Design-SOEC

Wissensbasiertes Design von Hochtemperaturelektrolysezellen für optimierte Wasserstoffherstellung

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 8. Ausschreibung	**Status**	laufend
Projektstart	01.04.2023	**Projektende**	30.09.2026
Zeitraum	2023 - 2026	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	Hochtemperaturelektrolysezelle; Elektrochemie; Mikrostrukturanalyse; Simulation; wissensbasiertes Design		

Projektbeschreibung

Die Speicherung von großen Mengen an Überschussenergie ist durch den steigenden Anteil von Strom aus regenerativen, teils stark fluktuierenden Energiequellen ein Schlüsselfaktor in der Energiewende. Mit den Energiesystemen nach dem derzeitigen Stand der Technik lässt sich elektrische Energie allerdings nur in einem eingeschränkten Ausmaß speichern. Daher sind neue innovative Speichertechnologien, wie Elektrolyse und/oder Power-to-Gas notwendig.
Hochtemperaturelektrolysezellen (SOECs) stellen eine der effizientesten und nachhaltigsten Technologien zur Umwandlung von elektrischer Energie in Wasserstoff bzw. Synthesegas dar. Im Gegensatz zu anderen Elektrolysetechnologien wie z.B. die alkalische Elektrolyse ist für SOEC-Systeme die breite Markteinführung jedoch noch nicht erfolgt.
Der Designansatz für SOEC-Zellen nach dem Stand der Technik basiert stark auf experimentellen Untersuchungen. Die Ergebnisse werden üblicherweise als Basis für Material- und Mikrostrukturvariationen zur schrittweisen Verbesserung der Zellen herangezogen. Obwohl neben der elektrochemischen Charakterisierung auch Arbeiten zur mikrostrukturellen Charakterisierung der Zellen, ebenso wie Modellierungen/Simulationen, durchgeführt werden, stehen die jeweiligen Ergebnisse oft in einem isolierten Kontext, so dass neues Wissen zwar generiert - aber nicht genutzt wird.
Die Motivation für das Projekt "Design-SOEC" ist die Notwendigkeit eines neuen Entwicklungsansatzes für SOECs, welcher Kompetenzen im Bereich der Elektroden-/Zellpräparation und der elektrochemischen Charakterisierung mit detaillierten mikrostrukturellen Analysen und umfassenden Simulationen bündelt.
Das übergeordnete Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines wissensbasierten Designansatzes für SOECs mit optimierten Kernkomponenten und verbesserter Zuverlässigkeit, Energieeffizienz und Lebensdauer. Der Designansatz soll insbesondere auch die Skalierbarkeit der Ergebnisse von Untersuchungen an Knopfzelle auf Zellen im industrierelevanten Maßstab ermöglichen.

Ziel 1: Senkung der Kosten und Unabhängigkeit von kritischen Rohstoffen
• Kritische Rohstoffe (z.B. Co, Sr) in den SOEC-Anoden sollen durch nachhaltige und umweltfreundliche Materialien (z.B. Fe und Ca) ersetzt werden, wodurch sich als weiterer Effekt auch um 20% geringere Rohstoffkosten ergeben.

Ziel 2: Steigerung der Leistungsfähigkeit und Langzeitstabilität

• Ziel im Projekt ist es, bei gleicher Spannung die maximal erreichbare Stromdichte um 50% zu steigern.
• Ziel im Projekt ist es, bei definierter Stromdichte (z.B. -600 mA/cm²) eine Reduktion der Degradationsrate um 50% zu erreichen.

Ziel 3: Digitalisierungsmethoden zur Beschleunigung der Entwicklung von SOECs
• Für einzelne prozessrelevante Entwicklungsschritte wird durch die Digitalisierung/Virtualisierung durch Modellierung/Simulation eine Beschleunigung von >35% erwartet.

Abstract

The storage of large amounts of surplus energy is a key factor in the energy transition due to the increasing share of electricity from renewable, sometimes highly fluctuating energy sources. However, with the current state of the art energy systems, electrical energy can only be stored to a limited extent. Therefore, new innovative storage technologies, such as electrolysis and/or power-to-gas, are necessary. Solid oxide electrolysis cells (SOECs) represent one of the most efficient and sustainable technologies for converting electrical energy into hydrogen or synthesis gas. However, unlike other electrolysis technologies such as alkaline electrolysis, SOEC systems have yet to be widely commercialized.
The design approach for state of the art SOEC cells is heavily based on experimental studies. The results are typically used as the basis for material and microstructure variations to incrementally improve the cells. Although work on microstructural characterization of the cells, as well as modeling/simulation, is performed in addition to electrochemical characterization, the respective results are often in an isolated context, so that new knowledge is generated - but not utilized.
The motivation for the project "Design-SOEC" is the need for a new development approach for SOECs, which combines competences in electrode/cell preparation and electrochemical characterization with detailed microstructural analyses and comprehensive simulations.
The overall goal of the project is to develop a knowledge-based design approach for SOECs with optimized core components and improved reliability, energy efficiency and lifetime. In particular, the design approach should also enable the scalability of results from studies on coin cells to cells on an industrially relevant scale.

Goal 1: Reduction of costs and independence from critical raw materials
• Critical raw materials (e.g. Co, Sr) in the SOEC anodes are to be replaced by sustainable and environmentally friendly materials (e.g. Fe and Ca), which will also result in 20% lower raw material costs as a further effect.

Goal 2: Increased performance and long-term stability
• The goal in the project is to increase the maximum achievable current density by 50% at the same voltage (e.g. 1.2 V).
• The goal in the project is to achieve a 50% reduction in the degradation rate at a defined current density (e.g. -600 mA/cm²).

Goal 3: Digitization methods to accelerate the development of SOECs
• For individual process-relevant development steps, an acceleration of >35% is expected through digitization/virtualization by modeling/simulation.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben Lehrstuhl für Physikalische Chemie

Projektpartner

- AVL List GmbH
- Materials Center Leoben Forschung GmbH