

Fachartikel:

Brennstoffzelle – Dichtstellen und Dichtmaterialien, Anforderungen

[Leistungsfähige Dichtwerkstoffe sind für den Betrieb von Brennstoffzellen essenziell](#)

Brennstoffzellen: Je dichter, desto effizienter

Die Brennstoffzelle wird im Rahmen der Energiewende als wichtiger Teil der Wasserstoffstrategie gehandelt. Ein Szenario ist die Wasserstoffgewinnung aus grünem Strom durch Elektrolyse; der Wasserstoff dient dann als Energiespeicher und kann bei Bedarf mithilfe der Brennstoffzelle wieder in elektrischen Strom umgewandelt werden. Einsatzmöglichkeiten sind der Mobilitätssektor, vom Pkw bis zum Lkw, aber auch die Nutzung in Brennstoffzellenheizungen. Die Abwärme der Brennstoffzelle kann zur Beheizung von Gebäuden dienen, während gleichzeitig Strom erzeugt wird.

Derzeit gibt es noch das eine oder andere Hemmnis bei der Nutzung der Brennstoffzelle, von der Dominanz der Batterie als Energiespender im Mobilitätsbereich über die mangelnde Wasserstoff-Infrastruktur bis hin zu technologischem Nachbesserungsbedarf hinsichtlich der Leistungsfähigkeit von Brennstoffzellen. Hier spielen die Dichtungen mit hinein, ohne die der Betrieb einer Brennstoffzelle nicht denkbar ist. Je leistungsfähiger das in einer Brennstoffzelle eingesetzte Dichtungsmaterial ist, desto höher ist ihr Wirkungsgrad und desto sicherer ist auch ihr Betrieb, was Anwendungsfelder wie Heizsysteme in Privathaushalten möglich macht. Worauf es bei den Dichtwerkstoffen in Brennstoffzellen ankommt, zeigt Dichtungsspezialist Frenzelit im vorliegenden Beitrag auf.

Funktionsweise der Brennstoffzelle

Häufig eingesetzte Brennstoffzellentypen, die auf unterschiedlichen Funktionsprinzipien basieren, sind die Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (PEMFC), die Alkalische Brennstoffzelle (AFC), die Phosphorsäure-Brennstoffzelle (PAFC) oder auch Hochtemperatur-Brennstoffzellen wie die Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) oder die Karbonatschmelzen-Brennstoffzelle (MCFC). Gemein ist allen die Grundfunktionalität: Chemische Energie wird in elektrische Energie umgewandelt – anders als bei der Wasser-Elektrolyse, bei der Wasser mit Hilfe von elektrischem Strom in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. In der Brennstoffzelle findet der umgekehrte Prozess statt: Wasserstoff wird zusammen mit Sauerstoff (entweder in Form von Luft oder als reiner Sauerstoff) in Wasser und elektrischen Strom umgewandelt. Darüber hinaus entsteht bei dem Prozess auch Abwärme.

Eine einzelne Brennstoffzelle besteht aus zwei Elektroden, der Anode und der Kathode, und den sogenannten Bipolarplatten zum Abtransport des entstehenden Stroms und zur Verteilung der Gase. Hinzu kommen ein jeweils spezifischer Elektrolyt und schließlich die Brennstoffe Wasserstoff und Sauerstoff. Da eine einzelne Brennstoffzelle jedoch nur wenig Strom erzeugt, werden in der Praxis meist sehr viele von diesen einzelnen Zellen hintereinandergeschaltet – der Stack-Aufbau. Je nachdem, wie viel Strom erzeugt werden soll, variiert die Anzahl der Stacks und damit die Größe der Brennstoffzelle. Die Stacks sind begrenzt durch die Bipolarplatten, die schließlich den Strom abtransportieren.

Elementar für den Betrieb einer Brennstoffzelle sind dabei besonders leistungsfähige Dichtwerkstoffe in verschiedenen Bereichen. Sie kommen zum Einsatz zwischen den Stacks, den einzelnen Zellen, um ein Austreten der Brenngase und des Elektrolyten zu vermeiden, die Bipolarplatten gegeneinander abzuschirmen und so einen Kurzschluss zu verhindern. Außerdem müssen auch die Zuleitungen abgedichtet werden, in denen die Gase Wasserstoff und Sauerstoff transportiert werden. An Stacks und Zuleitungen wird nicht unbedingt der gleiche Dichtwerkstoff eingesetzt, da die Anforderungen durchaus unterschiedlich sein können und spezifische Dichtigkeitseigenschaften erfordern.

Hohe Anforderungen an den Dichtwerkstoff

Eine der wichtigsten Funktionen der Dichtungen ist die Isolation der Bipolarplatten voneinander. Je nach konstruktiver Anforderung kann aber auch das Gegenteil gefragt sein, dass die Dichtungen leitfähig sein sollen – nicht im Stackaufbau, hier ist die isolierende Funktion entscheidend. Beispielsweise im Bereich der Zuleitungen kann auch ein leitfähiges Dichtungsmaterial gefordert sein, um Strom abfließen zu lassen und zu verhindern, dass sich das Bauteil elektrisch auflädt. In diesem Fall darf die Dichtung nicht als Isolator fungieren.

Auch der Elektrolyt im Inneren der Stacks, der meist flüssig ist, muss abgedichtet werden. Oft handelt es sich um ein herausforderndes Medium, wie z. B. starke Laugen bei der alkalischen Brennstoffzelle, die die Dichtungen angreifen können. Außerdem müssen Wasserstoff und Sauerstoff, die als Brennstoffe fungieren, abgedichtet werden. Die Dichtung muss also auch beständig gegenüber diesen Medien sein. Da es sich hier um sehr anspruchsvolle, brennbare und potenziell explosive Gase handelt, ist die zuverlässige Abdichtung auch ein wichtiger Sicherheitsaspekt.

Darüber hinaus ist die Abdichtung auch maßgeblich für den Wirkungsgrad einer Brennstoffzelle, der möglichst hoch sein soll, um einen effektiven Einsatz zu ermöglichen. Je mehr Gase entweichen, desto stärker sinkt der Wirkungsgrad. Insofern hat ein leistungsfähiger Dichtwerkstoff einen hohen Einfluss auf die Effizienz der Brennstoffzelle. Hinzu kommen bei einigen Brennstoffzellen-Varianten hohe

Temperaturen von mehr als 500 Grad Celsius, denen das Dichtungsmaterial standhalten muss. Ein rein elastomerbasierter Dichtungswerkstoff kommt hier nicht in Frage, sondern das Dichtungsmaterial muss auf derlei Temperaturen ausgerichtet sein. Auch die Lebensdauer der Werkstoffe sollte hoch sein, um die Brennstoffzelle wartungsarm und lange lauffähig zu halten.

Werkstoffe, die sich besonders für den Einsatz in der Brennstoffzelle eignen, sind zum einen die novapress®-Produkte (Elastomer-gebundene Dichtungsmaterialien auf Basis von hochwertigen Aramidfasern und speziellen Funktionsfüllstoffen) von Frenzelit. Sie erreichen ein bis zu 10.000 mal besseres Leckageniveau als vergleichbare Standarddichtungen. Eine weitere Produktfamilie ist die novamica®-Reihe (bestehend aus Phlogopit-Glimmer), die aufgrund ihrer Temperaturbeständigkeit bei Hochtemperatur-Brennstoffzellen zum Einsatz kommen kann.

Frenzelit setzt diese leistungsfähigen Dichtungsmaterialien bereits bei verschiedenen Brennstoffzellen-Anwendungen ein. Darüber hinaus ist das Unternehmen auch an Forschungsprojekten beteiligt und entwickelt je nach Kundenanforderung Dichtungswerkstoffe weiter, z. B. mit spezifischen Beschichtungen oder besonderen Designs. Wenn erforderlich, werden inhouse auch neue leistungsfähige Dichtungsmaterialien entwickelt.

((Interviewkasten mit Dr. Anna Berger, Research & Development, Frenzelit GmbH))



Frau Dr. Berger, wie kam es zu Ihrem Engagement bei Wasserstoff-Anwendungen und Brennstoffzellen-Applikationen?

Emissionen zu reduzieren oder gar zu vermeiden ist unser zentraler Anspruch bei der Entwicklung von Dichtungsmaterialien. Unsere Dichtungen sind um ein Vielfaches dichter als marktübliche Standarddichtungen. Insofern sind die Brennstoffzelle und der Ausbau nachhaltiger Energiekonzepte hin zu Wasserstoffanwendungen aufgrund der hohen Dichtheitsanforderungen ein sehr interessantes Entwicklungsfeld für uns.

Welchen Gefahren oder Herausforderungen begegnen Sie bei Ihren Brennstoffzellen-Projekten?

Wasserstoff ist aufgrund seiner winzigen Moleküle ein extrem schwierig abzudichtendes Medium, das es angesichts seiner explosiven Eigenschaften unbedingt abzuschirmen gilt. Zudem steht und fällt der Wirkungsgrad der Brennstoffzelle und damit ihre Leistungsfähigkeit mit dem Dichtheitsgrad der Anwendung. Nicht zuletzt ist das Dichtungsmaterial widrigen Bedingungen ausgesetzt wie aggressiven Medien oder hohen Temperaturen. Einem guten Dichtungsmaterial kommt daher für die Zukunft der Brennstoffzellentechnologie und weiterer Wasserstoffanwendungen eine zentrale Rolle zu.

Das Potenzial der Brennstoffzellen-Technologie kommt in Wellen immer wieder ins Gespräch und wird aufgrund technologischer Unzulänglichkeiten, mangelnder Infrastruktur oder zu hoher Kosten wieder fallengelassen. Wie bewerten Sie aktuell die Zukunftschancen der Brennstoffzelle?

Wir sehen die Entwicklungen in der Brennstoffzellen-Technologie positiv – und auch als wichtigen Baustein der Energiewende. Auch wenn die Batterie bei Pkws derzeit der Energieträger der Stunde ist, gibt es viele Bemühungen, z. B. Lkws oder auch den Schiffsverkehr brennstoffzellentauglich zu machen. Die Kosten-Nutzen-Relation lässt sich auch über die Verbesserung der Lebensdauer der Brennstoffzelle effizienter gestalten.

Wir hoffen, dass trotz der schwierigen Handhabung von Wasserstoff künftig die Infrastruktur diesbezüglich deutlich ausgebaut und mehr Wasserstoff aus grünem Strom verfügbar gemacht wird, um beispielsweise Privathaushalte breiter über Brennstoffzellenheizungen versorgen zu können. Das

Potenzial für eine klimafreundliche Energieoption ist vorhanden. Bei Frenzelit haben wir mit unseren Dichtungslösungen bereits die passenden Antworten für diese Zukunftstechnologie.

Zeichen: Ca. 8.860

Davon Zeichen Interviewkasten: ca. 2.350

Bildmaterial:



Bild 1: Die Abbildung zeigt die verschiedenen möglichen Einsatzorte für Dichtwerkstoffe in Brennstoffzellen. Dazu zählen zum einen die Abdichtungen der Wasserstoff- und Sauerstoffzuleitungen (Position 1 und 4) sowie die Abdichtung der einzelnen Stacks an den Bipolarplatten (Position 2 und 3).

Bild: ©Frenzelit GmbH

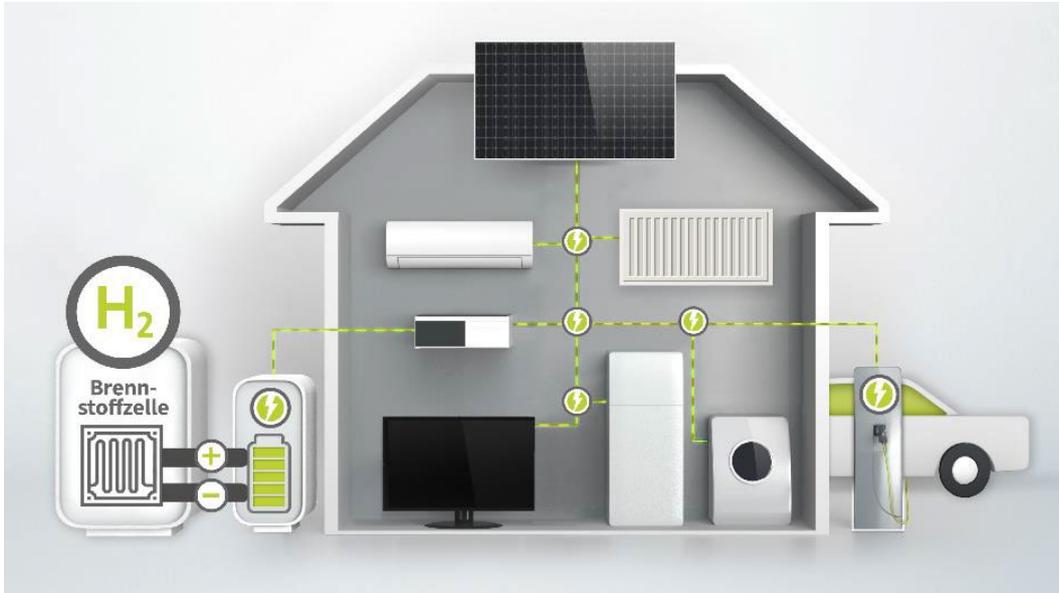


Bild 2: Im Privathaushalt lässt sich Wasserstoff durch Brennstoffzellen effizient rückverstromen, z.B. zum Aufladen von E-Autos. Gleichzeitig wird die Abwärme der Brennstoffzelle zum Heizen genutzt.
Bild: © Frenzelit GmbH

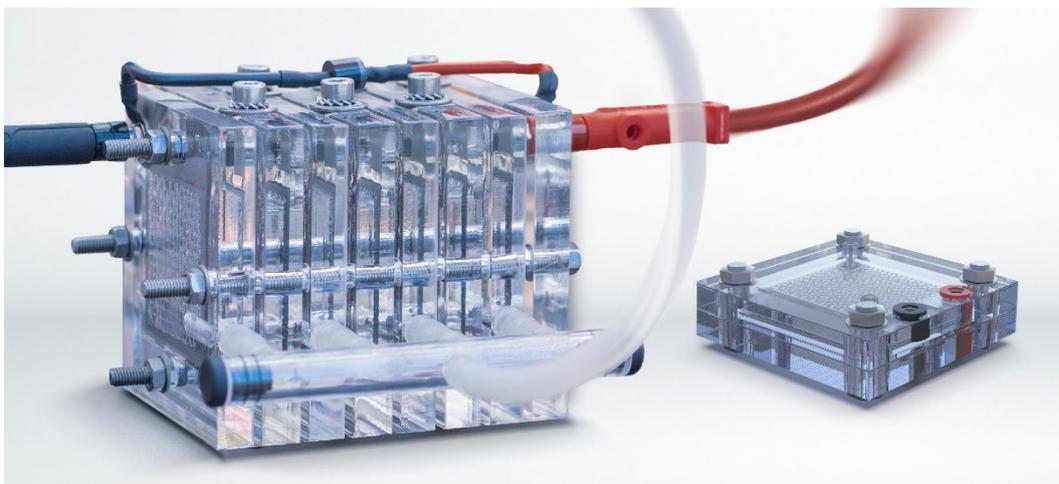


Bild 3: Versuchsaufbau einer Brennstoffzelle im kleinen Labormaßstab, wie sie zu Forschungszwecken verwendet wird. Bild: © Frenzelit GmbH

Bitte Rückfragen an: pr@frenzelit.com