

Masterarbeit

Dein Beitrag zu stabilen Katalysatorsystemen zur Nutzung von CO₂ und erneuerbarem H₂!

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

14.04.2025

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

Die Deaktivierung von Kupfer/Zink-basierten Katalysatormaterialien in der Methanolsynthese ist eine Herausforderung, insbesondere im Hinblick auf die zukünftige Nutzung mit CO₂ und erneuerbar erzeugtem H₂.^{1–3} Die initiale Aktivierung solcher Katalysatoren erfolgt durch eine Reduktion mit H₂ im Reaktor, wobei der Einfluss vieler Parameter auf die spätere Aktivität noch unbekannt ist. Deine Aufgabe besteht darin, den Einfluss der Reduktionsbedingungen auf das Material und später auch auf die Aktivität in der Methanolsynthese zu bestimmen. Damit leistest du einen Beitrag zur Verbesserung der Katalysatorsysteme. Neben wiss. Arbeiten kannst du in unserer Gruppe mit dieser Arbeit viele Kenntnisse erwerben.

Das ist besser als *Quant*⁴:

- Du lernst, wie man Materialien unter Schutzgas handhabt
- Du lernst, wie industriennahe Methanolkatalysatoren aktiviert werden
- Du lernst, quantitativ hochwertige Messungen sicherzustellen
- Du lernst, interdisziplinär zu arbeiten (ChemikerInnen lernen Verfahrenstechnik, CIW'ler lernen Laborsynthese)

⁴Anorganisch-Chemisches Praktikum zur Quantitativen Analyse am KIT

Literatur

- (1) Warmuth, L.; Steurer, M.; Schild, D.; Zimina, A.; Grunwaldt, J.-D.; Pitter, S. Reversible and irreversible structural changes in Cu/ZnO/ZrO₂ catalysts during methanol synthesis. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2024**.
- (2) Fichtl, M. B.; Schlereth, D.; Jacobsen, N.; Kasatkin, I.; Schumann, J.; Behrens, M.; Schlögl, R.; Hinrichsen, O. Kinetics of Deactivation on Cu/ZnO/Al₂O₃ Methanol Synthesis Catalysts. *Appl. Catal. A-Gen.* **2015**, 502, 262–270. DOI: 10.1016/j.apcata.2015.06.014.
- (3) Kung, H. H. Deactivation of methanol synthesis catalysts - a review. *Catal. Today* **1992**, 11 (4), 443–453. DOI: 10.1016/0920-5861(92)80037-N.

Die Arbeit unterteilt sich in folgende Schritte:

- Einarbeitung in die Literatur von Aktivierungsprozessen in der Methanolsynthese
- Anlagenbetrieb zur Testung der gefundenen Bedingungen
- Charakterisierung der erhaltenen Materialien mit verschiedenen Methoden (XAS, XPS, XRD, ...)
- Analyse & Zusammenführen der Ergebnisse zur Bestimmung eines Aktivierungsmechanismus

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

Master Thesis

Your contribution to stable Catalyst Systems for usage of CO₂ and renewable H₂!

Research field

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

Ausrichtung

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

Studies

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

Start

14.04.2025

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 deactivation of copper/zinc-based catalyst materials in methanol synthesis is a challenge, especially with regard to future use with CO₂ and renewably generated H₂.¹⁻³ The initial activation of those catalysts occurs through reduction with H₂ in the reactor, whereby the influence of many parameters on the subsequent activity is still unknown. Your task is to determine the influence of the reduction conditions on the material and later also on the activity in methanol synthesis. In doing so, you will contribute to the improvement of the catalyst systems. In addition to scientific work, you can gain a wealth of knowledge in our group with this work.

This is better than Quanti⁴:

- You learn how to handle materials under protective atmosphere
- You will learn how to activate industrial-grade methanol catalysts.
- You will learn how to ensure high-quality quantitative measurements.
- You learn how to work in an interdisciplinary manner (chemists learn process engineering, CIW students learn laboratory synthesis)

⁴*Inorganic chemistry practical course on quantitative analysis at KIT*

References

- (1) Warmuth, L.; Steurer, M.; Schild, D.; Zimina, A.; Grunwaldt, J.-D.; Pitter, S. Reversible and irreversible structural changes in Cu/ZnO/ZrO₂ catalysts during methanol synthesis. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2024**.
- (2) Fichtl, M. B.; Schlereth, D.; Jacobsen, N.; Kasatkin, I.; Schumann, J.; Behrens, M.; Schlögl, R.; Hinrichsen, O. Kinetics of Deactivation on Cu/ZnO/Al₂O₃ Methanol Synthesis Catalysts. *Appl. Catal. A-Gen.* **2015**, 502, 262–270. DOI: 10.1016/j.apcata.2015.06.014.
- (3) Kung, H. H. Deactivation of methanol synthesis catalysts - a review. *Catal. Today* **1992**, 11 (4), 443–453. DOI: 10.1016/0920-5861(92)80037-N.

The work is divided into the following steps:

- Familiarization with the literature on activation processes in methanol synthesis
- Plant operation to test the conditions found before
- Characterization of the resulting materials using various methods (XAS, XPS, XRD, etc.)
- Analysis and consolidation of the results to determine an activation mechanism

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