

14th March 2018

master thesis – numerical

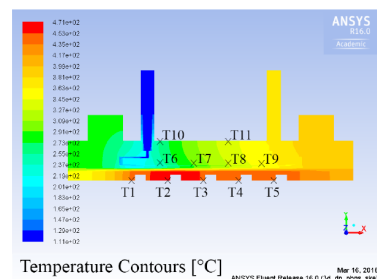
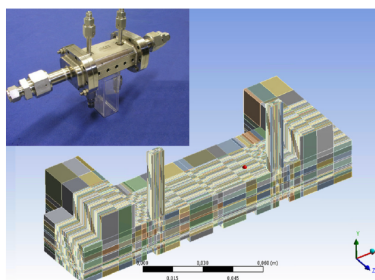
# CFD analysis of evaporation cooling in a microstructured reactor

## Background

In order to achieve the Federal Government's high CO<sub>2</sub> avoidance targets by 2050, increased efforts to introduce renewable energy sources are also needed in the transport sector, which currently accounts for 20% of direct CO<sub>2</sub> emissions. At the Institute for Micro Process Engineering (IMVT-KIT) a novel and compact microstructured packed bed reactor for catalytic methanation of pure CO<sub>2</sub> for syngas throughputs of up to 2 Nm<sup>3</sup>/h has been developed and experimentally verified. Hereby, heat is extracted by evaporation of water, so that the steam can be used to supply a highly efficient steam electrolyzer. To predict the reactor behavior in different modes of operation, detailed modeling of the reactor including the cooling is required. Thus IMVT and ISTM are cooperating with regard to this task.

## Content of the Thesis

The aim of this thesis would be to apply different available models in Fluent<sup>®</sup> to model the evaporation and thus the internal heat transport and fluid flow phenomena in the existing reactor device. The simulation results can be compared with experimental data of conversion and temperature from the lab. The insights into the evaporation performance should allow further development of the micro reactor prototype and lead to a clearer view on the behavior of the recently applied reactor device. For the simulation a meshed model of the reactor is available together with two options of linked reactions kinetics. The model has been recently applied to simulate the reaction under cooling with air and can be easily adapted to the required task. The thesis can be submitted to the Mechanical Engineering faculty or Chemical Engineering faculty, depending on the student.



## Requirements

basic knowledge in heat & mass transfer

## Beneficial skills

CFD, Matlab, Ansys Fluent

## You will learn

methods of scientific research, applied CFD

**Start:** immediately

## Contact:

Dr.-Ing. A. Stroh

Institute of Fluid Mechanics  
Kaiserstraße 10,  
Building 10.23, 6th floor,  
Room 601

✉ [alexander.stroh@kit.edu](mailto:alexander.stroh@kit.edu)

14. März 2018

Master-Thesis – numerisch

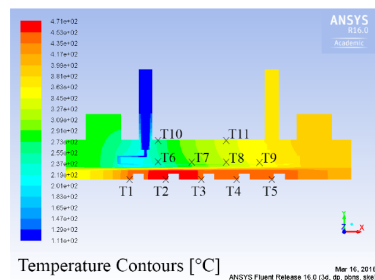
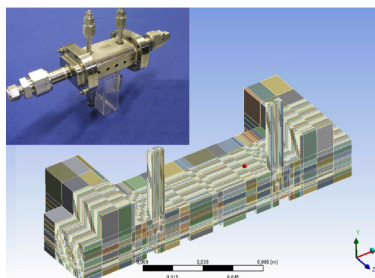
# CFD-Analyse der Verdampfungskühlung in einem mikrostrukturierten Reaktor

## Motivation

Um die hohen CO<sub>2</sub>-Vermeidungsziele der Bundesregierung bis 2050 zu erreichen, bedarf es verstärkter Anstrengungen zur Einführung erneuerbarer Energien auch im Verkehrssektor, der derzeit 20 % der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Am Institut für Mikroverfahrenstechnik (IMVT-KIT) wurde ein neuartiger und kompakter mikrostrukturierter Festbettreaktor zur katalytischen Methanisierung von reinem CO<sub>2</sub> entwickelt und experimentell validiert. Dabei wird die Wärme durch Verdampfung von Wasser entzogen, so dass der entstehende Dampf zur Versorgung eines hocheffizienten Dampf-Elektrolyseurs genutzt werden kann. Um das Verhalten des Reaktors in verschiedenen Betriebsarten vorherzusagen, ist eine detaillierte Modellierung des Reaktors einschließlich der Kühlung erforderlich. Daher arbeiten IMVT und ISTM bei dieser Aufgabe zusammen.

## Inhalt der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit wäre es, verschiedene verfügbare Modelle in Fluent® zur Modellierung der Verdampfung und damit des internen Wärmetransports und der Strömungsphänomene im bestehenden Reaktorgerät anzuwenden. Die Simulationsergebnisse können mit den experimentellen Daten des Umsatzes und der Temperaturverteilung aus dem Labor verglichen werden. Die Erkenntnisse über die Verdampfungsleistung sollen eine Weiterentwicklung des Prototyps des Mikroreaktors ermöglichen und zu einem verbesserten Verständnis bezüglich des Verhaltens des bereits eingesetzten Reaktor führen. Für die Simulation steht ein vermashtes Modell des Reaktors mit zwei Möglichkeiten einer gekoppelten Reaktionskinetik zur Verfügung. Das Modell wurde kürzlich angewandt, um die Reaktion unter Abkühlung mit Luft zu simulieren und kann leicht an die geforderte Aufgabe angepasst werden. Die Arbeit kann je nach Studentenherkunft bei der Fakultät für Maschinenbau oder der Fakultät für Chemieingenieurwesen eingereicht werden.



## Voraussetzungen

Kenntnisse in Wärmeübertragung, Stoffaustausch

## Nützliche Zusatzkenntnisse

CFD, Matlab, Ansys Fluent

## Das lernen Sie

Methoden wissenschaftlicher Forschung, CFD

**Beginn:** sofort

## Ansprechpartner:

Dr.-Ing. A. Stroh

Institut für Strömungsmechanik  
Kaiserstraße 10,  
Gebäude 10.23, 6.OG,  
Raum 601

✉ [alexander.stroh@kit.edu](mailto:alexander.stroh@kit.edu)