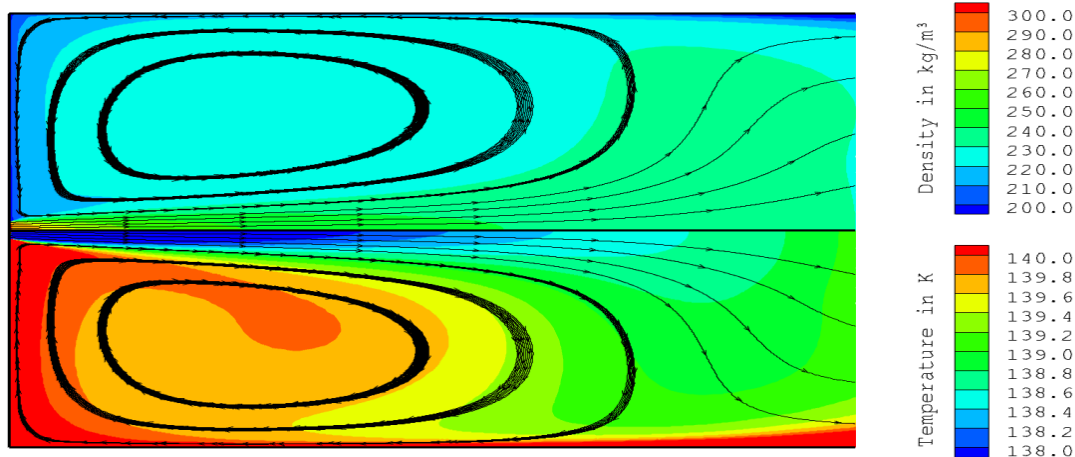


# Diplom- /Bachelor- /Masterarbeit

## Thema:

Numerische Untersuchung der transkritischen Einspritzung für Raketenanwendungen



## Hintergrund:

In Flüssigtreibstoffraketen ist die Schubkammer der Ort, an dem die in den Treibstoffen gespeicherte chemische Energie in eine Antriebskraft umgesetzt wird. Typischerweise werden dabei flüssiger Sauerstoff und gasförmiger Wasserstoff eingespritzt. Bei den bei Hauptstufentriebwerken mittlerweile üblichen Brennkammerdrücken von über 100 bar (z.B. im Vulcain 2 der ARIANE 5) wird der kritische Druck des Sauerstoffs überschritten. Dadurch ändern sich die Fluideigenschaften massiv: typische Flüssigkeitseigenschaften wie Oberflächenspannung oder Verdampfungsenthalpie verschwinden, stattdessen ähnelt der Strahl einem Gas hoher Dichte. Charakteristische Phänomene wie eine hohe Variation der Dichte bei kleinen Änderungen der Temperatur (siehe Abbildung) lassen annehmen, dass sich der transkritische Freistrahler anders verhält als die klassischen Fälle des flüssigen oder gasförmigen Freistrahlers.

Um diese Phänomene genauer zu verstehen, sollen sie daher im Computer abgebildet werden. Als Modellfall soll dazu zunächst die überkritische Einspritzung von Stickstoff in eine Stickstoffumgebung untersucht werden.

## Aufgabenstellung:

Der DLR-Strömungslöser TAU wurde um eine Zustandsgleichung für transkritischen Stickstoff erweitert. Damit sollen Rechnungen durchgeführt und mit geeigneten Experimenten verglichen werden. Die Besonderheiten des überkritischen Freistrahlers sind zu identifizieren. Dies soll durch Vergleich mit Experimenten von „klassischen“ flüssigen und gasförmigen Freistrahler sowie analytischen Modellen geschehen. Darüber hinaus soll der Einfluss von Randbedingungen, Turbulenzmodellen u.ä. auf die numerische Lösung untersucht werden.

## Voraussetzungen:

- Gute Kenntnisse in Strömungsmechanik und Thermodynamik
- Programmiererfahrung (idealerweise C, Python)

**Beginn:** baldmöglichst

## Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Daniel Banuti  
DLR - Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik  
Abteilung Raumfahrzeuge  
Bunsenstr.10  
37073 Göttingen  
Email: daniel.banuti@dlr.de  
Tel.: 0551 / 709 - 2403