WaVe-KP

Wasser- und Verschmutzungsmanagement im Kathodenpfad eines PEM-Brennstoffzellenstacks

Programm / Ausschreibung	Humanpotenzial, Humanpotenzial, Industrienahe Dissertationen 2023	**Status**	laufend
Projektstart	01.03.2024	**Projektende**	28.02.2027
Zeitraum	2024 - 2027	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	Brennstoffzelle, Kathode, Wassermanagement, Wandfilm		

Projektbeschreibung

Bei der Dekarbonisierung der Fahrzeugflotte wird vor allem bei schweren Nutzfahrzeugen und Spezialanwendungen, wo hohe Energiedichten und kurze Ladezeiten notwendig sind, die Brennstoffzelle eine wichtige Rolle übernehmen. Bei der Brennstoffzelle bilden Wasserstoff und Luftsauerstoff unter der Erzeugung von Elektrizität Wasser. Wasser spielt beim Betrieb der Brennstoffzelle eine wichtige Rolle. Zunächst muss das bei der Reaktion entstehende Wasser aus der Brennstoffzelle entfernt werden, um eine Überflutung der Zelle zu vermeiden. Dabei kondensiert ein Teil des Wasserdampfes und es bilden sich Tröpfchen und ein flüssiger Wandfilm. Ein Teil des flüssigen Wassers wird von einem Entfeuchter der Abluft entnommen, um damit essenzielle Teile der Brennstoffzelle wie die Membran zu befeuchten.
Um den Betriebsdruck in der Brennstoffzelle und den Wirkungsgrad zu erhöhen, befindet sich im Kathodenpfad moderner Brennstoffzellensysteme ein Turbolader. Die Rotorblätter des Turboladers werden durch die hohe Relativgeschwindigkeit durch die Wassertröpfchen in der Abluft erodiert.
In dieser Dissertation soll zunächst die Anzahl, Größe, Position und Geschwindigkeit der Tröpfchen im Kathodenpfad messtechnisch erfasst werden. Es soll weiters der flüssige Wandfilm, der sich an den Rändern bildet, erfasst werden. Dazu wird zunächst an einem Komponentenprüfstand die Messtechnik aufgebaut und evaluiert. Anschließend werden die Messungen an einem Brennstoffzellenprüfstand durchgeführt.
Der Entwicklung von Software zur Simulation des Wassertransports unter Scherströmung wurde in letzter Zeit großes Augenmerk gewidmet, um den Aufwand für die experimentelle Validierung des Verschmutzungsmanagement von Fahrzeugen zu minimieren. Es besteht jedoch noch großer Forschungsbedarf, um eine Validierung des Verschmutzungsmanagement simulativ durchzuführen.
Es wird eine Simulationsumgebung aufgebaut, mit der in einem ersten Schritt einfache Aufgabenstellungen wie der Transport eines einzelnen auf einer ebenen Fläche gelöst werden. Die notwendigen Messdaten stehen zur Verfügung. In einem weiteren Schritt soll dann der Wassertransport im Kathodenpfad der Brennstoffzelle berechnet werden.
Im Rahmen der Dissertation sollen weiters mathematische Modelle entwickelt werden, die die Genauigkeit der Messung unterstützen, entwickelt werden.
Im Rahmen dieser Dissertation soll ein umfassendes Verständnis zum Wassertransport im Kathodenpfad erarbeitet werden. Die Ergebnisse sollen genutzt werden, um den Turbolader als auch den Entfeuchter auf die Verhältnisse bestmöglich

auszulegen und damit den Wirkungsgrad und die Lebensdauer des Brennstoffzellensystems zu verbessern.

Abstract

In the decarbonisation of the vehicle fleet, the fuel cell will play an important role, especially in heavy commercial vehicles and special applications where high energy densities and short charging times are required. In the fuel cell, hydrogen and atmospheric oxygen form water under the generation of electricity. Water plays an important role in the operation of the fuel cell. First, the water produced during the reaction must be removed from the fuel cell to avoid flooding the cell. In the process, some of the water vapour condenses and droplets and a liquid wall film form. Part of the liquid water is removed from the exhaust air by a dehumidifier to humidify essential parts of the fuel cell such as the membrane.
In order to increase the operating pressure in the fuel cell and the efficiency, there is a turbocharger in the cathode path of modern fuel cell systems. The rotor blades of the turbocharger are eroded by the water droplets in the exhaust air due to the high relative speed.
In this dissertation, the number, size, position and speed of the droplets in the cathode path are to be measured. Furthermore, the liquid wall film that forms at the edges is to be recorded. To this end, the measurement technology will first be set up and evaluated on a component test stand. Then the measurements will be carried out on a fuel cell test stand.
The development of software to simulate water transport under shear flow has recently received a great deal of attention in order to minimise the effort required for the experimental validation of vehicle pollution management. However, there is still a great need for research to perform pollution management validation simulatively.
A simulation environment is being set up with which, in a first step, simple tasks such as the transport of a single vehicle on a flat surface can be solved. The necessary measurement data are available. In a further step, the water transport in the cathode path of the fuel cell is to be calculated.
As part of the dissertation, mathematical models will also be developed to support the accuracy of the measurement.
Within the framework of this dissertation, a comprehensive understanding of water transport in the cathode path is to be developed. The results are to be used to design the turbocharger and the dehumidifier for the best possible conditions and thus to improve the efficiency and service life of the fuel cell system.

Projektpartner

- Virtual Vehicle Research GmbH