

Masterarbeit

Dein Beitrag zu *Power-to-Chemicals*: Effekt von erneuerbarem H₂ auf die Methanolsynthese

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

15.10.2025

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 möglichen Verunreinigungen im emissionsarm erzeugten Wasserstoff können einen signifikanten Einfluss auf das Deaktivierungsverhalten und damit auf die Katalysatoraktivität haben. Deine Aufgabe besteht darin, diesen Einfluss in einem Parallelreaktor für die Methanolsynthese zu testen und auszuwerten. Hierfür soll ein gezieltes Betriebsprogramm im Team diskutiert und umgesetzt werden. Damit leistest du einen Beitrag zur Verbesserung der Katalysatorsysteme. Neben wiss. Arbeiten kannst du in unserem Team mit dieser Arbeit viele Kenntnisse erwerben.

- Du lernst, wie man Parallelreaktoranlagen betrieben werden
- Du lernst, wie industriennahe Methanolkatalysatoren arbeiten und welche Parameter dabei wichtig sind
- Du lernst, quantitativ hochwertige Messungen sicherzustellen

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 Deaktivierungsprozessen in der Methanolsynthese
- Anlagenbetrieb zur Testung der eines simulierten Gasgemisches mit potentiellen Verunreinigungen aus der Elektrolyse
- Auswertung der Betriebsdaten im Hinblick auf Aktivität, Selektivität und Stabilität mit und ohne Verunreinigungen
- Zusammenführen der Ergebnisse zur Bestimmung eines Deaktivierungsmechanismus

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 erhältet ihr jederzeit bei Lucas Warmuth.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer

Master Thesis

Your contribution to Power-to-Chemicals: Impact of renewable H₂ on methanol synthesis

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

15.10.2025

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} Potential impurities in low-emission hydrogen can have a significant impact on deactivation behavior and thus on catalyst activity. Your task is to test and evaluate this influence in a parallel reactor for methanol synthesis. For this purpose, a targeted operating program will be discussed and implemented within the team. In doing so, you will contribute to the improvement of catalyst systems. In addition to scientific work, this work in our team will allow you to gain knowledge.

- You will learn how to operate parallel reactor systems.
- You will learn how industrial-scale methanol catalysts work and which parameters are important.
- You will learn how to ensure high-quality quantitative measurements.

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 deactivation processes in methanol synthesis
- Plant operation to test a simulated gas mixture with potential impurities from electrolysis
- Evaluation of operating data with regard to activity, selectivity, and stability with and without impurities
- Combination of results to determine a deactivation 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