

12. Januar 2023

Bachelor-Thesis – numerisch

# Validierung eines Mixture Models für Flüssigwassertransport in OpenFOAM

## Motivation

Gas-Flüssigkeits-Strömungen sind in vielen technischen Anwendungen relevant. Ein Beispiel hierfür ist die Strömung in den Kanälen der Protonen-Austausch-Membran-Brennstoffzelle (PEMFC). Hier kann das Wasser, das als Produkt der Brennstoffzellreaktion entsteht, in seiner flüssigen Form vorliegen, da PEMFC bei relativ niedrigen Temperaturen betrieben werden. Das Wasser kann in einigen Strömungszuständen die Leistung der Brennstoffzelle beeinträchtigen.

Großskalige Simulationen von Brennstoffzellensystemen erfordern Modellierungsansätze für Flüssigwasser, die einen möglichst geringen Rechenaufwand erzeugen. Ein vielversprechender Ansatz hierfür ist das Mixture Model, bei dem die verschiedenen Phasen als ein einzelnes Fluid betrachtet werden und ein einzelner Satz an Gleichungen mit den Fluideigenschaften der Mischung gelöst wird.

Eine Version dieses Modells ist in einem OpenFOAM-Löser implementiert, dessen Ziel es ist, alle physikalischen Phänomene abzubilden, die in der Brennstoffzelle relevant sind.

## Inhalt der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist die Validierung des im OpenFOAM-Brennstoffzellen-Löser implementierten Flüssigwassermodells. Hierfür sollen Daten von bereits validierten OpenFOAM-Mehr-Phasen-Lösern verwendet werden.

Nachdem ein geeigneter Vergleichslöser ausgewählt wurde, wird ein Testfall aufgesetzt, der zunächst die Modellierung des Flüssigwassertransports ohne Phasenübergang validieren soll. Der Testfall wird mit dem bereits validierten Löser sowie mit dem neu implementierten Löser gelöst. Hierbei soll der Brennstoffzellenlöser nur als Mehrphasenlöser fungieren, die elektrochemische Reaktion, Speziestransport, etc. sollen nicht betrachtet werden. Die Lösungen beider Löser werden für den Validierungsprozess verglichen.

Im nächsten Schritt wird ein weiterer Testfall aufgesetzt, der auch Phasenübergang mit einbezieht. Mit diesem wird der oben beschriebene Prozess wiederholt, um auch das Kondensationsmodell zu validieren.

## Voraussetzungen

Grundkenntnisse in Strömungslehre  
Einführung in die numerische Strömungsmechanik

## Nützliche Zusatzkenntnisse

Grundkenntnisse der C++-Programmierung

**Beginn: Mai 2023**

## Ansprechpartner:

M.Sc. Sebastian Blessing  
Institut für Strömungsmechanik  
Engelbert-Arnold-Straße 12,  
Gebäude 10.95, 1. OG,  
Raum 102

☎ +49 721 608 42351

✉ [sebastian.blessing@kit.edu](mailto:sebastian.blessing@kit.edu)