

4. Dezember 2018

Master-Thesis – numerisch

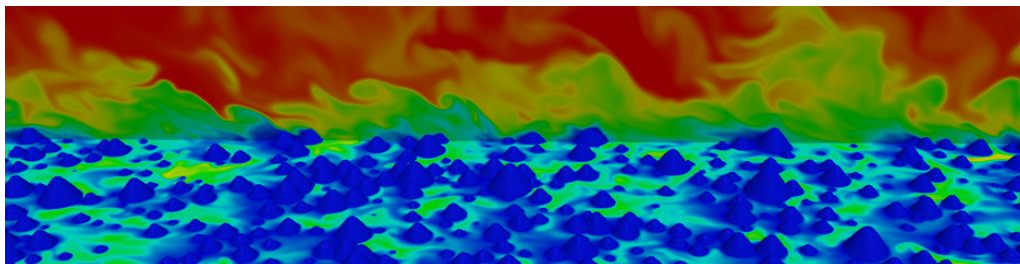
# Berechnung der Reibung und Wärmeübertragung auf rauen Oberflächen in minimalen Kanäle

## Motivation

Für Strömungen auf rauen Oberflächen ist die Vorhersage des Reibungswiderstandes und der Wärmeübertragung eine komplexe aber sehr wichtige Aufgabe, die den Entwurf einer Vielzahl Anwendungen wie Gasturbinen, Verbrennungsmotoren und atmosphärische Grenzschichten betrifft. Empirische Werkzeuge für die Modellierung solcher Strömungen beruhen hauptsächlich auf aus experimentellen Daten gewonnenen Parameter. In den letzten Jahrzehnten hat die Direkte Numerische Simulation (DNS) sich als kostengünstige Alternative zu teuren experimentellen Untersuchungen etabliert. Die DNS turbulenter Strömungen auf rauen Oberflächen ist sehr rechenintensiv und bleibt für große Parameterstudien prohibitiv. Die Simulation turbulenter Kanalströmungen in minimalen Rechengebieten bietet die Möglichkeit, die Rechenkosten der Einzelsimulationen zu reduzieren und dadurch große Parameterstudien durchzuführen. In solcher Simulationen wird jedoch nur den wandnahe Bereich der Turbulenz physikalisch gut abgebildet.

## Inhalt der Arbeit

Das Konzept des minimalen Kanals kann die Rechenkosten einer DNS zur Berechnung der Rauheitsparameter stark reduzieren. Dennoch wurde das Konzept nur für einfache Rauheitsverteilungen bzw. Welligkeiten angewendet. In dieser Forschungsarbeit wird das minimale Rechengebiet fürs erste Mal bei komplexe Rauheitsverteilungen und für die Abschätzung der Wärmeübertragung angewendet. Turbulente Kanalströmungen auf rauen Oberflächen werden sowie in großen als auch in minimalen Rechengebieten simuliert. Die Ergebnisse werden ausgewertet und die vorhersagten Widerstands- und Wärmeübertragungsbeiwerten werden für die zwei Simulationsmethoden verglichen. Die Simulationen werden mit einem schon vorhandenen Solver durchgeführt.



## Voraussetzungen

Grundkenntnisse in Strömungsmechanik und Matlab

## Nützliche Zusatzkenntnisse

Grundkenntnisse über turbulente Strömungen, numerische Strömungsmechanik und Programmierung

**Beginn:** ab sofort

## Ansprechpartner:

Dr. Pourya Forooghi / Dr.-Ing.  
Davide Gatti / Dr.-Ing. Alexander Stroh  
Institut für Strömungsmechanik  
Kaiserstraße 10, Gebäude 10.23,  
6.OG, Raum 607

☎ +49 721 608 43027

✉ [forooghi@kit.edu](mailto:forooghi@kit.edu)

4th December 2018

master thesis – numerical

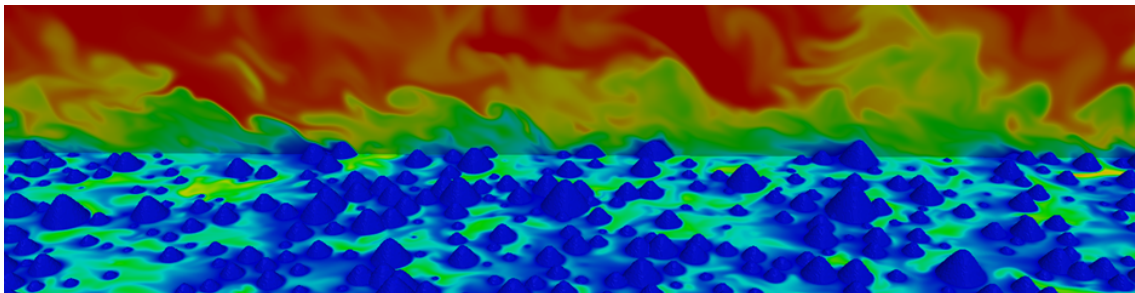
# Predicting drag and heat transfer on rough surfaces in minimal channels

## Background

Prediction of friction and heat transfer for flow over rough walls is important in several applications ranging from gas turbines and IC engines to the atmospheric boundary layer. Engineering tools for modelling of such flows rely mainly on experimental data for the input parameters such as equivalent sand roughness. Over the last few years, Direct Numerical Simulation (DNS) has been used as an alternative tool for calculation of these parameters in hopes of replacing expensive experimental campaigns. However DNS also faces limitations due to its 'computational cost'. It is well known that the near-wall region of turbulence can be simulated in small computational domains (minimal flow unit), which practically means that certain flow properties can be extracted without the need to run 'huge' simulations.

## Content of the Thesis

The minimal flow unit concept can highly reduce the computational cost of extracting engineering roughness parameter based on DNS. However, this concept has only been studied for simplified single scale roughness geometries. This project aims at extending the available knowledge by studying more complicated multiscale roughness. In addition, the problem is studied the first time for heat transfer over rough walls. The tasks consist of generation of slutions for 'full' as well as 'minimal' channels, post-processing and analysis of the results. The simulations will be run using a spectral DNS solver, already available at ISTM.



## Requirements

basic knowledge in fluid mechanics and Matlab

## Beneficial Skills

basic knowledge about turbulent flows,  
numerical fluid mechanics, and programming

**Start:** immediately

## Contact:

Dr. Pourya Forooghi  
Dr.-Ing. Davide Gatti  
Dr.-Ing. Alexander Stroh  
Institute of Fluid Mechanics  
Kaiserstraße 10, Building 10.23,  
6th floor, Room 607

☎ +49 721 608 43027

✉ [forooghi@kit.edu](mailto:forooghi@kit.edu)