

S. Hartl, S. Dübal Hochschule Darmstadt FB MK
Schöfferstrasse 3 D-64295 Darmstadt

Ausschreibung/Announcement

Studentische Arbeit/Student work

(see English version below)



Darmstadt, den 09.12.2021

Am Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik, Optische Diagnosemethoden und Erneuerbare Energien (ODEE), der Hochschule Darmstadt ist ab sofort eine studentische Arbeit zum Thema

Clean Circles - Eisen als Energieträger einer klimaneutralen Kreislaufwirtschaft:

Skalenreduzierte Modellierung der mehrphasigen Verbrennung klimaneutraler Energieträger

zu vergeben.

Motivation:

In einem einzigartigen Forschungsansatz sollen Eisen und seine Oxide in einem Kreislauf als kohlenstofffreier chemischer Energieträger für erneuerbare Energie genutzt werden. Eisen hat ein enormes Potenzial die Energiewende voranzutreiben. Im Projekt Clean Circles erforschen Wissenschaftler aus verschiedenen Disziplinen wie Eisen und seine Oxide in einem Kreislauf als kohlenstofffreier chemischer Energieträger zur Speicherung von Wind- und Sonnenstrom genutzt werden können (siehe <https://www.tu-darmstadt.de/clean-circles>).

Für ein umfassendes Modell zur Beschreibung der Reduktion und Oxidation von Eisen(oxid) müssen geeignete skalen- und komplexitätsreduzierte Ansätze (z. B. Reaktornetzwerke) betrachtet und entwickelt werden. In einem Reaktornetzwerk kann das Reaktorvolumen in funktionale Kompartments mit repräsentativen Konzentrationen, Temperaturen oder Mischungszuständen unterteilt werden. Die Kopplung idealer Strömungsreaktoren (Strömungsrohr, Rührkessel) kann z. B. zur Annäherung an das Verweilzeit- und Umsatzverhalten realer Prozesse genutzt werden. Die Kopplung erfolgt über den Austausch von z.B. Stoff- und Energieströmen. In Kooperation mit der TU Darmstadt wurden Reaktornetzwerke bereits für die Simulation praxisnaher Verbrennungssysteme gasförmiger Brennstoffe angewendet, wobei ein eigens entwickeltes C++ Tool zum Einsatz kam.

Aufgabenstellung:

In Rahmen der studentischen Arbeit soll die skalenreduzierte Modellierung basierend auf Reaktornetzwerken erstmalig auf einen komplexen mehrphasigen Fall, einer Brennkammer für gasunterstützte Feststoffverbrennung, Anwendung finden. Hierbei handelt es sich um eine optisch zugängliche generische Brennerkonfiguration welche an der TU Darmstadt vermessen und in einer detaillierten Grobstruktursimulation simuliert wurde (Abbildung 1). Folgend sind durch die Kooperation mit der TU Darmstadt sowohl eine breite



Dr.-Ing. Sandra Hartl
Sören Dübal

Expertise als auch Daten für die Validierung vorhanden. In einem ersten Schritt soll die Identifikation und Einteilung der Kompartments für ein neues Reaktornetzwerk erfolgen. Als zweiten Schritt gilt es dieses Reaktornetzwerk unter der Berücksichtigung heterogener Kinetik mit bestehenden Ergebnissen aus einer CFD-Simulation zu validieren und gegebenenfalls zu adaptieren. Für den Anwendungsfall stehen kinetische Daten, als auch experimentelle und numerische Daten aus dem Bereich der Feststoffverbrennung zur Verfügung.

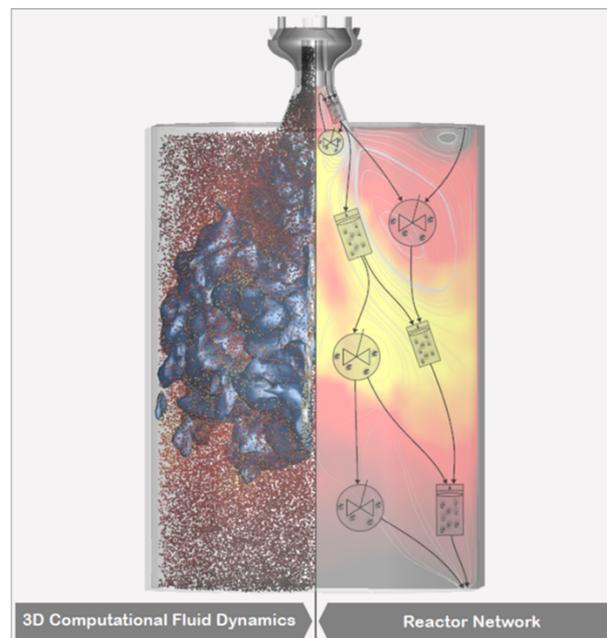


Abbildung 1: Gegenüberstellung der zweiphasigen CFD-Simulation der Brennkammer und einem exemplarischen Reaktornetzwerk (Nicolai, TU Darmstadt)

Empfohlene Qualifikationen:

- Interesse an strömungsmechanischen/thermodynamischen Prozessen
- Grundlegende Kenntnisse im Bereich chemischer Reaktionskinetik
- Affinität zur Programmierung, Erfahrungen in C/C++ sind hilfreich

... At the Department of Mechanical and Plastics Engineering, Optical Diagnostic Methods and Renewable Energies (ODEE), at Darmstadt University of Applied Sciences, a student thesis is now available on the subject of

Clean Circles - Iron as an energy carrier of a climate-neutral circular economy:

Scale-reduced modeling of multi-phase clean fuel combustion

is to be assigned.

Motivation:

... In a unique research approach, iron and its oxides will be used in a cycle as a carbon-free chemical energy carrier for renewable energies. Iron has enormous potential to drive the energy transition. In the project Clean Circles, scientists from various disciplines are exploring how iron and its oxides can be used in a cycle as a carbon-free chemical energy carrier for storing wind and solar power (see <https://www.tu-darmstadt.de/clean-circles>).

Appropriate scale- and complexity-reduced models (e.g. reactor networks) must be considered and developed for a comprehensive model describing the reduction and oxidation of iron(oxide). In a reactor network, the reactor volume can be divided into functional compartments with representative concentrations, temperatures, or mixing states. The coupling of ideal flow reactors (plug flow reactor, perfectly stirred reactor) can be used, for example, to approximate the residence time and turnover behavior of real processes. The coupling is done by exchanging mass and energy. Reactor networks have already been applied for the simulation of practical combustion systems of gaseous fuels, using a specially developed C++ tool.

Task:

... Within the scope of the work, scale-reduced modelling based on reactor networks will be applied for the first time to a complex multiphase case - a combustion chamber for gas-assisted solid combustion. This combustion chamber is based on an optically accessible generic burner configuration which was measured and simulated (Large Eddy Simulation) (Figure 1) at TU Darmstadt. Based on this cooperation, both a broad expertise as well as data for validation are available. The first step is to identify and classify the compartments for a new reactor network. Subsequently, this reactor network has to be validated under consideration of heterogeneous kinetics with existing results from the CFD simulation and adapted if necessary. For the application, kinetic data as well as experimental and numerical data from the field of solid combustion are available.

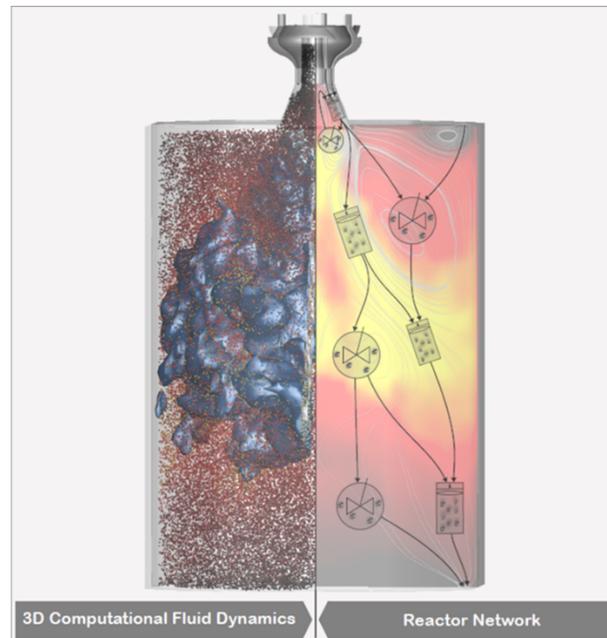


Figure 1: Comparison of the two-phase CFD simulation of the combustion chamber and an exemplary reactor network (Nicolai, TU Darmstadt)

Recommended Qualifications:

- Interest in fluid mechanical/thermodynamic processes
- Basic knowledge in the field of chemical reaction kinetics
- Affinity for programming or experience in C/C++ is helpful