

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse

**Herausgeber:** Electrosuisse

**Band:** 97 (2006)

**Heft:** 10

**Artikel:** Bewährungsprobe bestanden : erste Brennstoffzellen-Anlagen schon 50 000 Stunden in Betrieb

**Autor:** Bossel, Ulf

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857686>

### **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:** 13.01.2026

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

# Bewährungsprobe bestanden: Erste Brennstoffzellen-Anlagen schon 50 000 Stunden in Betrieb

Wasserstoff und Brennstoffzellen werden zusammen als Stromquellen der Zukunft gepriesen. Demonstrationsvorhaben machen Schlagzeilen, Einführungsstrategien werden erarbeitet und international verflochten. Man könnte meinen, Brennstoffzellen ließen sich nur mit Wasserstoff betreiben und Wasserstoff sei der Schlüssel zu einer nachhaltigen Energiezukunft. Beides stimmt nicht, denn Brennstoffzellen sind Energiewandler, mit denen man auch andere chemische Energieträger direkt in Strom verwandeln kann, und Wasserstoff ist lediglich ein Transportmittel für Energie, die man zuerst einmal haben muss. Die ersten Brennstoffzellen liefern bereits seit 50 000 Stunden Strom und Nutzwärme. Die Zukunft hat längst begonnen.

## Konventionelle Brennstoffe

Neben den mit Polymermembranen ausgestatteten Zellen, für deren Betrieb man reinsten Wasserstoff benötigt, gibt es nämlich andere Zellentypen, die auch Erdgas, Biomethan oder flüssige Brennstoffe in elektrischen Strom verwandeln können. Bei diesen Brennstoffzellen dienen Phosphorsäure, geschmolzene Karbonate oder keramische Schichten als Elektrolyt. Bereits sind einige hunderte solcher Anlagen im Dauerbetrieb mit Erdgas, Biomethan oder Methanol.

Die ersten mit phosphorsaurem Elektrolyt ausgerüsteten Stromerzeuger wurden schon 1992 installiert. Von den 288 bis heute von United Technology-ONSI (USA) gelieferten 200-kW-Anlagen sind immer noch etwa 230 in Betrieb. Eine der ältesten (Polizeistation im Central Park von New York, 1999) hat bereits über 60 000 Stunden mit dem ersten Stapel hinter sich und läuft und läuft. Die Anlagen im Feldtest werden mit Erdgas, aber auch mit Biogas, Klärgas oder Butan betrieben. Herkömmliche Bauteile wie Pumpen, Ventile oder Sensoren haben mehr Probleme bereitet als die neuartigen Zellen und Stapel. Die Anlagen arbeiten sehr zuverlässig. Mit einer Verfügbarkeit von über 96% übertreffen Phosphorsäu-

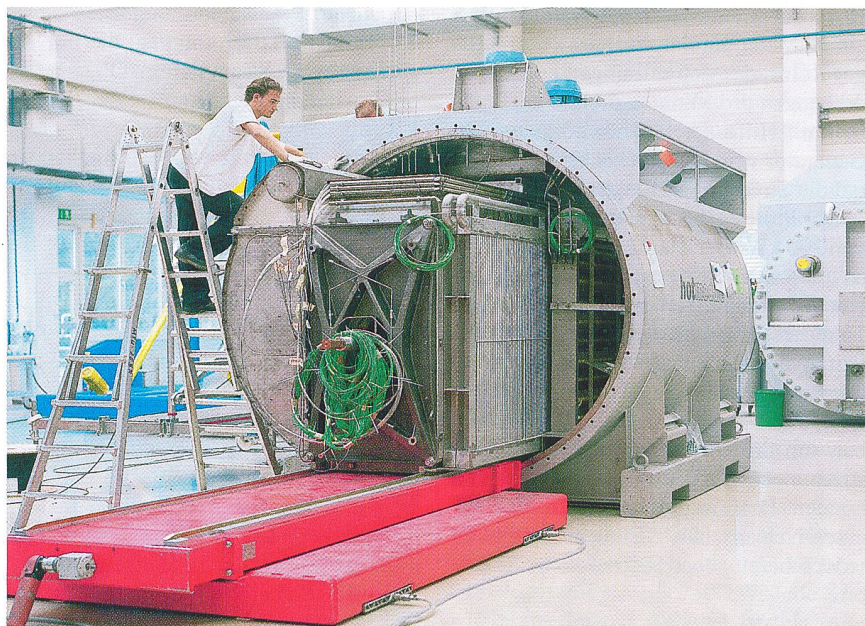
re-Brennstoffzellen deutlich alle herkömmlichen Stromerzeuger der gleichen Leistungsklasse.

## Wenig Probleme im elektrochemischen System

In Deutschland ist die erste mit geschmolzenen Karbonaten arbeitende Pilotanlage 1997 in Dorsten in Betrieb ge-

setzt worden. Zusammen mit dem amerikanischen Partner FuelCell Energy (USA) hat MTU Friedrichshafen (D) bereits 35 der 250 kW leistenden Anlagen geliefert. Einige dieser «HotModule» von MTU haben im Feldversuch bereits 30 000 Stunden (fast vier Jahre) lang zuverlässig Krankenhäuser, Bürogebäude oder Betriebe mit Strom und Nutzwärme versorgt sowie Energie ins Netz gespeist. Auch diese Anlagen werden mit verfügbaren Brennstoffen wie Erdgas, Biomechan und zu Zeiten hohen Gasverbrauchs auch mit Methanol aus dem Vorratstank betrieben. Technische Probleme gab es fast nur bei konventionellen Bauteilen, aber nur selten mit dem elektrochemischen System von Zellen und Stapel. Die Verfügbarkeit dieser Anlagen liegt ebenfalls über 95%.

Ebenso eindrucksvoll ist die Erfolgsgeschichte der von Westinghouse (USA) entwickelten 100-kW-Festoxid-Brennstoffzellen (solid oxide fuel cell SOFC), die im Dezember 1998 in Arnhem (Niederlande) in Betrieb genommen wurde. Nach 16 500 Stunden musste die keramische Trennwand zwischen Luft- und Brennstoffkammer ersetzt werden. Die



Das «HotModule» während der Produktion: Gut zu erkennen ist der charakteristische Stahlzylinder, in den der liegende Brennstoffzellenstapel eingeschoben wird. Zu den Besonderheiten des HotModules (elektrischer Wirkungsgrad etwa 47%) gehört seine Flexibilität bezüglich des verwendbaren Brennstoffs. Neben Erdgas können auch Bio- und Klärgas oder Flüssigbrennstoffe wie Methanol zum Einsatz kommen. Der Vorteil: Sekundärbrennstoffe aus Abfall oder Biomasse erlauben eine klimafreundliche Energieerzeugung. (Bild: MTU CFC Solutions)

### Kontakt

Dr. Ulf Bossel  
Morgenschtrasse 2F  
CH-5452 Oberrohrdorf  
forum@efcf.com





Die United Technology-ONSI-200-kW-Anlage in der Polizeistation im Central Park von New York hat bereits über 60 000 Stunden mit dem ersten Stapel.



200-kW-PureCell-Anlage mit phosphorsaurem Elektrolyt. Die insgesamt 288 Anlagen erreichten total rund 1100 Mio. kWh und 7 Mio. Betriebsstunden (Bild UTC Power).

Anlage wurde nach der Reparatur Anfang 2001 bei RWE in Essen wieder in Betrieb genommen und 4000 Stunden lang mit der ursprünglichen Leistung und unvermindertem Wirkungsgrad betrieben. Sie wurde dann in Pittsburgh gründlich analysiert, überholt und läuft nun seit 7000 Stunden in Turin in Italien. Auch am dritten Standort arbeitet die Anlage immer noch so gut wie am ersten Tag in den Niederlanden. Statt der nominell 100 kW liefert sie bei einem elektrischen Wirkungsgrad von fast 50% im Schnitt 109 kW und etwa 50 kW nutzbare Abwärme.

## Standortbestimmung

Energieverknappung und Treibhauseffekt zwingen zu einer zielstrebigem Umstellung auf eine nachhaltige Lebensweise. Im Energiebereich bedeutet dies rationellste Energienutzung und Erschließung erneuerbarer Energiequellen. Neuartige Energieträger und -wandler können allenfalls die Effizienz zwischen Primärenergie und Energienutzung erhöhen, also zur besseren Nutzung von Energie beitragen. Das Energieproblem lässt sich mit Wasserstoff und Brennstoffzelle jedoch nicht lösen. Eine Standortbestimmung tut Not.

## Funktionstüchtige Stromerzeuger

Diese Erfolgsstory liesse sich durch viele Beispiele ergänzen. Brennstoffzellen sind keine Technologie der Zukunft mehr, sondern heute bereits funktionstüchtige Stromerzeuger. Man kann die neuartigen Generatoren kaufen und einsetzen, auch wenn man – das ist bei jeder neuen Technik so – tief in die Tasche greifen muss. Man muss nicht auf eine Wasserstoffwirtschaft warten, denn diese Zellen arbeiten mit konventionellen Brennstoffen. Diese positiven Erfahrungen

mit Brennstoffzellen sind Hauptthema der vom European Fuel Cell Forum vom 3. bis 7. Juli 2006 in Luzern veranstalteten internationalen Tagung. Betreiber von Brennstoffzellen-Anlagen werden ehrlich und kritisch über ihre Erfahrungen berichten. Brennstoffzellen, die nicht nur Erdgas, sondern auch Biomethan sauber und effizient in Strom und Nutzwärme umwandeln können, eignen sich besonders gut für die nachhaltige Gestaltung der Energiezukunft. Diese Brennstoffzellen haben ihre Bewährungsprobe bestanden.



Die Festkeramik-Brennstoffzelle (SOFC) von Siemens Power Generation besteht aus einem Elektrolyten und zwei Elektroden in einer speziellen Röhrenkonstruktion. Diese Bauform benötigt im Gegensatz zu anderen Brennstoffzellentypen keine Dichtungen und ermöglicht eine Wärmeausdehnung. Bei einer Röhren-Brennstoffzelle strömt Luft durch das Innere der Zelle, während auf der Aussenseite Brennstoff vorbeifliesst. Bei hinreichend hohen Temperaturen wird der Luftsauerstoff ionisiert, und die entstehenden Ionen strömen durch den Elektrolyten zur Aussenseite der Zelle, wo sie mit dem Brennstoff rekombinieren. Da es sich um eine elektrochemische Reaktion handelt, werden Elektronen freigesetzt; wenn entsprechende Anschlüsse vorhanden sind, können diese als elektrischer Strom durch einen externen Stromkreis wandern (Bild Siemens).

## Mise à l'épreuve concluante: des piles à combustible passent la barre des 50 000 heures de service

L'hydrogène et les piles à combustible sont vantés comme étant la source d'électricité de l'avenir. Les projets de démonstration font la une des journaux et diverses stratégies d'introduction sont mises au point et coordonnées sur le plan international. On pourrait donc croire que les piles à combustible fonctionnent uniquement à l'hydrogène et que l'hydrogène représente ainsi la seule clé d'un avenir énergétique sûr et durable. Or ces affirmations sont erronées: en effet, les piles à combustible sont des convertisseurs d'énergie qui produisent directement du courant électrique à partir d'une source d'énergie chimique, l'hydrogène étant un vecteur possible parmi de nombreux autres. En outre, il faut d'abord disposer d'énergie pour pouvoir obtenir l'hydrogène qui permettra en fait seulement de la stocker. Les premières piles à combustible, quant à elles, fournissent de l'électricité et de la chaleur depuis plus de 50 000 heures.