

Bachelor-/Masterarbeit

Auf dem Weg zur Dekarbonisierung: numerische Simulationen von Wasserstoffträger-Verbrennung

Dauer: 6 Monate

Der Klimawandel erzwingt eine drastische Verringerung der Treibhausgasemissionen und drängt auf einen raschen Übergang zu kohlenstoffneutralen Technologien mit dem Ziel, die Umweltverschmutzung zu minimieren und das Leben auf unserem Planeten zu erhalten. Eine vielversprechende Strategie, das Power-to-Fuel-to-Power-Konzept, nutzt den Überschuss an erneuerbarer Energie zur Herstellung von Kraftstoffen als chemische Energieträger. Aus erneuerbaren Energiequellen können Wasserstoffträger hergestellt werden, die dann in Gasturbinen ohne CO₂-Emissionen eingesetzt werden können. Wasserstoffträger, rein oder gemischt, können in heutigen Motoren nicht als Drop-in-Kraftstoffe verwendet werden, da sie andere Verbrennungseigenschaften haben als Kohlenwasserstoffe. Sie haben unterschiedliche Reaktivitäten, Flammgeschwindigkeiten und Flammbarkeitsgrenzen. Darüber hinaus können sie unterschiedliche Flammenstabilisierungsmechanismen zeigen.

Detaillierte Simulationen auf Supercomputern bieten die einmalige Gelegenheit, mit geringeren Kosten und einer schnelleren Aussage - im Vergleich zur Vergangenheit - ein umfassendes Wissen über verschiedene umweltfreundliche Brennstoffe zu erlangen und damit den Entwicklungsprozess neuer Technologien zu unterstützen.

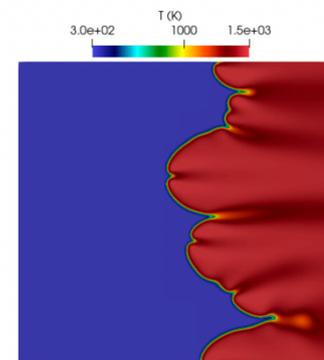
Im Rahmen dieser Arbeit werden numerische Simulationen von laminaren vorgemischten Flammen von reinen und gemischten Wasserstoffträgergemischen unter verschiedenen Betriebsbedingungen mit der Software OpenFOAM durchgeführt. Dabei werden die Finite-Rate-Chemie und ein detailliertes Transportmodell berücksichtigt. Es wird eine Parameterstudie für verschiedene Niveaus des Äquivalenzverhältnisses, der H₂-Anreicherung und des Drucks durchgeführt. Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein grundlegendes Verständnis der thermochemischen Eigenschaften, der Verbrennungsmerkmale und der Stickoxidbildung von Wasserstoffträgergemischen unter verschiedenen Betriebsbedingungen zu erlangen. Ihr Einfluss auf die Flammenstruktur, die thermochemischen Zustände und die Stickoxidbildung wird untersucht. Der Fokus dieser Analysen liegt darin, optimale Brennstoffmischungen und Betriebsbedingungen zu identifizieren, die die NO_x- und N₂O-Bildung minimieren.

Anforderungen:

- Interesse an Strömungsmechanik und CFD
- Affinität zum Umgang mit Computern und der Linux-Kommandozeile
- Affinität zur Programmierung (C++, python)

Kontakt:

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Federica Ferraro
Raum 210
Tel: 0531 391-94230
E-Mail: f.ferraro@ifas.tu-braunschweig.de



Temperatur einer mageren laminaren vorgemischten Wasserstoff-Luft-Flamme



Bachelor/ Master Thesis

Towards decarbonization: numerical simulations of hydrogen carrier combustion

Duration: 6 Months

Climate change imposes a drastic reduction of greenhouse gas emissions and urges for a rapid transition towards carbon-neutral technologies with the final aim to minimize pollution and preserve life on the planet. A promising strategy, the power-to-fuel-to-power concept, uses the excess of renewable energy to produce fuels as chemical energy carriers. Hydrogen carriers can be produced from renewable energy sources to be then employed in gas turbines with no CO₂ emissions.

Hydrogen carriers, pure or blended, cannot be used in today's engines as drop-in fuels for their remarkably complex combustion properties compared to hydrocarbons. They have different reactivity, flame speeds, and flammability limits as well as may promote different flame stabilization mechanisms.

Detailed simulations on supercomputers offer the unique opportunity to achieve a comprehensive knowledge of different environmental-friendly fuels with reduced costs and faster than in the past, supporting the development process of new technologies.

In the context of this work, numerical simulations of laminar premixed flames of pure and blended hydrogen carrier mixtures under various operating conditions will be performed using the OpenFOAM software. Finite-rate chemistry and a detailed transport model will be considered. A parameter study for various levels of equivalence ratio, H₂ enrichment and pressure will be conducted.

The aim of this work is to gain a fundamental understanding of thermochemical characteristics, combustion features, and nitrogen oxide formation of hydrogen carrier mixtures under various operating conditions. Their impact on the flame structure, the thermochemical states and nitrogen oxide formation will be investigated. These activities aim to identify optimal fuel mixtures and operating conditions, which minimize NO_x and N₂O formation.

Requirements:

- Interest in fluid mechanics and CFD
- Affinity for working with computers and Linux command line
- Affinity to programming (C++, python)

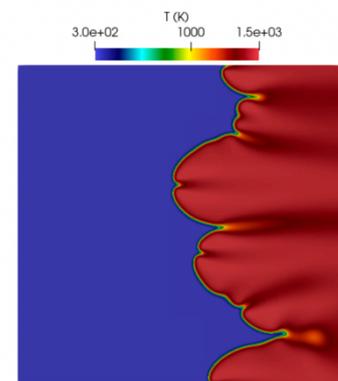
Contact:

Jun.-Prof. Dr.-Ing. Federica Ferraro

Room 210

Tel: 0531 391-94230

E-Mail: f.ferraro@ifas.tu-braunschweig.de



Temperature field of a laminar lean premixed hydrogen-air flame