eCO2chem

Electrocatalytic CO2 Reduction for Value-Added Multicarbon-based Chemicals Production

Programm / Ausschreibung	DST 24/26, Internationale DST 2025, Bilateral Call with the Chinese Academy of Sciences, 2025	**Status**	laufend
Projektstart	01.04.2026	**Projektende**	30.09.2028
Zeitraum	2026 - 2028	**Projektlaufzeit**	30 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 329.189		
Keywords	CO2 reduction; electrocatalyst; spray coating; surface; ethylene		

Projektbeschreibung

In letzter Zeit hat CO_2 als aufkommender Rohstoff, der zu wertschöpfenden Industriechemikalien recycelt werden kann, erheblich an Aufmerksamkeit gewonnen. Das Recycling von CO_2 zu wertvollen Chemikalien kann durch thermokatalytische, photokatalytische, elektrokatalytische und photoelektrochemische Verfahren erreicht werden. Unter diesen gilt die elektrokatalytische Reduktion von CO_2 (CO_2RR) als eine sehr vielversprechende Methode, bei der Strom aus erneuerbaren Energiequellen genutzt wird, um CO_2 in eine Vielzahl kohlenstoffbasierter Chemikalien umzuwandeln – von einfachen C_1-Produkten (z. B. CO, HCOOH) bis hin zu hochwertigen Mehrkohlenstoff-(C_2^+)-Produkten wie C_2H_4 und C_2H_5OH.

Die praktische Umsetzung der CO2RR ist jedoch nach wie vor begrenzt, da es wesentliche Herausforderungen mit dem Kathodenkatalysator gibt, darunter eine geringe katalytische Aktivität, unzureichende Stabilität und eine geringe Selektivität gegenüber C_2^+-Produkten. Zudem erhöht der Einsatz von Metallen der Platingruppe (PGMs) als Anoden zur Förderung der Sauerstoffentwicklungsreaktion (OER) die Gesamtkosten der CO2RR erheblich.

eCO_2chem erkennt das enorme Potenzial des CO_2-Recyclings durch die CO2RR-Technologie. Das übergeordnete Ziel ist es, die Faraday-Effizienz der CO2RR bei der Produktion von Mehrkohlenstoff-Ethylen (C_2H_4) in Kombination mit hohen Stromdichten und guter Stabilität zu verbessern, indem hochreine Kupfer- (Cu) und Cu-basierte Nanokristall-(NC)-Katalysatoren entwickelt werden. Diese Katalysatoren sollen Faraday-Wirkungsgrade von über 70 % erreichen, bei einer Stromdichte von bis zu 200 mA/cm² und einer Betriebsstabilität von bis zu 150 Stunden. Darüber hinaus strebt eCO2chem zur Steigerung der Gesamtkonversionseffizienz und zur Kostensenkung die Entwicklung von OER-Katalysatoren auf Basis von NiFe-Legierungen ohne Platingruppenmetalle an.

Um diese Ziele zu erreichen, schlagen das Institut für Verfahrenstechnik, das Austrian Institute of Technology und RHP Technology neuartige, über den Stand der Technik hinausgehende Strategien vor, um die Leistung von Cu-basierten Katalysatoren zu steigern und kostengünstige OER-Katalysatoren auf Basis von NiFe-Legierungen zu entwickeln. eCO2chem wird dabei auf materialübergreifende Syntheseansätze setzen, darunter: (i) kolloidale Verfahren zur Herstellung

gleichförmiger Cu-NCs mit enger Partikelgrößenverteilung; (ii) flüssige Laserablation zur Synthese hochreiner Cu-Legierungs-NCs; (iii) fortschrittliche Oberflächenbeschichtungstechniken zum Schutz der Cu-Katalysatoren vor Oxidation und Korrosion; sowie (iv) Hochdurchsatz-Sputtern zur Herstellung von Ni-Legierungs-OER-Katalysatoren.

Es wird erwartet, dass eCO2chem technologische Durchbrüche mit nachhaltigen wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilen liefert, indem hochreine, stabile NC-Katalysatoren produziert, kostengünstige, PGM-freie OER-Katalysatoren entwickelt und ein energieeffizienter, langlebiger CO2RR-Prozess ermöglicht werden.

Abstract

Recently, CO_2 has attracted significant attention as an emerging feedstock that can be recycled into value-added industrial chemicals.. Recycling CO_2 into valuable chemicals can be achieved through thermocatalytic, photocatalytic, electrocatalytic, and photoelectrochemical methods. Among these, the electrocatalytic reduction of CO_2 (CO2RR) is regarded a very promising approach, where electricity from renewable sources is used to convert CO2 into a wide range of carbon-based chemicals, from simple C_1 products (e.g., CO, HCOOH) to high-value multicarbon (C_{2^+}) products such as C_2H_4 and C_2H_5OH.

However, the practical implementation of CO_2RR remains limited due to key challenges with the cathode catalyst, including low catalytic activity, insufficient stability and poor selectivity towards C_{2^+} products. Moreover, the use of platinum-group metals (PGMs) as anodes to promote the oxygen evolution reaction (OER) significantly increases the overall cost of CO2RR.

eCO_2chem recognizes the vast potential of CO_2 recycling through CO2RR technology. Its ultimate goal is to improve CO2RR Faradaic efficiency toward multicarbon ethylene (C2H4) production in combination with high current densities and good stability by developing high-purity copper (Cu) and Cu-based nanocrystal (NC) catalysts. These catalysts are expected to achieve Faradaic efficiencies exceeding 70%, with current density reaching 200 mA/cm2, and operational stability of up to 150 hours. Additionally, to increase overall conversion efficiency and reduce costs, eCO2chem aims to develop non-PGM OER catalysts based on NiFe alloys.

To realize these objectives, the Institute of Process Engineering, the Austrian Institute of Technology, and RHP Technology propose novel, beyond state-of-the-art strategies to boost the performance of Cu-based catalysts and to develop cost-effective OER catalysts based on NiFe alloys. eCO2chem will employ cross-cutting materials synthesis approaches, including: (i) colloidal routes to produce uniform Cu NCs with narrow particle size distributions; (ii) liquid laser ablation for the synthesis of high-purity Cu-alloy NCs; (iii) advanced surface coating techniques to protect Cu catalysts from oxidation and corrosion; and (iv) high-throughput sputtering for fabricating Ni-alloy OER catalysts.

eCO2chem is expected to deliver technological breakthroughs with sustainable economic and environmental benefits by producing high-purity, stable NC catalysts, developing cost-effective PGM-free OER catalysts, and enabling an energy-efficient, durable CO2RR process.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- RHP-Technology GmbH