



## **Bachelor-/ Studien-/ Masterarbeit\***

### Untersuchung des Betriebsverhaltens und der Flugzeugintegration wasserstoffbasierter Flugantriebe *Performance analysis and integration of hydrogen based propulsion systems*

Bearbeitungsdauer: 3/6 Monate (Bachelor-/ Studien-/ Masterarbeit)

Im Zuge der Elektrifizierung des Mobilitätssektors ist insbesondere die Bereitstellung der elektrischen Energie für die Flug- und Fahrtriebe eine Herausforderung. Neben der Nutzung von Batterien stellt der Einsatz von Brennstoffzellen eine erfolgversprechende Alternative dar. Vor allem die Nutzung von Wasserstoff als Treibstoff ist hierbei für kurze Standzeiten ein wesentlicher Vorteil. Um die Leistungsfähigkeit eines Brennstoffzellenstapels zu erhöhen kann der Betriebsdruck an der Kathodenseite erhöht werden. Für die notwendige Verdichtung werden je nach Massenstrom in der Regel Axial- oder Radialverdichter genutzt. Um einen Teil des hohen parasitären Energieverbrauchs für die Verdichtung zu kompensieren, kann insbesondere in großen Flughöhen Enthalpie aus dem Abgas zurückgewonnen werden.

Große Unsicherheiten treten bei der Integration des Antriebssystems in das Flugzeug auf. Insbesondere die Auswirkungen von erhöhter Antriebs- und Tanksystemmasse auf die Leistungsfähigkeit des Flugzeuges sind hier von Bedeutung. Im Rahmen dieser studentischen Arbeit sollen Antriebssysteme auf Basis von Brennstoffzellen ausgelegt werden und anschließend ihre Wechselwirkungen mit der Flugzeugperformance ermittelt werden. Zunächst soll der Auslegungsparameterraum des Antriebssystems sinnvoll beschränkt werden (z. B. Betriebsdruck, Oversizing). Mit dem ausgelegten Antriebssystem soll anschließend die zusätzliche Masse im Vergleich zu einem konventionellen Antrieb bestimmt werden. Die daraus resultierenden Sensitivitäten bzgl. der Auslegungsparameter sollen abgebildet werden, insbesondere auch die Berücksichtigung der erforderlichen Tankmasse. Abschließend soll die Auswirkung des Massenzuwachses auf die Charakteristik des Flugzeuges beurteilt werden, indem Abschätzungen des zusätzlichen induzierten Widerstands getroffen werden, die wiederum eine Anpassung der Schubanforderungen an den Antrieb erfordern.

*In the course of the electrification of the mobility sector, the provision of electrical energy for aircraft systems is a particular challenge. In addition to the use of batteries, the use of fuel cells is a promising alternative. In particular, the use of hydrogen has significant advantage for short downtimes. To increase the performance of a fuel cell stack, the operating pressure on the cathode side can be increased. Depending on the mass flow, axial or radial compressors are generally used for the necessary*

*compression. To compensate for some of the high parasitic energy consumption for compression, enthalpy can be recovered from the exhaust gas, especially at high altitudes.*

*Major uncertainties arise in the integration of the propulsion system into the aircraft. The effects of increased propulsion and tank system mass on the performance of the aircraft are of particular importance here. In this student thesis, propulsion systems based on fuel cells are to be designed and their interactions with aircraft performance are to be determined. First, the design parameter space of the propulsion system is to be reasonably limited (e.g. operating pressure, oversizing). The additional mass compared to a conventional propulsion system will then be determined with the designed propulsion system. The resulting sensitivities with regard to the design parameters are to be analysed, in particular the consideration of the required tank mass. Finally, the effect of the mass increase on the characteristics of the aircraft is to be assessed by estimating the additional induced drag, which in turn requires an adjustment of the thrust requirements for the propulsion system.*

Voraussetzung sind gute Kenntnisse der Thermodynamik, Erfahrung in der Performancesimulation und Kenntnisse von MATLAB.

*Prerequisite is a good knowledge of thermodynamics, previous experience in performance simulation and experience in MATLAB.*

**Ansprechpartner:**

Sebastian Lück, M.Sc.

Patrick Meyer, M.Sc.

2.OG Raum 209

Tel.: 0531 / 391 94241

E-Mail: [s.lueck@ifas.tu-braunschweig.de](mailto:s.lueck@ifas.tu-braunschweig.de)