

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 96 (2005)
Heft: 18

Artikel: Einsatzgebiete und Entwicklungsstand von Hochtemperatur-Brennstoffzellen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857843>

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: 02.04.2026

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

Einsatzgebiete und Entwicklungsstand von Hochtemperatur-Brennstoffzellen

Um aktuelle Trends und Entwicklungen bei Hochtemperatur-Brennstoffzellen geht es in einer Umfrage im Auftrag der H₂Expo. Hierbei handelt es sich um Anlagen mit Betriebstemperaturen von rund 500 bis 1000°C. Angestrebt werden vor allem auch eine höhere Lebensdauer der Brennstoffzellen.

Einsatzgebiete

Hochtemperatur-Brennstoffzellen werden in kleinen Kraftwerken, für die Hausenergieversorgung und als Hilfsstromaggregate für Fahrzeuge eingesetzt. Aufgrund ihrer hohen Betriebstemperatur und der langen Aufheizzeit sind sie für tragbare Anwendungen nicht geeignet. Zu den Hochtemperatur-Brennstoffzellen gehören Aggregate mit einem Keramik-elektrolyten, zumeist Zirkonoxid, die so genannten SOFC (Solid Oxide Fuel Cell), die eine Betriebstemperatur um 900 °C erreichen, und solche mit einer Karbonat-schmelze als Elektrolyt, MCFC genannt (Molten Carbonate Fuel Cell). Beide Typen können Erdgas intern reformieren.

Hausenergieversorgung und Zusatzstromaggregate

Die Zahl der SOFC-Entwickler ist besonders im Leistungsbereich von 1 bis 30 kW gewachsen. Fortgeschritten ist die Forschung beispielsweise bei Sulzer Hexis in Winterthur. Hier bereitet man für die Energieversorgung von Einfamilienhäusern mit 1 kW elektrischer und 2,5 kW thermischer Leistung ein seriennahes Produkt namens «Galileo 1000N» vor, das einen elektrischen Wirkungsgrad von über 30% erreichen soll. Obwohl auch der Reformerbetrieb mit Biogas, Heizöl und Propangas erfolgreich war, konzentriert man sich mittlerweile auf Erdgas. Die wesentliche Herausforderung, so ein Entwickler, sei Lebensdauer der Brennstoffzelle. Für den Stack, der zwischen 850 und 950 °C betrieben wird, strebe man eine Haltbarkeit von 5 bis 7 Jahren an.

Quelle

H₂Expo 2005
5. Internationale Konferenz und Fachmesse für Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien
31. August bis 1. September 2005
Hamburg Messe
St. Petersburger Str. 1
20355 Hamburg

Für einen anderen Anwendungsbe- reich hat das Forschungszentrum Jülich eine Erdgas-SOFC mit knapp 12 kW elektrischer Leistung entwickelt und knapp ein Jahr dauergetestet. Ursprünglich hatte der Stack ein Temperaturfenster von 900 °C bis 1000 °C. Um leichter und damit kostengünstiger zu bearbeitende Materialien verwenden zu können, wurde die Betriebstemperatur auf 650 °C bis 750 °C abgesenkt. Eine weitere Tempera- turabsenkung ist zwar erwünscht, trifft jedoch auf physikalische Grenzen, wenn die Keramik ihre Leitfähigkeit verliert. Ergänzend wurde in Jülich ein Dieselre- former für SOFC erprobt. Die Kombina- tion von beiden könnte als Hilfsstromag- gregat (APU – Auxiliary Power Unit) für Lastwagen dienen. Weiterer Entwicklung bedarf eine kerosinbetriebene APU für Flugzeuge. Während moderner Dieselmotoren weniger als 10 ppm Schwefel enthält, ist bei Kerosin mit 100 bis 300 ppm Schwefel zu rechnen. Der Reform- er benötigt daher eine Entschwefelung, die in Jülich derzeit entwickelt wird. Von Airbus verlautet zu dem Thema, dass man Brennstoffzellensyste- me im Flugzeug mit Kerosin anwenden wolle und mit System- herstellern intensiv daran arbeite.

Mit APU-Anwen- dungen für Gebäude und Grossfahrzeuge beschäftigt sich die EBZ GmbH in Dres- den. Das Unterne- men bedient sich zu- gelieferter Stacks und hat einen Demonstra- tor mit 1,5 kW elektri- scher Leistung fertig gestellt. Der Betrieb mit Flüssiggas wurde

SOFC-Brennstoffzellen- stapel (Bild Forschungs- zentrum Jülich).

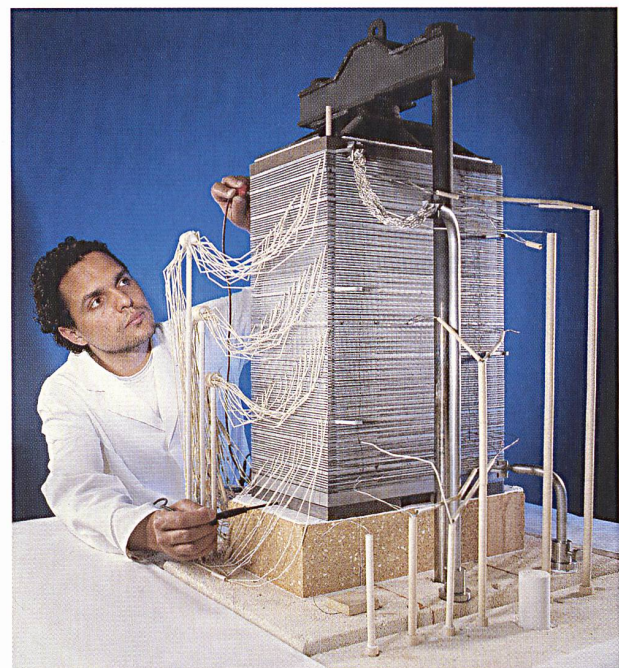
erprobt, für den Diesel- und Kerosin- betrieb werden derzeit Reformer ent- wickelt. EBZ strebt einen Leistungsbe- reich von 3 bis 50 kW an.

Brennstoffzellen-Kraftwerke

Im Bereich der SOFC-Kraftwerke gilt Siemens als führend. Ein System mit 100 kW elektrischer Leistung wird dem- nächst nach Turin geliefert, 2005 oder 2006 sollen je eine Anlage nach Hanno- ver und nach Alaska folgen. Die Stack- leistung soll dann auf 125 kW angehoben werden. Nach fünf bis zehn weiteren An- lagen wird in drei bis vier Jahren eine Kleinserie avisiert. Der Stack hat bei 950 °C einen elektrischen Gesamtwir- kungsgrad von 46% und soll eine Le- bensdauer von mindestens 40 000 Stun- den erreichen. Für die Leitfähigkeit des Elektrolyten gilt: «So heiss wie mög- lich.» Bei der vollkeramischen, metall- freien Konstruktion des Stacks sei die hohe Temperatur kein Problem. Es werde jedoch parallel dazu an einer Tempera- turabsenkung geforscht.

Weltweite Entwicklungen

Weitere SOFC-Entwicklungen in Eu- ropa sind bekannt von der Hochschule





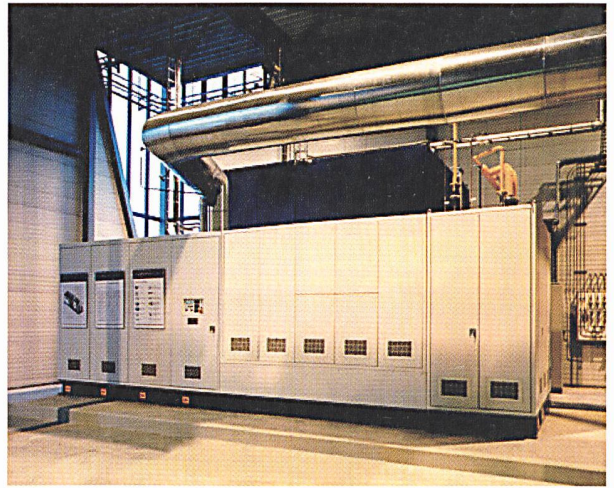
Siemens-Westinghouse
100-kW-SOFC Modul (Bild:
Siemens-Westinghouse).

Aufbereitung von unterschiedlichen Brennstoffen

Für Schmelzkarbonat- zellen ist die Betriebs- temperatur mit 650 °C bereits ideal. Die Salz- schmelze wird bei 490 °C flüssig, und ab etwa 550 °C beginnt die interne Reformierung

von Kohlenwasserstoffen. Diese Reform- ierung ist besonders für so genannte Bi- Fuel- oder Multi-Fuel-Anlagen erforder- lich, bei denen zwischen unterschied- lichen Brennstoffen wie zum Beispiel Erdgas und Biogas gewechselt werden kann. Der amerikanische Hersteller von MCFC, FuelCell Energy (FCE), hat nach eigenen Angaben das Problem der Elek- trodenkorrosion, das durch verunreinigte Brennstoffe auftritt, gelöst. Auch an der weiteren Kostenreduktion arbeite man.

Der deutsche Partner von FCE, MTU CFC Solutions in München, verwendet bislang die amerikanischen Stacks als Basis für hiesige Kleinkraftwerke, die unter dem Namen «Hot Module» bereits an mehreren Standorten erprobt werden.



Die Münchner streben an, bald die kompletten Kraftwerke selbst zu bauen. Die Entwicklung eigener MCFC wird voraussichtlich Ende 2005 oder Anfang 2006 vorgestellt. Die Installationen der nächsten drei Modules sind in der Ham- burger Hafen City, in Krefeld und in Aa- len vorgesehen. Angedacht ist aber auch der Einsatz in Schiffen als besonders lei- se Stromversorgung.

Die Gemeinde der MCFC-Experten ist weltweit übersichtlich. Bekannt sind Pro- jekte von Ansaldo Fuel Cells in Italien (100 kW, Ziel ab 2006: 500 kW), Chubu Electric Power in Japan (300 kW) und GenCell in den USA (40 kW) sowie For- schungen bei etwa zehn Universitäten und Instituten.

Sulzer Hexis SOFC-Modul für Einfamilienhäuser (Quelle: Sulzer Hexis).

für Angewandte Wissenschaften Ham- burg, dem DLR-Institut für technische Thermodynamik in Stuttgart (Ziel 650 bis 800 °C), den Unternehmen Haldor Topsoe in Dänemark (Ziele unter 800 °C, über 200 kW), Elcogen in Estland (Ziele 1 bis 100 kW, Mitteltemperatur) und ALPPS in Österreich (Ziel Diesel-APU 1 bis 50 kW). Die grösste Zahl anderer Stack-Ent- wickler ist in den USA ansässig: Acu- metrics (1 bis 10 kW), Analytic Power (Kleinzellen), Ascent (Ziel 20 W bis 30 kW), CellTech (Ziel 1 bis 5 kW, Cerama- tec (Ziele 550 °C, 1 bis 25 kW), Delphi (APU), FuelCell Energy (Ziele 650 °C, 1 bis 5 kW) und SOFCo-EFS (1 bis 5 kW).

Einige der amerikanischen Entwickler werden von der Regierungsinitiative SECA (Solid State Energy Conversion Alliance) unterstützt, die speziell die Baugrößen 3 bis 10 kW fördert. In Kanada entwickelt Fuel Cell Technologies (5 kW) Keramikzellen, und in Australien ist Ceramic Fuel Cells (0,5 bis 200 kW) auf dem Gebiet tätig. Hinzu kommen zahl- reiche Universitäten und Institute weltweit. Erkennbar ist bei kleinen SOFC ein Trend zur Mitteltemperatur, das heisst deutlich unter 900 °C. Einer der Vorteile ist die kürzere Aufheizzeit.



SOFC Auxiliary Power Unit (APU/Quelle: Delphi).

Der Strom, der aus der Zelle kommt

Die globale Klimaentwicklung und die belastete Luft in den Innenstädten ma- chen deutlich: Wir müssen unsere Energiequellen besser nutzen und neue, regene- rative Quellen erschliessen. Einen Weg bietet die Brennstoffzelle, eine schon seit mehr als 160 Jahren bekannte Technik: Wasserstoff als Energieträger wird über eine kontrollierte elektrochemische Reaktion – der so genannten kalten Verbren- nung – in Strom und Wärme umgesetzt. Übrig bleibt reines Wasser – Stickoxide oder andere Schadstoffe, wie sie bei der herkömmlichen Verbrennung entstehen, fallen nicht an. Damit gilt die Brennstoffzelle als umweltfreundliche Technik par excellence. Das Bestechende an der Brennstoffzelle ist, dass sie sehr vielseitig nutzbar ist. Brennstoffzellen können annähernd überall da eingesetzt werden, wo Energie umgesetzt wird. Die Palette reicht von grossen Kraftwerken und stationä- ren Heizgeräten für die Hausenergieversorgung über Antriebe für Autos und Schiffe bis hin zur Stromversorgung von Laptops und Camcordern. Doch bis zur Marktreife braucht die Brennstoffzelle Zeit (Quelle: Initiative Brennstoffzelle)

Domaines d'application et évolution des piles à combustible à haute température

Une enquête a été réalisée par H₂Expo sur la situation actuelle et les évolutions des piles à combustible à haute température. Il s'agit d'installations présentant une température d'exploitation allant d'environ 500 à 1000 °C. Le but est aussi avant tout d'augmenter la durée de vie des piles à combustible.

fachbeiträge