

Studentische Arbeit:

Weiterentwicklung eines Brennstoffzellenmodells in *MATLAB*

Development of a fuel cell model in *MATLAB*

Bearbeitungsdauer: 3 Monate (Bachelor oder Studienarbeit)



Abbildung 1: ANTARES DLR-H2 [dlr.de]

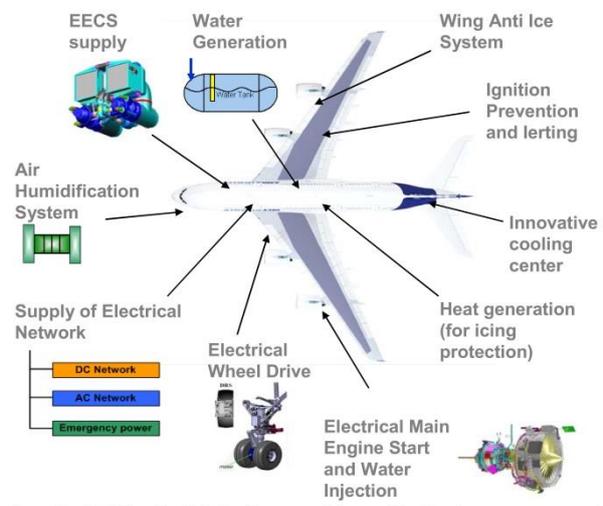


Abbildung 2: Weitere Einsatzzwecke von Brennstoffzellen in Verkehrsflugzeugen [Friedrich]

Die Luftfahrt ist für ca. 12 % der CO₂-Produktion im Transportsektor und 2-3 % aller anthropogenen CO₂-Emissionen verantwortlich. Um die Emissionen im Rahmen der „ACARE 2020“ und „Flight Path 2050“ Ziele signifikant zu reduzieren, wurden konventionelle Flugantriebe interdisziplinär weiterentwickelt und optimiert. Weitreichendere Ziele wie etwa die Dekarbonisierung des Luftverkehrs können hingegen nur unter Berücksichtigung alternativer Antriebskonzepte erreicht werden. Die Nutzung von Wasserstoff, der aus regenerativen Energien erzeugt wurde, zur Stromerzeugung in Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen (PEMFC) in Kombination mit (verteilten) elektrischen Antrieben bietet hierfür einen aussichtsreichen Lösungsansatz. Mitgeführter Wasserstoff wird dazu mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft zur Stromerzeugung zu Wasser umgesetzt. Zur Wirkungsgradsteigerung wird zudem ein Verdichter benötigt, der einen entsprechend hohen Sauerstoffpartialdruck in der Brennstoffzelle gewährleistet. Im Vergleich zu konventionellen Flugtriebwerken wird der Betriebsbereich dieser System durch neue Parameter beeinflusst, deren Auswirkung von Bedeutung ist. Beispiele hierfür liegen etwa im Bereich des Wasser- und Thermomanagements.

Um das Betriebsverhalten eines elektrischen Antriebssystems mit Brennstoffzellenintegration zu untersuchen, soll im Rahmen dieser Arbeit ein bestehendes Modell eines Brennstoffzellenstapels in *MATLAB* parametrisiert und weiterentwickelt werden. Dabei soll einerseits ein Schwerpunkt auf die Abhängigkeit der bereitgestellten Leistung vom geförderten Massenstrom gesetzt werden. Andererseits soll das Modell die Möglichkeit zur Simulation über ein weites Spektrum von Parametern und Randbedingungen die die Brennstoffzelle charakterisieren, bieten, um in Zukunft Sensitivitätsanalysen durchführen zu können. Da der Brennstoffzellenstapel den signifikantesten Einfluss auf die Anlagenkennlinie hat, soll ein besonderer Fokus auf die Modellierung der Gasverteilerstruktur innerhalb des Stacks gesetzt werden. Zudem soll das Modell in das institutseigene Simulationstool **ASTOR (AircraftEngine Simulation of Transient Operation Research)** eingebunden werden, das zur Gesamtsystemsimulation von Triebwerken verwendet wird.

Aviation currently accounts for about 12 % of the CO₂ production in the transport sector and 2-3 % of global anthropogenic emissions. To significantly reduce emissions following the “ACARE 2020” and “Flight Path 2050” goals, conventional propulsion systems have undergone further development and optimizations. Further-reaching goals such as the decarbonization of air traffic can only be accomplished by taking into account alternative propulsion concepts. The use of hydrogen generated from renewable energies as a primary source of fuel is a possible alternative. Using the hydrogen in Proton Exchange Membrane Fuel Cells along with oxygen from the air, electrical power can be produced and utilized in a (distributed) electric propulsion system. To increase performance a compressor is often employed to deliver necessary mass flow and partial pressure of oxygen.

Compared to conventional propulsion systems new parameters influencing the operating range of such systems will arise. New fields of interest are e. g. water management or thermal control systems.

To simulate the operating behaviour of electric propulsion systems including a fuel cell subsystem, a *MATLAB* model of the fuel cell system is to be developed in this thesis. On one hand the focus lies on the dependency of provided power and mass flow. On the other hand a broad range and variation of parameters describing the fuel cell systems characteristics should be implemented to conduct further sensitivity analyses. Since the stacks pressure loss characteristic has got the largest impact of the overall operating line of the machine, special emphasis lies on modelling the pressure loss characteristics of the stack. Finally the model will be included into the in-house tool **ASTOR (AircraftEngine Simulation of Transient Operation Research)** which is used for the simulation of the entire propulsion system.

Literatur:

[1] Mohr, P.: *Optimierung von Brennstoffzellen-Bipolarplatten für die automobilen Anwendung, Dissertation, 2018*

[2] Friedrich et al.: *Fuel Cell Systems for Aircraft Application*, ECS Transactions, 2009

Ansprechpartner:
Sebastian Lück, M.Sc.
2.OG Raum 213
Tel.: 0531 / 391 94241
E-Mail: s.lueck@ifas.tu-bs.de