

**Prof. Dr.-Ing. R.-G. Schmidt, Dipl.-Ing. J. Backhaus, cand.-ing. M. Kasperski,
Dipl.-Ing. J. Schneider, Dipl.-Ing. M. Trilling**

Abgasturbolader zur Luftversorgung einer PEM-Brennstoffzelle

(2003-2005)

Kooperationspartner: **SKF GmbH, Schweinfurt
STK Turbo Technik, Altenkirchen
Labor für Thermodynamik (Prof. Mardorf)**

Finanzierung: **AGIP**

Die Erhöhung des Betriebsdruckes und der Luftzahl einer PEM-Brennstoffzelle führt durch die Anhebung des linearen Bereiches der Spannung-Strom-Kurve zu einer Vergrößerung der Stromdichte und des Wirkungsgrades. Das Volumen von Peripheriebauteilen wie Rohrleitungen und Wärmetauschern sinkt umgekehrt proportional zum Betriebsdruck.

Der aufgeladene Betrieb begünstigt zwar den Stofftransport in der Zelle, bewirkt aber einen überproportional ansteigenden Leistungsbedarf des Luftverdichters. Unter Umständen kann der Anstieg des inneren Wirkungsgrades der Brennstoffzelle bei der Betrachtung des Gesamtwirkungsgrades der Anlage eliminiert werden. Ab einer bestimmten Anhebung des Drucks bzw. der Luftzahl ist sogar ein Abfall des Gesamtwirkungsgrades möglich.

Die Verwendung eines Abgasturboladers ermöglicht die Nutzung der Enthalpie des noch unter Druck stehenden Abgases der Brennstoffzelle für den Antrieb des Luftverdichters (Bild 1). Im Gegensatz zur motorischen Anwendung kann bei einer PEM-Brennstoffzelle wegen der niedrigen Gaszustände kein Leistungsgleichgewicht zwischen Kompressor und Turbine erreicht werden. Deshalb wurde an der FH Osnabrück ein Abgasturbolader entwickelt, der durch einen schnelllaufenden Asynchronmotor unterstützt wird, dessen Rotor sich auf der gleichen Welle zwischen dem Turboverdichter und der Turbine befindet. Der Elektromotor wird von einem regelbaren Frequenzumrichter mit elektrischer Energie versorgt.

Die Entwicklungsarbeiten umfassten neben der Konstruktion aller Bauteile (Bild 2) die strömungstechnische Auslegung der Turbomaschinen durch eindimensionale Stromfadenrechnung und dreidimensionale numerische Strömungssimulation. Zur Sicherstellung ausreichender maschinendynamischer Eigenschaften wurden die Eigenfrequenzen und Durchbiegungen des Rotors mit montierten Laufrädern rechnerisch überprüft. Das Verdichterlaufrad wurde zusätzlich einer Festigkeits- und Verformungsberechnung mittels FEM-Analyse unterzogen, um die Betriebssicherheit und die Einhaltung der Mindestspaltmaße zu gewährleisten. Die Lagerung besteht aus Hybridlagern mit Keramikugeln und Fettschmierung der SKF GmbH Schweinfurt. Dadurch werden Öl in der Ansaugluft und eine aufwändige Schmierölversorgung vermieden.

Die Bauteile wurden in den Betriebswerkstätten der Fachhochschule und der Universität Osnabrück gefertigt. Nur das Feinwuchten des Rotors wurde als Unterauftrag vergeben. Anschließend wurde der Abgasturbolader mit umfangreicher Messtechnik ausgerüstet und auf einem Prüfstand erprobt. Nach mehreren Testläufen, die den Nachweis der mechanischen Eigenschaften zum Ziel hatten, wurden die Kennfelder der Turbomaschinen und die Gesamtleistungsdaten systematisch vermessen.

Durch Auswerten des Betriebsverhaltens sowie der gemessenen Kennfelder und Wirkungsgrade wurde das Erreichen der Auslegungsziele nachgewiesen. Eine umfangreiche Erprobung des Abgasturboladers bestätigte den Erfolg der Entwicklung.

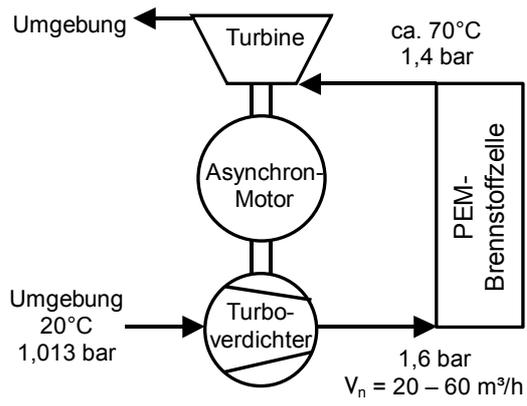


Bild 1: Prozessschema einer aufgeladen betriebenen PEM-Brennstoffzelle

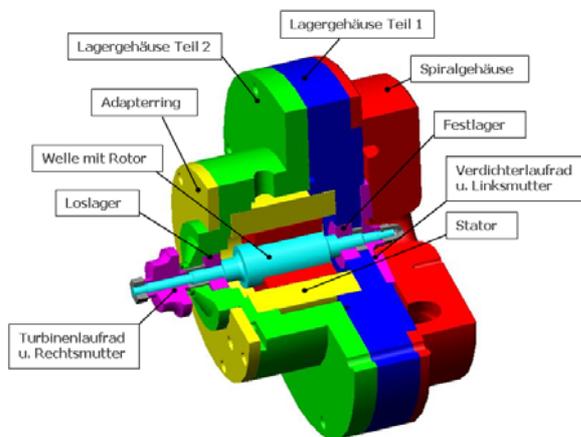


Bild 2: Gesamtansicht des Abgasturboladers