

Aspekte der Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen-Entwicklung

Werner Lehnert

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
Helmholtzstraße 8, 89081 Ulm

Das grundlegende Prinzip von Brennstoffzellen wurde 1839 von Sir William Grove entdeckt. Trotzdem hat sich die Brennstoffzellentechnologie erst in den letzten Jahren zu einer Schlüsseltechnologie entwickelt. Der SIEMENSsche Generator dominiert noch immer, da hohe Materialanforderungen und die Forderung nach reinen Brennstoffen die frühe Einführung von Brennstoffzellen auf dem Energiemarkt verzögerten; analoges gilt für die mobilen und portablen Anwendungen.

Für die gegenwärtige Energieversorgung bedeutet der hohe Wirkungsgrad von Brennstoffzellen im Vergleich zu konventionellen Energieumwandlungstechnologien insbesondere eine Verringerung von Emissionen und Schonung der vorhandenen Ressourcen an fossilen Kraftstoffen.

Der Vortrag behandelt die experimentell gestützte Modellierung und Simulation von Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen, die am ZSW entwickelt werden. Schwerpunkt der vorgestellten Arbeiten ist die modellmäßige Beschreibung von Effekten innerhalb von Einzelzellen eines Brennstoffzellenstapels (Stacks) und deren experimentelle Überprüfung.

Stofftransporteffekte in den porösen Gasdiffusionslagen (GDL) sowohl unter den Stegen als auch unter den Kanälen der Gasverteilerstrukturen (Flowfield) werden betrachtet und der Einfluß der Geometrien dieser Komponenten auf das Betriebsverhalten wird dargestellt. Hierbei erfordert das Wassermanagement besondere Aufmerksamkeit, da einerseits ein bestimmter Befeuchtungsgrad der Membran für die Leitfähigkeit notwendig ist, andererseits ein Überschuß von flüssigem Wasser den Stofftransport der gasförmigen Spezies durch „Fluten“ von Poren unterbinden kann, wodurch die elektrochemischen Reaktionen zum Erliegen kommen. Die Simulation der Zweiphasenströmung in diesen porösen Strukturen, basierend auf Kapillardruck/Sättigungsbeziehungen zeigt sowohl den Entstehungsort als auch die Verteilung des flüssigen Wassers in den Zellen. Die für die Simulationen notwendigen Eingabedaten wie beispielsweise Strukturparameter der Gasdiffusionslagen und Kontaktwinkel des Wassers innerhalb der Poren werden experimentell bestimmt.

Die Simulationsergebnisse werden anhand von Messungen überprüft. Dazu werden sowohl Ergebnisse von Einzelzellmessungen als auch ex-situ Tracerexperimente herangezogen. In-situ Neutronenradiographie-Experimente bestätigen die Modellvorstellungen und zeigen darüber hinaus weitergehende Effekte, die das Verhalten von Zellen und Stacks erklären.