

Masterarbeit

Hochskalierte Herstellung von Elektrokatalysatoren zur CO₂-Reduktion

Forschungsbereich

- ☒ Katalysatorentwicklung
- ☒ Prozess-/Verfahrenstechnik
- ☐ Katalysatordeaktivierung

Ausrichtung

- ☒ Experimentell
- ☐ Modellierung/Simulation
- ☒ Literatur und Recherche
- ☒ Laborsynthese
- ☒ Anlagenbetrieb
- ☒ Materialcharakterisierung
- ☐ Entwicklung von Messtechnik

Studiengang

- ☒ Chemieingenieurwesen
- ☒ Chemie
- ☒ Materialwissenschaften
- ☐ Physik
- ☐ Wirtschaftsingenieurwesen

Einstieg

ab 15.03.2025

Ansprechpartner

IKFT
Dr. Lucas Warmuth
Raum 111, Gebäude 721, CN
Tel: +49 721 608-22019
E-Mail: lucas.warmuth3@kit.edu

https://www.ikft.kit.edu/775_869.php

Motivation

Der zunehmende Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre trägt zur globalen Erwärmung bei. Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, ist die Umwandlung von CO₂ durch katalytische Reduktion, was laut IPCC eine unabdingbare Negativemissionstechnologie darstellt.¹ Die Produkte der CO₂-Reduktionsreaktion sind wertvolle Kraftstoffe und Basischemikalien, die als Energiespeicher für überschüssige Primärenergien („Power-to-X“) aus erneuerbaren Energiequellen dienen.² Die hierfür nötigen maßgeschneiderten Katalysatormaterialien konnten wir zusammen mit dem Institut für Thermische Verfahrenstechnik (TVT) am Beispiel von Methanolkatalysatoren erfolgreich in den kg-Maßstab skalieren.³ Darauf aufbauend sind wir im Feld der elektrochemischen CO₂-Fixierung tätig. In deiner Masterarbeit entwickelst du Cu-basierte Systeme und stellst Elektroden gezielt her. In einer Kooperation werden diese dann auf ihre Aktivität getestet. Du kannst daher direkt zur Entwicklung neuer Katalysatormaterialien beitragen. Daneben kannst du dir bei uns viele Kenntnisse erwerben:

- Du lernst, welche Faktoren für Hochskalierung wichtig sind
- Du lernst elektrochemische Prozesse an Gasdiffusionselektroden kennen
- Du lernst, eine größere Syntheseanlage zu bedienen
- Du lernst, interdisziplinär zu arbeiten (ChemikerInnen lernen Verfahrenstechnik, CIW'ler lernen Laborsynthese)

Literatur

- [1] H. Lee et al., *Intergovernmental Panel on Climate Change Reports*, **2023**.
- [2] a) K. Wei, H. Guan, Q. Luo, J. He, S. Sun, *Nanoscale* **2022**, *14*, 11869–11891; b) E. D. Sherwin, *Environmental science & technology* **2021**, *55*, 7583–7594; c) K. F. Kalz, R. Kraehnert, M. Dvoyashkin, R. Dittmeyer, R. Gläser, U. Krewer, K. Reuter, J.-D. Grunwaldt, *ChemCatChem* **2017**, *9*, 17–29.
- [3] a) D. Guse, L. Warmuth, M. Herfet, K. Adolf, T. A. Zevaco, S. Pitter, M. Kind, *Catalysts* **2024**, *14*; b) L. Warmuth, T. A. Zevaco, S. Pitter, *Inorg. Chem. Commun.* **2025**, 172.

Die Arbeit unterteilt sich in folgende Schritte:

- Literaturrecherche zu möglichen Systemen
- Einarbeitung in die Syntheseanlage und die Laborsynthese
- Planung und Durchführung von größerskaligen Synthesen (Maßstab 10 g)
- Nachbehandlung und Analyse der Syntheseprodukte
- Evaluierung der Beschichtung von Gasdiffusionselektroden

Hinweise

Wir bieten hervorragende Betreuung und die Möglichkeit in einem interdisziplinären Team auf einem zukunftsweisenden Themengebiet mitzuarbeiten. Vorausgesetzt werden selbständiges Arbeiten und die Motivation, sich in neue Themengebiete einzuarbeiten. Nähere Auskünfte erhältst ihr jederzeit bei Lucas Warmuth.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer

Scientific Assistant

Upscaled Electrocatalyst Production for CO₂ Reduction

Research field

- ☒ Catalyst Development
- ☒ Process Engineering
- ☐ Catalyst Deactivation

Ausrichtung

- ☒ Experimental
- ☐ Modeling/Simulation
- ☒ Literature
- ☒ Lab Synthesis
- ☒ Plant Operation
- ☒ Material Characterization
- ☐ Development of Measurement Techniques

Studies

- ☒ Chemical Engineering
- ☒ Chemistry
- ☒ Material Science
- ☐ Physics
- ☐ Economical Engineering

Start

Immediately

Contact

IKFT
Dr. Lucas Warmuth
Room 111, Building 721, CN
Tel: +49 721 608-22019
Mail: lucas.warmuth3@kit.edu
https://www.ikft.kit.edu/775_869.php

Motivation

The ever-growing CO₂ emission is a worldwide challenge. One possible counteraction is the chemical conversion of CO₂ by means of catalytic reduction, which is a crucial negative emission pathway according to IPCC.¹ The products of CO₂ reduction are valuable propellants of base chemicals, which can serve as energy vectors (Power-to-X) for energy from renewable sources.² Together with the Institute for Thermal Process Engineering (TVT), we were able to successfully scale up the tailor-made catalyst materials required for this to the kg scale using methanol catalysts as an example.³ Building on this, we are active in the field of electrochemical CO₂ fixation. In your master's thesis, you will develop Cu-based systems and specifically manufacture electrodes. In a cooperation, these are then tested for their activity. You can therefore contribute directly to the development of new catalyst materials. You can also gain a lot of knowledge from us:

- You will learn which factors are important for upscaling
- You will learn about electrochemical processes on gas diffusion electrodes
- You will learn how to operate a larger synthesis plant
- You will learn how to work interdisciplinary (chemists learn process engineering, CIW students learn laboratory synthesis)

Literatur

- [1] H. Lee et al., *Intergovernmental Panel on Climate Change Reports*, **2023**.
- [2] a) K. Wei, H. Guan, Q. Luo, J. He, S. Sun, *Nanoscale* **2022**, *14*, 11869–11891; b) E. D. Sherwin, *Environmental science & technology* **2021**, *55*, 7583–7594; c) K. F. Kalz, R. Kraehnert, M. Dvoyashkin, R. Dittmeyer, R. Gläser, U. Krewer, K. Reuter, J.-D. Grunwaldt, *ChemCatChem* **2017**, *9*, 17–29.
- [3] a) D. Guse, L. Warmuth, M. Herfet, K. Adolf, T. A. Zevaco, S. Pitter, M. Kind, *Catalysts* **2024**, *14*; b) L. Warmuth, T. A. Zevaco, S. Pitter, *Inorg. Chem. Commun.* **2025**, 172.

The work is divided into the following steps:

- Literature research on possible systems
- Familiarization with the synthesis plant and laboratory synthesis
- Planning and implementation of larger-scale syntheses (scale 10 g)
- Post-treatment and analysis of the synthesis products
- Evaluation of the coating of gas diffusion electrodes

Notes

We offer excellent support and the opportunity to work in an interdisciplinary team on a future-oriented subject area. Independent work and the motivation to familiarize yourself with new subject areas are required. You can get more information from Lucas Warmuth at any time.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer