



# METALLISCHE BIPOLARPLATTEN – KOMPAKT, PREISWERT, LANGZEITSTABIL

## DIE AUFGABE

Bei der Nutzung regenerativer Energien stellt sich häufig die Frage nach Möglichkeiten der Energiespeicherung. Eine Lösung dafür könnte die Herstellung von Wasserstoff aus Energieüberschüssen und Lagerung desselben sein. Statt den Wasserstoff zu lagern oder durch weitere Prozesse in Erdgas zu verwandeln, könnte man ihn auch direkt zum Antrieb von Fahrzeugen nutzen und den Ausbau der Elektromobilität beschleunigen.

In einer Brennstoffzelle wird Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser umgesetzt und die entstehende elektrische Energie für den Antrieb genutzt (Abb. 1). Aktuell weisen Fahrzeuge mit Brennstoffzellen eine Reichweite von ca. 600 km auf. Der Tankvorgang ist vergleichbar mit einem konventionellen Fahrzeug. Ein spezielles Tankstellennetz ist somit nicht erforderlich.

Neben der Membran-Elektroden-Einheit ist die Bipolarplatte (BiP) wesentlicher Bestandteil der Brennstoffzelle. Die BiP muss als Komponente der Brennstoffzelle die Zufuhr von Wasserstoff und Sauerstoff, die Abfuhr von Wasser und die Kühlung übernehmen. Zudem nimmt die BiP auf der Wasserstoffseite die abgegebenen Elektronen auf und führt sie, nachdem sie im Antrieb Arbeit verrichtet haben, auf der Sauerstoffseite wieder zu. Daher muss das Material der BiP eine hervorragende elektrische Leitfähigkeit besitzen, die sich trotz der elektrochemischen Vorgänge in der Brennstoffzelle nicht signifikant verringert.

Die Aufgabe besteht also darin, eine für den Massenmarkt taugliche, kompakte, langzeitstabile und preiswerte BiP zu entwickeln.

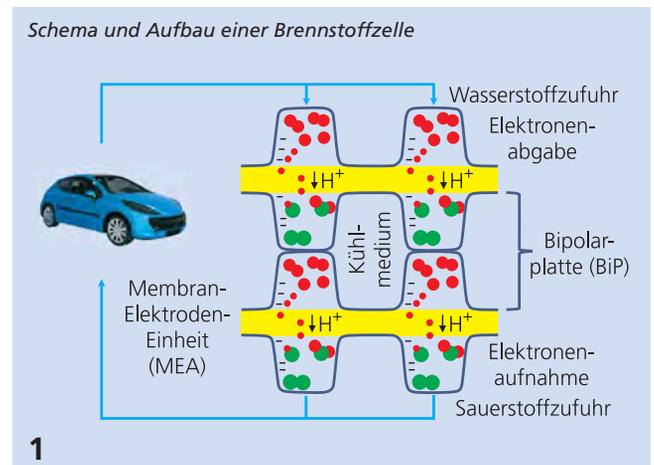
## UNSERE LÖSUNG

Während bei Anwendungen mit ausreichend Bauraum Graphit als BiP-Material zum Einsatz kommt, werden im Automobilbereich wegen des meist geringen Bauraumes und des hohen Kostendruckes ca. 0,1 mm dünne, tiefgezogene Edelstahlbleche als BiP-Material bevorzugt. Diese werden bisher standardmäßig mit Gold beschichtet, da die natürliche Passivschicht des Edelstahls den Strom nur schlecht leitet. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes mini BIP (Förderkennzeichen 03ET045A) wurden am Dortmunder Oberflächenzentrum, einer Außenstelle des Fraunhofer IWS Dresden, zwei alternative Schichtsysteme entwickelt und geprüft:

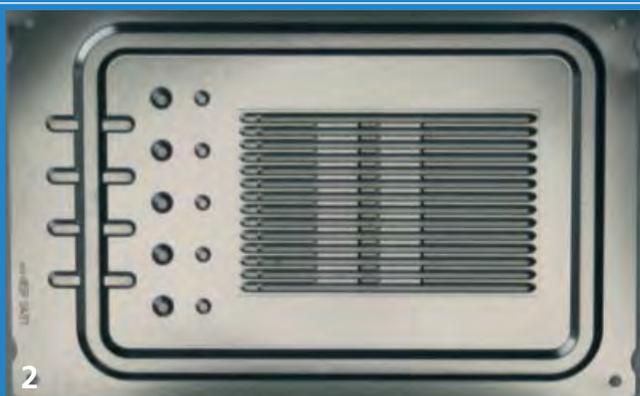
- PNC (plasmanitrocarburierte Oberflächen)
- GLC (graphitische Kohlenstoffschichten)

Die Schichten sollen einerseits vergleichbare Kontaktwiderstände wie eine Goldbeschichtung aufweisen. Andererseits muss die Haftfestigkeit der Schichten so hoch sein, dass fertig beschichtete Glattbleche ohne Beschädigung zu BiP umgeformt werden können.

Schema und Aufbau einer Brennstoffzelle



1



## ERGEBNISSE

Im Rahmen des Projektes wurden beide Oberflächenmodifikationsverfahren an verschiedenen Edelstählen im Hinblick auf eine hohe Korrosionsbeständigkeit und einen niedrigen Kontaktwiderstand optimiert (Abb. 2). Im Ergebnis erreichen beide Schichtsysteme den Kontaktwiderstand der goldbeschichteten Bleche. Gegenüber dem unbehandelten Grundwerkstoff wurde eine deutliche Verbesserung des Korrosionsverhaltens nachgewiesen.

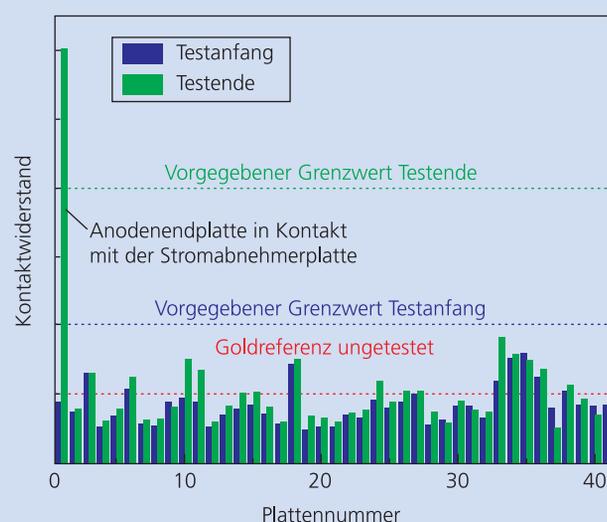
Die besten Ergebnisse hinsichtlich des Kontaktwiderstandes zeigten GLC-Schichten mit einer Schichtdicke kleiner 100 nm. Sie wurden mit dem gepulsten Vakuumbogen in einer Minute in Zweifachrotation abgeschieden. Vergleichbar gute Werte konnten durch sequentielles Plasmanitrocarburieren (ca. 15 Minuten) erzeugt werden. Die Dicke der mit Stickstoff und Kohlenstoff angereicherten Randzonen liegt unter 5 µm. Beide Verfahren können für eine etwaige Massenfertigung auch in Bandbeschichtungsanlagen durchgeführt werden.

Zum Projektabschluss wurde vom Projektpartner (Daimler AG) ein aus 40 Zellen bestehender Brennstoffzellenstack als Demonstrator aufgebaut. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse vor und nach Betrieb des Stacks. Bis auf die fehlerhafte Anodenplatte lagen die Kontaktwiderstände aller BiP vor und nach dem Test im Bereich der nicht belasteten Goldreferenz. Sie liegen dabei ca. einen Faktor 3 unterhalb der Anforderungen nach Testende. GLC-Schichten lagen bei Tests mit einer früheren Testgeometrie am Testende etwa einen Faktor 2 unterhalb des geforderten Grenzwertes.

Bei Stacktests mit erst oberflächenbehandelten und dann umgeformten Blechen, die mittels Ritztest lokal geschädigt wurden, konnte die Anforderungen am Testende ebenfalls für beide Oberflächenmodifikationen erreicht werden. Selbst bei beschädigten Oberflächen kam es zu keinen Korrosionserscheinungen.

2 Musterbauteil mit Umformelementen einer metallischen Bipolarplatte

Kontaktwiderstände der PNC behandelten BiP in einem aus 40 Zellen bestehenden Brennstoffzellenstack nach 1000 h Test (Testergebnisse der Daimler AG)



3

## KONTAKT

Dr. Axel Zwick

+49 351 83391-3512

axel.zwick@iws.fraunhofer.de

