reduktion getestet. Es ist zu erwarten, dass die neuartigen, bimetallischen GDEs deutlich höhere Produktausbeuten und Effizienzen ermöglicht, verglichen mit Mono-Metall GDEs, welche hauptsächlich verwendet werden.

Zusammenfassend, ermöglicht das geplante Projekt die Weiterentwicklung der GPC-Technologie zur Herstellung von Metallnanopartikeln mit präziser Kontrolle von Größe, Form und Zusammensetzung, was mit konventionellen Methoden nicht möglich ist. Gleichzeitig werden neuartige GDE Materialien für die elektrochemische CO<sub>2</sub> Reduktion entwickelt. Dies ist essenziell um eine industrielle Umsetzung dieser vielversprechenden Reaktion zu ermöglichen.

## **Abstract**

The electrochemical CO<sub>2</sub> reduction is a promising approach to convert harmful CO<sub>2</sub> emissions into valuable chemical products. This process has an excellent environmental balance, as the necessary electricity, can be easily sourced from renewable sources (photovoltaics, wind).

The central element for the CO<sub>2</sub> reduction setup is the gas diffusion electrode (GDE). The GDE consists of a porous carbon support material, loaded with the electrocatalysts (=metal nanoparticles). The electrochemical conversion of CO<sub>2</sub> into the target products, is taking place on the surface of these metal nanoparticles. The composition and structure of the GDE and the metal nanoparticles are decisive criteria for the efficiency of the CO<sub>2</sub> reduction.

The goal of this project is the development of novel methods for the deposition of metal nanoparticles on carbon substrates and based on that, innovative GDE materials shall be manufactured.

The envisioned GDE materials shall combine two different metal nanoparticle types to enable a sequential catalytic conversion of CO<sub>2</sub> into the target products. The first metal converts CO<sub>2</sub> into the CO intermediate which reacts over the second metal to the desired target products.

By applying a nanoparticle sputter gas phase condensation (GPC) source, metal nanoparticles with different composition, size and shape can be created. Due to the novelty and complexity of the GPC technique, novel methods for the controlled sequential deposition of metal nanoparticles shall be developed. This is a completely novel application field for the GPC technology and would be a significant step forward for the development and commercial application of GPC.

The deposited nanoparticles will be utilized for the manufacturing of bimetallic GDEs and tested for the electrochemical CO<sub>2</sub> reduction. It is expected that this novel, bimetallic GDE materials enable higher product yields and efficiencies, compared to mono-metallic GDEs, which are the current State of the Art.

Concludingly, the planned project enables the further development of the GPC technology for producing metal nanoparticles with precisely controlled size, shape and chemical composition. At the same time novel GDE materials for the electrochemical CO<sub>2</sub> reduction will be developed. This is crucial to facilitate the industrial application of this highly promising reaction.

## **Projektkoordinator**

- CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH

## **Projektpartner**

- Montanuniversität Leoben