

HOCHTEMPERATURBRENNSTOFF- UND - ELEKTROLYSEZELLEN FÜR DIE FLEXIBILISIERUNG DES ZUKÜNFTIGEN ENERGIEBEDARFS

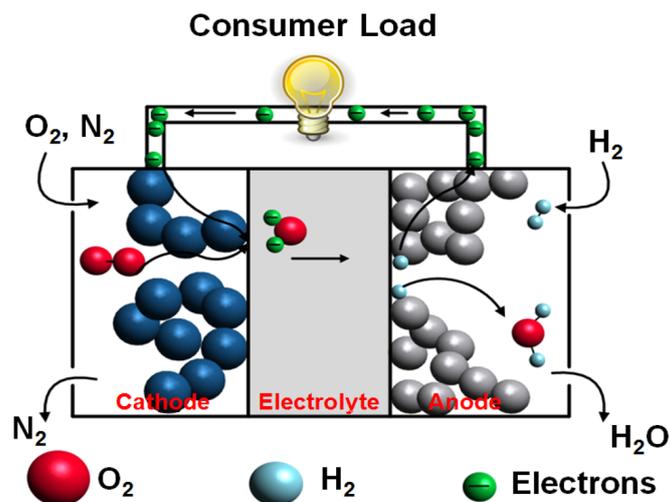
Vanja SUBOTIĆ¹, Bernhard STÖCKL¹, Michael PREININGER¹,
Christoph HOCHENAUER¹

Motivation

Die kontinuierliche Ausbeutung der fossilen Energiequellen verursacht den sogenannten anthropogenen Treibhauseffekt und sie trägt ebenso zum Klimawandel bei. Nach den Daten der VGB Powertech [1] betragen die gesamten CO₂-Emissionen für das Jahr 2010 im EU-Raum 3.659 Mrd. t, bzw. 7,29 t pro Einwohner. Im Vergleich der Gesamtemission mit dem Jahr 2005 bedeutet das eine Reduktion von 8 %. Demgegenüber stiegen die energiebezogenen CO₂-Emissionen beispielsweise in Indien um 28 %, in China um 19 % und weltweit insgesamt um sogar 11 %. Die Energieversorgung, mit dem Ziel, den Primärenergieverbrauch sowie die Umweltbelastung zu reduzieren, erfordert jedoch neue und innovative Wege zur umweltfreundlichen und hocheffizienten Energieerzeugung. Der Einsatz von Brennstoffzellen und Elektrolysezellen leistet einen rasanten Schritt auf dem Weg zur signifikanten Emissionsreduktion oder sogar emissionsfreien Energieerzeugung und Brennstoffherzeugung. [2]

Funktionsprinzip

Eine Brennstoffzelle wandelt die chemische Energie des kontinuierlich zugeführten Brennstoffs und des Oxidators direkt in elektrische und thermische Energie um, ohne zusätzliche Umwandlungsverluste (siehe Abbildung 1). Man unterscheidet zwischen Niedrigtemperatur- und Hochtemperaturbrennstoffzellen. Polymerelektrolytbrennstoffzellen (PEM) als Niedrigtemperaturbrennstoffzellen sind heutzutage der am weitesten entwickelte Brennstoffzellentyp. Sie müssen jedoch mit reinem Wasserstoff und Sauerstoff betrieben werden und erfordern vor allem edle Metalle als Katalysatoren. Sehr geringe Mengen von Schwefel und Schwefelverbindungen wirken als starke Katalysatorgifte. Die Toleranz gegen Kohlenmonoxid stellt ebenso ein großes Problem dar. Dahingegen wandeln die Festoxidbrennstoffzellen oder Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) gasförmige Brennstoffe wie Wasserstoff, Kohlenmonoxid oder Methan mit hohem Wirkungsgrad in elektrische Energie um. Da die hohen Temperaturen die Reaktionskinetik begünstigen und eine interne Reformierung des Brennstoffs ermöglichen, können in der SOFC sowohl konventionelle als auch biogene, gasförmige Brennstoffe eingesetzt werden, wodurch sie eine große Flexibilität im Bereich des zu verwendenden Brennstoffs bieten. [3-6].



¹ Technische Universität Graz, Institut für Wärmetechnik, Inffeldgasse 25b, Tel.: +49 316 873-7319, Fax: +49 316 873-7305, vanja.subotic@tugraz.at, www.iwt.tugraz.at

Die reversible Reaktion einer Brennstoffzelle unter Zuführung von elektrischer Energie wird als Power-to-Gas bezeichnet. Im reversiblen Betrieb wird während der H₂-Elektrolyse aus Wasser Wasserstoff erzeugt, bzw. durch die Co-Elektrolyse werden aus Kohlendioxid und Wasser Wasserstoff und Kohlenmonoxid generiert.

In der Fahrzeugindustrie repräsentieren reversible Festoxidzellensysteme eine vielversprechende Technologie für die Anwendung als Hilfsantriebssystem. Ein SOFC basiertes Hilfsantriebssystem verbessert die Effizienz der Stromerzeugung während der Fahrt und stellt eine Reserve im Notfall dar. Dabei ermöglicht diese Brennstoffzellentechnologie ebenfalls eine On-Board-Stromerzeugung in Fahrzeugen, insbesondere zur Bereitstellung elektrischer Energie bei Stillstand des Fahrzeugs. Beispiele für Einsatzmöglichkeiten bieten Wohnwagen oder LKW. Eine typische APU Einheit beträgt 500 W_{el} bis zu mehreren 10 kW_{el} für Straßenfahrzeuge und sogar mehrere hundert kW_{el} für Flugzeuge und Schiffe. Ein erster SOFC-angetriebener PKW wurde zur Eröffnung der Olympischen Spiele 2016 in Brasilien von NISSAN Motors (siehe Abbildung 2) vorgestellt.



Abbildung 2: Erster SOFC-PKW Prototyp

Ausblick und Schlussfolgerungen

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird ein Überblick über den Stand der Technik der Festoxidzellentechnologie gegeben. Weiter werden die aktuellsten Probleme sowie die Fortschritte dieser zukunftsorientierten umweltfreundlichen Technologie näher dargestellt.

Danksagung

Die Autoren möchten der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG danken, die die Forschung im Bereich SOFC großzügig in zahlreichen nationalen und internationalen Projekten fördert.

Literatur

- [1] VGB Powertech – Stromerzeugung 2013|2014; Bericht
- [2] R.O'Hayre, S.-W. Cha, W. Colella, F.B. Prinz (2009), Fuel Cell Fundamentals, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] K. Kendall and M. Kendall, High Temperature Solid Oxide Fuel Cells for the 21st Century – Fundamentals, Design and Application, 2015, Academic Press
- [4] D. Stolten, B. Emonts, Fuel Cell Science and Engineering - Materials, Processes, Systems and Technology - Volume 1, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim, 2012.
- [5] V. Subotić, C. Schluckner, C. Hochenauer: An experimental and numerical study of performance of large planar ESC-SOFCs and experimental investigation of carbon depositions.: Journal of the Energy Institute (2015)
- [6] V. Subotić, C. Schluckner, H. Schroettner, C. Hochenauer: Analysis of possibilities for carbon removal from porous anode of solid oxide fuel cells after different failure modes. : Journal of Power Sources 302 (2016), S. 378 – 386