

## Ihre Anwendung – unsere Erfahrung

**Ihre Anwendung** erfordert die Bereitstellung von bis zu 5 kW elektrischer Energie? Sie benötigen eine innovative, autarke, zuverlässige und günstige Lösung zur Stromversorgung?

### Mögliche Anwendungen:

- Backup Stromversorgung
- Stromversorgung für kleine, mobile Fahrzeuge
- Bordstromversorgung
- portable Stromversorgung
- netzferne Stromversorgung
- Ihre Anwendung

**Ihre Anwendung** erfordert noch grundlegende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten? Dann sprechen Sie bitte mit uns!

**Unsere Erfahrung** liegt in der Entwicklung und Erprobung von effizienten Energieversorgungsmodulen auf der Basis von Direktmethanol-Brennstoffzellen in der kW-Klasse. Seit über 10 Jahren verfolgen wir konsequent diese Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

**Unsere Stärke** liegt in der Verwendung eines integrativen Forschungsansatzes zur DMFC-Systementwicklung aus einer Hand. Dabei werden alle wissenschaftlich und technisch relevanten Subsysteme und deren Verschaltung betrachtet und nach der Erprobung analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen gehen wiederum in die nächste Generation unserer Entwicklungen ein.

**Unsere Arbeiten** reichen von der Untersuchung der elektrochemischen Reaktionen an optimierten Elektrodenstrukturen, der Charakterisierung von neuen Membranen, der Optimierung von Zellkomponenten wie der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) oder der Verteilerstruktur und deren Herstellungsmethoden, der Charakterisierung von MEAs bis zur Stack- und Systementwicklung. Unterstützt werden die Arbeiten durch physikalisch-chemische Grundlagenuntersuchungen.

## Ihr Geschäftsfeld – unsere Entwicklungsschwerpunkte

**Ihr Geschäftsfeld** erfordert neue, innovative Produkte?

**Ihr Unternehmen** ist in einem der unten genannten oder in ähnlichen Geschäftsfeldern tätig?

### Geschäftsfelder:

- **Produkte** im Bereich der mobilen, portablen oder stationären Stromversorgung bis 5 kWel
- **Dienstleistungen** im Bereich der Stromversorgung
- **Entwicklung und Herstellung** von
  - industriellen Erzeugnissen
  - Leistungselektronik (DC/DC-Wandler; Steuerung)
  - Systemkomponenten (Aktoren, Sensoren)
  - Stacks
  - Bipolarplatten
  - Membran-Elektroden-Einheiten (MEA)
  - MEA-Komponenten (Katalysatoren, Membranen)
  - Batterien
  - ...

**Ihr Unternehmen** hat den Mut zur Investition in Innovationen? Dann sprechen Sie bitte mit uns! Wir würden gerne gemeinsam mit Ihnen **Ihre Anwendung bis zur Marktreife** entwickeln.

**Unsere Entwicklungsschwerpunkte** liegen in der Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades, der Leistungsdichte und der Haltbarkeit bei gleichzeitiger Reduzierung der Herstellkosten in den folgenden Themenfeldern:

- MEA Komposition und Fertigung
- Elektrochemische Charakterisierung
- Alterungsstudien
- Stack-Entwicklung und -Fertigung
- System-Entwicklung und -Erprobung

Wichtige flankierende Aktivitäten fallen in den Bereich der Analytik im Rahmen von Untersuchungen zu Struktur-Wirkungsbeziehungen von Funktionsschichten und der orts aufgelösten elektro- und physikochemischen Charakterisierung von Brennstoffzellenkomponenten.



## Kontakt

**Direktmethanol-Brennstoffzelle (DMFC)**  
Stromerzeugung aus Methanol

**Dr.-Ing. Martin Müller**

Tel.: 02461 61-1859

Fax: 02461 61-6695

E-Mail: mar.mueller@fz-juelich.de

**Prof. Dr.-Ing. Detlef Stolten**

Direktor des Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK)

IEK-3: Brennstoffzellen

Tel.: 02461 61-3076

Fax: 02461 61-3385

E-Mail: d.stolten@fz-juelich.de

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

## Kosten von Direktmethanol-Brennstoffzellen (DMFC) in der Anwendung

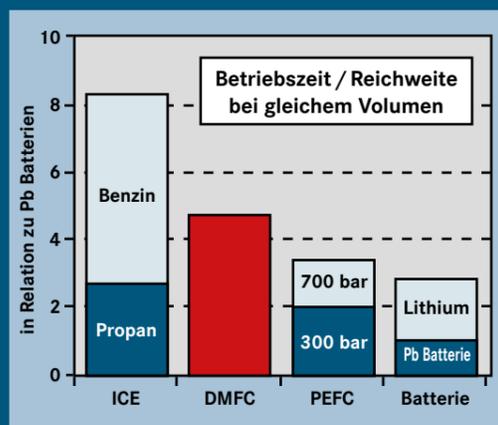
# Direktmethanol-Brennstoffzellen

## Stromerzeugung aus Methanol

Direktmethanol-Brennstoffzellen (DMFC) wandeln den flüssigen Brennstoff Methanol direkt in elektrischen Strom um. Im Vergleich zu Brennstoffzellensystemen, die mit reinem Wasserstoff oder wasserstoffreichen Gasen aus Reformierungsprozessen betrieben werden, erfolgt die Brennstoffzufuhr direkt über flüssiges Methanol. Neben der sehr hohen Energiedichte des Methanols besteht die DMFC durch die einfache Handhabung und das problemlose Nachfüllen des Brennstoffs.

Energieträger	Energiedichte in MJ pro Liter
Methanol (flüssig)	15,9
Wasserstoff (gasförmig) @ 700 bar	4,7 (ca. 3,4 inkl. Tank)
Wasserstoff (gasförmig) @ 350 bar	2,7 (ca. 2 inkl. Tank)

Direktmethanol-Brennstoffzellen sind für unterschiedliche Anwendungen attraktiv, vor allem jedoch als Batterie- bzw. Akkuersatz, da die DMFC-Systeme durch die hohe Energiedichte des Methanols längere Betriebszeiten ermöglichen.



### Vorteile einer DMFC auf einen Blick:

- hohe Energiedichte von Methanol
  - längere Betriebszeiten
  - größere Reichweiten
- schnelles Betanken
- einfacher Systemaufbau

# Wettbewerbsfähigkeit von DMFC-Systemen

## Ausgangssituation

- Ein DMFC-System im Kilowatt-Bereich wurde vom FZJ entwickelt
- 10.000 Betriebsstunden mit realem Lastprofil nachgewiesen
- Eine Anwendung der Technologie als Backup-Power erscheint sinnvoll
- Wettbewerbsfähig (im Vergleich zur PEM Brennstoffzelle)

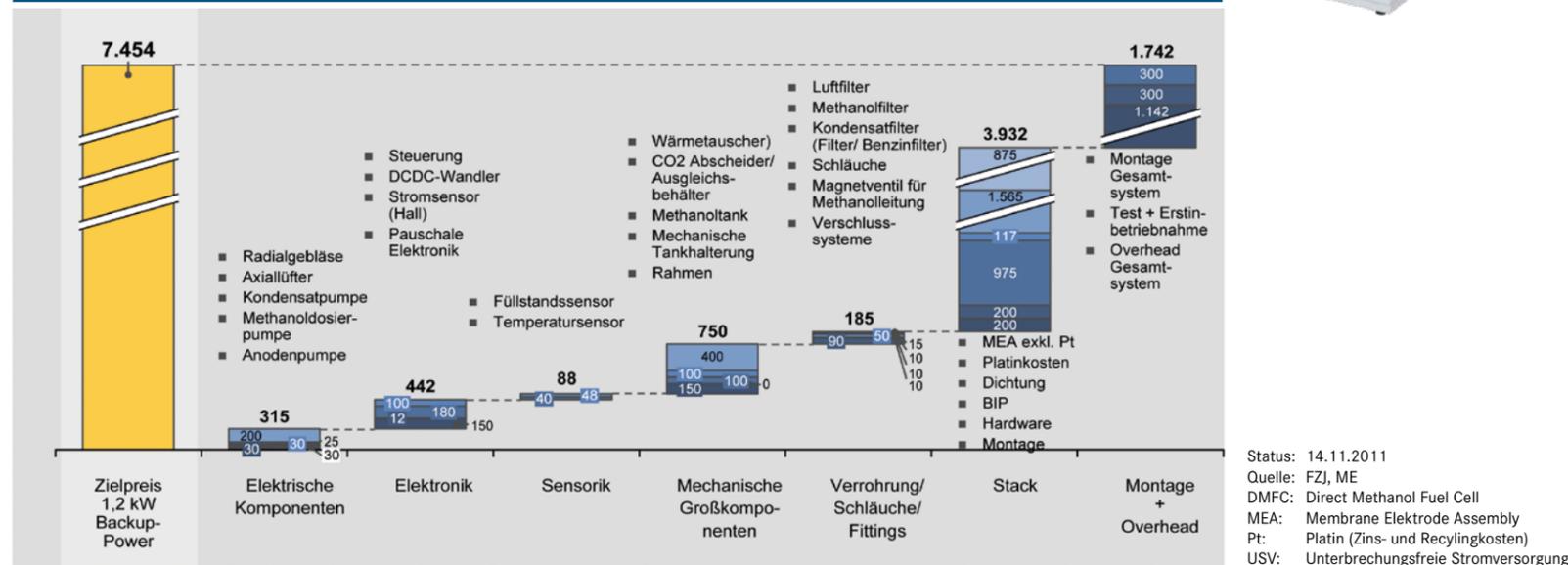
## Einsatzbedingungen am Beispiel einer USV von 2 kW

- 2 kW elektrische Leistung
- Einsatz 10 Jahre mit einer Gesamtbetriebsdauer von 5.000 h
- Pro Jahr benötigte elektrische Energie: 1.000 kWh
- Betriebsdauer von 30 min. (so kurz wie möglich) bis 72 h (Wochenendüberbrückung)
- Temperaturbereich von 5 °C bis 45 °C
- Fernüberwachung

## 1,3 kW DMFC-System

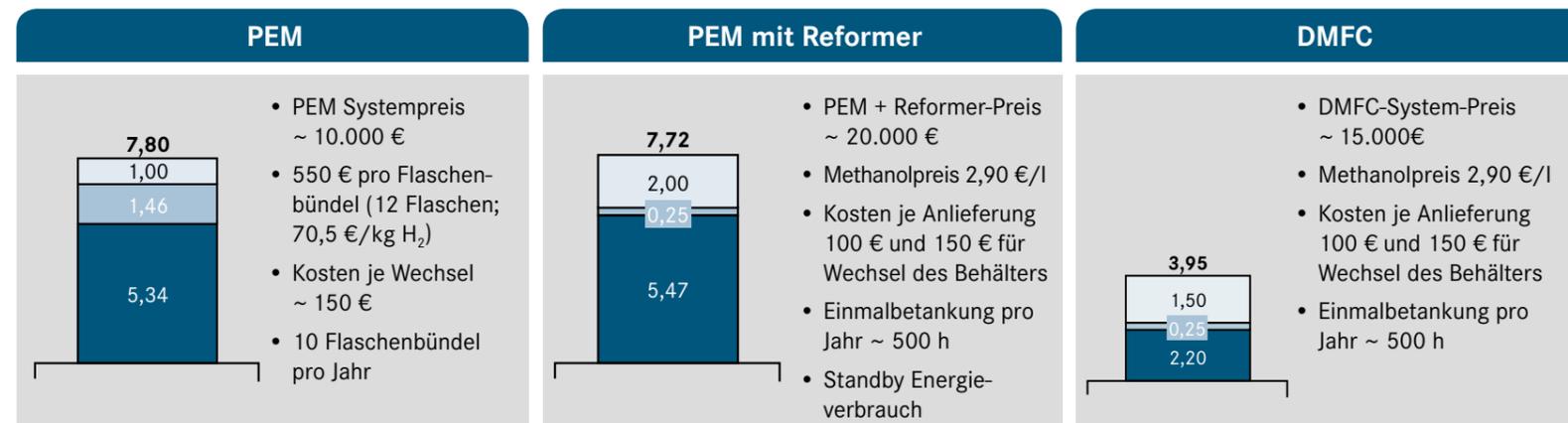


## Zielpreis des DMFC-System liegt bei ca. 7.500 €/kW (Stückzahl um 100 pro Jahr)



## Technologievergleich für autarke Systeme in €/kWh

Das DMFC System zeigt mit ~ 4,00 €/kWh die geringsten Kosten auf



■ Energiespezifische Kosten ■ Wechselkosten ■ Anlagenabschreibung

## Wettbewerbstechologien

- Dieseltriebener Generator
- PEM Brennstoffzelle mit und ohne Reformer
- Li-Ionen Batterien
- Blei-Batterien

## Wettbewerbstechologien im Vergleich mit der DMFC

- Dieseltriebener Generator**
  - Höhere Wartungskosten
  - Hohe Emissionen (Geräusche und Abgase)
- PEM Brennstoffzelle mit und ohne Reformer**
  - Zur Zeit nicht im 1 kW Bereich verfügbar
  - Hohe Kosten H<sub>2</sub>-Anschluss (Armaturen >1.000 € inkl. Installation)
  - Hoher Logistikaufwand (H<sub>2</sub>-Flaschen-transport und Flaschenmiete)
  - Kein Nachfüllen der H<sub>2</sub>-Flaschen vor Ort möglich
  - 5 kW Reformer mit ~10.000 € und zeitaufwendiges Hochfahren oder Standby-Energieverbrauch des Reformers
- Li-Ionen Batterien**
  - Bei Pufferung von 72 kWh (90 kWh nötig ~ 45 T€)
- Blei-Batterien**
  - Mehrfache Backupfälle nicht möglich (wg. langer Wiederauflandungsdauer)
  - Voluminös
  - 120 kWh (bei 40 % Entladung) ~ 12T€
  - Hohe Wartungskosten (Haltbarkeit ca. 8 Jahre)