



Studien-/Masterarbeit*

Untersuchung des instationären Betriebsverhaltens elektrischer
Luftverdichter für mobile Brennstoffzellenanwendungen

*Investigation of the transient performance of an electric air
compressor for mobile fuel cell applications*

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 in der Regel 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 durch einen zusätzlichen Elektromotor bereitgestellt.

Der Kreisprozess des Gaspfades des elektrischen Luftverdichters (ELV) wird am Institut für Flugantriebe mit dem Simulationsprogramm ASTOR untersucht. Im Rahmen dieser studentischen Arbeit soll das instationäre Betriebsverhalten eines ELV im Detail untersucht werden. Neben sicherheitskritischen Größen wie dem Pumpgrenzabstand soll unter anderem das Potential bei Beschleunigungs- und Verzögerungsmanövern durch verschiedene einfache Reglerkonzepte untersucht werden. Ziel der Arbeit ist die allgemeingültige Beschreibung instationärer Vorgänge im ELV bei Änderung der Betriebszustände unter Berücksichtigung der Umwelteinflüsse (Flughöhe, Temperatur, etc.).

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 electric motor.

The cycle of the gas path of the electric air compressor (ELV) is investigated at the Institute of Jet Propulsion with the simulation program ASTOR. Within the scope of this student work, the transient operating behavior of an ELV is to be investigated in detail. In addition to safety-critical variables such as the surge limit distance, the potential during acceleration and deceleration maneuvers is to be investigated using various simple controller concepts, among other things. The aim of the work is the generally valid description of transient processes in the ELV when the operating conditions change, taking into account the environmental influences (flight altitude, temperature, etc.).

Voraussetzung sind gute Kenntnisse der Thermodynamik und Erfahrung in der Programmierung mit MATLAB. Von Vorteil sind Erfahrungen bei der Vektorisierung von Programmcode.

Prerequisite is a good knowledge of thermodynamics and experience in programming with MATLAB. Experience in vectorization of program code is an advantage.

Literatur:

[1] Lück, S., Göing, J., Bode, C., Friedrichs, J., PSEUDO BOND GRAPH SYSTEM MODELLING OF ELECTRIC AIR COMPRESSORS WITH ENERGY RECOVERY FOR FUEL CELL APPLICATIONS, ASME Turbo Expo 2020: Turbomachinery Technical Conference and Exposition

[2] Göing, J., Kellersmann, A., Bode, C., Friedrichs, J., JET PROPULSION ENGINE MODELLING USING PSEUDO BOND GRAPH APPROACH, ASME Turbo Expo 2019: Turbomachinery Technical Conference and Exposition

[3] Meyer, P., Lück, S., Spuhler, T., Bode, C., Hühne, C., Friedrichs, J., Sinapius, M., Transient Dynamic System Behavior of Pressure Actuated Cellular Structures in a Morphing Wing, Aerospace 2021

[4] Kurzke, J., Halliwell, I., Propulsion and Power, Springer International Publishing 2018

Ansprechpartner:

Sebastian Lück, M.Sc.

2.OG Raum 228

Tel.: 0531 / 391 94241

E-Mail: s.lueck@ifas.tu-braunschweig.de