

# ENTWICKLUNG EINER BRENNSTOFFZELLENTESTANLAGE ZUR CHARAKTERISIERUNG FÜR DEN EINSATZ IN DER LUFTFAHRT

Frederik JANTSCH<sup>1\*</sup>, Toni SCHOTT<sup>1\*</sup>  
Jan HUSSLEIN<sup>1\*</sup>, Johannes PAULUS<sup>1</sup>, Isabell WIRTH<sup>1</sup>

## Key Words:

Brennstoffzelle, Versuchsstand, Power to mobility, Wasserstoff, Luftfahrt

## Brennstoffzellenantriebe in der Luftfahrt

Die Luftfahrt steht seit geraumer Zeit für ihren negativen Einfluss auf die Umwelt in der Kritik. So waren konventionell-betriebene Flugzeuge beispielsweise im Jahr 2018 für einen weltweiten CO<sub>2</sub>-äquivalenten Ausstoß von einer Milliarde Tonnen verantwortlich [1]. Eine Prognose der University of Limerick in Irland geht davon aus, dass sich die Zahl bis 2050 beinahe verdoppelt haben könnte, sofern an der Antriebstechnik und der generellen Strategie nichts verändert werde [1]. Der schrittweise Umstieg auf Wasserstoff basierende Antriebe hingegen, zeigt sich hier als vielversprechende Strategie.

Das Potenzial, CO<sub>2</sub>-Emissionen mithilfe eines wasserstoffbasierten Flugzeugantriebs einzusparen, bezieht sich nach aktuellem Stand der Forschung kurz- bis mittelfristig tendenziell auf kleine bis mittelgroße Fluggeräte. Daher ist es beispielsweise denkbar, bei Inlands- und Kurzstreckenflügen auf Wasserstoff zu setzen und CO<sub>2</sub>-Neutralität in diesem Sektor zu erreichen. Inlandsflüge haben laut [2] einer Statistik aus dem Jahr 2018 den höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Passagier und Kilometer zu verantworten. Eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Einsatz von Wasserstoff, kann daher einen großen Beitrag zum Klimaschutz leisten. So könnte durch eine vollständige Elektrifizierung des genannten Sektors, der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 255 g/km pro Person eingespart und damit das CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Reisesektor um fast 19 % reduziert werden [2].

In dem Projekt Taifun 17H2 wird ein Brennstoffzellenantrieb für Kleinflugzeuge entwickelt und die notwendige Peripherie hinsichtlich Wirkungsgrad und Gesamtgewicht verbessert. Ziel ist es grünen Strom aus dem Energiesektor im Mobilitätssektor zu nutzen. Dies kann durch Produktion des Kraftstoffes Wasserstoff durch Elektrolyse direkt am Flugplatz umgesetzt werden. Damit wird ein Teil der Luftfahrt unabhängig von fossilen Brennstoffen.

## Versuchsstand

Aktuell wird ein vorhandener Motorsegler (Taifun 17 E des Herstellers Valentin) auf einen Hybridantriebsstrang mit Hochvoltbatterie und Wasserstoffbrennstoffzelle umgebaut. Die Brennstoffzelle wird vorab bei Flugbedingungen getestet. Dazu gehören unter anderem Umgebungstemperaturen von – 10 bis 40 °C und Luftdrücke von 1,013 bis 0,697 bar (a). Die Luftdichte beträgt bei der maximalen Flughöhe der Taifun 17H2 (FL100~ 3.000 m) ca.  $0,9 \frac{kg}{m^3}$  [3].

Der Brennstoffzellenwirkungsgrad ist z.B. abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit, sowie dem Druckverhältnis der Medien [4]. Speziell für die Nutzung von Brennstoffzellen in der mobilen Anwendung, ist es notwendig gezielt relevante Temperaturen, Feuchtigkeit, Drücke anzufahren und Leistungskurven aufzunehmen. Ein eigens dafür entwickelter Versuchsstand ermöglicht diese Untersuchungen. Dieser besteht aus einem Gasversorgungsgestell, dem Konditionierungsgestell und dem Brennstoffzellengestell. An einem Leitstand kann die Sensorik ausgelesen, sowie Aktorik wie elektronische Ventile, die elektrische Last oder die Kühlung gesteuert werden.

---

<sup>1</sup> THWS, Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt, Ignaz-Schön-Str. 11, 97421 Schweinfurt, Tel.-Nr. +49 9721 940-9902, [johannes.paulus@thws.de](mailto:johannes.paulus@thws.de) / [dekanat.fm@thws.de](mailto:dekanat.fm@thws.de), [www.fm.thws.de](http://www.fm.thws.de)



Abbildung 1: Versuchsstand mit drei Gestellen (von links nach rechts): Gasversorgungsgestell, Konditionierungswagen, Brennstoffzellengestell.

Diese Veröffentlichung beschreibt einen modularen Ansatz zur Brennstoffzellencharakterisierung für den Sektor Mobilität. Dabei liegt der Fokus auf dem Einsatz in der Luftfahrt. Es werden die theoretischen Einflussfaktoren auf die Brennstoffzelle gezielt eingestellt und untersucht. Die Veröffentlichung geht detailliert auf den Aufbau des Versuchsstandes und die Implementierung der genannten Einflussfaktoren in der Peripherie ein. Final werden Messungen einer 50 kW Brennstoffzelle diskutiert. Dabei wird der Normalbetrieb nach Datenblatt mit dem realen Betriebsbedingungen einer Taifun verglichen.

## Referenzen

- [1] Wyman, O., Projected CO<sub>2</sub> emissions from the aviation industry between 2022 and 2050, by scenario, <https://www.statista.com/statistics/1189613/projected-co2-emissionaviation-worldwide/>, Limerick (Aufgerufen 06 Juli 2023)
- [2] UK Department for Business, Energy and Industrial Strategy, Carbon footprint of select modes of transport per kilometer of travel in 2018, <https://www.statista.com/statistics/1185559/carbon-footprint-of-travel-per-kilometer-by-mode-of-transport/>, London (Zugriffstag: 06.05.2023)
- [3] Deutscher Wetterdienst, [https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Standardatmosphaere\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/S/Standardatmosphaere_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3), Offenbach (Zugriffstag: 15.07.2023)
- [4] Kurzweil, Peter (2003), *Brennstoffzellentechnik* (3. Ausgabe), Springer Verlag, ISBN 978-3-658-14934-5