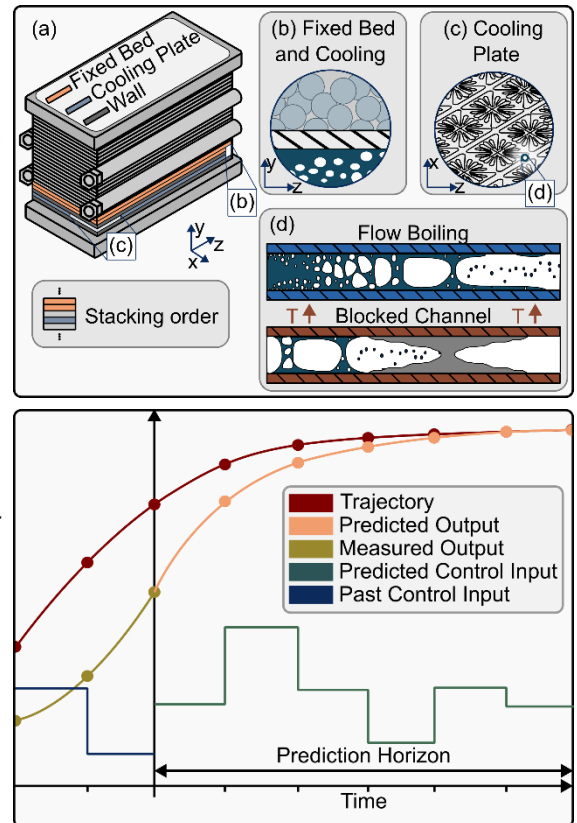


Masterarbeit

Thema: Model Predictive Control (MPC) von verdampfungsgekühlten Mikroreaktoren für PtX Prozesse

Synthetische Kraftstoffe sind entscheidend für die Dekarbonisierung schwer elektrifizierbarer Sektoren wie Luftfahrt und Schifffahrt. Zentrale Prozessrouten sind PtX-Verfahren wie Methanisierung und Fischer-Tropsch-Synthese. Aufgrund der stark exothermen Reaktionen ist eine präzise Temperaturführung essenziell, weshalb sich mikrostrukturierte Reaktoren mit hoher spezifischer Wärmeaustauschfläche besonders eignen. Eine effiziente Kühlung ermöglicht die Verdampfungskühlung über hochfein strukturierte Kühlplatten. Diese Kühlstrukturen sind jedoch anfällig für Blockaden und andere Störbilder, die stochastisch auftreten und zu lokalen Hotspots führen können. Zuletzt wurde dieses System in einer Python/CasADi Umgebung simuliert, um zu verstehen, wie sich Störungen auf das System auswirken. Ziel der Masterarbeit ist die Entwicklung und Implementierung einer modellprädiktiven Regelung (MPC) um trotz der möglichen Störungen des Kühlsystems eine sichere und optimale Betriebsführung unter realistischen Prozessbedingungen zu gewährleisten.



Aufgaben

- I. Einarbeitung in modellprädiktive Regelung (MPC) und Optimierung mit CasADi
- II. Simulation realistischer Störszenarien mit gekoppeltem (bestehenden) Reaktormodell
- III. Entwicklung und Implementierung einer robusten NMPC-Strategie zur Stabilisierung und Optimierung des Reaktorbetriebs

Anforderungsprofil

- Interesse an numerischer Simulation, Optimierung und dynamischer Prozessmodellierung, Grundkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache (z.B. Python)
- Grundkenntnisse in Reaktionstechnik (CVT)

Beginn der Arbeit: ab April 2026

Dauer der Arbeit: 6 Monate

Arbeitsweise: theoretisch

Anmerkungen: Mobiles Arbeiten möglich. Betreuung auf englisch oder deutsch

Kontakt:

Alexander Schulz

Alexander.Schulz@kit.edu

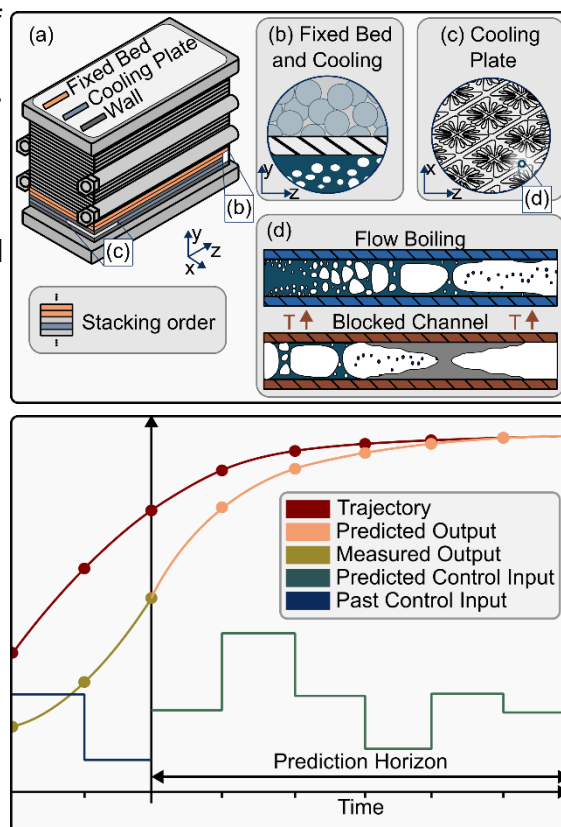
Tel. : +49 721 608-46115

Master's Thesis

Topic: Model Predictive Control (MPC) of Evaporation Cooled Microreactors for PtX Processes

Synthetic fuels are essential for the decarbonization of sectors that are difficult to electrify, such as aviation and shipping. Key production routes include Power-to-X (PtX) processes such as methanation and Fischer-Tropsch synthesis. Due to the strongly exothermic nature of these reactions, precise temperature control is crucial. Microstructured reactors are particularly well suited for this purpose because of their high specific heat-transfer area. Efficient heat removal can be achieved through evaporation cooling using highly structured cooling plates. However, these cooling structures are susceptible to blockages and other disturbance phenomena that may occur stochastically and lead to local hot-spot formation. In previous work, the coupled system was simulated in a Python/CasADi environment to analyze the impact of such disturbances.

The aim of this master's thesis is the development and implementation of a model predictive control (MPC) strategy to ensure safe and optimal reactor operation under realistic process conditions, despite potential disturbances in the cooling system.



Tasks

- I. Familiarization with MPC and numerical optimization using CasADi
- II. Simulation of realistic disturbance scenarios using an existing coupled reactor model
- III. Development and implementation of a robust MPC strategy for stabilization and optimal operation of the reactor

Requirements

- Interest in numerical simulation, optimization, and dynamic process modeling; basic knowledge of an object-oriented programming language (e.g., Python)
- Fundamental knowledge of reaction engineering (CVT)

Start Date: from April 2026

Duration: 6 Months

Working mode: Theoretical

Notes: Remote work possible. Supervision possible in english or german language

Contact:

Alexander Schulz

Alexander.Schulz@kit.edu

Tel. : +49 721 608-46115