

Einflussgrößen auf den Wasser- und Methanoltransport einer größeren Direkt-Methanol Brennstoffzelle

von Morten Schonert

Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Einflussgrößen auf den Wasser- und Methanoltransport einer größeren Direkt-Methanol Brennstoffzelle ($P_{el} > 1$ kW) untersucht. Hintergrund ist ein angestrebter wasserautarker Betrieb eines Direkt-Methanol Brennstoffzellensystems.

Da bei der elektrochemischen Reaktion auf der Anode Wasser verbraucht wird und auf der Kathode dabei mehr Wasser entsteht, muss diese Differenz über die Luft ausgetragen werden. Alles weiter auf der Kathode anfallende Wasser muss kondensiert und der Anode zurückgeführt werden. Mit zunehmender Umgebungstemperatur muss dabei der Luftvolumenstrom reduziert werden, da ansonsten mehr Wasser als erlaubt ausgetragen würde. Des Weiteren führen niedrigere Luftvolumenströme auf der Kathode zu einer instabilen Zellspannung, was auch einem übermäßigen Anfall von Wasser zugeschrieben wird. Es ist daher von der Seite der Systemtechnik gewollt, die Menge des auf der Kathode anfallenden Wassers zu reduzieren.

Es zeigte sich, dass die Wasserpermeation durch die Membran-Elektroden-Einheit (MEA) bei den für das Erreichen der Wasserautarkie notwendigen geringen Luftvolumenströmen vorrangig von der Aufnahmekapazität und der Verweilzeit der Luft über der Kathode abhängig ist und weniger von der Art des auf der Kathode verwendeten Materials. Die Wasserpermeation kommt bei einem Ausgleich des Konzentrationsgradienten zum Stillstand. Neben der Wasserpermeation kommt es noch zu einem an den Transport der Protonen angekoppelten Transport von Wasser durch die protonenleitende Nafion[®]-Membran, dem so genannten elektroosmotischen Drag (EOD). Da es sich um einen aktiven Transportmechanismus handelt, kann dieser auch gegen einen Konzentrationsgradienten fördern. Es konnte gezeigt werden, dass sich der EOD durch die Verwendung von wasserundurchlässigeren Materialien für die Gasdiffusionsschicht auf der Anode reduzieren lässt. Hierdurch reduziert sich die Wassermenge, die die Membran erreicht. Die gewollte Reduzierung des Wasseranfalls auf der Kathode lässt sich somit bewerkstelligen. Eine Änderung des Aufbaus der Kathode führte dagegen zu keinem messbaren Effekt auf den Wasser- oder Methanoltransport.

Die elektrochemische Performance der untersuchten Membran-Elektroden-Einheiten zeigte sich robust gegenüber vielen Einflüssen, so gegenüber dem Dispergiervorgang, den Bedingungen bei der Herstellung der MEA mittels Heißverpressen, der Membrandicke und damit der Höhe der Methanolpermeation. Ein Effekt des Wasseranfalls auf der Kathode auf die Zellspannung wurde nicht beobachtet. Der Einfluss unterschiedlicher Katalysatoren ist dagegen klar identifizierbar und bestimmt, gegenüber den anderen Einflussfaktoren, maßgeblich die elektrochemische Performance der Membran-Elektroden-Einheiten.

Die Stabilität der Zellspannung ist dagegen stark von der verwendeten Strömungsverteilungsstruktur abhängig. So ist bei der Verwendung eines 1-fach Mäanders ein Betrieb bei den für die Wasserautarkie geforderten niedrigen Luftvolumenströmen möglich. Die Methanolpermeation lässt sich stromdichteabhängig über die Konzentration an Methanol auf der Anode beeinflussen und dadurch minimieren.