



Bachelor-/ Studien-/ Masterarbeit*

Untersuchung des Betriebsverhaltens wasserstoffbasierter Flugantriebe

Performance analysis 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. Insbesondere die Nutzung von Wasserstoff als Drop-in Fuel 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. Hierzu kann ein Aufbau genutzt werden, der einem Turbolader ähnlich ist. Da aus der Brennstoffzelle gesättigte feuchte Luft mit einer Temperatur von 70-80°C austritt, reicht deren Exergie nicht aus um den Verdichter anzutreiben. Die fehlende Leistung dafür kann durch andere Quellen bereitgestellt werden

Im Rahmen dieser studentischen Arbeit soll das Betriebsverhalten eines neuartigen Antriebssystems untersucht werden. Dabei muss zunächst ein stationäres Performancemodell des Antriebs erstellt werden. Hierzu bieten sich die etablierten Ansätze des Engine Matchings an. Dafür werden alle verbauten Komponenten in ein Reduced Order Modell überführt und anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften abgebildet. Hierzu zählen neben Turbomaschinenkomponenten auch Brennkammer, Wärmetauscher, Be- und Entfeuchter, Wasserabscheider und Brennstoffzellenstapel. Basierend auf dem iterativen Newton Raphson Verfahren kann anschließend die stationäre Arbeitslinie des Systems unter Berücksichtigung der Missionspunkte untersucht werden.

In the course of the electrification of the mobility sector, the provision of electrical energy for aircraft and vehicle propulsion systems is a particular challenge. In addition to the use of batteries, the use of fuel cells represents a promising alternative. In particular, the use of hydrogen as a drop-in fuel is a significant advantage here for short turnaround times. To increase the performance of a fuel cell stack, the operating pressure on the cathode side can be increased. For the necessary compression, centrifugal compressors are usually used. To compensate for some of the high parasitic energy consumption for compression, enthalpy can be recovered from the exhaust gas, especially at high altitudes. A setup similar to a turbocharger can be

used for this purpose. Since saturated moist air with a temperature of 70-80°C exits the fuel cell, its exergy is not sufficient to drive the compressor. The missing power is provided by an additional energy source.

In the scope of this thesis, the performance of such a propulsion system is to be investigated. Initially, a performance model of the system has to be developed. The engine matching approach is an adequate tool for this task. Therefore, all components of the propulsion system have to be converted into a reduced order model based on their characteristic properties. These include but are not limited to turbomachineries, combustor, heat exchanger, humidifier and dehumidifier, water separator and fuel cell stack. Based on the iterative Newton Raphson approach, a steady state analysis of the system performance can be conducted, taking into account various mission scenarios.

Voraussetzung sind gute Kenntnisse der Thermodynamik, Erfahrung in der Performance simulation und Kenntnisse von MATLAB
Prerequisite is a good knowledge of thermodynamics, previous experience in performance simulation and experience in MATLAB.

Literatur:

- [1] Kurzke & Halliwell., Propulsion and Power, Springer International Publishing, 2018
- [2] Barchewitz, L., Air Supply System for PEM Fuel Cells, Dissertation, Hannover, 2008
- [2] Lück, S., Wittmann, T., Göing, J., Bode, C., Friedrichs, J., Impact of Condensation on the System Performance of a Fuel Cell Turbocharger, Machines, 2022

Ansprechpartner:

Sebastian Lück, M.Sc.
2.OG Raum 215
Tel.: 0531 / 391 94241
E-Mail: s.lueck@ifas.tu-braunschweig.de