



Energie

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

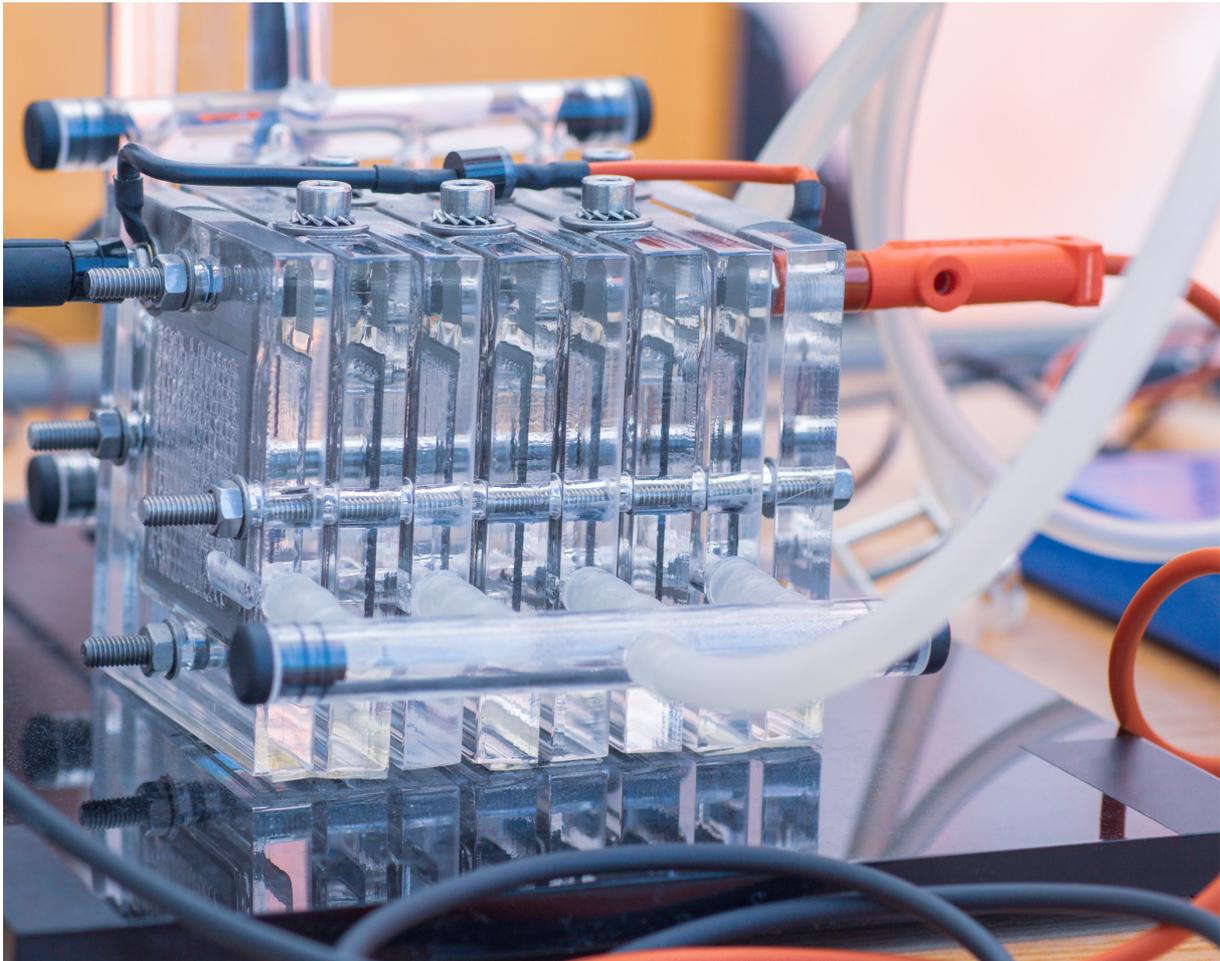
Projekt

PEM-Brennstoffzellen



Brennstoffzellen für die nachhaltige Mobilität

Elektroautos können ihren Strom nicht nur aus Batterien beziehen – auch Wasserstoff ist eine Energiequelle. In Brennstoffzellen kann dieser CO₂-frei in Strom verwandelt werden. Forschende haben die Brennstoffzellen optimiert und vermarkten die Ergebnisse auf einer Website.



Brennstoffzelle im Labor: Schweizer Firmen wollen im neu entstehenden Markt der Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie eine wichtige Rolle spielen. *Quelle:* undefined





Auf einen Blick

- Mit Wasserstoff und Brennstoffzellen lässt sich Strom speichern und später wieder nutzen. Schweizer Forschende machen die Technologie nun noch effizienter.
- Verluste innerhalb der Zellen können verringert werden, wenn Wasserstoff und Sauerstoff besser durch poröse Gasdiffusionsschichten transportiert werden können.
- Forschende des PSI und ZHAW haben deshalb die Prozesse in den Poren auf mikroskopisch kleiner Skala studiert. Daraus entwickelten sie mathematische Modelle, die sie nun kommerziell vermarkten.

Ein wesentlicher Teil der Treibhausgasemissionen geht heute vom Strassenverkehr aus. Um die Klimaziele zu erreichen, müssen Autos und Lastwagen also von den fossilen Treibstoffen wegkommen und auf Elektroantrieb umstellen. Der Strom für die Motoren kann entweder aus Batterien kommen – oder aber aus mitgeführtem Wasserstoff. Dieser kann in sogenannten Brennstoffzellen in Strom verwandelt werden. Dabei entsteht als Abfallstoff nur reines Wasser – also kein Kohlendioxid, keine Stickoxide und auch kein Feinstaub. Brennstoffzellen anstatt Batterien in Bussen, Lastwagen und Autos haben den Vorteil, dass der Ladevorgang wesentlich schneller vonstatten geht, denn Wasserstoff kann ähnlich wie heute verwendeter Treibstoff in kurzer Zeit getankt werden – lange Wartezeit, bis ein Akku geladen ist, entfällt. Durch die hohe Energiedichte von Wasserstoff werden grosse Reichweiten der Fahrzeuge erreicht. Derzeit entsteht weltweit eine neue Wertschöpfungskette im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen, zu der auch Forschende der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW einen Beitrag leisten.

Mikroporen in der Zelle

Konkret studierten die Forschenden sogenannte Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen – kurz PEFC. In solchen Brennstoffzellen müssen die Reaktionsstoffe, Sauerstoff und Wasserstoff, durch eine poröse Gasdiffusionsschicht diffundieren. Doch bei hoher spezifischer Leistung – also der Leistung am Gewicht gemessen – geht beim Transport der Reaktionsstoffe viel elektrische Spannung verloren. Um zu verstehen, bei welchen Bedingungen das passiert, durchleuchteten die Forschenden Gasdiffusionsschichten von Brennstoffzellen mittels Röntgen-Tomographie – ein Abbildungsverfahren, das kleinste Strukturen sichtbar macht. Dies erlaubte ihnen, einen Zusammenhang zwischen Transportfähigkeit und Eigenschaften wie der Porenverteilung, dem Widerstand enger Poren gegen Transportprozesse und nicht ganz kreisrunder Poren herzustellen. Dadurch konnten sie die Gastransportfähigkeit unterschiedlicher Gasdiffusionsschichten quantifizieren. Dann haben die Wissenschaftler die Röntgen-Messungen mit Computer-Simulationen verglichen und so mathematische Modelle entwickelt, die es Brennstoffzellen-Entwicklern nun erlauben, effizientere Geräte zu bauen. Eine mögliche Anwendung ist die Entwicklung neuer Materialien für Gasdiffusionsschichten mit optimiertem Porendesign. Für die Vermarktung der Computermodelle bauen die Forschenden nun [eine Web-Plattform](#) auf, sodass künftig alle von den Forschungsarbeiten profitieren können.

Wie funktioniert eine Brennstoffzelle?

Um die im Wasserstoff gespeicherte Energie technisch zu nutzen, können Brennstoffzellen verwendet werden. In ihnen wird der Wasserstoff mit Sauerstoff kontrolliert zusammengeführt – in einer chemischen Reaktion entsteht Strom und als Abfallprodukt Wasser.

Der Strom entsteht, weil Wasserstoff und Sauerstoff miteinander reagieren. Berühmt ist die sogenannte Knallgasreaktion. Damit diese chemische Reaktion nicht explosionsartig, sondern kontrolliert ablaufen kann, werden Wasserstoff und Sauerstoff der Brennstoffzelle auf getrennten Wegen zugeführt. Um eine gleichmäßige Verteilung der Gase auf die elektrochemisch aktiven Oberflächen zu erreichen, werden Gasdiffusionsschichten verwendet. In sogenannten Gasdiffusionselektroden wird Wasserstoff auf der Anodenseite in ein H^+ und in ein negativ geladenes Elektron aufgetrennt. Auf der Kathodenseite wird Sauerstoff ebenfalls in Gasdiffusionselektroden reduziert. Nur elektrisch positiv geladene Teilchen können durch eine protonenleitende Membran zwischen den beiden Zellseiten hindurchtreten. Die negativ geladenen Elektronen, die aus dem Wasserstoff entstanden sind, müssen sich einen anderen Weg suchen, um auf der anderen Seite der Barriere auf den Sauerstoff zu treffen und dann zu Wasser zu reagieren. Dieser andere Weg ist ein elektrischer Leiter, in welchem durch den Elektronenfluss Strom entsteht. Der so entstandene Strom kann dann dazu verwendet werden, Geräte anzutreiben.

Produkte aus diesem Projekt

- Microstructure-property relationships in a gas diffusion layer (GDL) for Polymer Electrolyte Fuel Cells, Part I: effect of compression and anisotropy of dry GDL
Publikationsdatum: 01.01.18
- Microstructure-property relationships in a gas diffusion layer (GDL) for Polymer Electrolyte Fuel Cells, Part II: pressure-induced water injection and liquid permeability
Publikationsdatum: 01.01.18
- Modeling the Effects of Using Gas Diffusion Layers With Patterned Wettability for Advanced Water Management in Proton Exchange Membrane Fuel Cells
Publikationsdatum: 01.01.18
- An ensemble Monte Carlo simulation study of water distribution in porous gas diffusion layers for proton exchange membrane fuel cells
- Numerical simulation of liquid water saturation in cathode side gas diffusion layers of PEFCs
Publikationsdatum: 01.01.18
- From pore-scale material properties to macro-homogeneous PEFC modeling
Publikationsdatum: 01.01.18
- Numerical modeling of patterned porous materials for thermo-neutral fuel cells
Publikationsdatum: 01.01.18
- Analysis and Extension of a PEMFC Model
Publikationsdatum: 01.01.18
- An open implementation of a two-phase PEMFC model in MATLAB
Publikationsdatum: 01.01.18
- A new open-source PEMFC simulation tool for easy assessment of material parameterizations
Publikationsdatum: 01.01.18

Publikationsdatum: 01.01.18

- Predicting effective conductivities based on geometric microstructure characteristics
Publikationsdatum: 01.01.18
- Characterization of Liquid Water Saturation in Gas Diffusion Layers by X-Ray Tomographic Microscopy
Publikationsdatum: 01.01.18
- Free open reference implementation of a two-phase PEM fuel cell model
Publikationsdatum: 01.01.18
- Improvements of gas transport characterization in GDL based on XTM imaging
Publikationsdatum: 01.01.18
- Ensemble-based study of equilibrium liquid water distribution in PEFC gas diffusion layers
Publikationsdatum: 01.01.18
- A novel Monte Carlo technique for simulating liquid water distribution in gas diffusion layers of PEFCs
Publikationsdatum: 01.01.18
- Voxel-based modelling of water distribution in PEFC porous media
Publikationsdatum: 01.01.18
- Parameterisation of macrohomogeneous models of proton exchange membrane fuel cells
Publikationsdatum: 01.01.18
- Toward predictive PEFC simulation: The importance of thermal and electrical contact resistance
Publikationsdatum: 01.01.18
- Advances in Multi-Scale Modeling of PEFCs
Publikationsdatum: 01.01.18
- Influence of pore scale material

- Investigation of liquid water transport in GDLs using X-ray tomographic microscopy
Publikationsdatum: 01.01.18
- Characterization of liquid water invasion in GDLs using X-ray Tomographic Microscopy
Publikationsdatum: 01.01.18
- Characterization of liquid water invasion in GDLs using X-ray Tomographic Microscopy
Publikationsdatum: 01.01.18
- Improvements of gas transport characterization in GDL based on XTM imaging
Publikationsdatum: 01.01.18
- Segmentation of Low Quality Gas Diffusion Layer X-ray Tomographic Microscopy Images
Publikationsdatum: 01.01.18
- Hydrogen for Electromobility: A Promising Energy Carrier
Publikationsdatum: 01.01.18
- Elektromobilität mit Brennstoffzellen
Publikationsdatum: 01.01.18
- Approaches and Challenges of Multi-Scale Modeling of Polymer Electrolyte Fuel Cells
Publikationsdatum: 01.01.18
- Web page on modeling and simulation of electrochemical cells
Publikationsdatum: 01.01.18



properties on the performance of
proton exchange membrane fuel
cells

Publikationsdatum: 01.01.18

- Current Challenges in Two-Phase
PEMFC Modeling

Publikationsdatum: 01.01.18



Energie

Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

Team & Kontakt

Prof. Jürgen Schumacher
ZHAW School of Engineering
Forschungsschwerpunkt Electrochemical Cells & Energy Systems
Wildbachstrasse 21
8400 Winterthur

+41 58 934 69 89
juergen.schumacher@zhaw.ch

Jürgen Schumacher
Projektleiter

Felix Büchi

Alle Aussagen diesen Seiten bilden den Stand des Wissens per
12.06.2019 ab.