

Degradationsuntersuchungen an SOC-Stacks

Dr. Stefan Megel, Dr. Nikolai Trofimenko, Dr. Mihails Kusnezoff

Am Fraunhofer IKTS wird seit Jahren intensiv an Festoxidzellen (SOC) geforscht. Aktuell rückt deren Anwendung in Hochtemperaturelektrolyseuren (SOEC) stark in den Fokus. Die am IKTS entwickelten SOC-Zellen und -Stacks mit Interkonnektoren auf Chrombasis und elektrolytgetragenen Zellen im MK35x-Design (Bild oben) können reversibel, d. h. im Elektrolyse- und Brennstoffzellen-Modus, betrieben werden. Sie sind somit gleichzeitig Schlüsselkomponenten für die Wandlung von Überschussstrom in synthetische, flüssige und gasförmige Kraftstoffe sowie für deren effiziente Rückverstromung. In den letzten Jahren fokussieren die Forschungsarbeiten vor allem auf Kosten- und Degradationssenkung. Die Technologie zur Herstellung von SOC-Zellen und Stacks wurde bereits erfolgreich an Industriepartner transferiert. Die Fertigungsverfahren werden jedoch am Fraunhofer IKTS stetig weiterentwickelt, um Herstellungskosten zu senken. Eine signifikante Kostensenkung wird aber erst mit einer deutlichen Stückzahlerhöhung eintreten. Viele Projekte im SOFC- und SOEC-Bereich arbeiten daher daran, das Anwendungsspektrum von SOC-Systemen zu erweitern, um so die Produktionszahlen weiter nach oben zu treiben. Ein wichtiges Forschungsziel ist die Langzeitstabilität der SOC-Stacks. Die Degradationsbestimmung zählt zu den Hauptaufgaben bei der Komponentenentwicklung und erfolgt vorrangig durch die Untersuchung von Zellen, Schutzschichten, Glasdichtungen und Metall-Keramik-Übergängen. Die aktuell am MK354-Stack ermittelten Degradationsraten von $\Delta P/PO < 0,7 \text{ \%}/1000 \text{ h}$ unter konstantem Strom von 35 A im SOFC-Betrieb (Bild unten) erfordern ein hochgenaues Messsystem. Vor allem die Konstanzhaltung von Messparametern über mehrere tausend Stunden ist eine schwierige Aufgabe und kann nur durch exzellente Labortechnik und regelmäßige Wartung erreicht

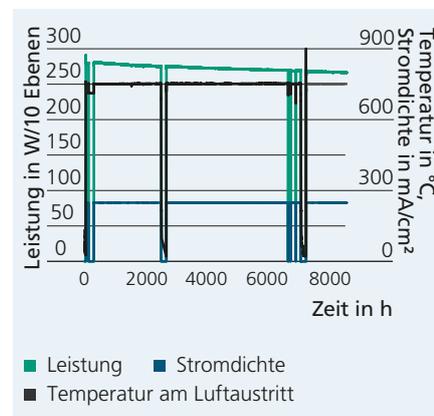
werden. Besonders hohen Einfluss hat die Temperaturmessung durch Thermoelemente und die Dosierung der Gase. Die Standardabweichungen der Messinstrumente führen zu einer Ungenauigkeit der Leistungsbestimmung von ca. 1,0 %. Durch Referenzierung und Kalibrierung ist es möglich, die Leistungswerte ausreichend genau zu ermitteln, um nach 3000 h Testzeit verlässlich die Degradation zu bestimmen und Lebensdauervorhersagen für mehr als 20 000 h vorzunehmen. Degradierende Stacks verursachen bei gleichen Testbedingungen einen Anstieg der Temperatur durch zunehmende Wärmeentwicklung. Simulationen und Messungen schlüsseln deren Einfluss auf die Stackleistung auf, denn es ist unmöglich, diese Wärmeentwicklung durch Anpassung der Testbedingungen auszugleichen. Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsgebiete für Brennstoffzellen- und Elektrolysebetrieb müssen Prüfstandards geschaffen werden. Dabei tragen die Simulation und Messung von Temperaturverteilungen erheblich zum Verständnis der beobachteten Phänomene bei, weil sich der exotherme SOFC-Betrieb sehr stark von dem nahezu thermoneutralen SOEC-Betrieb unterscheidet. Das Wissen darüber, wie sich die Verlustanteile in einem Stack aufteilen, basiert auf vielen Stackuntersuchungen, daran validierten Modellen und zahlreichen Einzelmessungen an Stackkomponenten. Dieses Wissen erlaubt eine gezielte Entwicklung von Komponenten, die final im Stackverbund durch langjährig bewährte Validierungsvorschriften getestet werden.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Test von Stackkomponenten unter realen Betriebsbedingungen
- Stack- und Stackmodulentwicklung für SOFC/SOEC-Systeme



Explosionsdarstellung eines MK354-Stacks.



Degradation eines MK354-Stacks.