

**Zeitschrift:** Energeia : Newsletter des Bundesamtes für Energie  
**Herausgeber:** Bundesamt für Energie  
**Band:** - (2007)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Verjüngungskur für Brennstoffzellen  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-639581>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Verjüngungskur für Brennstoffzellen

## INTERNET

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa):  
[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

ETH-Bereich:  
[www.ethrat.ch](http://www.ethrat.ch)

Kompetenzzentrum «Energie und Mobilität» des ETH-Bereichs:  
[www.ccem.ch](http://www.ccem.ch)

2000-Watt-Gesellschaft:  
[www.novatlantis.ch](http://www.novatlantis.ch)

Haben Brennstoffzellen eine erfolgreiche Zukunft? An der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) glaubt man fest daran. Mit ihrer Arbeit tragen die Wissenschaftler zur Entwicklung einer neuen und viel versprechenden Generation von Brennstoffzellen auf der Basis keramischer Materialien bei. Für diese gibt es viele Anwendungsmöglichkeiten, so beispielsweise im Bereich der Wärmekraftkopplung in Gebäuden. Dabei werden Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt. Allerdings: Die geringe Lebensdauer solcher Zellen bleibt eine Knacknuss.

Wie im Akku eines Handys wird auch in einer Brennstoffzelle chemische in elektrische Energie umgewandelt. Der Hauptunterschied liegt darin, dass die Reaktanden einer Brennstoffzelle ständig erneuert werden. Sie entlädt sich deshalb nie. Bei der Energieumwandlung wird Wärme abgegeben, die bei einigen Brennstoffzelltypen ebenfalls genutzt werden kann.

Das Prinzip der Brennstoffzelle ist bereits seit fast zweihundert Jahren bekannt. 1839 realisierte der britische Chemiker William Robert Grove das erste Labormodell. Da in der Folge weniger kostspielige und technologisch einfachere elektrische Generatoren in den Vordergrund traten, wurde die Entwicklung der Brennstoffzellen stark gebremst. Erst in den 60er-Jahren entstanden erste Anwendungen, hauptsächlich in der Raumfahrt.

### Nur Wasserdampf

Ein echtes Interesse an dieser Technologie zeigte sich jedoch erst Anfang der 90er-Jahre. Zu einem grossen Teil ist dies auf das wachsende Umweltbewusstsein und die Erschöpfung der fossilen Energien zurückzuführen. Mit Wasserstoff betrie-

bene Brennstoffzellen geben nur Wasserdampf ab. Mit anderen Brennstoffen wie Methan oder Erdöl wird zusätzlich CO<sub>2</sub> ausgestossen, anders als bei Verbrennungsmotoren werden aber keine weiteren Schadstoffe freigesetzt.

Von den verschiedenen Brennstoffzelltypen scheinen sich heute zwei durchzusetzen: die Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle oder PEM-Brennstoffzelle (Polymer Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC) und die Festoxidbrennstoffzelle (Solid Oxid Fuel Cell, SOFC). Die PEM-Brennstoffzelle arbeitet im Bereich der Niedertemperatur, zwischen 60 und 120°C. Sie kann deshalb rasch gestartet werden und eignet sich dadurch gut für den Einsatz in Elektrofahrzeugen. Als Brennstoff kommt nur Wasserstoff in Frage.

### Extreme Anforderungen

Festoxidbrennstoffzellen hingegen benötigen für den Betrieb Temperaturen von rund 900°C. In einer solchen Hitze können auch andere Brennstoffe als Wasserstoff verwendet werden, wie beispielsweise Methan, Erdöl oder Erdgas. Diese Brennstoffzellen werden an der Empa im

**Aus den an der Empa entwickelten Keramikpulvern werden Festoxidbrennstoffzellen geformt.**

Rahmen des Forschungsprogramms «Materialien für Energietechnologien» untersucht und entwickelt.

«Festoxidbrennstoffzellen eignen sich in erster Linie für den Einsatz in Industrieanlagen, die ohnehin viel Wärme produzieren. Auch für die Wärmekraftkopplung, die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme, können sie sehr gut verwendet werden», erklärt Peter Holtappels, Forscher am Labor für Hochleistungskeramik der Empa. «Der elektrische Wirkungsgrad einer Brennstoffzelle liegt bei 40 Prozent. Wird die Restwärme der Festoxidbrennstoffzelle jedoch optimal genutzt, kann ein Gesamtwirkungsgrad – Strom und Wärme – von fast 95 Prozent erreicht werden.»

**Bereits auf dem Markt erhältlich**

Wärmekraftkopplungssysteme mit Festoxidbrennstoffzellen für Einfamilienhäuser sind bereits auf dem Markt erhältlich. Eines davon ist das Gerät Galileo des Schweizer Unternehmens Hexis, der früheren Sulzer Hexis AG. «Die Empa hat zur Entwicklung dieses Systems beigetragen», unterstreicht Xaver Edelmann, Leiter

Neben diesen Simulationen versuchen die Empa-Wissenschaftler, die Eigenschaften der heute verwendeten Materialien im Labor zu verbessern. «In der Praxis besteht ein SOFC-System aus einem Stapel von Zellen, die untereinander durch bestimmte Materialien verbunden sind. Durch die hohen Temperaturen werden diese Verbindungen geschwächt, was einen Grund für den raschen Leistungsabfall darstellt. Wir versuchen, dieses Problem zu lösen», erklärt der Spezialist weiter. Nicht nur die Empa-Forscher erachten diese Frage als vorrangig. Mit der frühzeitigen Alterung der Festoxidbrennstoffzellen befasst sich auch ein europäisches Forschungsprojekt, an dem sich das Dübendorfer Institut beteiligt.

**Von 900 auf 400°C**

Ein weiteres Ziel der Arbeiten an der Empa ist die mittelfristige Verringerung der Betriebstemperatur von Festoxidbrennstoffzellen. «Die heute auf dem Markt erhältlichen Zellen haben eine Betriebstemperatur von 900°C. Wir versuchen, diese auf 600°C zu senken», erklärt Peter Holtappels. «Dies hat zwei Vorteile. Zum einen würde so der Alterungsprozess der Zellen verlangsamt. Zum anderen könnten konventio-

**DER GESAMTWIRKUNGSGRAD – STROM UND WÄRME – DER FESTOXIDBRENNSTOFFZELLEN KANN 95 PROZENT ERREICHEN.**

des Forschungsprogramms «Materialien für Energietechnologien» und Mitglied der Empa-Direktion.

Die Forscher sind zwar stolz auf ihre Entwicklung, sind sich aber auch bewusst, dass die Festoxidbrennstoffzellen noch einen grossen Schwachpunkt aufweisen: Sie altern sehr schnell. «Die heutigen Brennstoffzellen haben eine Lebensdauer von einem halben Jahr. Da die herkömmlichen Heizsysteme ohne weiteres fünfzehn Jahre lang in Betrieb sind, ist es noch zu früh, um von Konkurrenz zu sprechen», sagt Ulrich Vogt, ebenfalls Forscher am Labor für Hochleistungskeramik.

**Alterungsmechanismen verstehen**

Um diese «Kinderkrankheit» zu überwinden, untersucht die Empa gegenwärtig die Alterungsvorgänge der Zellen. Laut Peter Holtappels wurden vor allem im Bereich der computergestützten Simulation und Modellierung grosse Fortschritte erzielt. «Wir können 3D-Darstellungen erzeugen, die von grossem Nutzen sind. Bisher waren solche Darstellungen nur in den USA möglich.»

nellere, kostengünstigere Materialien verwendet werden. Die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Brennstoffzellen wäre grösser.» An der Empa werden deshalb Keramikpulver entwickelt. Auf Basis dieser Pulver konzipieren anschliessend Unternehmen in der Schweiz und in Europa neue Prototypen von Brennstoffzellen.

Im Rahmen einer grundlegenden Forschungsarbeit versuchen die Empa-Wissenschaftler, einen neuen Typ von Brennstoffzellen zu entwickeln, der bei Temperaturen von rund 400°C betrieben wird. Diese Projekte werden insbesondere auch vom Bundesamt für Energie unterstützt. «Diese revolutionären Zellen würden die Vorteile von Niedertemperatur-Systemen mit jenen von Hochtemperatur-Systemen kombinieren. Die Ideallösung also. Wir haben vor kurzem ein sehr viel versprechendes Material gefunden. Allerdings sind noch einige technische Schwächen zu beheben.»

(bum)

**Die Empa und die Energieforschung**

Die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) ist ein Forschungsinstitut innerhalb des ETH-Bereichs. Sie ist spezialisiert auf anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung und erbringt anspruchsvolle Dienstleistungen im Bereich der nachhaltigen Materialwissenschaften und -technologien. Innovative Zusammenarbeit mit Industrie und öffentlichen Institutionen, die Wahrung der Sicherheit von Mensch und Umwelt, Wissensvermehrung und Lehre auf Hochschulebene sind weitere, zentrale Aufgaben.

Die Empa arbeitet interdisziplinär auf vielen Fachgebieten. Forschungsschwerpunkte setzt sie in fünf Programmen zu den Themen «Nanotechnologie», «Adaptive Werkstoffsysteme», «Materialien für Gesundheit und Leistungsfähigkeit», «Technosphäre-Atmosphäre» sowie «Materialien für Energietechnologien».

Der grösste Teil der Energieforschung der Empa findet im Rahmen des Programms «Materialien für Energietechnologien» statt. Durch die Entwicklung von Technologien für die Umwandlung, Speicherung und Übertragung von Energie sollen Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden. Die Empa leistet damit einen wichtigen Beitrag zur «2000-Watt-Gesellschaft», einer im Rahmen des Programms Novatlantis des ETH-Bereichs entwickelten Vision. Gemäss dieser sollte der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch pro Kopf nicht mehr als 2000 Watt betragen.

**Weitere Informationen:**

[www.empa.ch](http://www.empa.ch)