



Aufgabenstellung Masterarbeit

Entwicklung eines numerischen Simulationsmodells zur Charakterisierung des Stofftransports in Brennstoffzellen unter Berücksichtigung flugbetriebspezifischer Betriebsparameter

Development of a Numerical Simulation Model for Characterizing Mass Transport in Fuel Cells Considering Flight-Specific Operating Conditions

Motivation:

Die Erreichung der Klimaziele erfordert eine drastische Reduktion der CO₂-Emissionen, insbesondere im Mobilitätssektor. Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen stellen eine mögliche Schlüsseltechnologie dar, um emissionsfreie Mobilitätslösungen zu ermöglichen und fossile Energieträger nachhaltig zu ersetzen. Dies gilt auch für den Flugbetrieb, bei dem Brennstoffzellensysteme unter niedrigen Umgebungsdrücken in großen Höhen betrieben werden. Das EWS arbeitet an der Entwicklung effizienter Systemkonzepte für diesen Einsatzbereich, um auch im Luftverkehr die Dekarbonisierung voranzutreiben.

Die Entwicklung eines im Unterdruck mit experimentellen Daten validierten Brennstoffzellenmodells soll hierfür eine wertvolle Grundlage für die Auslegung neuer Systeme schaffen. Ein solches Modell ermöglicht die Optimierung von Betriebsstrategien von Brennstoffzellensystemen speziell für den Einsatz in großen Höhen und kann potenzielle Verbesserungen im Zell- und Stack-Design aufzeigen, die auf die besonderen Anforderungen des Unterdruckbetriebs abgestimmt sind.

Ziel ist die Entwicklung eines umfassenden Modells, das physikalische, chemische, thermische und elektrische Eigenschaften der Zelle simuliert und auch Aspekte der Gasverteilung in den Flow-Fields der Brennstoffzelle berücksichtigt.

Eine Grundlage für dieses Vorhaben soll diese Abschlussarbeit schaffen. Während kommerzielle Simulations-Software den Nachteil haben, dass sie die Implementierung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse nur begrenzt ermöglichen, soll zunächst ein quelloffenes Einzeller-Modell aufgebaut werden, das auf dem bewährten CFD-Paket OpenFOAM® basiert. Dieses Modell wird nicht nur die Basis für präzise, anpassbare Simulationen schaffen, sondern auch dazu beitragen, Brennstoffzellensysteme für den Flugbetrieb auszulegen und zu optimieren.

Aufgabenstellung:

- Literaturrecherche bisheriger Arbeiten zur Modellierung von PEM-Brennstoffzellen.
- Einarbeitung in die CFD-Software OpenFOAM® und deren Anwendungsmöglichkeiten für die Modellierung von Brennstoffzellen.
- Entwicklung eines Einzeller-Modells zur Simulation des Stofftransports in einer Brennstoffzelle.
- Validierung des Modells mit bestehenden experimentellen Daten für den Betrieb im Unterdruck.
- Analyse der Auswirkungen von Betriebsparametern auf den Stofftransport und Ableitung von Optimierungspotenzialen für künftige Zell- und Stack-Designs.
- Dokumentation der Ergebnisse und Verfassen der Abschlussarbeit.

Kontakt für weitere Informationen: Christian Kley (christian.kley@uni-ulm.de)
