

## HEROES

Hydrogen conversion Enhancement for PEMFC through Innovative Design in Materials and Membrane-Electrode-Assembly

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Mobilitätssystem, Mobilitätssystem, Leichtbaunetzwerk - (EU) Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.07.2024	<b>Projektende</b>	30.06.2027
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	fuel cell, bipolar plates, oxygen reduction reaction, polyionic liquid, combinatorial materials, PGM-free electrocatalyst, medium-heavy dutycatalyst,		

### Projektbeschreibung

Protonen-Austauschmembran-Brennstoffzellen (PEMFCs) haben das Potenzial, den Weg für eine saubere Energiewende im Verkehr und in stationären Anlagen zu ebnen. Ihr Einsatz als grüne Schlüsseltechnologie für diese schwer zu beherrschenden Sektoren kann die globalen Kohlenstoffemissionen erheblich reduzieren. Um diesen Übergang zu beschleunigen, müssen die Leistungen der PEMFCs gesteigert und ihre Kosten gesenkt werden. Dies ist unabdingbar, da PEMFCs im Langzeitbetrieb eine schlechte Leistung aufweisen und teure Materialien verwenden. Die schlechte Leistung von PEMFCs ist auf ihre Komponenten zurückzuführen (z. B. Platingruppenmetalle (PGM)-Katalysator, Kohlenstoffträger usw.), die aufgrund der Auflösung des Katalysators, der Oxidation des Kohlenstoffträgers und der Zersetzung der PerFluorsulfonsäure (PFSA)-Membran anfällig für Leistungsverluste sind. Darüber hinaus sind die hohen Kosten der PEMFCs direkt auf die Abhängigkeit von PGM-Katalysatoren und teuren metallischen und/oder schweren Graphit-Bipolarplatten (BPPs) zurückzuführen.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Herausforderungen besteht das Ziel von HEROES in der Entwicklung einer PEMFC mit hohem Leistungs-Kosten-Verhältnis, die in der Lage ist, Hochspannungs- und Hochstrombetrieb mit einem Wirkungsgrad von bis zu 60 % des unteren Heizwerts (LHV, Low Heating Value) bei hoher struktureller Integrität zu leisten, indem ein langlebiger und nachhaltiger Katalysator, eine leichte Bipolarplatte und ein innovatives Membrane-Electrode-Assembly (MEA)-Design eingesetzt werden. HEROES richtet seine Forschungstätigkeit bewusst auf die Leistungssteigerung von PEMFCs für mittelschwere/schwere Fahrzeuge (MHDVs) und stationäre Stromwendungen aus. Um dieses Ziel zu erreichen, konzentriert sich HEROES auf die Verbesserung des Leistungs-Kosten-Verhältnisses von PEMFCs durch drei Hauptaktivitäten, die bei TRL 2 beginnen und bei TRL 4 enden. Diese sind: (i) Reduzierung und Ersatz des wertvollen PGM-Katalysators durch M@Pt/C (M = Ni, Co und Fe) Katalysatoren mit niedrigem PGM-Gehalt und M-N-C (Metall-Stickstoff-Kohlenstoff) PGM-freie Katalysatoren (M = Fe, Co und Mn), (ii) Entwurf einer neuartigen Membran-Elektroden-Einheit (MEA) unter Verwendung einer neuartigen Katalysator-Membran-Polyionische Flüssigkeit (PIL) und (iii) Entwicklung von leichten, ultradünnen graphitischen BPPs.

HEROES geht davon aus, dass sich der Wirkungsgrad der PEMFCs um bis zu zwei Drittel erhöhen wird, von derzeit 38 % auf

60 % (LHV), bei einer verbesserten Katalysatoraktivität von bis zu 0,45 A/gPGM für Katalysatoren mit niedrigem PGM-Gehalt und 35 mA/cm<sup>2</sup> für PGM-freie Katalysatoren. Es wird erwartet, dass die geplanten PEMFCs aufgrund der Verwendung von leichten, ultradünnen Graphit-BPPs, die eine Dicke von weniger als 700 µm anstreben und damit dünner sind als die nominale BPP-Dicke von 1000 µm, auch viel leichter sein werden. Die mittel- und langfristigen Auswirkungen von HEROES sind für MHDVs und stationäre Sektoren groß; die PEMFCs werden effizienter, billiger und leichter sein. Die Materialinnovationen bei PEMFCs im Rahmen des HEROES-Projekts werden auch zur Verringerung der Luftverschmutzung in Europa und Südkorea beitragen, da PEMFCs sowohl für medium/heavy-duty vehicles (MHDVs) als auch für den stationären Sektor keine Schadstoffe ausstoßen.

## Abstract

Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFCs) possess a potential solution for paving the way towards clean energy transition in transportation and stationary sectors. Their implementation as the key enabling green technology for these hard-to-abate sectors can reduce global carbon emissions significantly. The cross-cutting efforts to accelerate this transition are to boost PEMFCs performances and to reduce their cost. These are indispensable as PEMFCs face both poor performance in long-term operations and employ high-cost materials. The poor performance of PEMFCs originates from its components (such as Platinum Group Metals (PGM) catalyst, carbon support etc.) that are susceptible to performance loss due to catalyst dissolution, carbon support oxidation, and PerFluoroSulfonic Acid (PFSA) polymeric membrane degradation. Furthermore, the high PEMFCs costs directly come from their dependency on the PGM as catalysts and high-cost metallic and/or heavy graphitic bipolar plates (BPPs).

Taking the aforementioned challenges into account, HEROES ultimate objective is to develop a high performance-to-cost ratio PEMFCs capable of high-voltage and high-current density operations reaching up to 60% Lower Heating Value (LHV) cell efficiency with high structural integrity by employing durable and sustainable catalyst, lightweight bipolar plate, and innovative membrane-electrode-assembly (MEA) design. HEROES deliberately addresses its research activity on the PEMFCs performance enhancement for medium/heavy duty vehicles (MHDVs) and power stationary applications. To reach this objective, HEROES will deliberately focus to enhance PEMFCs performance-to-cost ratio through three main activities that will begin at TRL 2, and end at TRL 4. Those are; (i) Reducing and substituting the precious Platinum Group Metal (PGM) catalyst by M@Pt/C (M = Ni, Co, and Fe) low-PGM catalyst and Metal nitrogen-doped carbon (M-N-C) PGM-free catalyst (where M= Fe, Co and Mn), (ii) Designing novel MEA employing novel catalyst-membrane-PolyIonic Liquid (PIL), and (iii) Developing lightweight, ultrathin graphitic BPPs.

HEROES expects that the PEMFCs efficiency will increase up to two-thirds, from the state-of-the-art 38% up to 60 % (LHV) with enhanced catalyst activity up to 0.45 A/gPGM for low-PGM catalyst and 35 mA/cm<sup>2</sup> for PGM-free catalyst. The envisaged PEMFCs are also expected to be much lighter due to the implementation of lightweight, ultrathin graphitic BPPs which will target a thickness below 700 µm, thinner than BPP nominal thickness of 1000 µm. The medium and long-term impact of HEROES is high for MHDVs and stationary sectors; the PEMFCs will be more efficient, cheaper, and lighter. The material innovations in PEMFCs through HEROES project will also contribute to the reduction of air pollution in Europe and South Korea as PEMFCs for both medium/heavy-duty vehicles (MHDVs) and stationary sectors do not emit any pollutants. Through pollution reduction, a long-term impact on the improvement of air quality and public health is expected.

## Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

## **Projektpartner**

- "IAG"-Industrie Automatisierungsgesellschaft m.b.H.