

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

**Band:** - (1995)

**Heft:** -: Schwerpunktprogramme

**Artikel:** Aus dem SPP Werkstoffforschung [i.e. Werkstoffforschung] : Brennstoffzellen liefern Strom für unsere Haushalte

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-967776>

### 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:** 22.01.2026

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

# Brennstoffzellen liefern Strom für unsere Haushalte

Obwohl *Brennstoffzellen* mit sehr hohem Wirkungsgrad arbeiten, ist ihr Einsatz zur Stromerzeugung recht beschränkt geblieben. Hauptsächlich in der Weltraumtechnik kamen sie bisher zur Anwendung. Doch jetzt werden neuartige Anlagen entwickelt, mit denen sich auch Haushalte auf einfache Art mit Elektrizität und Wärme zugleich versorgen lassen.

Auf den ersten Blick sieht das Keramikstück wie eine Compact Disc aus. Doch es dient nicht der musikalischen Unterhaltung, sondern der Energieproduktion. Auf der einen Seite wird der Scheibe Luft zugeführt, auf der anderen Erdgas. Daraus entstehen bei hohen Temperaturen gleichzeitig Wärme und Elektrizität.

«Solche *Brennstoffzellen* ohne bewegliche Teile lassen sich miteinander zu Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen kombinieren», erklärt Kaspar Honegger von Sulzer-Innotec in Winterthur. «In einer Demonstrationsanlage haben wir einen Zellenstapel aus 50 Einheiten gebaut und damit 1000 Watt Leistung erzielt. Gegenwärtig bereiten wir einen weiteren Prototyp mit 100 Brennstoffzellen vor, der gleichzeitig ein kleines Gebäude heizen und 7000 Watt Elektrizität abgeben kann.»

Das Prinzip der Brennstoffzelle stammt aus der Mitte des 19. Jahrhunderts. Im Gegensatz zu einer Batterie, in der die Energie beschränkt ist, werden der Brennstoffzelle ständig Erdgas (oder Wasserstoff, Methan) und Luft (oder Sauerstoff) zur elektrochemischen Reaktion zugeführt. Als Abgase entstehen Kohlendioxid und Wasserdampf – wie bei einem Explosionsmotor oder einer Gasturbine, mit der sich ein Dynamo antreiben lässt.

Der Vergleich mit Explosionsmotor oder Gasturbine endet aber hier. Denn eine Brennstoffzelle erzeugt weder Lärm noch Stickoxide. Und ihr Wirkungsgrad bleibt unerreicht: Beim in Entwicklung befindlichen Prototyp von Sulzer-Innotec können theoretisch 75% der im brennbaren Gas gespeicherten Energie in Elektrizität umgewandelt werden. Der Wirkungsgrad herkömmlicher Motoren

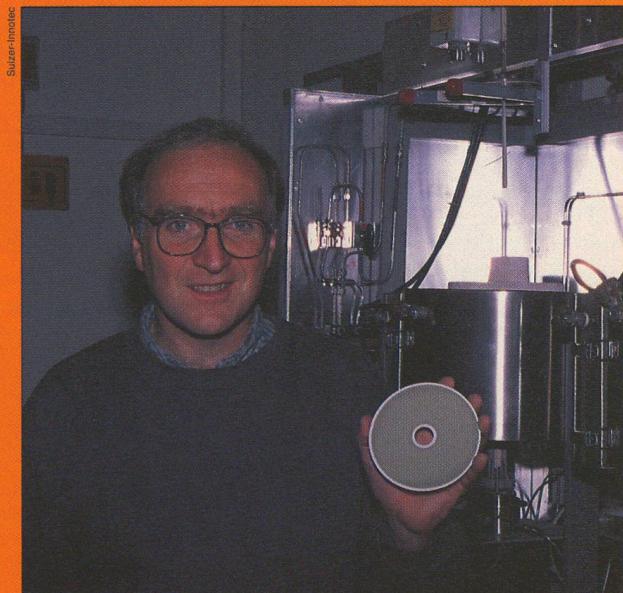
hingegen übersteigt 25% nicht. Warum denn haben sich Brennstoffzellen bisher nicht besser durchsetzen können?

In den siebziger Jahren war die Brennstoffzellen-Forschung durch die Erdölkrisse beflogen worden. Damals plante man sogar Anlagen im Megawatt-Bereich, um Siedlungen von 1000 Einwohnern mit Energie zu versorgen. Doch dann setzten sich die Kernkraftwerke durch, und mit dem Energiepreis sank auch die Motivation der Industrie. Einzig in der Weltraum- und Militärtechnik, wo die Kosten keine Rolle spielen, kamen Brennstoffzellen in grösserem Mass zum Einsatz.

Zu den wenigen, die weiterhin an eine zivile Zukunft dieser Technologie glaubten, zählte die amerikanische Firma Westinghouse; sie entwickelte mit Wasserstoff betriebene Grossanlagen. Auch in der Bundesrepublik Deutschland, in Kanada und in Japan wurden Brennstoffzellen für zivile Zwecke konstruiert. Freilich schränkten technische Gegebenheiten eine breitere Anwendung ein: Beispielsweise bestand der Elektrolyt, wo die elektrochemische Reaktion abläuft, aus einer aggressiven Flüssigkeit oder aus einem teuren Platin-Katalysator. Außerdem brauchte es oft komplizierte Zusatzapparate zur Herstellung von Wasserstoff oder zu dessen Extraktion aus Erdgas.

«Die Umweltdiskussion verleiht dem Interesse an Keramik-Brennstoffzellen neuen Auftrieb», stellt Kaspar Honegger fest. «Im Rahmen der Marktanalyse haben wir berechnet, dass sich Anlagen von weniger als 100 Kilowatt für Spitäler, kleinere Fabriken, Überbauungen oder Hotels durchaus lohnen würden.»

Sulzer-Innotec entschied sich für Brennstoffzellen, die



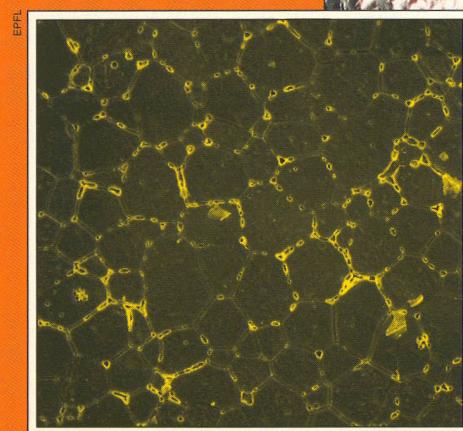
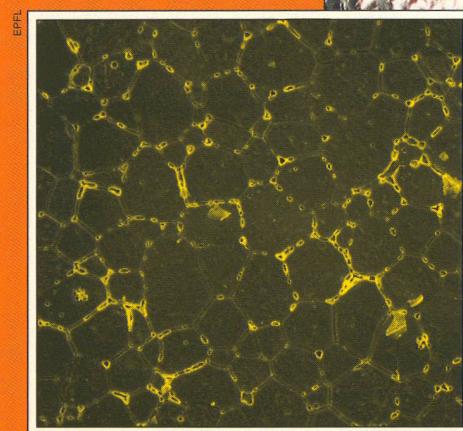
Kaspar Honegger und das Herzstück der Brennstoffzelle:  
«Mit dieser Keramik-Scheibe lässt sich Erdgas direkt  
in Elektrizität umwandeln.»

mit normalem Erdgas und Umgebungsluft arbeiten – nicht anders als konventionelle Brenner unter einem Heizkessel. Ferner wurde in Winterthur, um Unterhalt und Reparaturen auf ein Minimum zu beschränken, das einfache Konstruktionssystem *HEXIS* (*Heat Exchanger Integrated Stack*) entwickelt. Bei HEXIS lassen sich die einzelnen Elemente leicht auswechseln. Die Keramikscheiben sind längs der Erdgas-Zuleitung in Serie aufgereiht, im Verbund mit jeweils zwei weiteren Scheiben: Eine – perforiert – führt die Luft zu, die andere sammelt den erzeugten Strom.

Während eines Testlaufes 1993 lief der Sulzer-Prototyp 1000 Stunden lang mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 50%. Ein schönes Ergebnis für das Laborgerät, aber in der Praxis müssten die pannenfreien Laufzeiten noch massiv verlängert werden. Nachteilig ist ferner der relativ hohe Preis der Komponenten. Die Brennstoffzellen bestehen aus Zirkon-Keramik, einem der wenigen Werkstoffe, welche Sauerstoffionen leiten und ohne Deformation die für eine gute Ausbeute notwendige Betriebstemperatur von 900 Grad Celsius aushalten. Die Verbundstücke ihrerseits bestehen aus einer teuren Chromlegierung.

Wie lassen sich nun die Materialkosten senken, damit sich moderne Brennstoffzellen auf dem Markt durchsetzen können? Hier kommt das SCHWERPUNKTPROGRAMM «WERKSTOFFFORSCHUNG» ins Spiel, speziell dessen *Modul 1C*. «Wenn wir die Betriebstemperatur auf 600 bis 800 Grad senken, können wir billigere Materialien verwenden», erklärt Sulzer Innotec-Forscher Honegger. «Um solche einsatzfähig zu machen, braucht es aber Grundlagenforschung.»

Das Laboratorium für Physikalische Chemie an der ETH Lausanne (Team von Augustin McEvoy) und das Institut für nichtmetallische Werkstoffe an der ETH Zürich (Team von Prof. Ludwig Gauckler) sind da bereits an der Arbeit. Weil die Auswahl an geeigneten Materialien nicht sehr gross ist, haben sich die Spezialisten für eine Keramik aus *Gadolinium-Cer-Oxid* entschlossen – in der Elektronik seit längerem bewährt, doch für die Energietechnik als wenig brauchbar erachtet. Der Grund dafür liegt in der zusätzlichen Elektronenleitfähigkeit des Materials, die einen Leistungsverlust von 5% erzeugt. Dieser Mangel schloss eine Verwendung in Zellenstapeln bisher aus. Zur Überraschung der Wissenschaftler erzielten aber Versuche mit fünf-frankengrossen Brennstoffzellen ausgezeichnete Resultate: Im Labor lieferte die kleine Gadolinium-Cer-Anlage bei 700



Oben: 50 Scheiben bauen diesen Prototyp einer Brennstoffzelle von 1000 Watt Leistung auf.

Links: Oberfläche einer Scheibe, 500fach vergrössert.

Grad ebensoviel Elektrizität wie die Zirkonium-Keramik bei 900. Außerdem lassen sich bei der tieferen Temperatur nun Verbundstücke aus Edelstahl verwenden; sie sind zehnmal billiger als jene mit Chrom-Legierungen.

«Um Scheiben in technisch verwendbarer Grösse herzustellen, braucht es noch viel Arbeit», gibt Honegger zu bedenken. «Falls alles glatt läuft, sind die Komponenten für kommerzielle Brennstoffzellen ab 1997 erhältlich. Von dieser Entwicklung würden sowohl Umwelt wie Wirtschaft profitieren, denn man kennt kein besseres Verfahren, um aus Erdgas Elektrizität zu erzeugen – und gleichzeitig im Rahmen der Wärme-Kraft-Kopplung auch Heizenergie. Außerdem sind Brennstoffzellen im Gebrauch sehr flexibel, weil sie rasch auf sich ändernde Bedürfnisse reagieren.»

**Das SPP Werkstoffforschung** besteht aus 6 Modulen: Material für fortgeschrittene Energiesysteme; Leichtbauwerkstoffe; Werkstoffe der Elektrotechnik/Elektronik; Werkstoffe für biomedizinische Anwendungen; Herstellungsverfahren/Fertigungsverfahren; Oberflächen- und Grenzflächentechnologien.

Durchführung: Rat der Eidgenössischen Technischen Hochschulen.  
Leitung: Prof. Bernhard Ilschner, DMX, ETH Lausanne, CH-1015