



# Simulation eines Brennstoffzellensystems

Bei der nachhaltigen und emissionsfreien Elektromobilität, wird neben ausschließlich batterieelektrischen Fahrzeugen der Brennstoffzelle zur Energieversorgung eine Schlüsselrolle zukommen. Dies gilt insbesondere für Lastwagen mit hoher Nutzlast und gleichzeitig großer Reichweite. Deshalb ist die Brennstoffzelle PEMFC (engl. Polymer Electrolyte Fuel Cell) Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten am IAM-ET und der Schaeffler AG.

Das Brennstoffzellensystem umfasst die mehrere Hundert innerhalb eines Stacks in Reihe geschalteten Zellen als zentrales Element und die notwendigen, peripheren Hilfsaggregate. Dieses System soll in dieser Arbeit simulativ beschrieben werden. Periphere Aggregate wie der Luftverdichter oder die Ventile zur



Abbildung 1: Prototyp des Brennstoffzellen-Lastwagen GenH2.<sup>[1]</sup>

Wasserstoffdosierung versorgen die Brennstoffzelle mit Sauerstoff und Wasserstoff. Wärmeübertrager, eine Kühlmittelpumpe und die Gasbefeuchtung bestimmen die Stacktemperatur und die Gaszusammensetzung mit. Von diesen Zustandsgrößen wiederum sind die Verlustprozesse der Brennstoffzelle unmittelbar abhängig und limitieren ihre verfügbare, elektrische Leistung. Deshalb wird das zu entwickelnde Modell des Gesamtsystems auf Basis eines

elektrochemischen Zellmodells aufgebaut. Mit Hilfe der elektrochemischen Impedanzspektroskopie (EIS) und eines in einem Vorgängerprojekt entwickelten Zellmodells<sup>[2]</sup> können die Verlustprozesse kleiner Zellflächen (1cm<sup>2</sup>) erfasst und der stationäre Betrieb inklusive Gasverbrauch (in z-Richtung in Abbildung 2a) simuliert werden.

Entlang größerer Zellen sinkt die Gaskonzentration und der Druck innerhalb des Gaskanals, wie in Abbildung 2b entlang der y-Achse gezeigt. Zusätzlich ist die Temperatur innerhalb des Stacks ungleichmäßig verteilt. Diese Inhomogenitäten sollen in das Modell dieser Arbeit integriert werden. In weiteren Schritten ist das Verhalten der peripheren Komponenten und ihre systeminternen Wechselwirkungen abzubilden und in eine Betriebsführung zur Umsetzung der zeitlich variablen Lastanforderungen einzubinden. Die Trägheit der Sauerstoffversorgung dominiert dabei die Systemdynamik.

Ziel des Gesamtmodells ist die Simulation des zeitabhängigen Verhaltens der Zelle, der relevanten Aggregate und ihrer Wechselwirkungen in Abhängigkeit des zeitabhängigen Leistungsbedarfs.

Interesse an diesem Thema? Dann kontaktieren Sie uns und fragen nach zu vergebenden Bachelor- und Masterarbeiten!

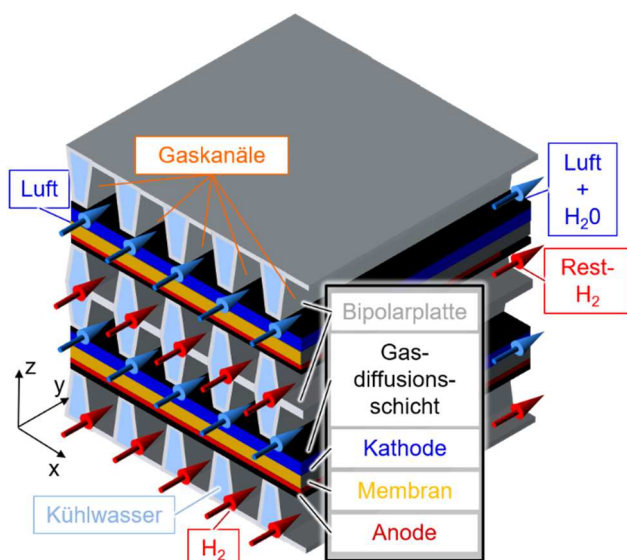


Abbildung 2a: Schematischer Aufbau eines Stacks

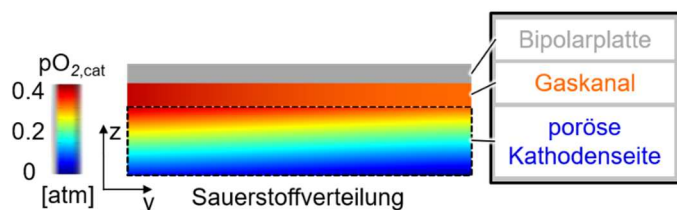


Abbildung 2b: Sauerstoffpartialdruckverteilung auf Kathodenseite einer Einzelzelle entlang des Gaskanals

**INSTITUT FÜR ANGEWANDTE MATERIALIEN – ELEKTROCHEMISCHE TECHNOLOGIEN**

FZU, Bau 50.40  
Adenauerring 20 b  
76131 Karlsruhe

<http://www.iam.kit.edu/et>

Ansprechpartner:  
Tobias Goosmann, M.Sc.  
Tel. +49-721-608-48790  
[tobias.goosmann@kit.edu](mailto:tobias.goosmann@kit.edu)

[1]: Quelle Daimler Truck AG

[2]: Heinzmann et.al. J. Power Sources **444** (2019)