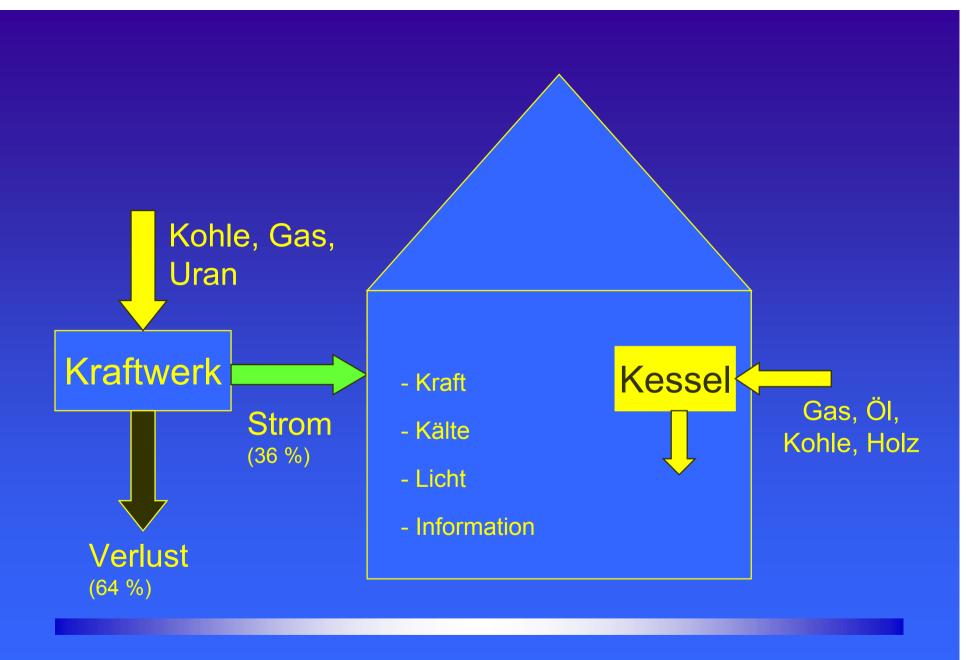


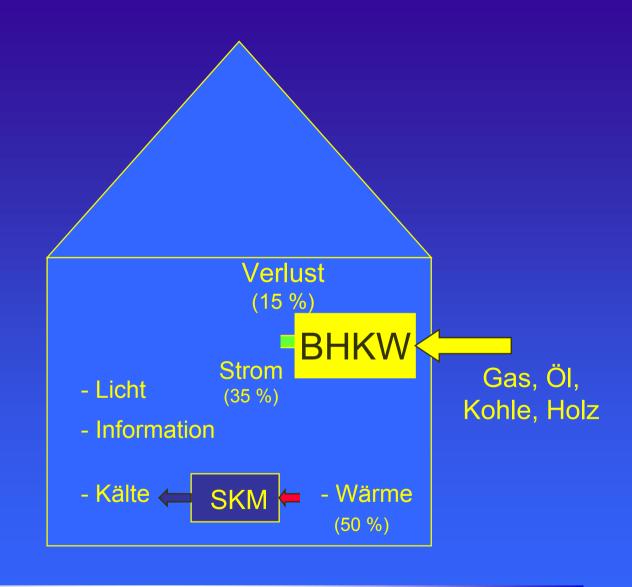
Inhalt

- 1. Brennstoffzellen
- 2. Adsorptionskältemaschinen
- 3. Projekt Kamenz

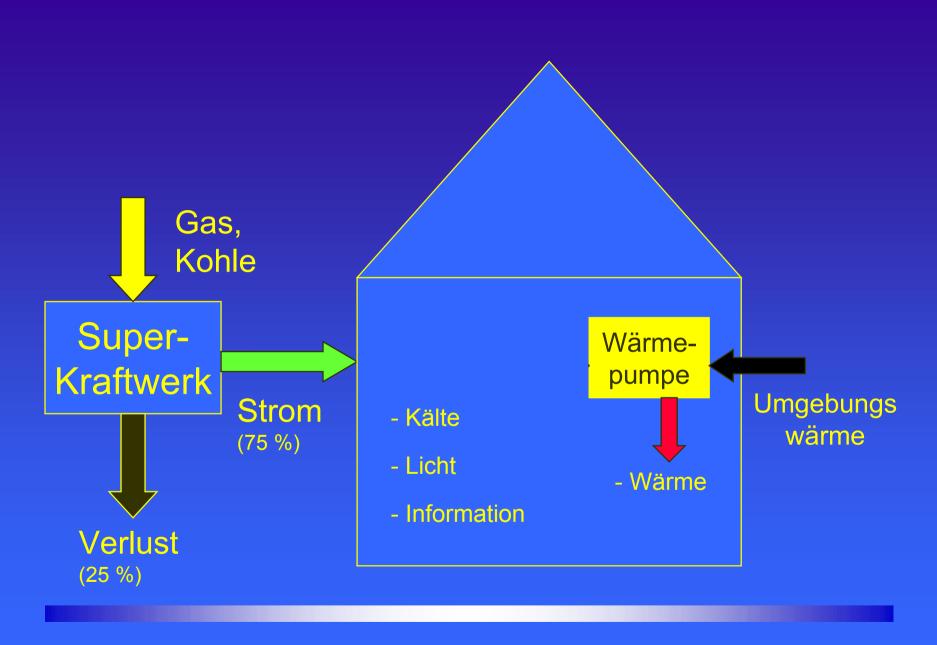
- Wärme / Kälte
- Kraft
- Licht
- Information



Gegenwärtige Hauptstruktur der Energieversorgung



Alternative 1: Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung



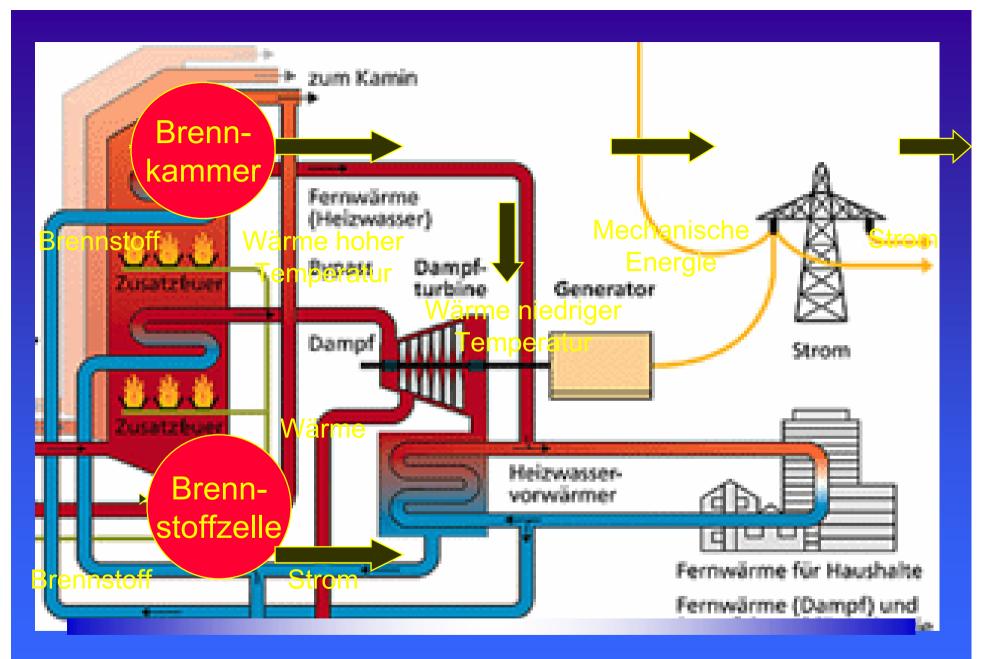
Alternative 2: Das "Super-Kraftwerk"

1839 Erste Brennstoffzelle
Sir William Grove
Energieumwandlungsstufen:
chemisch - elektrisch

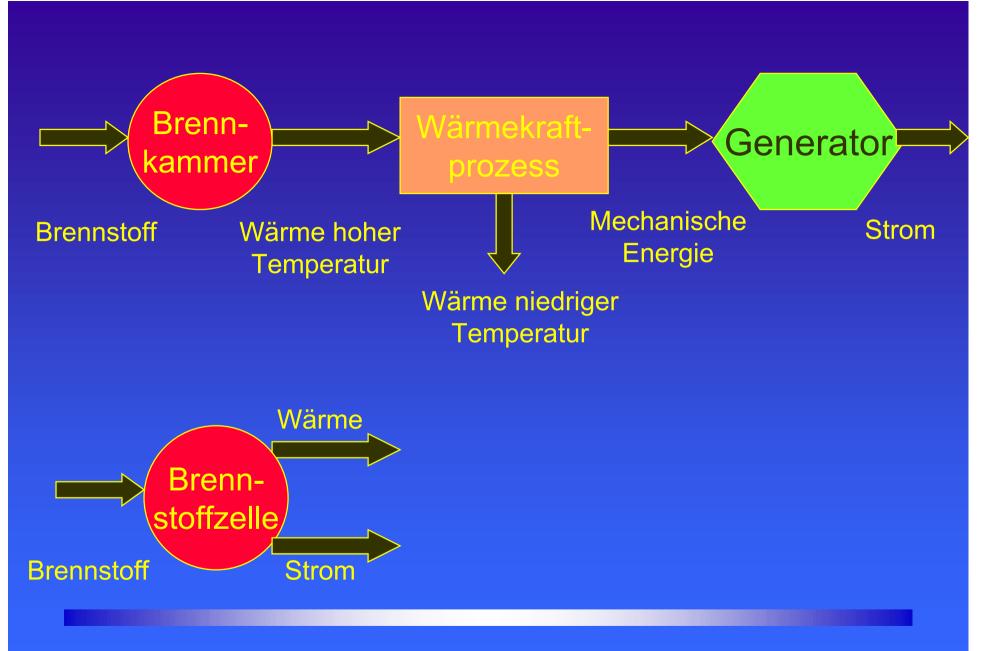
- RaumfahrtSpezieller
- Spezieller terrestrischer Einsatz

1866 Erste Dynamomaschine
Werner von Siemens
Energieumwandlungsstufen:
chemisch - thermisch mechanisch - elektrisch

 Grundlage der Elektrizitäts-Versorgung

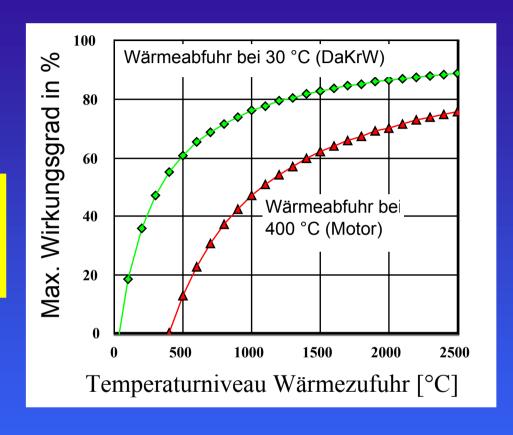


Stromerzeugung im Vergleich



Stromerzeugung im Vergleich

$$\eta_{\max} = \frac{t_{zu} - t_{ab}}{t_{zu} + 273^{\circ}C}$$



a) Hohe Temperatur Wärmezufuhr:

- Brennstoff: kein Problem
- Arbeitsstoff:
 - Heissdampf (Kohle-KW): bis 650 °C
 - Sattdampf (Atom-KW): bis 300 °C
 - Luft (GT, Motor): unbegrenzt
- Material: 1200 °C

$$\eta_{\max} = \frac{t_{zu} - t_{ab}}{t_{zu} + 273^{\circ}C}$$

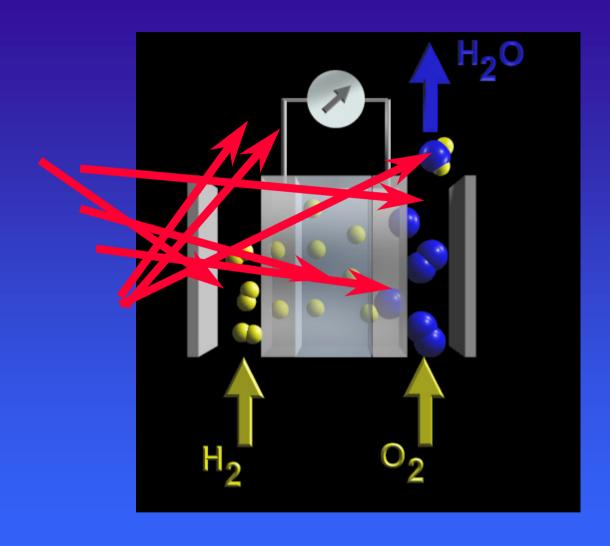
b) Geringe Temperatur Wärmeabfuhr:

- Dampf-KW: sehr gut (30 °C)
- Dampf-KWK: gut (70 .. 200 °C)
- GT und Motoren: schlecht (300 .. 600 °C)

c) Hoher Gütegrad (g):

- Dampf-gross: sehr gut (0,7 .. 0,85)
- Dampf-klein: schlecht (0,55 .. 0,75)
- GT und typ. Motoren: schlecht (0,45 .. 0,7)
- Stirlingmotor: sehr gut (bis 0,9)

Wege zum hohen Wirkungsgrad



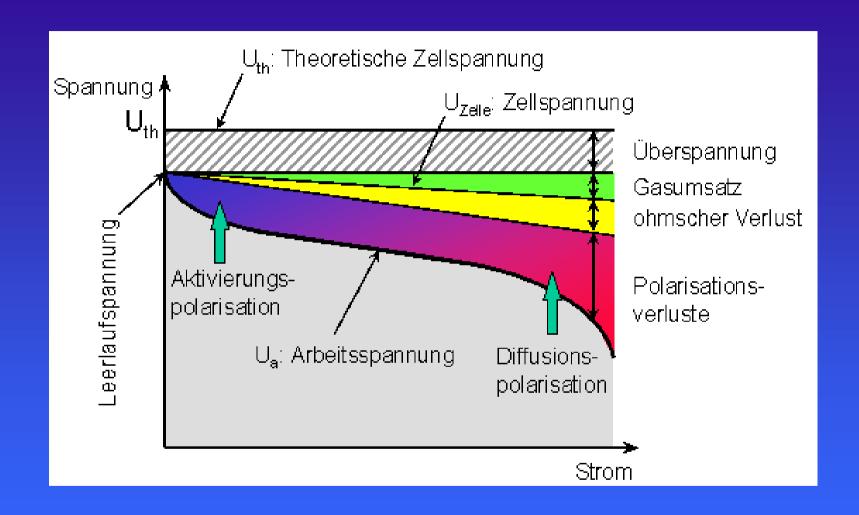
Funktionsprinzip einer Brennstoffzelle

$$\eta = \frac{t_{zu} - t_{ab}}{t_{zu} + 273^{\circ}C} * g$$

1. Keine reale Temperatur der Wärmezufuhr:

- => kein temperaturbedingtes Werkstoffproblem
- => keine Schadstoffe ausser CO2
- 2. Scheinbare Temp. der Wärmezufuhr hoch:
 - => gute Voraussetzung für hohe Effizienz aber: Gütegrad schlecht oder Temp. Wärmeabfuhr hoch
- 3. Keine bewegten Teile:
 - => leise
 - => potenziell zuverlässig

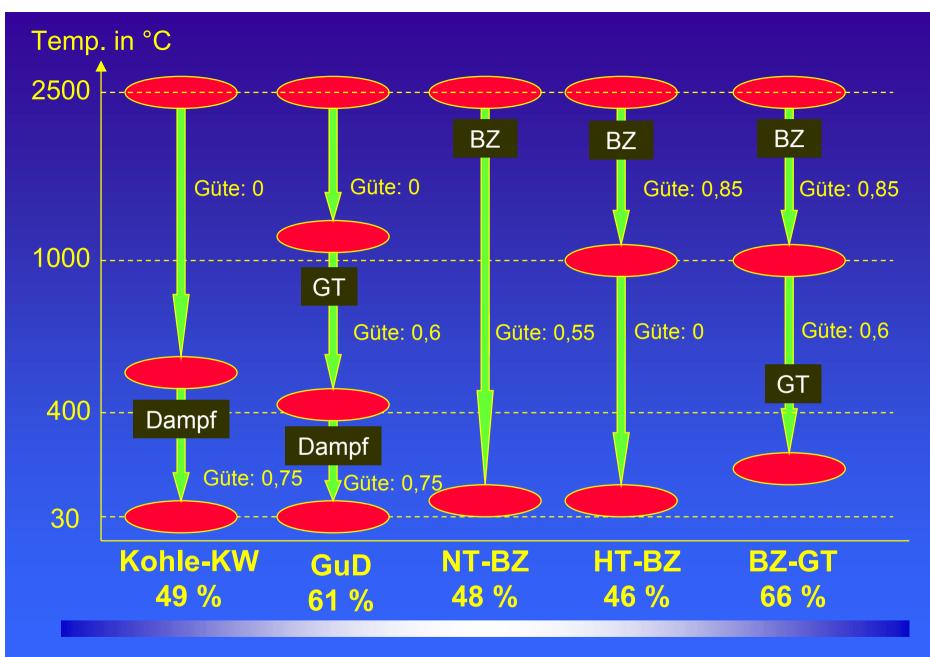
Die Brennstoffzelle aus thermodyn. Sicht



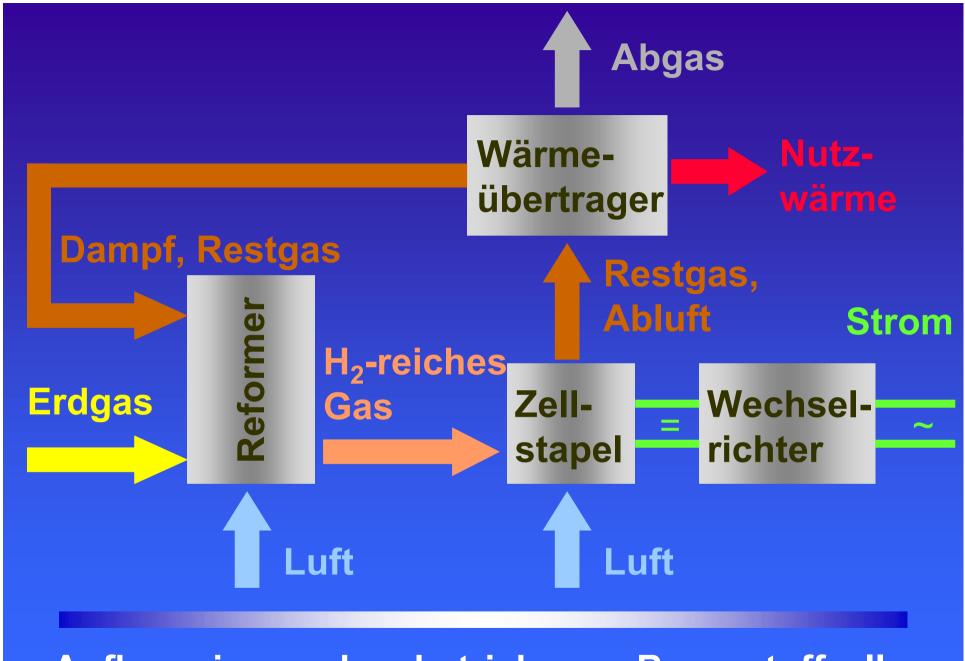
Verluste in einer Brennstoffzelle

Name	Elektrolyt	Temp.	Brennstoff	Güteg.	Wirkg-g.	Bemerkung
		°C		%	%	
AFC	Kalilauge	65	H2			Problem: CO2 Nur Raumfahrt
PEMFC	Membran	80	H2	55	55	Problem: CO Gute Aussicht
PAFC	Phosphor- säure	200	H2	55	50	Einziges Serienprodukt
MCFC	Schmelz- karbonat	650	H2, CO	80	55	
SOFC	Festoxyd (ZrO2)	1000	H2, CO	85	55	

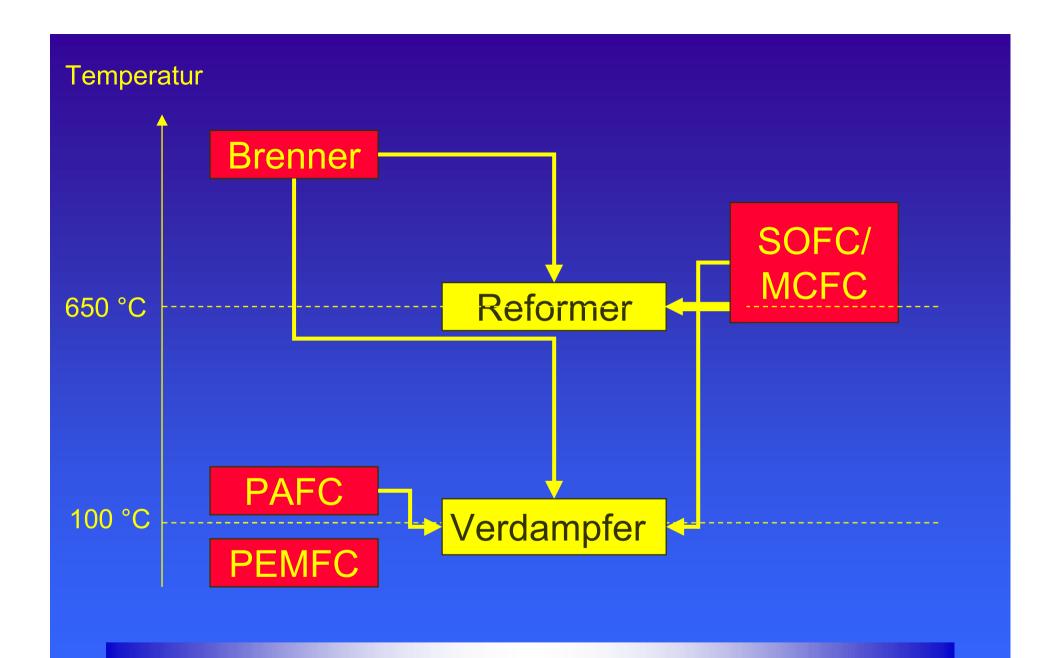
Arten von Brennstoffzellen



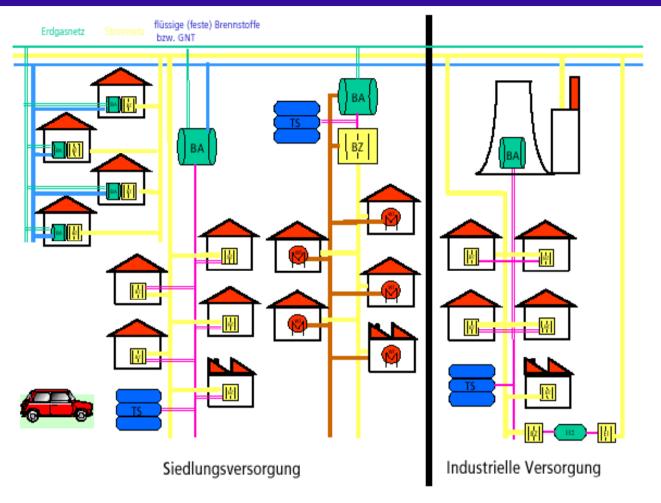
Übersicht Stromerzeugung aus Brennstoff



Aufbau einer erdgasbetriebenen Brennstoffzelle



Wärmeströme in einer BZ-Anlage



BA – Brennstoffaufbereitung, BZ – Brennstoffzelle, TS – Tankstelle, WT – Wärmetauscher, EL – Elektrolyseur, H₂-Wasserstoff-Speicherbehälter

Einordnung von Brennstoffzellen

Elt. Lstg.: 200 kW

Th. Lstg.: 220 kW

(30/110°C)

Elt. Wirk.-grad: 40 %

Preis: 900000 USD



PAFC ONSI

Elt. Lstg.: 250 kW

Th. Lstg.: 180 kW

(> 100°C?)

Elt. Wirk.-grad: 47 %

Preis: 5 Mill. DM



MCFC MTU

Elt. Lstg.: 1 kW

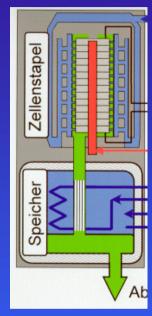
Th. Lstg.: 3 kW

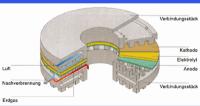
(> 100 °C ?)

Elt. Wirk.-grad: 25 %

Preis: 100000 DM







SOFC Sulzer

Technische Zielwerte

- Elektrische Leistung: 1-4,6 kW_{el} netzparallel
- Thermische Leistung: 1,5-7 kW_{th} plus ca. 25-50 kW_{th}
- Einsatz: Mehrfamilienhaus und Kleingewerbe
- Elektrischer Wirkungsgrad: > 35 %
- Gesamtwirkungsgrad: > 80 %
- Brennstoff: Erdgas
- Lebensdauer des Systems:
 15 Jahre
- Wartungsintervall: alle 2 Jahre (Inspektion jedes Jahr)
- Vor-/Rücklauftemperatur max. 70/55 °C



PEMFC von Vaillant

Vorteile

- ✓ hoher Wirkungsgrad
- ✓ gutes Teillastverhalten
- ✓ modulare Bauweise
- ✓ geringe Schadstoffemissionen
- geringe Schallemissionen

Nachteile

- eingeschränkte Lebensdauer
- zu hohe Kosten
- Entwicklungsstand

Vor- und Nachteile einer Brennstoffzelle