

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

**Artikel:** Niedertemperatur-Brennstoffzellen : Trend zu flexibleren Betriebstemperaturen  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857842>

### **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**

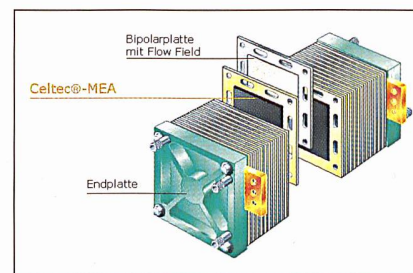
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

**Download PDF:** 15.01.2026

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

# Niedertemperatur-Brennstoffzellen: Trend zu flexibleren Betriebstemperaturen

Wohin geht der Trend bei Niedertemperatur-Brennstoffzellen? Die neuesten Entwicklungen und Innovationen offenbarten namhafte Unternehmen der Branche in einer Umfrage im Auftrag der H<sub>2</sub>Expo. Dort trafen sich zum fünften Mal Vertreter aus Industrie, Politik und Forschung zum Austausch über Entwicklungen, Kooperationen und Aufträge. Das Ergebnis der Umfrage zeigt einen Trend zu flexibleren Betriebstemperaturen der Niedertemperatur-Zellen, zu Fortschritten bei Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) und zur weiteren Einsparung von Platin. Die Anhebung der Betriebstemperatur von PEM-Zellen (Polymer-Elektrolyt-Membran) von herkömmlich 80 °C auf über 100 °C bis zu 200 °C führt zu neuen Begriffen. Man spricht nun von Mitteltemperatur- und Hochtemperatur-PEM.

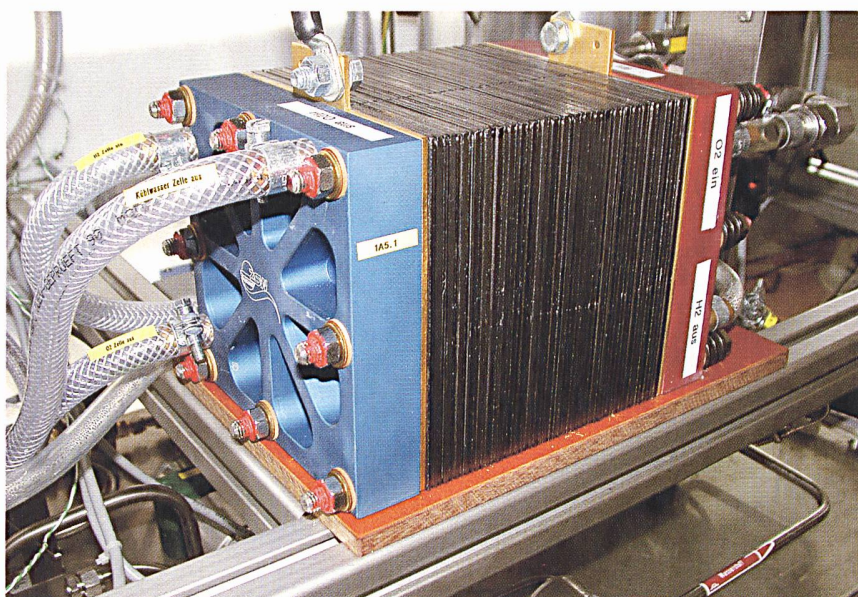


Diese PEM-Brennstoffzellen können bei Temperaturen bis zu 200 °C betrieben werden (Bild Pemeas).

generation arbeitet zwischen 160 °C und 200 °C und hat erste Labortests bestanden. Bisher lag die Betriebstemperatur bei 75 °C. Das neue System wurde zusammen mit dem Partner Plug Power entwickelt, soll wesentlich robuster sein, einen höheren elektrischen Wirkungsgrad erbringen und mit einem vereinfachten Erdgasreformer auskommen. Man erwartet Kosteneinsparungen auf dem Weg zu einem wettbewerbsfähigen Produkt.

An einer Temperaturanhebung wird auch bei dem MEA-Entwickler 3M gearbeitet. So liegt die Betriebstemperatur leicht über 100 °C, jedoch nicht im Bereich von 180 °C. Das PEM-System lasse sich auf diese Weise vereinfachen. Hauptfokus der Entwicklung sei Haltbarkeit, Robustheit und eine verbesserte Temperaturbeständigkeit.

Tiefkalt geht es bei Ballard in Vancouver zu. Nachdem schon asiatische Autobauer die Kaltstarteignung ihrer PEM-Zellen verkündet hatten, meldet auch Ballard Frostbeständigkeit. Im Labor absolvierte eine neue Testzelle mit 50 Wiederholungen einen Kaltstart bei -20 °C und den darauf folgenden simulierten Fahrzyklus. Zwischendurch wurde das 10-Zellen-Aggregat samt Peripherie jeweils wieder eingefroren. Dabei sei kein Nachlassen der Leistung oder eine Beschädigung festgestellt worden. Ziel der weiteren Entwicklung ist der Kaltstart bei -30 °C. In einem simulierten Langstreckentest mit zahlreichen Fahrzyklen sei erst nach fast 2200 Stunden ein Leistungsabfall von 5% eingetreten. Bei dem neuen Zellen-Design wurden auch die Kosten erheblich gesenkt. Ohne Leistungsverlust sei die Platin-Belegung der Elektroden um 30% auf etwa 0,7 mg/cm<sup>2</sup> reduziert worden. Zum Wassermanagement und der internen Betriebstemperatur der Testzelle möchte sich Ballard noch nicht äussern, man spricht aber in dem Zusammenhang von einem techni-



Laborversuch an einer PEM-Brennstoffzelle (Bild Fachhochschule Ulm).

## Heiss und Eiskalt

Pemeas in Frankfurt, Nachfolger der Celanese- und Höchst-Brennstoffzellen-Forschung, lagert statt Wasser Phosphorsäure in die Membran ein, die aus Poly-

benzimidazol (PBI) besteht. Die Membranbefeuchtung mit Wasser entfällt dadurch. Bevorzugt wird der Temperaturbereich von 160 °C bis 180 °C. Schon ab 160 °C beginnt die Membran-Elektroden-Einheit (MEA) Kohlenmonoxid-verträglich zu werden, das heisst CO deaktiviert nicht mehr den Edelmetallkatalysator. Anwendungsziele der so genannten Celtec-Technik sind reformatbetriebene stationäre Systeme, bei denen die Gasreinigung des Reformates vereinfacht wird. Zu den Kooperationspartnern gehört Plug Power.

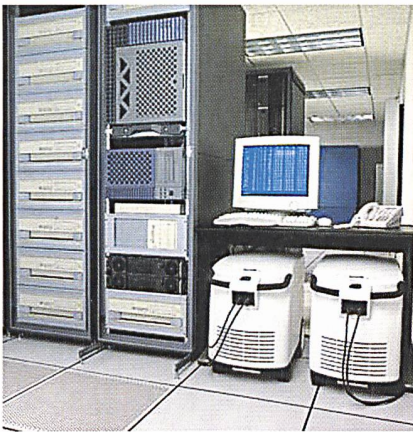
Heisse PEM-Zellen werden derzeit bei Vaillant erprobt. Eine neue Prototypen-

### Quelle

H<sub>2</sub>Expo 2005

5. Internationale Konferenz und Fachmesse für Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien  
31. August bis 1. September 2005  
CCH-Congress-Center Hamburg  
Hamburg Messe, Abt. Öffentlichkeitsarbeit  
St. Petersburger Str. 1  
20355 Hamburg





Brennstoffzellenmodule in einem Serverraum (Bild Ballard).

schen Kunstgriff. Die aktuell produzierte PEM-Version Mark 902 wird bei 80°C betrieben. Für April 2005 wird die Bekanntgabe eines Technologie-Zeitplans bis zur kommerziellen Verfügbarkeit der Zellen für Fahrzeuge im Jahr 2010 angekündigt.

### Direkt-Methanol-Brennstoffzellen holen auf

Im Medienschaten der Brennstoffzellen-Fahrzeuge standen bislang Direkt-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC). Sie sind konstruktiv von PEM-Zellen abgeleitet und werden bei 70 °C bis 80 °C betrieben. Zurzeit scheinen DMFC aufzuholen. Im Forschungszentrum Jülich arbeitet ein 30-köpfiges Team an der Weiterentwicklung, das grösste DMFC-Team weltweit, so ein Sprecher. Das bisherige Handicap von DMFC, der ungewollte Durchtritt von Methanol durch die Membran, wurde zwar nicht beseitigt, aber vermindert. Nach dem Stand der Entwicklung gelangen 10 bis 20% des Methanols ungenutzt in die Kathode und werden dort verbrannt. Der Gesamtwirkungsgrad liege jetzt bei 25%, angestrebt werden 30%. Die Elektrodenbelegung der Zelle mit Platin und Ruthenium soll von 4 mg/cm<sup>2</sup> auf 2 mg/cm<sup>2</sup> halbiert werden. Als erste Anwendungen seien im 50-Watt-Bereich Notebooks und im 2,5-kW-Bereich kleine Gabelstapler vorstellbar.

Ein Methanol-Durchtritt ist nur einstelligen Prozentbereich wurde bei Smart Fuel Cell (SFC) erreicht. Eine neue Folienmembran leite nicht mehr Protonen, sondern andere Ionen, und lasse zudem eine Halbierung der nötigen Platinmenge zu. Als Besonderheit gibt SFC die Befüllung der Tankpatronen mit reinem Methanol statt mit einem Methanol-Wassergemisch an. Jenes werde zwar weiterhin anodisch benötigt, jedoch durch Rück-

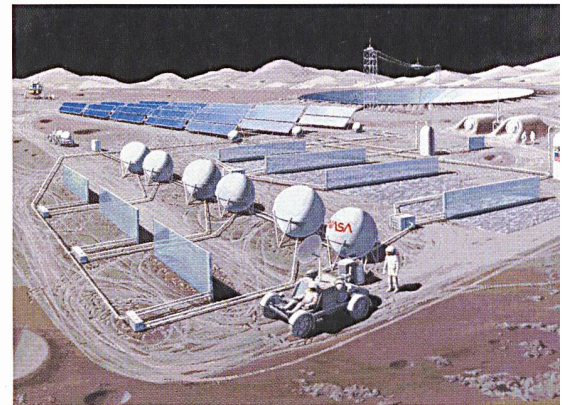
führung von Kathodenwasser erzeugt. Die Zelle sei für Lufttemperaturen zwischen -35 °C und +40 °C geeignet. So kämen auch netzunabhängige Anwendungen in der Verkehrsüberwachung und Telekommunikation etwa in Skandinavien in Frage. Durch die Platineinsparung rechne man bald mit einer Preisreduzierung. Die Betriebstemperatur sei geringfügig angehoben, liege jedoch unter 100 °C. Nahziele sind Entwicklungen und Kooperationen in der 25-W-Klasse für die Stromversorgung von Laptops. Solche Einheiten seien in der Baugrösse eines DVD-Laufwerkes möglich.

Von Raumtemperatur bis zu 160 °C und damit für eine DMFC-Membran ungewöhnlich heiss kann die Celtec V-Membran von Pemeas betrieben werden, derzeit im experimentellen Stadium. Der Methanol-Durchtritt (Crossover) sei erheblich herabgesetzt im Vergleich zu Fluoropolymer-Membranen, und man erwarte im Vergleich zu diesen eine preisgünstigere Mengenproduktion.

### Anspruchsvolle Alkalische Brennstoffzellen

Alkalische Brennstoffzellen, AFC genannt (Alcaline Fuel Cells), sind aus der Raumfahrt bekannt und kommerziell verfügbar. Mit Betriebstemperaturen zwischen 60 °C und 200 °C zählen auch sie zur Niedertemperaturklasse und gelten mit ihren Kraftstoffanforderungen – hochreiner Wasserstoff oder CO<sub>2</sub>-freies Reformat – als anspruchsvoll. Einen marktnahen Abkömmling der AFC hat Medis Technologies in New York entwickelt. Die tragbare Hilfsstromquelle Power Pack soll herkömmlichen Mobiltelefonen, digitalen Kameras, MP3-Playern und elektronischen Spielen zur Akku-Aufladung und als Ersatzstromversorgung dienen. Das 200 Gramm schwere

Gerät enthält alkoholische Kalilauge als Elektrolyten und eine flüssige Wasserstoffspeicherung, die auf Bor-Hydrid basiert. Die Kathode kommt bereits ohne Platin oder andere Edelmetalle aus, bis zur Vermarktung soll aus Kostengründen auch die Anode edelmetallfrei werden. Für private Verbraucher ist der Power Pack als Ein-Weg-Produkt konzipiert, das heisst, er kann nicht wiederbefüllt werden. Die Zelle funktioniert laut Medis intern bei etwa 20 °C und ohne wahrnehmbare Wärmeabgabe, ausserhalb können -20 °C oder auch grosse Hitze herrschen. Das theoretisch obere Limit mit 200 °C bildet der Flammpunkt einer der enthaltenen Flüssigkeiten. Für Militäranwendungen sei eine wiederbefüllbare Version geplant, die noch tieferem Frost standhält. Ende 2005 soll die Produktion mit mehreren tausend Einheiten pro Monat beginnen, Mitte 2006 auf eine bis eineinhalb Millionen pro Monat ansteigen und sich Ende 2006 nochmals verdoppeln. Das Produkt scheint elegant das Problem der Standardisierung zu umgehen, die notwendig wäre, wenn Brennstoffzellen Akkus direkt ersetzen sollen.



Zukunftsvisionen: Fotovoltaikanlage mit regenerativem Brennstoffzellensystem auf dem Mond (Bild NASA).

## Piles à combustible: des températures d'exploitation plus flexibles

Quelle est la tendance des piles à combustible à basse température? Des entreprises notables de la branche ont révélé les développements et innovations les plus récents au cours d'une enquête réalisée à la demande de H<sub>2</sub>Expo. Le résultat de l'enquête révèle que les piles à combustible à basse température présentent des températures d'exploitation plus flexibles, que des progrès sont réalisés dans le domaine des piles à combustible à utilisation directe du méthanol (DMFC) ainsi qu'en matière d'économies de platine. L'augmentation de la température d'exploitation des cellules MEP (membrane à électrolyte polymère) de 80 °C habituellement à 100 °C voire 200 °C donnent naissance à une nouvelle appellation. On parle dorénavant de MEP à moyenne et à haute température.

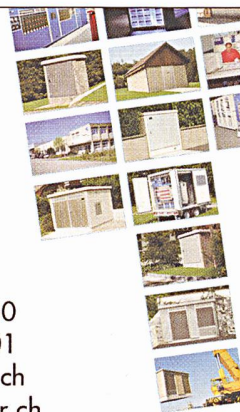


# Ihre Spezialisten für Trafostationen



**F. BORNER AG**  
Innovative Energietechnik

Kreuzmatte 11  
Postfach  
CH-6260 Reiden  
Tel. 062 749 00 00  
Fax 062 749 00 01  
mail: admin@borner.ch  
Internet: www.borner.ch



**Wir helfen Ihnen bereits  
bei der Planung, die richtigen  
Werte zu ermitteln.**

- Messung und Berechnung der magnetischen Felder
- Planung von Neu- und Umbauten
- Beratung und Überprüfung
- unabhängige und neutrale Expertise
- Sanierung

Electrosuisse, W. Schöller  
Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf  
Tel. 044 956 11 84  
Fax 044 956 16 84  
walter.schoeller@electrosuisse.ch

**Ineltec**  
**ELECTROSUISSE AN DER INELTEC**  
6. BIS 9. SEPT. 2005, HALLE 1, STAND E16

SEV Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

## NIS-Verordnung



**electrosuisse** >>

### Zu kaufen gesucht

#### gebrauchte Stromaggregate und Motoren

(Diesel oder Gas) ab 250 bis 5000 kVA, alle Baujahre, auch für Ersatzteile

LIHAMIJ  
Postfach 51, 5595 Leende – Holland  
Tel. +31 (0) 40 206 14 40, Fax +31 (0) 40 206 21 58  
E-Mail: sales@lihamij.com

Kompetenz in Text und Bild

Suchen Sie eine Fachperson, die Ihre Drucksachen gestaltet und realisiert?

Briefschaften Logos Broschüren  
Bücher Illustrationen Hauszeitungen

**Visuelle  
Gestaltung**

Hardturmstrasse 261, 8005 Zürich  
Tel 01-563 86 76 Fax 01-563 86 86  
piathuer@dplanet.ch