



Bachelor-/ Studien-/ Masterarbeit*

Numerische Untersuchung des Strömungsfeldes in einem Brennstoffzellenstapel

Numerical investigation of the flow field inside a fuel cell stack

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 maßgeblich von der Charakteristik des Brennstoffzellenstapels beeinflusst. Insbesondere das Druckverhältnis ist hier von signifikanter Bedeutung, da es die Androsselung des Verdichters definiert. Neben einfachen Abschätzungen durch Reihen- und Parallelschaltungen der Strömungskanäle mittels Gleichungen für Rohrströmungen kann das Strömungsfeld durch numerische Simulation (CFD) bestimmt und detailliert untersucht werden. Im Rahmen dieser Studentischen Arbeit soll ein gegebener Brennstoffzellenstapel auf diese Weise charakterisiert werden. Dabei soll zunächst aufgezeigt werden, ob die Modellierung einzelner Bipolarplatten ausreicht, oder die Simulation des gesamten Stacks notwendig ist, um integrale Kenngrößen zu ermitteln. Anschließend soll das Strömungsfeld detailliert untersucht werden, um Verbesserungen des Designs abzuleiten.

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 predominantly influenced by the pressure loss characteristic of the fuel cell stack. Especially pressure losses are of great importance since it determines throttling of the compressor, which then operates closer to the stability line. Apart from estimation by simple connections of pipe flows, the flow field can be characterized by numerical simulation (CFD). In the scope of this thesis, a given fuel cell stack is to be analyzed. Initially, it has to be concluded whether simplifications such as symmetry can be utilized to limit the number of bipolar plates that have to be modelled, or whether the entire stack has to be taken into the scope of analysis to determine integral parameters such as pressure loss. Subsequently, the entire flow field within the stack shall be investigated and design improvement guidelines can be given.

Voraussetzung sind gute Kenntnisse der Thermodynamik und Erfahrung in der numerischen Simulation (CFD).

Prerequisite is a good knowledge of thermodynamics and experience in the field of numerical simulation (CFD).

Literatur:

- [1] Bobka, P., Möhlen, R.-M., Brokamp, S., Gabriel, F., Leithoff, R., Dröder, K.: Pressing Process for the Production of Thin Graphite Compound Bipolar Plates for High-Performance Applications. Production at the Leading Edge of Technology, 2021
- [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