

## KOMPONENTEN

# Zellkontaktierung an Brennstoffzellen

Brennstoffzellen-Fahrzeuge werden typischerweise mit Überwachungssystemen ausgerüstet, welche die Spannungen der einzelnen Zellen des Brennstoffzellenstapels messen. Wesentlicher Bestandteil dieser Systeme ist die Kontaktierung der Einzelzellen. Die stellt jedoch angesichts von Zellabständen kleiner 1 Millimeter eine große Herausforderung dar. Die Lösungsansätze variieren je nach Bauart und Materialien des Brennstoffzellenstapels.

**B**rennstoffzellen-Fahrzeuge werden typischerweise mit Überwachungssystemen ausgerüstet, welche die Spannungen der einzelnen Zellen des Brennstoffzellenstapels messen. Wesentlicher Bestandteil dieser Systeme ist die Kontaktierung der Einzelzellen. Die jedoch stellt angesichts von Zellabständen kleiner 1 Millimeter in modernen Brennstoffzellen eine große Herausforderung dar. Die Lösungsansätze variieren je nach Bauart und Materialien des Brennstoffzellenstapels.

Brennstoffzelle ist nicht gleich Brennstoffzelle. Die Stacks unterscheiden sich sowohl was die verbauten Materialien angeht als auch im Hinblick auf ihre Geometrie. Ein für die Zellkontaktierung entscheidendes Kriterium ist dabei der sogenannte Zellpitch. Dieser beschreibt die Dicke einer einzelnen Zelle, also den Abstand zwischen zwei Bipolarplatten. Bipolarplatten sind die Schlüsselkomponenten einer Brennstoffzelle. Sie trennen die Gasräume der benachbarten Zellen voneinander ab. Zu Stapeln (Stacks) geschichtet bilden diese

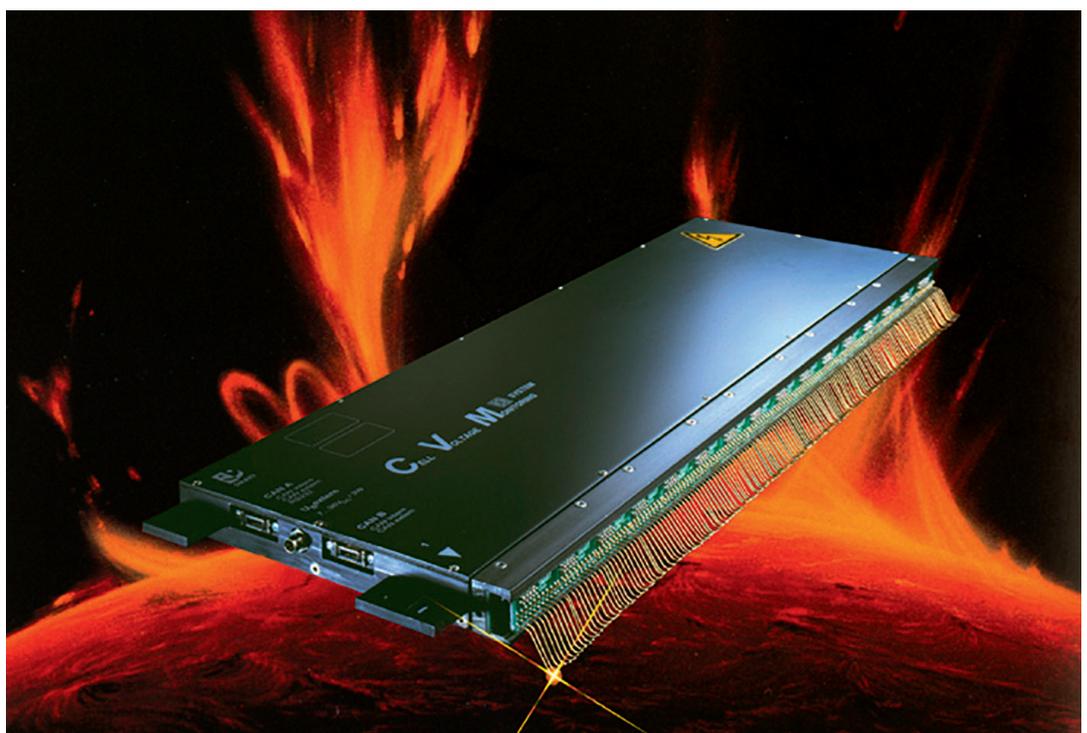
Platten den Kern eines Brennstoffzellensystems.

### Drei grundsätzliche Herausforderungen

Bei metallischen Bipolarplatten liegt der Zellpitch heute um 1 Millimeter. Das Problem: Innerhalb eines Brennstoffzellenstapels variiert der Abstand aufgrund von Fertigungstoleranzen. Hinzu kommt, dass der Stack während des Betriebs arbeitet, er dehnt sich aus oder zieht sich zusammen. Montiert im Fahr-

*Die erste Kombi-Baugruppe aus CVM und CVP von SMART TESTSOLUTIONS kam bereits 1997 auf den Markt.*

© SMART TESTSOLUTIONS



zeug kommen Vibrationen hinzu. Für die Zellkontaktierung (Cell Voltage Pickup, kurz CVP) bedeutet das, dass die Potenzialabgriffe ein Stück weit variabel sein müssen während die Befestigungseinheit, auf der die Kontakte sitzen, ein starres Gebilde ist. Es gilt also, die fixe Größe des Messwerterfassungssystems mit variablen Potenzialabgriffen zu kombinieren.

Eine weitere generelle Herausforderung bei der Entwicklung von Zellkontaktierungen für Brennstoffzellenüberwachungssysteme – wir sprechen von Cell Voltage Monitoring Systemen, kurz CVM – ist das Herstellen eines elektrischen Kontaktes unter den Randbedingungen, die für den Einsatz in Fahrzeugen gelten: Die Kontaktierung muss elektrisch funktional, vibrationsunempfindlich, automotive-tauglich, Bauraumneutral, temperaturfest und kostengünstig sein.

takte (siehe Bild 1). Welche Kontaktart jeweils zum Einsatz kommt, hängt nicht zuletzt von der Beschaffenheit der Bipolarplatten im Stack ab. Seit jüngerer Zeit sind graphitische Platten wieder auf dem Vormarsch. Grund dafür ist, dass sie inzwischen dank Fortschritten in der Fertigungstechnik deutlich dünner ausgeführt werden und somit ihren Vorteil Langlebigkeit voll ausspielen können.

Metallische Platten wiegen deutlich weniger, sind erheblich dünner und weisen eine bessere Kaltstartfähigkeit auf. Da außerdem bei hohen Stückzahlen die Kosten mit metallischen Bipolarplatten deutlich gesenkt werden können, haben diese sich inzwischen am Brennstoffzellenmarkt durchgesetzt.

Viele Hersteller von Brennstoffzellen mit metallischen Bipolarplatten setzen daher nicht auf Stift-, sondern auf Fahnenkontakte. Dabei wird die Platte mit einer zusätzlichen Ausformung gefer-

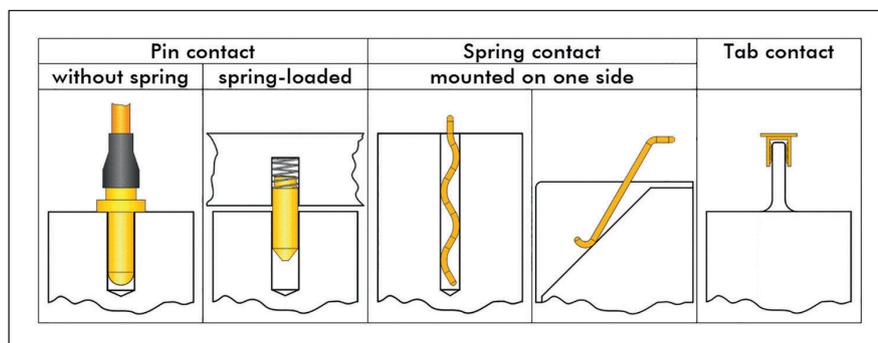


Bild 1: Kontaktarten, die in Brennstoffzellenfahrzeugen zum Einsatz kommen: Stifftkontakte, Federkontakte und Fahnenkontakte. © SMART TESTSOLUTIONS

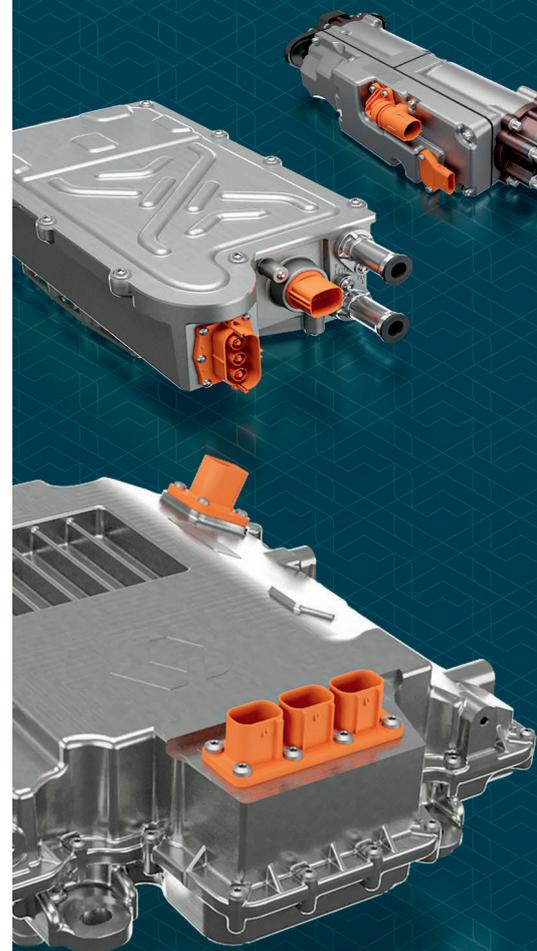
Bisher kamen CVM-Systeme vor allem in der Entwicklung und Erprobung von Brennstoffzellenfahrzeugen zum Einsatz. Angesichts überschaubarer Stückzahlen wog die Montagezeit für die Zellkontaktierung nicht sonderlich schwer. Mit dem Sprung in die Serie ändert sich das. Damit steigt der Druck auf die Massenreproduzierbarkeit der Zellkontaktierungen und die Kosten. Die Punkte Montagefähigkeit und –zeit sowie Automatisierungsgrad der Produktion gewinnen an Bedeutung. Brauchte man bisher einen halben Tag, um ein CVM zu installieren und die Zellen zu kontaktieren, muss das künftig in wenigen Minuten erledigt sein.

Grundsätzlich lassen sich im Fahrzeugbau drei unterschiedliche lösbare Kontaktarten unterscheiden: Stifftkontakte, Federkontakte und Fahnenkon-

tigt, der Fahne. Der Potenzialabgriff erfolgt dann durch ein geeignetes Verbindungselement mit Klemmung, das über die 0,1 bis 0,3 mm dünnen Fahnen gestülpt werden muss. Der Vorteil: Am Markt sind Klemm-Bauteile – sogenannte On-Board-Clips verfügbar, die direkt auf Leiterplatten bestückt werden können. Entsprechende Kontaktierungseinheiten sind also vergleichsweise einfach und kostengünstig herzustellen.

**Zweiseitig gelagerter Federkontakt**

Angesichts der vielfältigen Herausforderungen hat Smart Testolutions in den vergangenen drei Jahren eine verbesserte Zellkontaktierung mit Federkontakten entwickelt. Diese CVP stellt einen zuverlässigen Spannungsabgriff sicher, ohne dass bei der Montage auf-



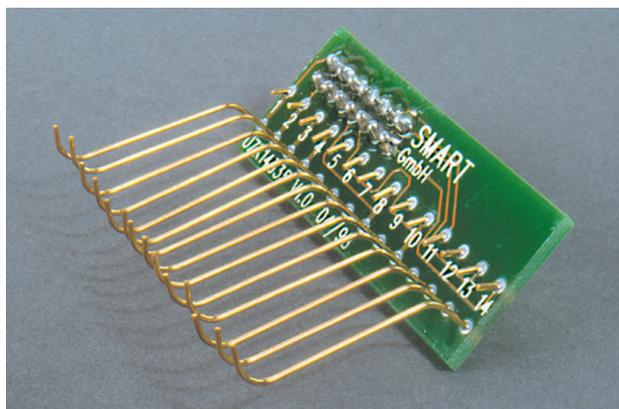
WWW.SILVER-ATENA.DE



wendig von Hand nachjustiert werden muss. Die Kontakte zentrieren sich weitgehend selbst in den Zelltaschen, was für kurze Montagezeiten sorgt. Gleichzeitig kommt die Kontaktierungseinheit mit nur fünf Millimetern Bauhöhe aus.

Möglich wird die geringe Bauhöhe durch eine zweiseitige Lagerung des Federkontaktes und einer speziellen Kontaktform. Die Kontaktierung besteht aus vergoldeten Kupfer-Beryllium-Drähten, die an beiden Enden federnd in modularen Haltern gelagert sind. Dadurch wird sichergestellt, dass sowohl die Fertigungstoleranzen des Stacks als auch Stoß- und Vibrationsbeanspruchungen in vertikaler Richtung kompensiert werden. Die Halter werden auf Profile gefädelt und schwimmend gelagert. Somit können auch Längenänderungen des Stacks in horizontaler Richtung ausgeglichen werden.

Die gesamte Kontaktierungseinheit wird an den Endplatten und – falls vorhanden – an einer Mittelplatte des Brennstoffzellen-Stacks befestigt. Sind die Kontakte in den Zelltaschen ausgerichtet, erfolgt die endgültige Positionierung und Fixierung des Systems durch eine Haube, die die Kupfer-Beryllium-Drähte in die Zelltaschen presst und für einen konstanten Anpressdruck sowie einen zuverlässigen Signalabgriff sorgt. Das System ist nicht nur rüttel- sondern auch temperaturunempfindlich und lässt sich dank der geringen Bauhöhe in viele bestehende Brennstoffzellen-Packages integrieren. Die Goldbeschichtung von Federkontakten bietet sich an, um höhere Übergangswiderstände



**Bild 2: Kontaktierungs-Baugruppe mit einseitig gelagerten Fahnenkontakten. Jeweils zehn Kontakte sind auf einer kleinen Leiterkarte montiert, die in der Einheit verschoben werden kann.**

© SMART TESTSOLUTIONS

durch Korrosion im Betrieb zu vermeiden. Darüber haben die im mobilen Betrieb auftretenden Schock und Vibrationsbeanspruchungen und die damit verbundenen Minimalbewegungen der gefederten Kontakte auf der Bipolarplatte einen reinigenden Effekt. Der Übergangswiderstand zwischen Kontakt und Platte wird so gering gehalten.

### Zukünftige Aufgaben

Sowohl einseitig als auch zweiseitig gelagerte Federkontakte haben den Nachteil, dass sie nicht automatisiert auf Leiterkarten bestückt werden können. Hier müssen Lösungen gefunden werden. Folgende weiteren Herausforderungen sind in der nahen Zukunft zu meistern:

- **Kostensenkung:** Aktuell sind die CVP-Einzelstücke noch sehr teuer in der Herstellung. Für die Ausrüstung von Serienfahrzeugen – und seien es auch nur Kleinserien – muss der Stückpreis sinken.
- **Reduktion der Modularität:** Aufgrund

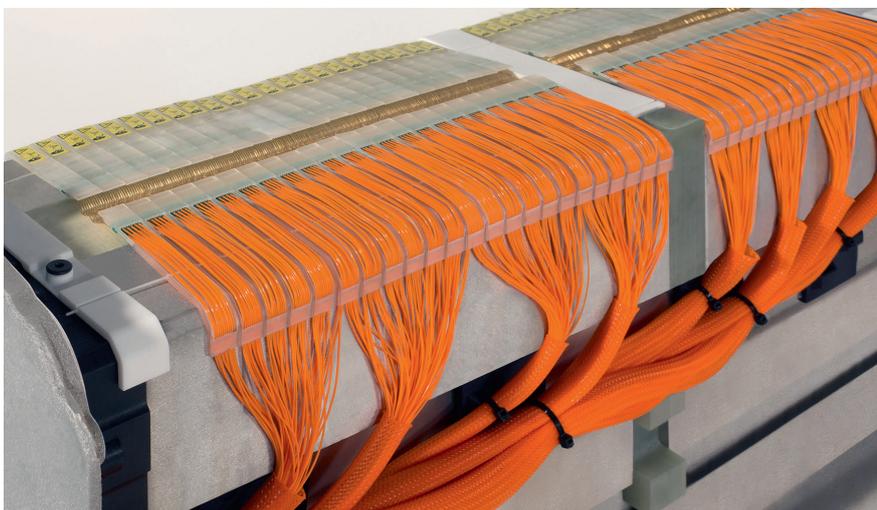
immer noch variabler Zellanzahlen in den Brennstoffzellen-Stacks muss aktuell noch mit einer hohen Modularität gearbeitet werden. Künftig gilt es, die Zahl der Zellen in einem Brennstoffzellenstapel zu vereinheitlichen.

- **Automatisierung der Montage:** Die größte Herausforderung besteht darin, CVP-Konzepte derart zu entwickeln, dass der Montageaufwand am BZ-Stack minimiert und gleichzeitig der Automatisierungsgrad der Montage maximiert wird.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Anforderungen an die Zellspannungsüberwachung und die Zellkontaktierung von Brennstoffzellen-Stacks werden die entsprechenden Systeme derzeit meist noch getrennt entwickelt.

Für die Zukunft erwartet Smart Testsolutions, dass Kombi-Lösungen sich durchsetzen werden. Ein Knackpunkt dabei ist beispielsweise die Verbindungstechnik, bei der die Anforderungen an die IP-Schutzklasse IP67 erfüllt werden müssen. Sobald ICs für die Serien-CVM-Funktionalität Stand der Technik sind, wird auch eine noch höhere Integration erwartet. ■ (oe)

[www.smart-testsolutions.de](http://www.smart-testsolutions.de)



**Bild 3: Die CVP aus dem Jahr 2016 kommt mit einer Bauhöhe von fünf Millimetern aus.** © Emanuel

Zifreund/SMART TESTSOLUTIONS



**Norbert Witteczek** ist Business Line Manager Test Systems & Applications bei der SMART TESTSOLUTIONS GmbH.



**Dr. Markus Schuster** ist Business Line Manager e\_Cell Electronics bei der SMART TESTSOLUTIONS GmbH.