



PEFC – Systeme

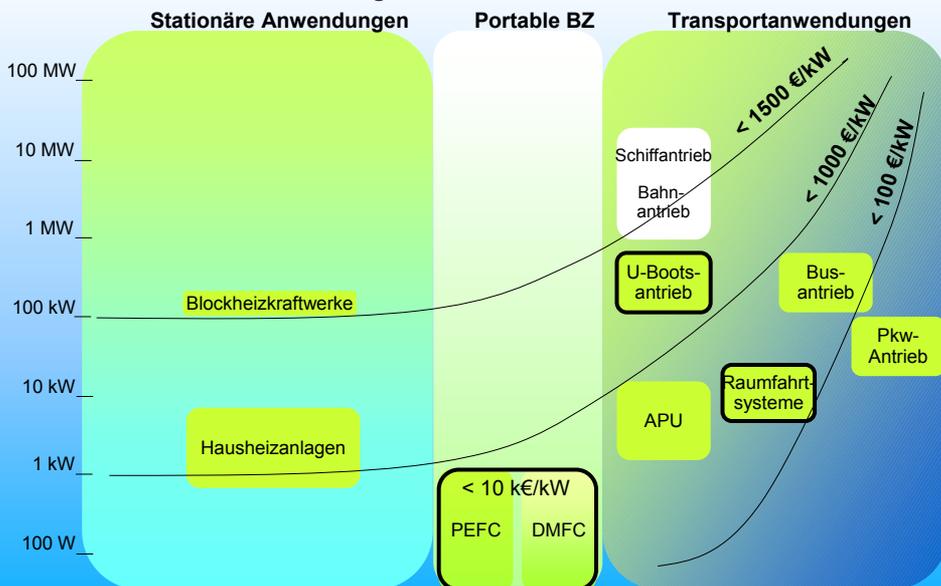
Detlef Stolten

300. WE-Heraeus Seminar
Energie-Forschung – Optionen in Entwicklung
Aufwand an Forschung, Kosten, Zeit
Potentiale im Verbund

26. – 28. Mai 2003

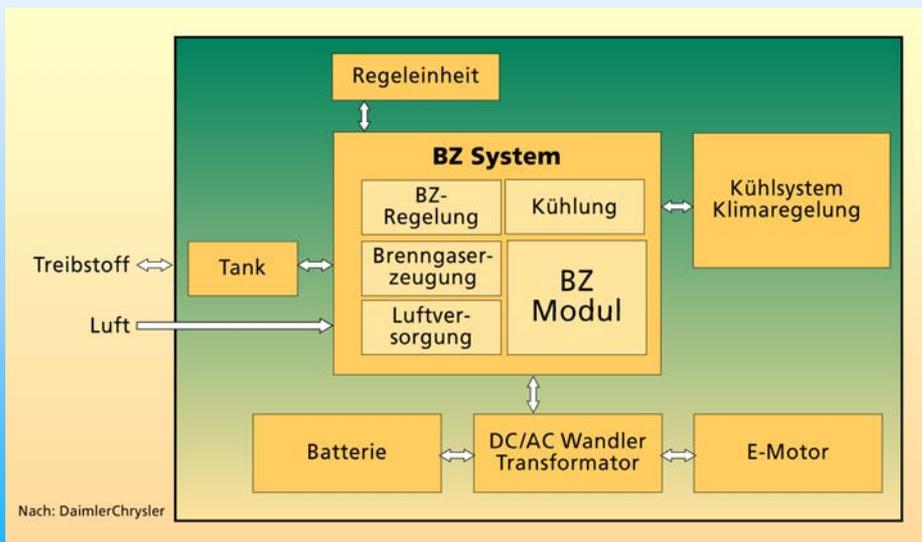


PEM-Brennstoffzellenanwendungen





Übersichtsskizze eines Brennstoffzellensystems am Beispiel eines Fahrzeugs



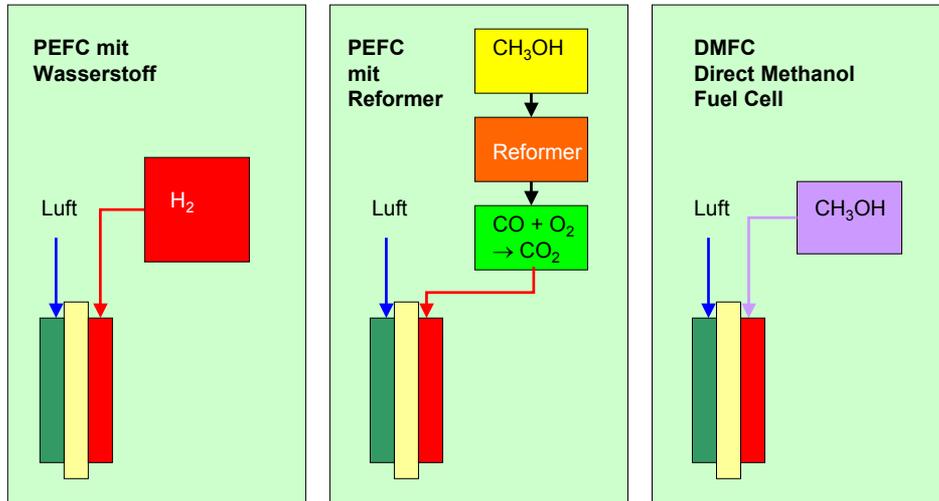
Requirements for Fuel Cell Systems

	stationary	transportation propulsion	transportation auxiliary power	portable
total life time	> 10 years	approx. 10 years	approx. 10 years	1...5 years
required power production time	40 000...80 000 hrs	5000 hrs	5000 hrs	1000...5000 hrs
thermal cycles	~ 100	~ 5000	> 10 000	depending on application
$\eta_{el.system}$	> 50%	> 40%	30...40%	> 20%
unit size	100...1000 kW decentralized power 1...50 kW residential power	50...70 kW automobiles 500...5 000 kW trams...trains 5...500 kW boats 1000...20 000 kW ships	5...10 kW automobiles, trucks, boats 50...200 kW airplanes 100...1000 kW ships	0.1...5 kW
specific target	limited through materials' cost	1 kg/kW	10 kg/kW automobiles << 5 kg/kW airplanes	limited through portability
specific target cost	1500 €/kW	30...50 €/kW automobiles	100...200 €/kW automobiles	<5000 €/kW
Allowable degradation rate*	0.13...0.25 %/1000 hrs	~ 2 %/1000 hrs	~ 2 %/1000 hrs	2...10 %/1000 hrs

* corresponding to 10% of degradation over life time



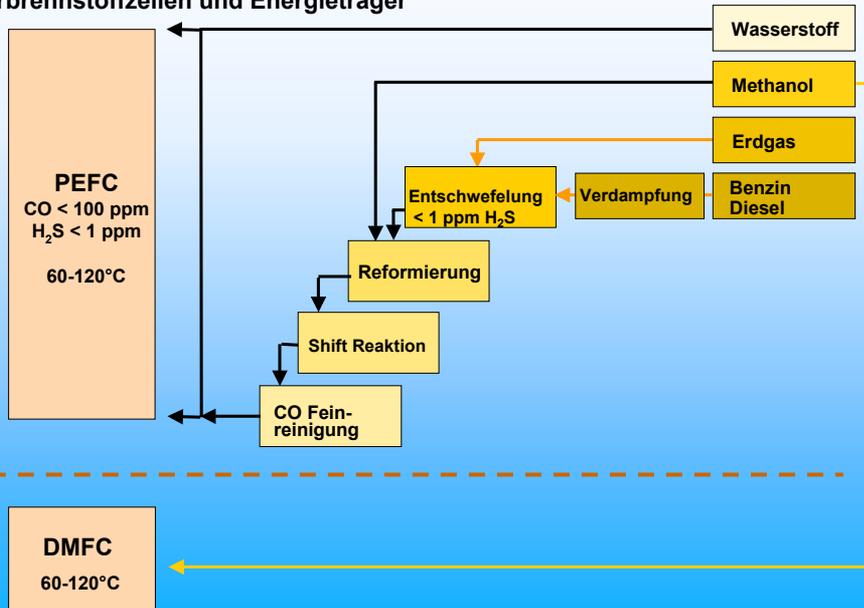
Systemkonzepte für Polymerbrennstoffzellen



Institut für Energieverfahrenstechnik (IWW3)



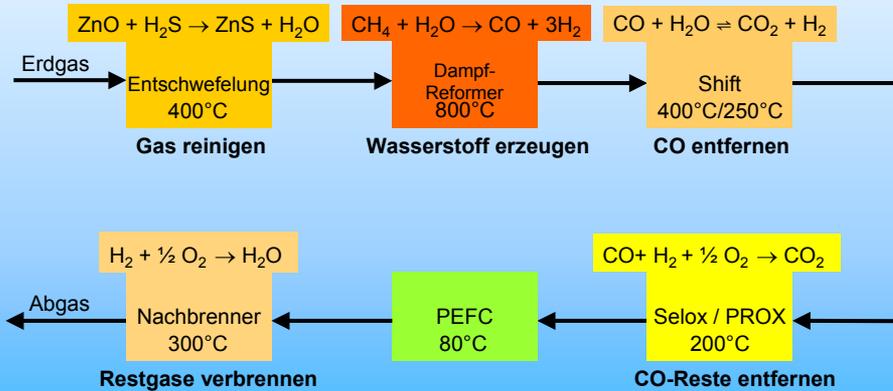
Polymerbrennstoffzellen und Energieträger



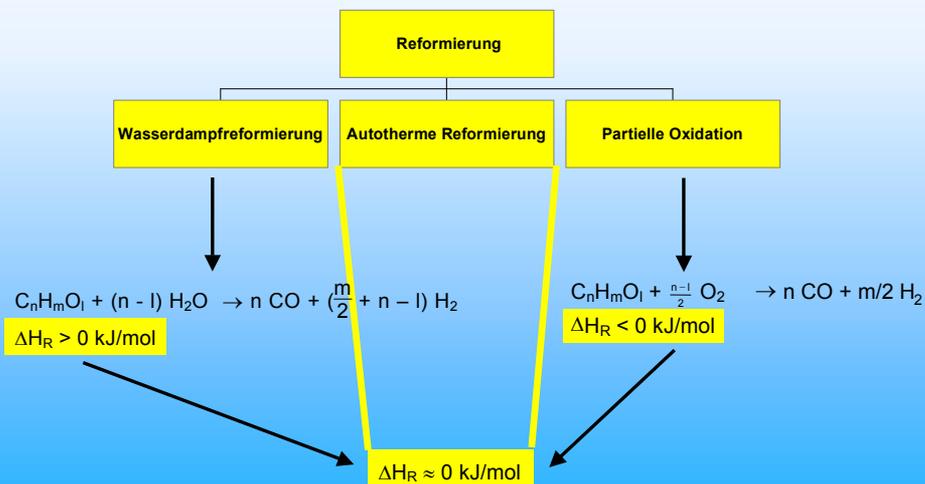
Institut für Energieverfahrenstechnik (IWW3)



Beispiel der Brenngasaufbereitung für ein erdgasbetriebenes PEFC System

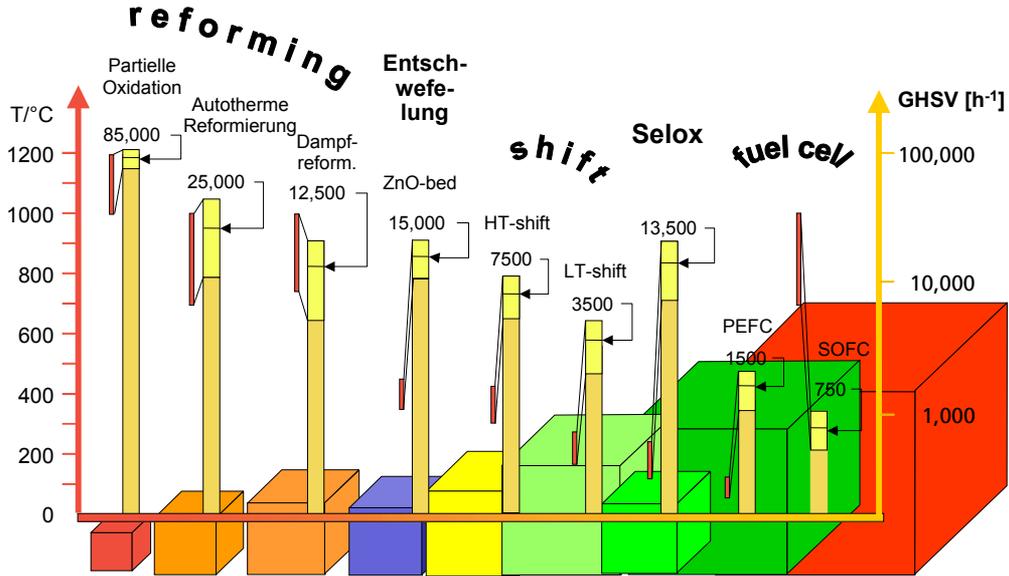


Reformierungsverfahren





Arbeitstemperatur, Raumgeschwindigkeit und Platzbedarf ausgewählter Prozessschritte



Institut für Energieverfahrenstechnik (IWW3)



PNGV # - Anforderungen an das PEFC-Stacksubsystem für Pkw

Characteristic	Units	Calendar Year		
		1997	2000	2004
Stack system power density (net power)	W/L	300	350	500
Stack system specific power	W/kg	300	350	500
Stack system efficiency @ 25% peak power	%	50	55	60
Stack system efficiency @ peak power	%	40	44	48
Precious metal loading	g/peak kW	2.0	0.9	0.2
Cost (500,000 units per year)	\$/kW	200	100	35
Durability (< 5% power degradation)	hour	>1000	>2000	>5000
Cold Startup to max. power 20°C	min	2	1	0.5
CO tolerance (steady state)	ppm	10	100	1000
CO tolerance (transient)	ppm	100	500	5000

PNGV: Partnership for new generation vehicles, USA

Quelle: **Arthur D Little**

Institut für Energieverfahrenstechnik (IWW3)

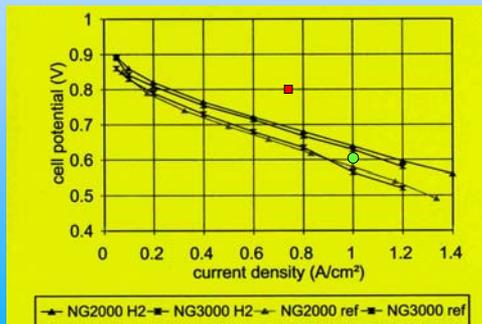


Bedeutung des Zellwirkungsgrades

$$\eta_z = \eta_{th} \cdot \eta_E = \frac{E_z}{E_H^0} \quad \text{Zellwirkungsgrad}$$

Zielgröße für die PEFC-Entwicklung (Daten aus PNGV):

- Leistungsdichte 600mW/cm²
- Wasserstoff/Luft-Betrieb
- Leistungsvariante: 600 mV @ 1000 mA => η= 48 % ●
- Wirkungsgradvariante: 800 mV @ 750 mA => η= 64 % ■

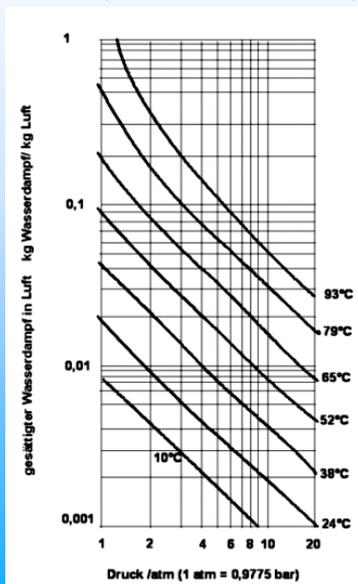


NG 2000: 292 cm² Zellfläche
NG 3000: 596 cm² Zellfläche

Reformat: 40% H₂; 40% N₂; 20% CO₂
λ = 1,67



Grundlagen des Wassermanagements

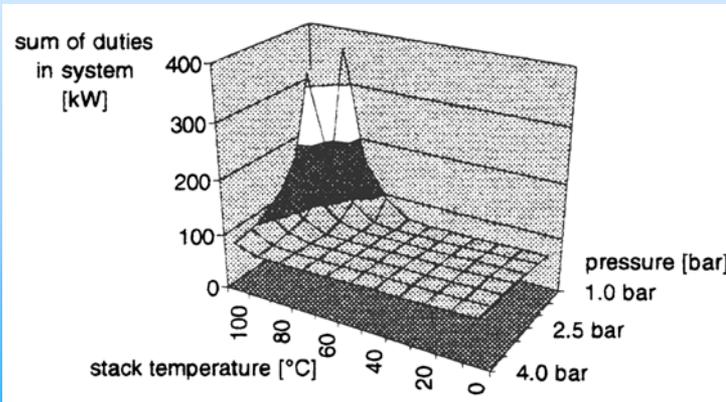


Verdampfungsenthalpie von Wasser ≈ 2300 kJ/kg
≈ 41 kJ/mol

Wärmekapazität von Wasser C_{p 20/90} ≈ 4,2 kJ / kg·K



Einfluß von Temperatur und Druck auf den Eigenverbrauch eines Systems



Sum of duties for a 50 kW system:

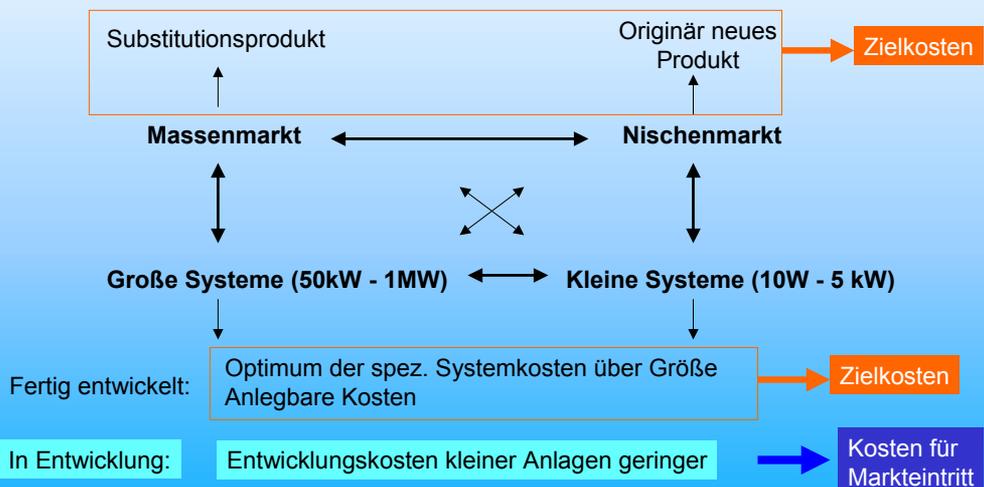
- compressor
- air intercooler
- humidifier
- condenser
- car radiator

Source: ECN

Institut für Energieverfahrenstechnik (IWW3)



Kostensituation bei der Markteinführung



Institut für Energieverfahrenstechnik (IWW3)



Markteinführung

Die Markteinführung wird auf Nischenmärkten geschehen

Kleine Einheiten sind bevorzugt durch

- Geringeren Kapitalbedarf
- Geringeres Risiko für Garantien / Gewährleistung / notwendige Kulanz

Reformierung ist wesentlich für flächendeckende Verbreitung

- Schnellere Einführung der Technik möglich
- Breitere Einführung gerade in Nischenmärkten möglich

Forschung , Entwicklung und Markteinführung müssen parallel laufen

Systeme mit höherem Wirkungsgrad werden gebraucht

Grundlage für Lebensdauervorhersage muß geschaffen werden



Forschungsbedarf Brennstoffzelle

- ➔ Zell- und Stacktechnik für DMFC und PEFC, SOFC;
Tailoring von Elektroden und Diffusionslagen; Analytik
- ➔ Produktionstechnik (Herstelltechnik elektrochem. Komponenten, **Assemblierung**)
- ➔ Brenngasaufbereitung, insbes. marktüblicher Energieträger (SOFC überwiegend Erdgas)
- ➔ Systemtechnik (Design und Bau, Reformierungssubsysteme, Leistungselektronik, Regelung)
- ➔ Systemanalyse
- ➔ Transienter Betrieb von Systemen incl. Kaltstart
- ➔ DMFC Membranen
- ➔ Hochtemperatur PEFC (120 - 180 °C; drucklos)
- ➔ Elektrolyse (Hochdruckelektrolyse, Bifunktionale Elektrolyse)

Wesentliche Werkzeuge, die BZ-Forschung vorantreiben:

- ➔ Modelling
- ➔ Werkstoffentwicklung (hier: Membranen und Katalysatoren)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

www.fz-juelich.de/iwv/iwv3
www.brennstoffzelle-nrw.de
www.lbz.rwth-aachen.de