

B.GASUS

Brennstoffzellen GAS-UntersuchungsSystem - Einfluss von Schadgasen im realen Fahrbetrieb

Programm / Ausschreibung	Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - 15. Ausschreibung (2020) FT, PM, AM	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2021	Projektende	31.10.2023
Zeitraum	2021 - 2023	Projektlaufzeit	34 Monate
Keywords	Brennstoffzelle, Schadgasbelastung; Kathode, Baumaschinen, Alterung		

Projektbeschreibung

Die Brennstoffzelle zeichnet sich durch eine hohe Leistungsdichte, durch niedrige Betriebstemperaturen, hohe Effizienz, geräuscharmen Betrieb und eine saubere Energieumwandlung aus. Sie ist daher ein vielversprechender Kandidat für eine Vielzahl von Anwendungen, die vom mobilen Betrieb von Fahrzeugen über stationäre Energiebereitstellung in Gebäuden reicht. Jedoch erreicht die Brennstoffzelle noch nicht die für mobile und stationäre Anwendung die notwendigen Betriebsstunden. Ein wesentlicher Grund dafür ist die Vergiftung der Kathode der Brennstoffzelle mit Schadgasen. Bereits geringe Konzentrationen von Stickoxiden, Ammoniak oder schwefelhaltigen Komponenten können zu einem signifikanten Leistungseinbruch führen.

Das übergeordnete Projektziel ist es, durch Untersuchung der kathodenseitigen Vergiftung und Verbesserung des Verständnisses der Schädigungsmechanismen zur Verlängerung der Lebensdauer von Brennstoffzellen beizutragen. Der Schwerpunkt wird auf real vorkommende Belastungen gelegt und es lassen sich folgende Unterziele festlegen.

- Ermittlung der Belastung der Kathode durch Schadgase im Normalbetrieb sowohl auf der Straße als auch auf Baustellen.
- Aufbau einer auf der Kathodenseite zur Vermessung optisch zugänglichen Brennstoffzelle
- Bestimmung der Degradation der optisch zugänglichen Brennstoffzelle am Prüfstand unter Belastung mit realen Konzentrationen. Dies erfolgt einerseits mit etablierten Methoden wie elektrochemischer Impedanzspektroskopie, andererseits wird aber auch auf die Ergebnisse von Verfahren zurückgegriffen, die im Rahmen dieses Projektes entwickelt werden. Das sind die lokal aufgelöste Messung der Schadgaskonzentration in der Kathode mit spektroskopischen Methoden sowie die hochgenaue Bestimmung von Fluoridionen mit oberflächenvergrößerter Ramanspektroskopie.
- Erstellung von Simulationsmodellen zur Bestimmung der Alterung und Lebensdauer der Brennstoffzelle unter Berücksichtigung der realen Schadgasbelastung sowohl für Straßen- als auch Baustellenbetrieb. Durch die verbesserte Auslegung der Komponenten soll die Lebensdauer des Brennstoffzellensystems verlängert werden können.

Abstract

Fuel cells (FC) stand out by their high-power density, low operation temperatures, high efficiency, low noise and a clean energy transformation. FC are promising candidates for a wide variety of applications ranging from mobile operation in

vehicles to stationary energy supply in buildings.

Fuel cells do not reach the life expectancy neither for mobile nor for stationary applications, yet. One of the reasons is the poisoning of the cathode due to airborne contaminants. Even small concentrations of nitrogen oxides, ammonia or sulfur containing compounds may lead to a severe performance reduction.

The overarching objective of this project is to contribute to an increase of the life expectancy of a FC by investigating the cathode poisoning and improve the understanding of the damaging mechanism. This project focuses on real world applications. Following subgoals are defined:

- Determination of the pollution of the cathode under normal operation conditions on roads as well as on construction sites.
- Set up of fuel cell which is optically transparent on the cathode.
- Determination of the degradation of this optically transparent fuel cell on a fuel cell test bed exposed to real world concentrations. This will be done either by well-established methods like electrochemical impedance spectroscopy as well as by spectroscopic methods which will be developed in this project. These methods will deliver spatially resolved concentrations of noxious gases. Fluoride ions will be measured by surface enhanced Raman spectroscopy.
- Simulation models will be set up to determine ageing and life expectancy of a fuel cell under consideration of real-world loading on road as well as at construction sites.

Endberichtkurzfassung

Gase wie Schwefeldioxid, Ammoniak, Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid können eine Brennstoffzelle selbst bei sehr niedrigen Konzentrationen reversibel aber auch irreversibel schädigen. Die Konzentration dieser Gase in der Höhe der Luftansaugung von Fahrzeugen ist im realen Straßenverkehr nicht bekannt. Aus diesem Grund wurde ein Messfahrzeug ausgerüstet, mit dem die Konzentrationsverläufe bei unterschiedlichen Fahrbedingungen im realen Straßenverkehr gemessen wurden. Es wurden umfangreiche Messfahrten, wobei innerstädtische Region, landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch Industriegebiete untersucht wurden. Zusätzliche Messungen zur Belastung von Baustellenfahrzeugen fanden ebenfalls statt. Bei diesen Messungen wurde noch zusätzlich die Feinstaubkonzentrationen ermittelt.

Die höchsten Konzentration werden in Straßentunnel gemessen. Ammoniak fand sich vor allem bei landwirtschaftlichen Flächen. Im Straßenverkehr verhält sich die Konzentration der Gas indirekt proportional zur Fahrgeschwindigkeit und zum Abstand zum Vorderwagen.

Es wurde eine Brennstoffzelle aufgebaut, bei der an fünf Positionen eine Gasprobe entnommen werden kann. Damit konnte die Konzentrationsverteilung entlang des Kathodenpfades bestimmt werden. Diese Brennstoffzelle wurde an einem Brennstoffzellenprüfstand mit Ammoniak beladen und die Degradation der Brennstoffzelle wurde erfasst. Im Rahmen dieses Projektes wurde auch eine Methode zur Bestimmung der Fluoridemissionen im Brennstoffzellenabwasser entwickelt. Die Degradation der Membran mit einer sehr effizienten Methode erfasst werden.

Die ermittelte Degradation bei einer Beladung des Kathodengases mit NH₃ mit einer Konzentration von 100 ppb entspricht mit 480 $\mu\text{V}/\text{h}$ den Werten aus der Literatur.

Projektkoordinator

- Virtual Vehicle Research GmbH

Projektpartner

- Technische Universität Graz
- AiDEXA GmbH
- HyCentA Research GmbH
- Wacker Neuson Linz GmbH
- OPmobility H2-Power Austria GmbH