FILK Freiberg Institute

FLUORFREIE SILIKONMEMBRAN FÜR BRENNSTOFFZELLENANWENDUNGEN

BMWK INNO-KOM 49MF210015 | Laufzeit: 05.2021 – 10.2023 | Sophia Rau, Linda Köhler, Maria Riedel, FILK Freiberg

Kategorien: **Funktionale Schichtsysteme**, **Technische Textilien/Composite**

AUSGANGSSITUATION

In Hinblick auf die Reduzierung von CO_2-Emissionen und der Schonung fossiler Ressourcen stellen Brennstoffzellen eine wichtige Technologie dar. Brennstoffzellen spielen bei Fahrzeuganwendungen eine große Rolle, wobei großes Interesse für Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen (PEMFC) besteht, welche als Herzstück eine Polymermembran aufweisen.

Aktuell werden Membranen aus perfluorierten Polymeren wie Nafion™ eingesetzt, da diese eine sehr lange Lebensdauer besitzen. Die aufwendige Herstellung der Polymere ist jedoch mit hohen Kosten und folglich einem sehr hohen Membranpreis verbunden. Zudem wird der Einsatz von perfluorierten Polymeren zunehmend kritisch angesehen, da mit fortschreitendem Brennstoffzellenbetrieb toxische Spaltprodukte freigesetzt werden können.

PROJEKTZIEL

Vorhabensziel war die Entwicklung einer protonenleitenden, fluorfreien Polymermembran für die Anwendung in PEMFCs. Anspruch an die Membran war es, vergleichbare Eigenschaften, wie sie etablierte Elektrolytmembranen aufweisen, zu erzielen. Die Membran sollte keine Fluoratome enthalten und sich zudem durch einen geringen Rohstoffpreis auszeichnen.

LÖSUNGSWEG

Der Lösungsansatz bestand in der Verwendung von Silikon als Polymerbasis für die Membranentwicklung. Silikon wurde aufgrund seiner hohen Beständigkeit und Dimensionsstabilität ausgewählt. Eine Protonenleitung sollte über die Modifizierung der Silikonstrukturen mit Sulfonsäuregruppen realisiert werden. Um eine hohe Gasdichtheit zu erzielen, wurden verschiedene Silikonstrukturen berücksichtigt.

Es wurden folgende Arbeitsschwerpunkte bearbeitet:

- Entwicklung von Silikonmembranen mit reduzierter Gaspermeabilität
- Modifizierung von kommerziellen Sulfonatsalzen
- Entwicklung von sulfonathaltigen Silikonmembranen
- Umwandlung der Sulfonatgruppen in protonenleitende Sulfonsäuregruppen

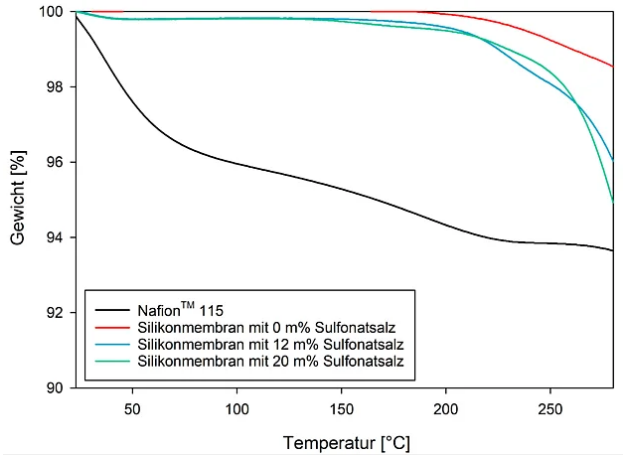


Abb. 1: TGA-Kurven von entwickelten Membranen und Nafion™ 115

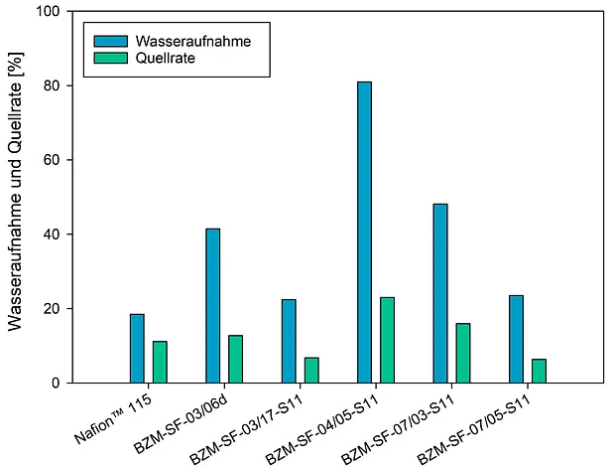
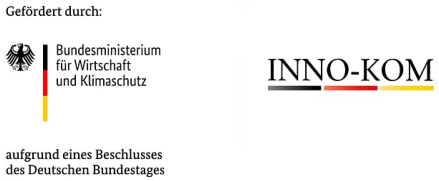


Abb. 2: Quellverhalten von entwickelten Membranen und Nafion™ 115 in Wasser bei Raumtemperatur

ERGEBNISSE

Es wurden erfolgreich Silikonmembranen mit einer erhöhten Gasdichtheit entwickelt. Für die Membranentwicklung wurden Polydimethylsiloxane sowie Phenylsilikone eingesetzt. Gegenüber phenylfreien Silikonmembranen wurde eine Senkung der Gaspermeabilität um bis zu 75 % erzielt. Zudem erfolgte die Entwicklung verschiedener sulfonathaltiger Silikonmembranen. Für die Membranentwicklung war die Synthese unterschiedlicher Sulfonatsalze erforderlich, die in Ausbeuten von bis zu 90 % hergestellt wurden. Es wurden alkylammoniumhaltige Sulfonatsalze synthetisiert, welche gut in organischen Lösungsmitteln gelöst und somit in Silikonformulierungen integriert werden konnten. Eine Herausforderung bei der Entwicklung der Formulierungen stellte die zeitaufwendige Anpassung des Lösungsmittelsystems dar, welche bei Variationen der Silikonstrukturen oder des Sulfonatgehaltes erforderlich wurde. Die Membranen wurden im Streichbeschichtungsprozess hergestellt, wobei Membrandicken im Bereich von 80-150 µm realisiert wurden. Um die entwickelten sulfonathaltigen Membranen in die protonenleitende Säureform zu überführen, wurde ein Ionenaustausch durchgeführt. Dafür wurden die Membranen mit einer verdünnten Säurelösung behandelt. Anschließend wurde mittels Titration die Ionenaustauschkapazität (IEC) der Membranen bestimmt. Trotz verschiedener Variationen der Ionenaustauschbedingungen wurden jedoch nur sehr geringe IEC-Werte (< 0,1 mmol/g) ermittelt. Die Charakterisierung der sulfonathaltigen Membranen zeigte aber, dass diese eine gute thermische Beständigkeit und ein sehr vorteilhaftes Quellverhalten besitzen. Die silikonbasierten Membranen können größere Mengen an Wasser aufnehmen bei gleichzeitig geringerer dimensionaler Änderung als dies der Fall bei Nafion™-Membranen ist.

Bericht anfragen

DANK

Das Forschungsvorhaben Reg.-Nr.: 49MF210015 „Fluorfreie Silikonmembran für Brennstoffzellenanwendungen“ wurde anteilig vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages innerhalb des Förderprogramms „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen – Innovationskompetenz (INNO-KOM) – Modul Marktorientierte Forschung und Entwicklung (MF)“ über den Projektträger EuroNorm GmbH gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.