

Masterarbeit

Direkte Wasserstoffverbrennung: Ein Weg zu emissionsarmen Flugtriebwerken

Motivation

Wasserstoff gilt als vielversprechender Energieträger für zukünftige Gasturbinen in Luftfahrt und Energietechnik, da bei der Verbrennung weder CO₂ noch Ruß entstehen.

Doch warum findet Wasserstoff trotz dieses Potentials bislang nur eine sehr begrenzte Anwendung in realen Triebwerksbrennkammern? Die Antwort liegt in den besonderen Anforderungen an die Brennnerauslegung: Zündverhalten, Flammenstabilität, Mischungsprozesse und NO_x-Emissionen unterscheiden sich deutlich von konventionellen Treibstoffen und stellen unter realistischen Betriebsbedingungen erhebliche Herausforderungen dar. In modernen Flugtriebwerken wird zur Emissionsminderung häufig das RQL-Verbrennungskonzept (Rich–Quench–Lean) eingesetzt. Am Engler-Bunte-Institut steht hierfür eine flexibel konfigurierbare Modellbrennkammer zur Verfügung, die den Betrieb mit 100 % Wasserstoff erlaubt und es ermöglicht, die zugrunde liegenden Strömungs- und Verbrennungsprozesse systematisch zu untersuchen.

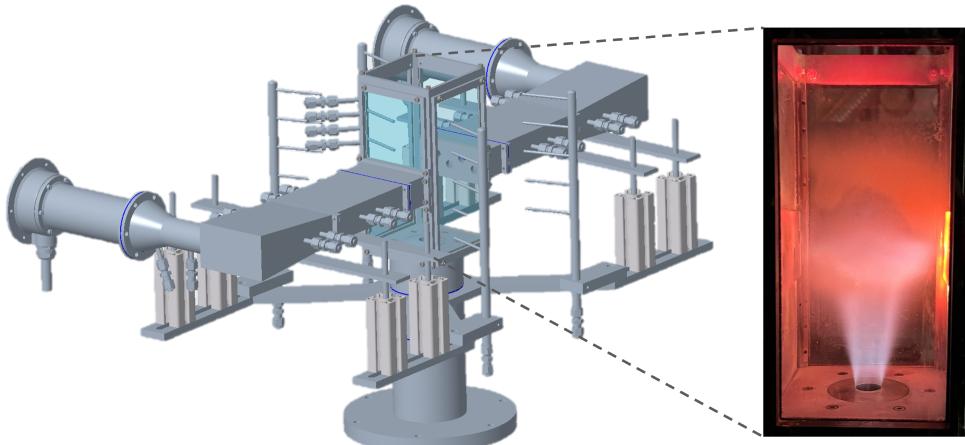


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Modellbrennkammer sowie fotografische Aufnahme eines Betriebspunktes mit 100 % Wasserstoff im RQL-Betrieb

Aufgabenstellung

Im Rahmen dieser Masterarbeit werden die in einer wasserstoffbetriebenen Versuchsbrennkammer ablaufenden Strömungs- und Verbrennungsprozesse systematisch untersucht, miteinander verglichen und physikalisch eingeordnet, um einen weiteren Schritt in Richtung der Anwendung wasserstoffbasierter Triebwerksbrennkammerkonzepte zu gehen. Ziel ist es, herauszuarbeiten, welche Mechanismen die Flammenstabilität und Emissionsbildung in realitätsnahen Brennerkonfigurationen bestimmen. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Arbeit können — abhängig von Interesse, Startdatum und Projektfortschritt — flexibel festgelegt werden. Mögliche thematische Schwerpunkte sind beispielsweise:

- Analyse von Strömungs- und Mischungsprozessen in der Brennkammer
- Untersuchung von Flammenlage, -struktur und Stabilitätsgrenzen
- Bewertung der Emissionscharakteristik unter verschiedenen Betriebsbedingungen
- Analyse von Temperaturverteilungen und deren Einfluss auf Verbrennungsprozesse
- Vergleich unterschiedlicher Brennerkonzepte

Masterarbeit

Lernziele

Die Arbeit bietet die Möglichkeit, ein tiefgehendes Verständnis von Strömungs- und Verbrennungsprozessen zu entwickeln und gleichzeitig zur Weiterentwicklung emissionsarmer wasserstoffbasierter Brennerkonzepte im Pilotmaßstab beizutragen.

Hintergrundwissen

Die Masterarbeit richtet sich an Studierende der Verfahrenstechnik, des Chemieingenieurwesens, des Maschinenbaus oder der Physik mit Interesse an hochaktuellen technischen Fragestellungen und Freude an experimenteller Arbeit.

Datum, Ort

Ab sofort, Campus Süd

Kontakt

Betreuung:

M.Sc. Maurus Bauer (maurus.bauer@kit.edu)