

# Masterarbeit: Imbalanced Regression for data-driven turbulence modeling

Aufgrund der Stagnation in der Entwicklung von traditionellen RANS-Turbulenzmodellen rücken auch hier daten-getriebene Methoden immer weiter in den Fokus. Es wird u.a. versucht, ehemals konstante Modellkoeffizienten als Funktionen anderer Strömungsgrößen auszudrücken. Das Finden dieser Funktionen führt zu einem Regressionsproblem, das mit Hilfe neuronaler Netze gelöst werden kann. Die resultierenden Funktionen für die Koeffizienten hängen natürlich von den Trainingsdaten ab und beschreiben jene Strömungsregime (z.B. Grenz- oder freie Scherschichten) am besten, die am häufigsten in den Trainingsdaten enthalten sind. In dieser Arbeit soll zunächst die Unausgewogenheit der Trainingsdatensätze hinsichtlich verschiedener Strömungsregime quantifiziert. In einem zweiten Schritt soll mit Hilfe verschiedener Methoden, die über eine manuelle Filterung der Daten hinausgehen, versucht werden, den Einfluss dieser Unausgewogenheit auf die gefundenen Funktionen zu minimieren.

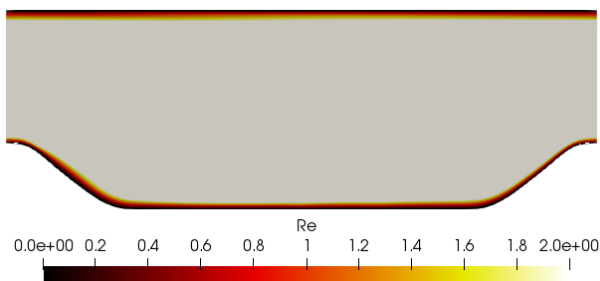


Abb. 1: Einteilung der Strömungsregime in Grenzschicht und nicht-Grenzschicht anhand wandabstandsbasierter Reynolds-Zahl (Daten aus [1])

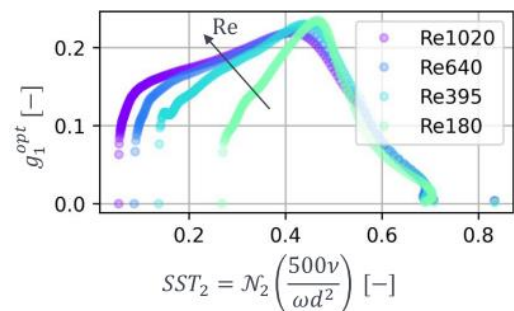


Abb. 2: Zu beschreibender Zusammenhang zwischen einem Koeffizienten und einer Strömungsgröße (Daten aus [2])

## Aufgaben

- Einarbeitung in die vorhandene Tool-Kette zur Entwicklung und Nutzung datengetriebener Turbulenzmodelle
- Literaturrecherche zur Beschreibung der Unausgewogenheit von Datensätzen und zur „imbalanced regression“ mit neuronalen Netzen
- Implementierung solcher Methoden
- Quantifizierung der Unausgewogenheit vorhandener Trainingsdatensätze
- Anwendung verschiedener Methoden zur „imbalanced regression“ und Überprüfung in wie weit sich die Vorhersage in unterrepräsentierten Strömungsregimen verbessert

## Folgende Vorkenntnisse sind wünschenswert:

- Programmiererfahrungen, vorzugsweise mit Python
- idealerweise erste Erfahrungen in der Nutzung von OpenFOAM zur CFD-Simulation

**Bearbeitungsbeginn und –dauer:** ab sofort, 6 Monate

**Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:**

Hannes Mandler, M.Sc.

[hannes.mandler@itlr.uni-stuttgart.de](mailto:hannes.mandler@itlr.uni-stuttgart.de)

+49 (0)711 685-62636

[1] H. Xiao et al. (2019): „Flows Over Periodic Hills of Parameterized Geometries: A Dataset for Data-Driven Turbulence Modeling From Direct Simulations“, arXiv:1910.01264v

[2] H. Abe, H. Kawamura and Y. Matsuo (2004): „Surface heat-flux fluctuations in a turbulent channel flow up to  $Re_\tau = 1020$  with  $Pr = 0.025$  and  $0.71$ “, Int. J. Heat Fluid Flow, Vol. 25, pp. 404-419