

# Kompakte 140 W<sub>el</sub> HT-Brennstoffzelle zum Betrieb mit Methanolreformat



J. BURFEIND<sup>1</sup>, G. Bandlamudi<sup>1</sup>, F. Filusch<sup>1</sup>, C. Siegel<sup>2</sup>, Angelika Heinzel<sup>1,2</sup>  
 Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) gGmbH (1), Universität Duisburg-Essen (2)



## Abstract

Die neue Technologie der Hochtemperatur PEM Brennstoffzelle (HTPEM-BZ) bietet große Möglichkeiten, effiziente, robuste und zuverlässige Brennstoffzellensysteme in Kombination mit Methanolreformern aufzubauen. Der Vorteil des flüssigen Energieträgers Methanol liegt in der hohen Energiedichte, die es ermöglicht, ein netzunabhängiges Ladegerät für portable Elektrowerkzeuge zu entwickeln. Die Nettoleistung dieses Ladegerätes beträgt 100 W<sub>el</sub>. Die Brennstoffzelle liefert im Nennlastpunkt 140 W<sub>el</sub>.

## 1. Einleitung

Das Zentrum für Brennstoffzellentechnik entwickelt hierfür einen "MicroPower" HT-Stack, der als 24-Zeller kompakt aufgebaut wird. Die Betriebsbedingungen der HT-PEM stellen hohe Anforderungen an die eingesetzten Materialien. Daher werden korrosionsbeständige, graphitische Bipolarplatten eingesetzt, deren Flow-Feld an die Anforderungen der HT-Zelle optimiert wird. Verschiedene Dichtungsmaterialien werden hinsichtlich ihrer Eignung in der HT-PEM untersucht.

## 2. Brennstoffzellen Stapel

Die kompakte 24-Zellen Stapel mit Gehäuse ist in Abb.1 und 2 dargestellt. Luft wird durch äußere Leitbleche, die gleichzeitig das Gehäuse bilden, an den Kühlfinnen vorbeigeführt. Heiße Abgase des Reformers heizen den Stack über die Kühlfinnen wieder auf.

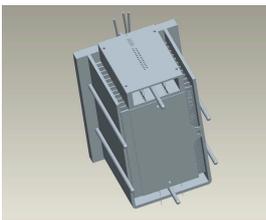


Abb.1: 3D Darstellung der Brennstoffzelle mit Kühlleitblechen und Einzelspannungsabgriff

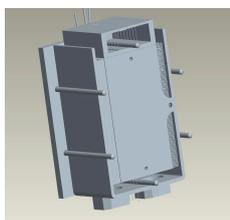


Abb.2: 3D Darstellung der Brennstoffzelle mit 2 Kühlventilatoren

## 3. Lufttemperierte, kompakte HT-PEM Brennstoffzelle für Methanolreformat

Die Brennstoffzelle wird durch Kühlfinnen mittels Luft temperiert, wozu umfangreiche Simulationen zur Auslegung des Wärmemanagements durchgeführt wurden. Die Betriebsführung, insbesondere die Aufheiz- und Abschaltzenarien, wird am ZBT charakterisiert und optimiert. Die Performance in Abhängigkeit von der Temperatur und der Kohlenmonoxidkonzentration wurde in mehreren Einzellerests untersucht.

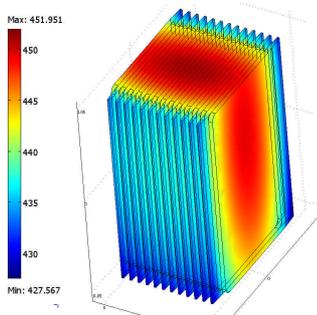


Abb.3: Simulierte Temperaturverteilung unter Nennlast. Die Temperaturen sind in Kelvin angegeben. Der Volumenstrom wird mit 1,5 m/s zugrunde gelegt

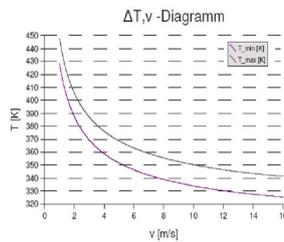


Abb.4: Einfluss der Strömungsgeschwindigkeit auf die Temperaturverteilung

## 4. Oxidative, Methanol Wasserdampfreformierung

Der neuartige Mikroreformer wird von einem Projektpartner entwickelt, der dazu das Verfahren der oxidativen Wasserdampfreformierung anwendet. Um das Brennstoffzellen-Reformersystem schnell aufzuheizen, wird am Anfang Luft zudosiert. Die entstehende autotherme Reformierung ermöglicht eine schnelle Wärmezufuhr in den Reformer und die Brennstoffzelle. Nach Erreichen der stabiler Betriebstemperatur, kann eine reine Wasserdampfreformierung durchgeführt werden.

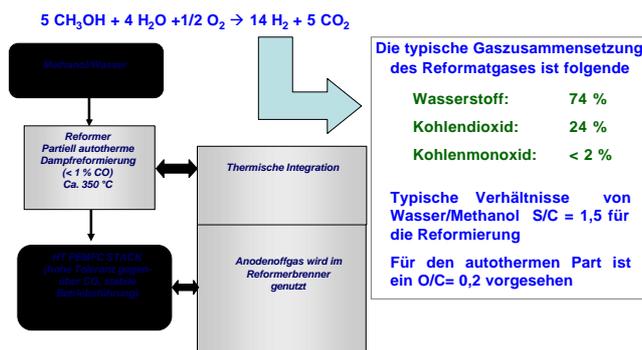


Abb.5: Prinzipbild für die Kombination eines Methanolkremlormers mit einer HT-PEM Brennstoffzelle

## 5. Ergebnisse HT-PEM Brennstoffzellentest

Basierend auf Einzel-Zellen-Tests und der Charakterisierung eines 6-Zellen Short Stacks, sind die Ergebnisse auf einen 24-Zellen Stack skaliert worden. Die aktive Fläche des Stacks beträgt 27,5 cm<sup>2</sup>. Am Auslegungspunkt von 14,4 V (0,6 V Einzelzelle) sind Stromdichten von 450 mA/cm<sup>2</sup> erreicht worden. Für den Start ist eine gute Performance bei niedriger Temperatur notwendig. Die Temperaturabhängigkeit der Brennstoffzellenperformance ist im Bereich von 130 °C – 160 °C charakterisiert worden. Eindrucksvoll wurde auch die Kohlenmonoxidverträglichkeit bei 160 °C sowie 180 °C nachgewiesen. Bei 180 °C und 1 % CO in Wasserstoff ist wenig Performanceverlust erkennbar.

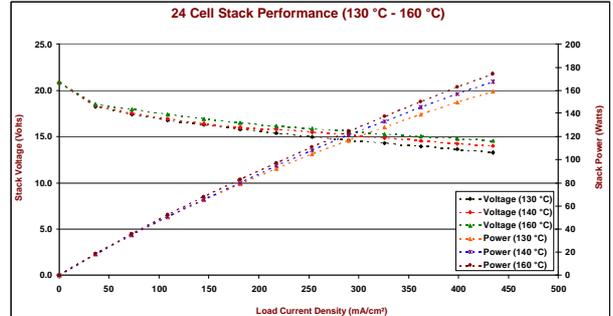


Abb. 6: Darstellung der U-I- bzw. U-P-Kennlinie im Temperaturbereich von 130°C – 160°C

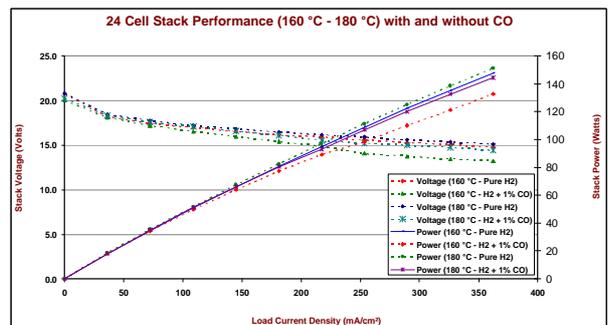


Abb. 7: Darstellung der Performance bei 1 % CO im Anodengas und 160 °C – 180 °C



Abb. 8: Zentrum für Brennstoffzellentechnik, Duisburg



Abb. 9: Typischer Brennstoffzellenteststand am ZBT

## 6. Zusammenfassung

- Eine kompakte, leistungsfähige, lufttemperierte Hochtemperatur PEM Brennstoffzelle konnte aufgebaut werden. Die Leistung beträgt 180 W<sub>el</sub>.
- Die Abmessungen der Brennstoffzelle betragen: Länge: 92 mm, Breite: 100 mm, Höhe: 120 mm.
- Schon bei einer Temperatur von 130 °C konnten hervorragende Leistungsdaten erzielt werden.
- bei 180 °C und einer Kohlenmonoxidkonzentration von 1 % CO ist kein Leistungsverlust zu verzeichnen.
- Im Langzeittest konnte eine Lebensdauer von 2000 h nachgewiesen werden.
- Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass eine Kombination eines Methanolreformers mit einer Hochtemperatur PEM Brennstoffzelle auch im kleinen Leistungsbereich eine sinnvolle Anordnung mit hohem Potenzial darstellt.

## Dank

Diese Arbeit wird unterschützt im Rahmen des BMBF-Forschungsprogrammes "Leitinnovation Mikrobrennstoffzelle" unter der Förderkennzeichnung: 03X3511G.

Autoren: Dr. J. Burfeind, Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) gGmbH, Carl-Benz-Straße 201, D-47057 Duisburg, Deutschland, E-mail: j.burfeind@zbt-duisburg.de;  
 Dipl.-Ing. George Bandlamudi, Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) gGmbH, Carl-Benz-Straße 201, D-47057 Duisburg, Deutschland, E-mail: g.bandlamudi@zbt-duisburg.de;  
 Frank Filusch, Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) gGmbH, Carl-Benz-Straße 201, D-47057 Duisburg, Deutschland, E-mail: f.filusch@zbt-duisburg.de;  
 Christian Siegel, Universität Duisburg-Essen, Institut für Energie- und Umweltverfahrenstechnik, Lotharstr. 1, D-47048 Duisburg, Deutschland, E-mail: christian.siegel@uni-due.de;  
 Prof'in Dr. rer. nat. Angelika Heinzel, Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) gGmbH, Carl-Benz-Straße 201, D-47057 Duisburg, Deutschland, E-mail: a.heinzel@zbt-duisburg.de;