FC ThermoSense

Dynamische Steuerung und Regelung von Brennstoffzellensystemen mit virtueller Sensorik und innovativem Thermalmanagement

Programm / Ausschreibung	Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - 11. Ausschreibung (2018)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.05.2019	**Projektende**	31.07.2022
Zeitraum	2019 - 2022	**Projektlaufzeit**	39 Monate
Keywords	Brennstoffzelle, virtuelle Sensoren, Thermalmanagement		

Projektbeschreibung

Fahrzeugantriebe mit Brennstoffzellen gelten als Hoffnungsträger einer dekarbonisierten Mobilität außerhalb urbaner Ballungszentren. Gegenüber rein elektrischen Antrieben besitzen Fahrzeuge mit Brennstoffzelle Vorteile im Hinblick auf Reichweite und Betankung.
Allerdings stellt die Brennstoffzelle hohe Ansprüche an das Thermomanagement und die an den jeweiligen Betriebspunkt angepasste Versorgung mit Luft und Brenngas (Druck, Temperatur, Feuchtegrad). Insbesondere die in Fahrzeugantrieben üblichen hochdynamischen Lastwechsel sind eine Herausforderung für die Regelung. Erschwerend kommt hinzu, dass aufgrund der geometrischen Verhältnisse des Stacks dessen Betriebszustände messtechnisch nicht zugänglich und damit zumeist unbekannt sind.
Das angesuchte Projekt möchte an dieser Stelle den derzeitigen Wissensstand erweitern. Zum einen werden virtuelle Sensoren entwickelt, die während des Betriebs auf Basis diskreter Messgrößen eine Voraussage wichtiger Stoffkonzentrationen, wie Stickstoff- und Wassergehalt, innerhalb der MEA erlauben und so einen wichtigen Beitrag zur transienten Regelung des Stacks ermöglichen. Diese Maßnahme zielt unmittelbar auf die Optimierung des transienten Betriebs der Brennstoffzelle ab.
Zum anderen sollen Längsdynamik-Modelle für Antriebe mit Brennstoffzelle entwickelt werden, die die Berechnung der Zustände des Brennstoffzellenstacks und dessen optimale Versorgung mit feuchter Luft und feuchtem Brenngas in typischen Fahrzyklen erlauben. Diese Maßnahme zielt auf die effiziente Entwicklung der Brennstoffzelle und der Versorgungseinrichtungen (BoP) für ein gegebenes Fahrzeug ab.
Zur Erreichung dieser beiden Ziele kommt ein umfassender methodischer Ansatz bestehend aus Messungen am Brennstoffzellenprüfstand und 3D-CFD-Simulation zum Einsatz. Die CFD-Simulation bildet die gekoppelten Potenzial- und Konzentrationsfelder räumlich aufgelöst ab. Die für stationäre Betriebspunkte validierte Methode wird für transiente Zustandsänderungen erweitert. Ihre Ergebnisse gehen in die Sensorentwicklung und die Ableitung eines phänomenologischen Stackmodells für die Längsdynamik-Simulation ein.
Die Messungen am Brennstoffzellenprüfstand stellen die erforderlichen Randbedingungen und Validierungsergebnisse für die CFD-Simulation und nachfolgend Längsdynamik-Modellierung und Sensorentwicklung bereit. Ein verfügbarer Prüfstand wird

mess- und regelungstechnisch auf transienten Betrieb erweitert.
Das umfassende Längsdynamik-Modell wird schlussendlich genutzt, um ein optimales Thermo- und Medienmanagement für die Brennstoffzelle im WLTC in einem „Brennstoffzellen in the Loop“ Betrieb zu demonstrieren. Die Ergebnisse werden am Prüfstand verifiziert.
Damit wird ein wichtiger Beitrag zum zukünftigen Betrieb von Brennstoffzellenfahrzeugen geleistet.

Abstract

Powertrains with fuel cells are considered a hopeful concept outside urban agglomeration areas. In contrast to pure electric powertrains vehicles with fuel cells show advantages with respect to range and recharging.
On the other hand, the fuel cell poses high demands on the thermal management and the operating point specific supply media of air and fuel gas (pressure, temperature, humidity). Particularly the highly dynamic load shifts which are typical for mobile applications are therefore a challenge for the system control. Aggravating this situation, the stack’s internal conditions are metrologically inaccessible due to its geometry and therefore mostly unknown.
Here, the requested project wants to extend the present knowledge. On the one hand, virtual sensors will be developed that predict the concentration of vital species within the MEA, e.g. nitrogen and water content, based on discrete measured quantities and therefore significantly contribute to the dynamic control of the stack. This measure aims directly on the optimisation of the transient operation of the fuel cell.
On the other hand, longitudinal dynamic models of powertrains with fuel cell will be developed that allow the prediction of the fuel cell stack’s condition and its optimal supply with humid air and humid fuel gas within typical driving cycles. This measure aims on the efficient development of the fuel cell stack and the supply components (BoP) for a given vehicle.
In order to achieve these goals, a comprehensive methodological approach consisting of measurements at a fuel cell test bed and 3D-CFD-simulations will be applied. The CFD-simulation solves for the spatially resolved, coupled potential and concentration fields within the MEA. An available methodology that is validated for stationary operating points will enhanced to transient change of states. The results are an input for the development of the virtual sensor and the derivation of a phenomenological stack model for the longitudinal dynamic approach.
The measurements at the fuel cell test bed provide the necessary boundary conditions and results for the validation of the CFD-simulation and, subsequently, the longitudinal dynamics modelling and sensor development. An available test bench will enhanced to transient operation regarding measurement and control equipment.
The comprehensive longitudinal dynamics model will be finally used to demonstrate an optimal thermal and media supply management of the fuel cell within the WLTC in “Fuel Cell in the Loop” operation. The simulated results will be verified at the test bed.
Thus, an important contribution will be made to the dynamic operation of vehicles powered by fuels cells.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- Proton Motor Fuell Cell GmbH
- AVL List GmbH