

## Lehrveranstaltung: Lehlabor: Energietechnik [2171487]

### Themen

Am Institut für Thermische Strömungsmaschinen (ITS) bearbeiten die Studierenden Aufgaben, die jedes Semester neu von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zusammengestellt werden, ähnlich wie die Themen von Bachelor- oder Masterarbeiten. Die Themen sind nach den Kategorien experimentell, numerisch und theoretisch/analytisch geordnet.

### Experimentell

#### 1. Setup and trial runs of a rotating adaptive seal test rig

Within modern gas turbines, contactless sealing mechanisms are necessary to seal air flow between high speed rotating and stationary surfaces. A radially-adaptive seal is being investigated within an adaptive-seals test rig. The focus of this work will be operating the test rig and recording data. This work will also include post-processing the experimental data to evaluate our hypotheses regarding the behavior of the investigated seal.

**Anforderungen:** Keine

**Präsenz am Institut:** Erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [James Lofts](#)

#### 2. Aufbau und Inbetriebnahme einer Messstrecke mittels RaspberryPi und LabView

In dieser Aufgabe sollen Sie eine Messstrecke zur Demonstration unterschiedlicher Strömungsmesstechniken selbstständig aufbauen und den Prozess dokumentieren. Die Messstrecke enthält Sonden zur Erfassung von Druck und Temperatur. Anhand dieser Größen soll der Massenstrom mithilfe unterschiedlicher Methoden durch die Teststrecke ermittelt und die Ergebnisse diskutiert werden.

**Anforderungen:** Idealerweise erste Erfahrungen mit Messtechnik

**Präsenz am Institut:** Erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Dogan Bicat](#)

#### 3. Hochgeschwindigkeitsaufnahmen an einem Ölstrahlprüfstand

Beim Aufprall eines Ölstrahls auf einen rotierenden Zylinder sind verschiedene Strömungsregime zu beobachten. Eine bestehende Studie soll erweitert werden, um weitere Einflussfaktoren zu untersuchen. Die Aufgabe besteht aus der Montage des notwendigen Equipments und der Aufnahme der Strömung bei verschiedenen Betriebsbedingungen.

**Anforderungen:** Keine

**Präsenz am Institut:** Erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Christian Kromer](#)

#### 4. Erstellung eines parametrisierten CAD-Modells eines Planetengetriebes

Für zukünftige numerische Untersuchungen der Schmierung von Planetengetrieben soll ein parametrisiertes CAD-Modell konstruiert werden. Dabei sollen Parameter wie die Übersetzung, Verzahnungsparameter der Evolventenverzahnung und Geometrie frei einstellbar sein. Ziel ist, ein Modell mit dem für CFD-Simulationen notwendigen Detaillierungsgrad zu erzeugen. Für die CFD nicht notwendige Details sollen hingegen a priori weggelassen werden. Das Projekt kann wahlweise in Creo, Siemens NX, o. a. geeigneten Programmen umgesetzt werden.

**Anforderungen:** CAD-Kenntnisse, gute Leistungen in Maschinenkonstruktionslehre

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Matthias Haber](#)

## Numerisch

### 5. Weiterentwicklung der Labview-Umgebung des ITS-Unterplattformprüfstandes

Zurzeit wird am ITS ein neuer Prüfstand zur Untersuchung von Kühlmethoden in Flugtriebwerken aufgebaut. Hierbei dient Labview sowohl zur Steuerung des Prüfstandes als auch zur Erfassung von Messdaten. Im Rahmen des E-Labors sollen Neuanschaffungen in der Form von verschiedenen cDAQ Modulen, Heizfolien und Heizdrähte in die Steuerung und Datenerfassung mit eingebunden werden. Wissenschaftlicher Fokus der Arbeit liegt auf den Heizfolien und deren Homogenität in der Wärmezufuhr, die erfasst und untersucht werden soll.

**Anforderungen:** Interesse an Strömungsmechanik

**Präsenz am Institut:** Erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Marco Hahn](#)

### 6. Rendering von Simulationsdaten zur Untersuchung von reagierenden Strömungen

Zur Senkung von Schadstoffemissionen von Flugtriebwerken werden am ITS numerische Simulationen eines innovativen Brennkammerkonzepts mittels OpenFOAM durchgeführt. Im Rahmen des angebotenen Lehlabors sollen bereits vorhandene Simulationsdaten einer mageren, abgehobenen Flamme durch 3D-Rendering in der Brennkammer visualisiert werden. Dazu sollen verschiedene Softwarepakete wie ParaView oder Blender eingesetzt werden. Ziel des Labors ist, Arbeitsabläufe zu implementieren, um Renderings des turbulenten, dreidimensionalen Strömungsfeldes der Flamme zukünftig automatisiert erstellen zu können.

**Anforderungen:** Programmierkenntnisse mit Python

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich, aber bevorzugt

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Sven Hoffmann](#)

### 7. CFD Untersuchung von unterschiedlichen Schmierungsflüssigkeiten

Für die Schmierung von Lagerkammern die Interaktion der Flüssigkeit mit der Oberfläche spielt eine wichtige Rolle auf die Ölverteilung in den unterschiedlichen Komponenten und bestimmt sowohl als die Schmierungsqualität als auch die Kühlungseffizienz des Ölsystems. In dieser Arbeit soll mit 2 Phasen CFD Methoden (Smoothed Particles Hydrodynamics) die Schmierung von unterschiedlichen Flüssigkeiten auf eine Ebene Platte simuliert und aufgrund der erzeugten Daten eine Selektion der geeignetsten Flüssigkeit durchgeführt werden.

**Anforderungen:** Keine

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Mateo Aguirre](#)

### 8. Netzqualitätsbewertung durch Auswertung lokaler Gradienten

Numerische Modellierung von Strömungen (CFD – computational fluid dynamics) basiert sich auf die räumliche Aufteilung des untersuchten Strömungsgebietes. Das entstandene s.g. Netz hat einen wesentlichen Einfluss sowohl auf die Ergebnisse als auch aber auf die Rechenzeit. Ein effektives Netz, welches möglich wenig Zellen hat, aber die signifikanten Phänomene auflöst, zu erstellen, ist ein Kunst für sich. Dabei sollte die Arbeit eines Berechnungsingenieurs durch Informationen unterstützt werden, die aussagekräftig die lokale Qualität des

Netzes auswerten lässt. Im Rahmen des Lehlabors sollte hierfür eine Untersuchung systematisch durchgeführt werden, in der die lokalen Gradienten der gelösten Variablen in einem hauseigenen Strömungslöser ausgewertet werden.

**Anforderungen:** vorteilhaft, wenn Sie Spaß am Programmieren und Interessen an CFD haben

**Anmerkung:** Ihr Gewinn: fundierte Kenntnisse im Bereich CFD

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Dr.-Ing. Balazs Pritz](#)

## 9. Netzqualitätsuntersuchung zur Simulation eines Radialventilators

Die Weiterentwicklung von Ventilatoren ist aufgrund ihrer energetischen Bedeutung weiterhin im Vordergrund. Die numerische Simulationen (CFD - computational fluid dynamics) erlauben einen detaillierten Einblick in die Strömung innerhalb des Laufrades und bieten dadurch neben experimentelle Untersuchungen eine weitere Optimierungsmöglichkeit an. Damit die Simulationen wertvolle Ergebnisse liefern können, muss unter anderem auf die Netzqualität geachtet werden. Diese ist besonders wichtig im Bereich des s.g. Sliding-Interface, das die Kopplung rotierender und nicht rotierender Teile ermöglicht. Im Rahmen des Lehlabors sollen mit Hilfe eines kommerziellen Softwarepaketes Simulationen durchgeführt werden, und die Ergebnisse bezüglich der Netzabhängigkeit ausgewertet werden.

**Anforderungen:** CFD-Kenntnisse, alternativ T-MACH-105515 in drei Wochen machbar

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Dr.-Ing. Balazs Pritz](#)

## 10. Influence of structured surfaces on falling fluid films

Carbon capturing is growing attention these days and has become an essential research topic for reducing its emission at large scales. At ITS, we research CO<sub>2</sub> absorption using falling film reactors and collaborate with our partner ITCP. As a first step, understanding film hydrodynamics is essential to control and enhancing the absorption rate at a later point in time. In ITS, we use Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) method to analyze the film hydrodynamics numerically. In parallel, we are setting up a test rig with ITCP to run experiments and compare them with numerical results. The absorption of CO<sub>2</sub> is through diffusion, mass transfer, and chemical kinetics, and the interface area between the fluid and gas plays a significant role in the absorption process. Hence, currently, we are interested in studying the impact of structured surfaces on the interface area for both 2D and 3D flows. The student will perform 2D and 3D simulations using commercial CFD software (preferably COMSOL/ANSYS Fluent), compare their differences and analyze how structured surfaces affect film wettability, interfacial area, and other relevant flow parameters.

**Anforderungen:** Knowledge of CFD and commercial CFD software (preferably COMSOL/Fluent)

**Präsenz am Institut:** Not compulsory

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Karthik Vigneshwaran](#)  
[Muthukumar](#)

## 11. Benchmarking eines neuen Features für den hauseigenen SPH-Code

Für den am ITS entwickelten Partikelcode turboSPH soll ein neues Feature hinsichtlich seiner Eigenschaften überprüft werden. Hierzu sind Simulationen aus einer bereits bestehenden Benchmarkbox durchzuführen. Diese beinhaltet ein- und mehrphasige Testfälle. Der Einfluss hinzugefügter numerische Parameter soll in einer Sensitivitätsstudie analysiert werden. Dies erfordert die Wahl geeigneter Metriken zur Beurteilung.

**Anforderungen:** Interesse an Numerik

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Niklas Bürkle](#)

## Theoretisch, Analytisch

### 12. Weiterentwicklung einer Auswerteroutine zur Bestimmung eines numerischen Fehlers aus Partikeldaten

Am ITS werden Zweiphasenströmungen, wie sie zum Beispiel bei der Zerstäubung auftreten, unter anderem mit der partikelbasierten Smoothed-Particle-Hydrodynamics-Methode (SPH) berechnet. Mit der Einführung lokal adaptiver Auflösung wurde eine Verfahrensweise zur Reduktion des Rechenaufwands implementiert. Ziel der Aufgabe ist es, aus generierten Simulationsdaten einen durch das Verfahren induzierten numerischen Fehler quantitativ zu bestimmen.

**Anforderungen:** Interesse an Numerik und Programmieren (Python/Matlab)

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Niklas Bürkle](#)

## Machine Learning, Data Science

### 13. Data Driven Temperature Control with Genetic Programming

Data driven control is based on observations collected from the system and “learn” the system dynamics through these observations. In this project, we will develop a data driven temperature controller with heat sinks, sensors, fans and additional disturbances. You can get creative with the setup as well. The objective is to develop a self-learning AI to keep the temperature at the desired levels. ML models will be implemented within LabVIEW.

**Anforderungen:** Basic knowledge on python programming & basics of ML

**Präsenz am Institut:** Partially required

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Dr. Cihan Ates](#)

### 14. Dimensionsreduktion und Visualisierung von Benchmark Bild-Datensätzen

Künstliche Neuronale Netze zur Verarbeitung von Bilddaten werden heutzutage in verschiedenen Bereichen erfolgreich eingesetzt. Die Genauigkeit der Vorhersagen nimmt jedoch drastisch für Daten ab, die sich von denen im Trainingsdatensatz fundamental unterscheiden. Ein Beispiel wäre eine Objekterkennungsmodell, dass mit Daten aus einem Computerspiel trainiert wurde, aber auch auf Daten aus der realen Welt angewendet werden soll. Dieser sogenannte „Domain shift“ tritt in verschiedenen Datensätzen auf und ist ein limitierender Faktor um Methoden der künstlichen Intelligenz erfolgreich zur Lösung verschiedener Ingenieursprobleme zu verwenden. Im Rahmen einer neuartigen Methode zur Anpassung von Modellen an Datensätze mit einem „Domain shift“ werden Methoden der Dimensionsreduktion eingesetzt. In diesem Projekt sollen deshalb auf unterschiedliche Benchmark Bild-Datensätze Methoden zur Dimensionsreduktion angewendet und visualisiert werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, sich mit verschiedenen grundlegenden Machine-Learning Methoden und dem Visualisieren von Daten zu befassen.

**Anforderungen:** Grundkenntnisse in Python & Spaß am Programmieren (ML Kenntnisse von Vorteil)

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Joel Arweiler](#)

## 15. Partikelanzahlbestimmung für PIV-Daten

Particle Image Velocimetry (PIV) ist eine weit verbreitete optische Messmethode, die Geschwindigkeitsfelder in Fluiden misst. Dazu werden der Strömung sog. Tracerpartikel hinzugefügt, die das Laserlicht reflektieren. Die Reflektion wird schließlich mit einer Kamera aufgenommen. Eine der Einflussfaktoren auf die Qualität der Ergebnisse ist die Partikelanzahl. Diese zu bestimmen findet derzeit in der Literatur weitestgehend nicht statt, da keine geeignete Methode verfügbar ist. Am ITS gibt es bereits Ansätze und Implementierungen, die Partikelanzahl zu bestimmen. Diese sollen im Rahmen der Arbeit weiterentwickelt an und an synthetischen Bildern getestet werden. Zur Bearbeitung des Projekts ist ebenso erste Erfahrung mit Python sowie Spaß und Interesse an Machine-Learning-Problemen erwünscht.

**Anforderungen:** Erfahrungen mit Python und Spaß am Programmieren (opt. Erfahrungen mit ML)

**Präsenz am Institut:** Nicht erforderlich

**Bearbeitungszeitraum:** 01.04.2023-30.09.2023

**Betreuer\*in:** [Matthias Probst](#)

### **Anmerkungen**

Die Bearbeitungszeit des jeweiligen Themas beträgt 120 Stunden, entsprechend der 4 ETCS-Punkte. Das Thema ist von den Studierenden bis zum Beginn des darauffolgenden Semesters erfolgreich zu bearbeiten. Andernfalls wird das Lehlabor Energietechnik als nicht bestanden bewertet und ist im darauffolgenden Semester mit einem neuen Thema zu wiederholen. Der Bearbeitungszeitraum im Semester ist flexibel und wird im Einvernehmen zwischen Betreuer und Studierenden vereinbart.