



Doctoral Thesis

Entwicklung eines flüssigkeitsgekühlten Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellenstapels mit einer Leistung von 6,5 kW

Author(s):

Ruge, Martin D.

Publication Date:

2003

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004511373> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 14901

**Entwicklung eines flüssigkeitsgekühlten Polymer-Elektrolyt-Membran-
Brennstoffzellenstapels mit einer Leistung von 6,5 kW**

A B H A N D L U N G
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
Martin Dieter Ruge
Dipl.-Ing. TU Braunschweig

geboren am 19.02.1964
von
Deutschland

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. M. Meier, Referent
Prof. Dr. A. Wokaun, Korreferent

2002

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit handelt von der Entwicklung eines Brennstoffzellenstapels; dabei liegt der Schwerpunkt auf der Konzeptionierung, Auslegung und Herstellung einer bipolaren Separatorplatte (Bipolarplatte) für Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen. Es werden alle Schritte erläutert, die für die Entwicklung der Bipolarplatte unter Berücksichtigung der spezifischen Zellenanforderungen und der herstellungstechnischen Aspekte notwendig sind.

In einem ersten Schritt werden die Anforderungen für Bipolarplatte, Zellendichtung und Einspannvorrichtung aufgelistet. Über die Analyse der Grundfunktionen bezüglich Materialeigenschaften, Prozesstechnik und Konstruktion ergeben sich verschiedene Ansätze, die sich in einer Morphologischen Matrix zu Lösungen kombinieren lassen. Die Lösungskonzepte werden daraufhin miteinander verglichen; das beste wird umgesetzt. In zwei weiteren Entwicklungsschritten wird die Bipolarplatte hinsichtlich Gewicht, Volumen und Leistungsfähigkeit optimiert. Während das gewählte Grundkonzept fortbesteht, erhöht sich die Zellenleistung unter Beibehaltung der aktiven Zellenfläche mit jedem Schritt. Als Resultat dieser Entwicklung entsteht eine aus zwei Graphitplatten gasdicht zusammengeklebte Bipolarplatte, die eine interne Wärmeaustauschfläche besitzt. Diese innovative monolithische Graphitplatte ermöglicht eine kompakte Zellenbauweise.

Für den Zusammenbau der Zellen zu einem Brennstoffzellenstapel wird ein neues Endplattenkonzept entwickelt, optimiert und realisiert. Es wird eine weiche und elastische Endplatte erarbeitet, die eine sehr homogene Flächenpressung auf den Stapel erzeugt. Bei der Strukturierung der Aussenseiten kommen genetische Algorithmen und Konstruktionserfahrungen zur Anwendung. Die Endplatte ist zum Zellenstapel hin doppelt gekrümmt und wird beim Zusammenpressen des Stapels eben.

Als Abschluss dieser Entwicklung wird ein 100-Zellenstapel gefertigt. Der Zusammenbau dieses Stapels erfolgt am Paul Scherrer Institut (PSI), es schliessen sich Untersuchung und Vermessung auf dem eigens hierfür entwickelten 10kW-Brennstoffzellen Teststand an. Dieser Brennstoffzellenstapel kann eine elektrische Leistung von 6,7kW erzeugen und besitzt eine Leistungsdichte von 445 W/Liter sowie eine spezifische Leistung von 345 W/kg.

Abstract

The presented work is a paper on the development of a fuel cell stack with the main focus on the conception, design and production of a bipolar plate for polymer-electrolyte membrane fuel cells. In the context of this work, all the essential steps that are necessary for the development of the bipolar plate in consideration of specific cell requirements and technical production will be explained.

The first step involves the collection of requirements for the bipolar plate, the cell gasket and the clamping device. From the analysis of the basic functions with regard to material characteristics, process technology and design, different approaches arise, which are combined to several solutions in a morphologic matrix. The solution concepts are compared and the best is implemented. In two further development steps, the bipolar plate is optimized with respect to weight, volume and performance. Meanwhile the basic concept remains the same, but the cell power increases at every step, while the active cell surface area the same. As a result of this development, a bipolar plate made of two graphite plates pasted gasproof with an internal heat exchange surface, is produced. The resulting innovative monolithic graphite plate allows a compact cell design.

For the assembly of the cells to form the fuel cell stack, a new end plate concept is developed, optimized and realized. In this concept, an elastic end plate which generates a very homogeneous surface compression on the stack is devised. To structure the external side of the plate, genetic algorithms and construction experience are required. The second face of the end plate has a doubly curved surface and becomes even as a result of the compression.

As a conclusion of this development, a 100 cell stack is fabricated. The assembly of this stack takes place at the Paul Scherrer Institut (PSI) with subsequent examination in the specifically developed 10kW fuel cell testing station. This stack generates an electrical power of 6,7 kW and has a power density of 445 W/litre as well as a specific power of 345 W/kg.