

Detached-Eddy Simulation einer turbulenten Flüssigmetallströmung unter Zwangs- und Mischkonvektion

Masterarbeit

Beginn: ab sofort

Chemieingenieurwesen/Verfahrenstechnik, Maschinenbau (für Studierende des Maschinenbaus findet die Betreuung am ISTM statt)

Themenstellung:

Fluide mit geringen Prandtl-Zahlen, wie z.B. Flüssigmetalle, weisen hervorragende Wärmeübertragungseigenschaften auf. Sie werden vorwiegend in nuklearen Anwendungen genutzt, jedoch wird in letzter Zeit auch deren Einsatz in konzentrierenden thermischen Solarkraftwerken vorgeschlagen. Der Wärmeübertragungsmechanismus bei Flüssigmetallen unterscheidet sich deutlich von jenem herkömmlicher Fluide wie Gase und Öle. Der Einfluss von Auftrieb kann die Geschwindigkeits- und Temperaturfelder welche sich aufgrund von Zwangskonvektion ausgebildet haben wesentlich beeinflussen. Dieses thermo-hydraulische Regime wird auch Mischkonvektion bezeichnet. Die Modifikationen sind vorwiegend auf Änderungen der turbulenten Struktur zurückzuführen. Eine Laminarisierung der Strömung kann auftreten, was zu einer Verringerung des Wärmeübergangs von bis zu 40% der entsprechenden Fälle unter Zwangskonvektion führen kann.

Mischkonvektion in Flüssigmetallen wurde bereits in vorangegangenen Arbeiten in der Literatur experimentell als auch numerisch mit DNS und hybriden LES/DNS Techniken für unterschiedliche Geometrien und Wandwärmestrom-Bedingungen untersucht. Diese bieten eine belastbare Datenbasis, um industriell besser einsetzbare RANS-Modelle zu validieren. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Modellierung von turbulenter Zwangs- und Mischkonvektion in einer Flüssigmetallströmung in einem horizontalen Rohr und Ringspalt.

Der Kandidat wird Detached-Eddy-Simulationen (DES) durchführen, in denen der Kern der Strömung mithilfe einer LES-Simulation gelöst werden soll, während die Region nahe der Wand mit RANS-Modellen berechnet wird. Ziel der Arbeit ist es festzustellen, ob eine DES ausreichend präzise sein kann, um verlässliche Ergebnisse für Flüssigmetalle bei vergleichsweise hohen Reynolds-Zahlen bei den genannten Geometrien und Randbedingungen liefern zu können.

Aufgaben:

- DES bei unterschiedlichen Reynolds-Zahlen und für unterschiedliche Geometrien und Randbedingungen in OpenFOAM
- Auswertung und Vergleich der erhaltenen Ergebnisse mit denen aus der vorhandenen Datenbasis

Tim Laube

tim.laube@kit.edu

+49 721 608-46926

Prof. Luca Marocco

luca.marocco@polimi.it