Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Katalyseforschung und -technologie (IKFT)

Masterarbeit

Deaktivierung in Methanolkatalysatoren: Der Einfluss der Gasatmosphäre

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

11.01.2027

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 CO_2 und erneuerbar erzeugtem H_2.[1–3] Die aktiven Spezies sind stark abhängig von der umgebenden Gasatmosphäre.[4] Deine Aufgabe besteht darin, diesen Einfluss in einem eigens dafür gebauten Reaktor zu testen und auszuwerten. Weiterhin wirst du die Materialien außerhalb des Reaktors auf Veränderungen mit vielfältigen Methoden untersuchen (bspw. XRD, XAS, TEM, Chemisorption). Ziel ist ein grundlegendes Verständnis von Deaktivierungsprozessen, welches die Entwicklung stabilerer Katalysatorsysteme ermöglicht. Neben wissenschaftlichem Arbeiten kannst du in unserem Team viele Kenntnisse erwerben.

- Du lernst, Proben unter Schutzgasbedingungen zu handhaben
- Du lernst, wie industrienahe Methanolkatalysatoren arbeiten und welche Parameter dabei wichtig sind
- Du lernst, quantitativ hochwertige Messungen sicherzustellen

Literatur

[1] L. Warmuth, M. Steurer, D. Schild, A. Zimina, J.-D. Grunwaldt, S. Pitter *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2024**.
[2] M. B. Fichtl, D. Schlereth, N. Jacobsen, I. Kasatkin, J. Schumann, M. Behrens, R. Schlögl, O. Hinrichsen *Appl. Catal. Gen.* **2015**, *502*, 262–270.
[3] H. H. Kung *Catal. Today* **1992**, *11*, 443–453.
[4] L. Pandit, A. Boubnov, G. Behrendt, B. Mockenhaupt, C. Chowdhury, J. Jelic, A. L. Hansen, E. Saraçi, E. J. Ras, M. Behrens, F. Studt, J. D. Grunwaldt *ChemCatChem* **2021**, *13*, 4120–4132.

Die Arbeit unterteilt sich in folgende Schritte:

- Einarbeitung in die Literatur von Deaktivierungsprozessen in der Methanolsynthese
- Diskussion eines möglichen Versuchsprogrammes
- Vorbereitung des Katalysators im Reaktor und Messung verschiedener Stoffeigenschaften nach der Nutzung
- Auswertung der Betriebsdaten im Hinblick auf Aktivität, Selektivität und Stabilität
- 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 erhaltet ihr jederzeit bei Lucas Warmuth.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer

Karlsruher Institut für Technologie

Institut of Catalysis Research and Technology (IKFT)

Master Thesis

Deactivation in Methanol Catalysts: The Influence of the Gas Atmosphere

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

11.01.2027

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 CO_2 and renewably generated H_2.[1–3] The active species are highly dependent on the surrounding gas atmosphere.[4] Your task is to test and evaluate this influence in a specially constructed reactor. Furthermore, you will examine the materials outside the reactor for changes using a variety of methods (e.g., XRD, XAS, TEM, chemisorption). The goal is a fundamental understanding of deactivation processes that enables the development of more stable catalyst systems. In addition to scientific work, you can acquire a great deal of knowledge within our team.

- You will learn how to handle samples under protective gas conditions.
- You will learn how industrial-grade methanol catalysts work and which parameters are important.
- You will learn how to ensure high-quality quantitative measurements.

References

[1] L. Warmuth, M. Steurer, D. Schild, A. Zimina, J.-D. Grunwaldt, S. Pitter *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2024**.
[2] M. B. Fichtl, D. Schlereth, N. Jacobsen, I. Kasatkin, J. Schumann, M. Behrens, R. Schlögl, O. Hinrichsen *Appl. Catal. Gen.* **2015**, *502*, 262–270.
[3] H. H. Kung *Catal. Today* **1992**, *11*, 443–453.
[4] L. Pandit, A. Boubnov, G. Behrendt, B. Mockenhaupt, C. Chowdhury, J. Jelic, A. L. Hansen, E. Saraçi, E. J. Ras, M. Behrens, F. Studt, J. D. Grunwaldt *ChemCatChem* **2021**, *13*, 4120–4132.

The work is divided into the following steps:

- Familiarization with the literature on deactivation processes in methanol synthesis
- Discussion of a possible experimental program
- Preparation of the catalyst in a reactor and measurement of various properties after use
- Evaluation of operational data with regard to activity, selectivity, and stability
- 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