

Masterarbeit

Elektrochemische Charakterisierung und Modellentwicklung einer SOFC mit Ni/CGO- Brenngaselektrode

Forschungsbereich

SOFC

Ausrichtung

- Experimentell
- Elektrische Charakterisierung
- Werkstoffanalytik
- Entwicklung von Messtechnik
- Modellierung
- Simulation
- Literatur und Recherche

Studiengang

- Elektro- und Informationstechnik
- Maschinenbau
- Chemieingenieurwesen
- Physik
- Technomathematik
- Wirtschaftsingenieurwesen

Einstieg

Ab sofort

Ansprechpartner

Dr.-Ing. André Weber
Raum 314
Tel: 0721 608-47572
E-Mail: andre.weber@kit.edu
www.iam.kit.edu/wet

M. Sc. Niklas Russner
Raum 333
Tel: 0721 608-47980
E-Mail: niklas.russner@kit.edu
www.iam.kit.edu/wet

Dr.-Ing. Sebastian Dierickx
Raum 333
Tel: 0721 608-47570
E-Mail: sebastian.dierickx@kit.edu
www.iam.kit.edu/wet

Motivation

Die Hochtemperatur-Festelektrolytzellen (SOC: solid oxide cell) können mit hohem Wirkungsgrad als Brennstoffzelle (SOFC) und Elektrolyseur (SOEC) reversibel betrieben werden. Traditionell besteht die poröse Brenngaselektrode der SOC aus einem Komposit aus Nickel und dotiertem Zirkondioxid. In diesen Elektroden erfolgt die elektrochemische Oxidation des Brenngases an den Dreiphasengrenzen zwischen elektronisch leitendem Nickel, ionisch leitendem Zirkondioxid und dem Brenngas in den Poren der Elektrode. Damit sind die Dichte der Dreiphasengrenzen und die Konnektivität der drei Phasen entscheidend für die Performance der Zelle.

Eine Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit und Stabilität der SOC zu steigern, ist durch den Austausch von Zirkondioxid durch dotiertes Ceroxid (GDC : Gd_2O_3 dotiertes CeO_2) in der Brenngaselektrode gegeben. GDC, welches in der reduzierenden Atmosphäre des Brenngases mischleitende Eigenschaften besitzt, vergrößert den elektrokatalytisch aktiven Bereich von den linienförmigen Dreiphasengrenzen auf die gesamten Oberflächen der GDC-Partikel. Damit steht eine wesentlich größere Reaktionsfläche zur Verfügung, die Stabilität der Zelle wird verbessert und die Schwefeltoleranz erhöht. Die Charakterisierung und Modellierung solcher Ni/GDC-Brenngaselektroden ist Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten und Projekte am IAM-WET.

Aufgabenstellung

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein elektrochemisches Modell für SOCs mit einer Ni/GDC-Anode entwickelt werden. Dieses Modell soll in der Lage sein, die Leistungsfähigkeit in einem weiten Betriebsbereich sowohl im SOFC- als auch im SOEC-Betrieb präzise wiederzugeben.

Das Modell soll auf Basis eines am IAM-WET etablierten, auf impedanzspektroskopischen Untersuchungen basierenden Ansatzes entwickelt und parametrisiert. Hierfür wird im ersten Schritt ein geeignetes Ersatzschaltbildmodell entwickelt werden, welches alle relevanten elektrochemischen Prozesse berücksichtigt. Die Herausforderung der Modellierung liegt in der Vielzahl an parallel ablaufenden und teilweise gekoppelten Reaktions- und Transportprozesse in der Zelle. Es ist essentiell geeignete Messroutinen zu entwickeln, die eine Auftrennung der Teilprozesse ermöglichen. Im Falle der Ni/GDC-Brenngaselektrode haben Voruntersuchungen gezeigt, dass sich elektrochemische Reaktionen und diffusiver Gastransport im Impedanzspektrum überlagern, die durch geschickte Wahl von Betriebsbedingungen (Temperatur, Gaszusammensetzungen) getrennt werden sollen.

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Krewer