

Numerische Analyse von Hydrodynamik und Wärmetransport in porösen Strukturen mithilfe eines für Schwammstrukturen entwickelten CFD-Modells

Masterarbeit

Beginn: 1. Juni 2017

Chemieingenieurwesen/Verfahrenstechnik, Maschinenbau

Themenstellung:

Poröse Strukturen finden in der chemischen Industrie verbreitete Anwendung zur Intensivierung von Wärme- und Stofftransportvorgängen – z.B. in Reaktoren oder Trennapparaten. Durch gezielte Strukturoptimierung (große spezifische Oberfläche bei gleichzeitig hoher Porosität) können große Transportraten bei vergleichsweise geringem Druckverlust realisiert werden. Neben herkömmlichen Füllkörperschüttungen stehen dafür zunehmend auch kontinuierliche Strukturen mit besonders guten Wärmetransporteigenschaften zur Diskussion. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde ein skalenauflösendes CFD-Modell zur Berechnung von Hydrodynamik und Wärmetransport in experimentell sehr gut charakterisierten, unregelmäßigen Schwammstrukturen entwickelt. Damit lassen sich experimentelle Ergebnisse sehr gut wiedergeben, darüber hinaus aber auch zusätzliche wertvolle Erkenntnisse über die vorherrschenden Transportvorgänge gewinnen (vgl. Abb.1).

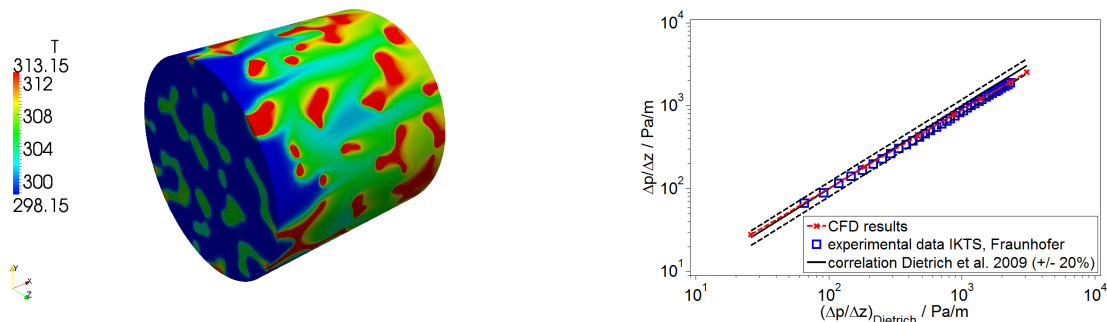


Abb. 1: Berechnetes Temperaturfeld in skalenaufgelösten Schwammstrukturausschnitten (links); Vergleich experimenteller und numerischer Ergebnisse für den Druckverlust (rechts)

Im Folgenden soll das bestehende CFD-Modell nun auch auf die Durchströmung weiterer poröser Strukturen angewandt werden. Damit eine solche Übertragbarkeit gut möglich ist, wurde bei der Entwicklung der CFD-Methodik in OpenFOAM® besonderer Wert auf die Definition einfacher Schnittstellen (sog. STL-Geometrie-Dateien) gelegt.

Ziel dieser Arbeit ist es, das bestehende CFD-Modellkonzept zunächst auf regelmäßige poröse Strukturen, bestehend aus sich periodisch wiederholenden Grundgitterzellen, zu übertragen. Das Design der Strukturgeometrien soll sich an bereits verfügbaren Erkenntnissen zur Begünstigung des Wärmetransports in porösen Medien orientieren. Dafür stehen diverse kommerzielle oder frei zugängliche CAD-Programme (z.B. OpenSCAD, Blender, MATLAB®) zur Verfügung. Anschließend soll das CFD-Modell für den Fall einphasiger Durchströmung auf die entworfene Struktur angewandt werden. Durch Ableitung wichtiger Größen wie z.B. Druckverlust und Wärmeübergangskoeffizient soll schließlich eine Bewertung der ausgewählten Struktur erfolgen.

Sebastian Meinicke

sebastian.meinicke@kit.edu

+49 721 608-46084