



Energiespeichersysteme

1. Wasserstofftechnologie

- a) Gewinnung von Wasserstoff
- b) Sicherheitsproblematik
- c) Speicherung, Systemlösungen

2. Konventionelle Blockheizkraftwerke - Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung

3. Grundbegriffe der Brennstoffzellen-Technologie

- a) Funktionsprinzip
- b) Brennstoffzellen-“Stacks”
- c) Verschiedene Brennstoffzellentypen
- d) Reformierung (Gasaufbereitung)
- e) Gesamtsysteme

4. Technischer Einsatz von Brennstoffzellensystemen

- a) Mobile Anwendungen
- b) Stationäre Anwendungen



Brennstoffzellen in der dezentralen Stromversorgung



7,5 kW PEM-System der Firma "Avista"
mit 60 W-Submodulen für Haustechnik



7kW PEM-Aggregat
für Outdoor-
Betrieb (Fa.
"Home-Gen")



7 kW PEM-System der Firma "Plug Power" für
Haustechnik (Kraft-/Wärmekopplung)



Brennstoffzellen in der dezentralen Stromversorgung



BZ-Wandheizgerät von Vaillant

Bestandteile:

- ➔ Reformer
- ➔ PEM-Stack mit Wechselrichter
- ➔ Katalytbrenner für Wärmespitzen

Leistung (f. 6-Familien-Haus/Gewerbe):

- ➔ 3 kW elektrisch (1,5 kW 1-Familie)
- ➔ 35 kW thermisch

Geplante Markteinführung:

- ➔ Januar 2002 Feldtests
- ➔ ~ 2004 breiter Verkaufsstart
(100.000 Anlagen in 2010)

Kosten:

- ➔ 10.000 €/kW_{el} f. Pilotanlagen
- ➔ 1.500 €/kW_{el} f. Serienmodelle



Weitere Arbeiten von Buderus, Bosch/Junkers, ...



PAFC-Modul als Blockheizkraftwerk



Stacks



Gasaufbereitung



PAFC-Anlage der Firma "ONSI"
als BHKW in Oranienburg
(250 kW_{el} , Abwärme 60°C)



MCFC-Module als (Block-)heizkraftwerk



MCFC-Anlage der Firma "ERC"
(250 kW_{el}, Abwärme ~450°C)



MCFC-Anlage der Firma "ERC"
als HKW in Santa Clara (USA)
(2 MW_{el}, Abwärme 450°C)

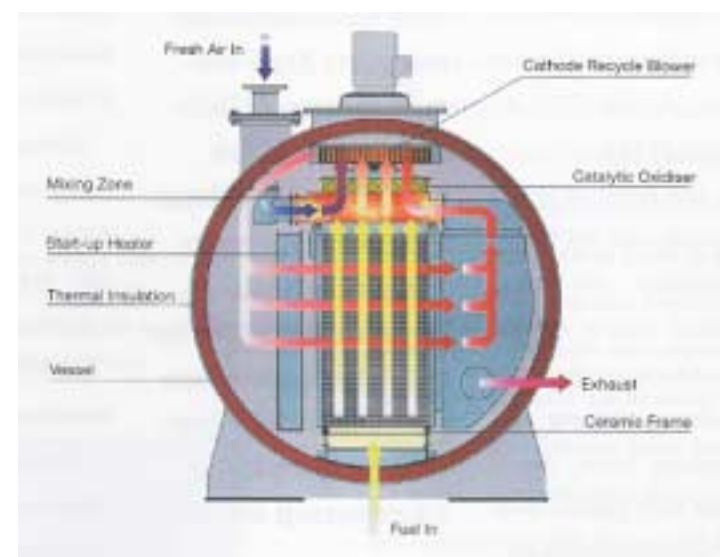


MCFC-Modul als Blockheizkraftwerk



Quelle: MTU/Stadtwerke Bielefeld

MCFC-Modul / "MTU/Friedrichshafen"
("Hot Module", 300 kW_{el},
Abwärmeneiveau: ~450°C)





MCFC-“Hot Module” bei den Stadtwerken Bielefeld



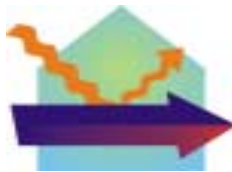
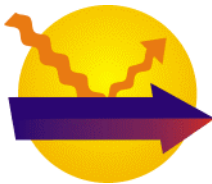
“MTU/Friedrichshafen”
 (“Hot Module”, 250 kW_{el})
 Abwärmenniveau: ~450°C)



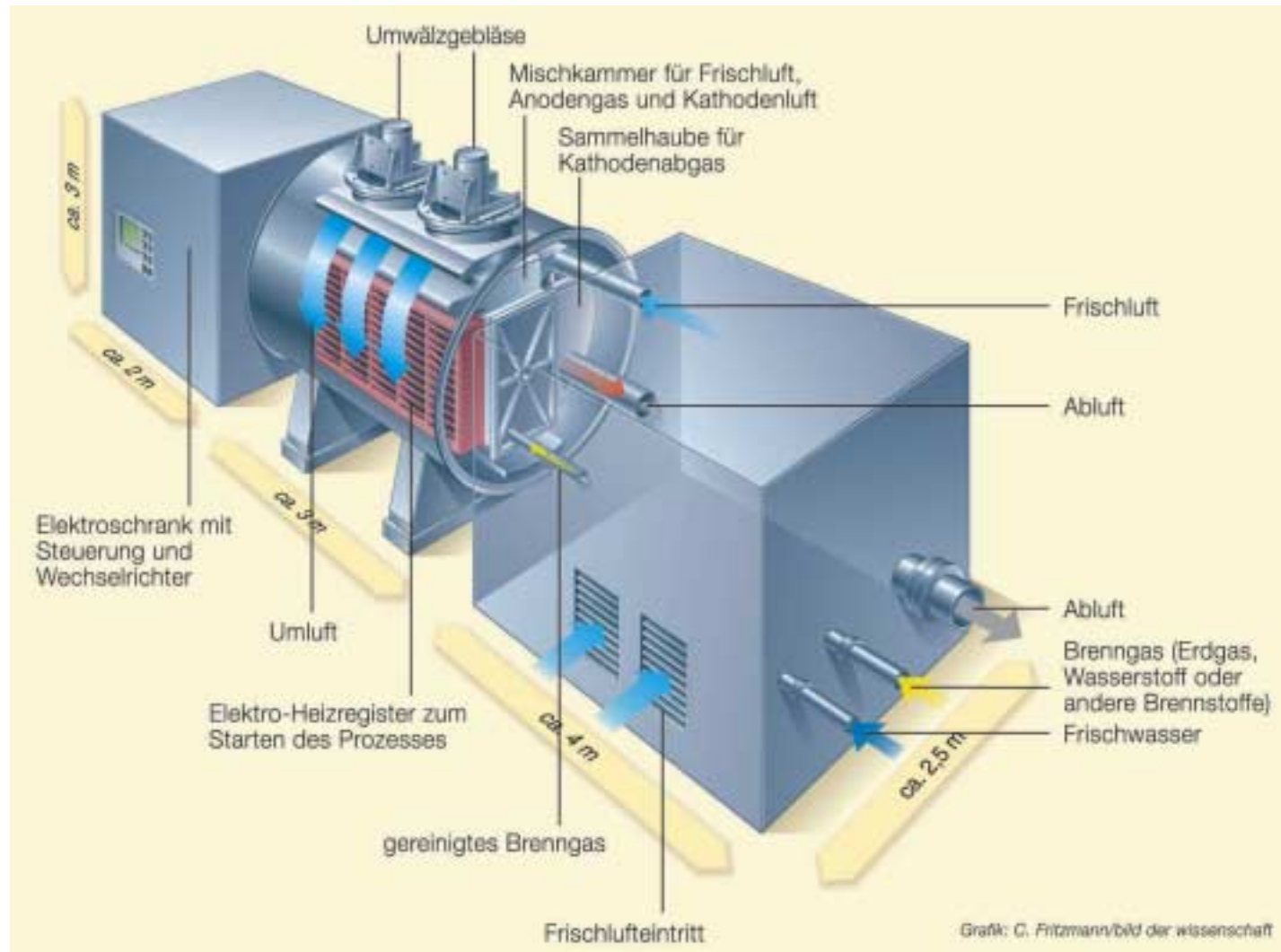
“Hot Module”
 vor der End-
montage in
 Ottobrunn,
 Stack mit
 Heizern



Außentemperatur-
messung in Bielefeld

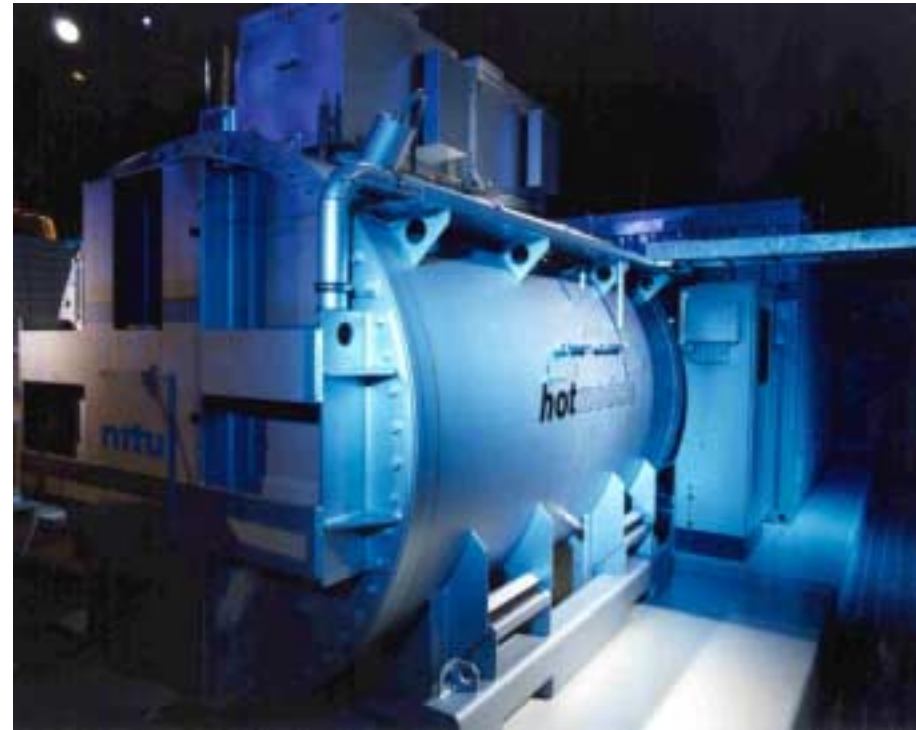
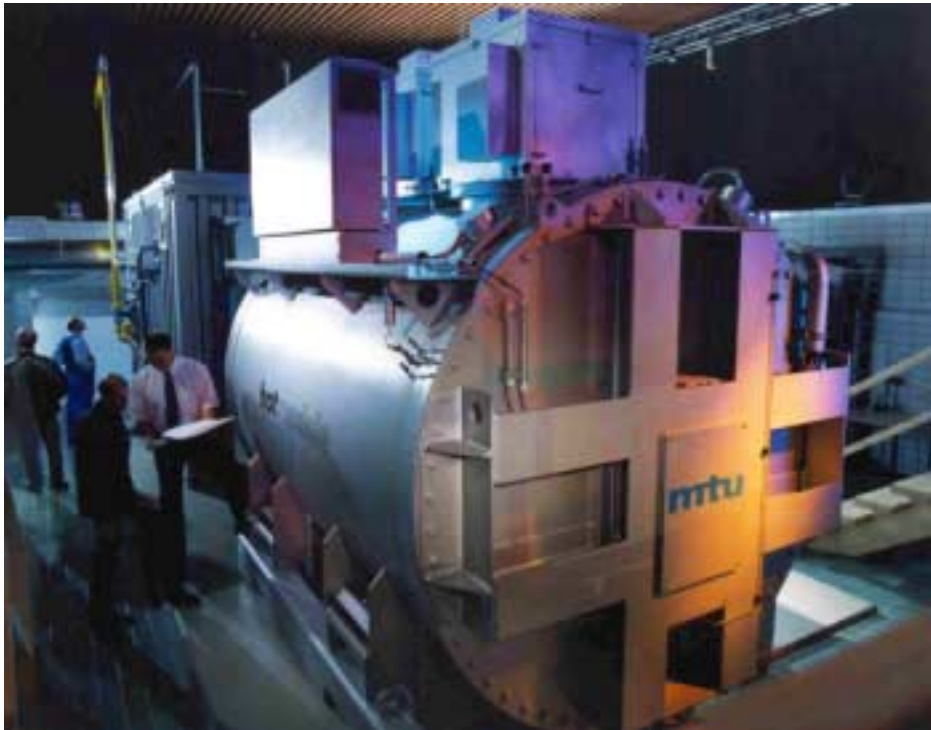


Das Hot Module: Anlagenschema

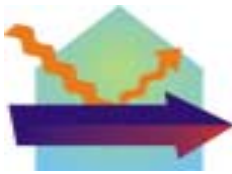
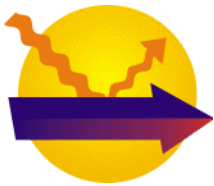




Das Hot Module: Pilotprojekt im Rhön-Klinikum (Neustadt/Saale)



Hot Module bei der Einweihung Mitte 2001



SOFC-Module als (Block-)heizkraftwerke



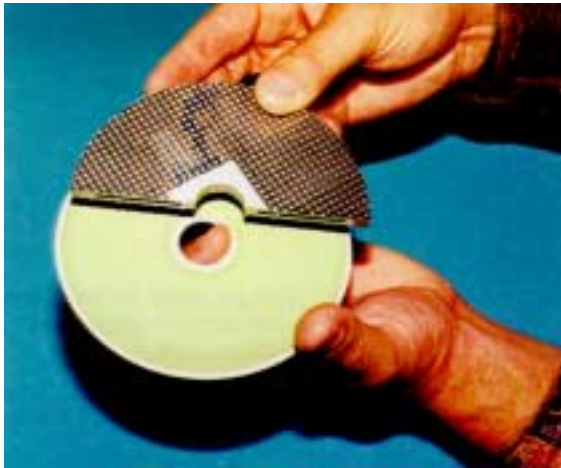
Planares Konzept eines SOFC-Moduls (Firma "Siemens/KWU", $10 \text{ kW}_{\text{el}}$, Abwärme auf $\sim 600^\circ\text{C}$)

Kombinationsmöglichkeiten:

1. Abwärmenutzung:
el. Wirkungsgrad bis 65%
2. Nachgeschaltete Dampfturbine:
el. Wirkungsgrad bis ca. 80%



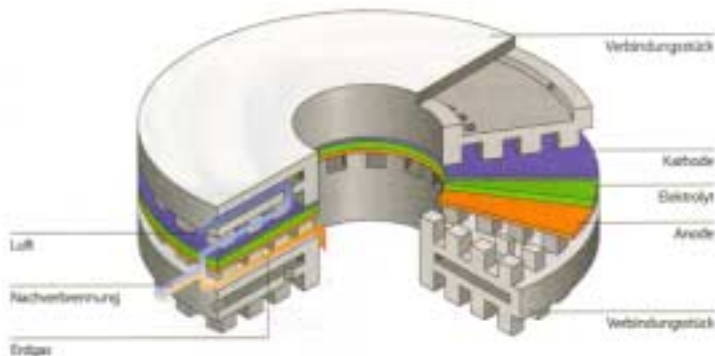
SOFC-Module als (Block-)heizkraftwerke - Fa. "Sulzer/Hexis"



SOFC-"Hexis"-Zelle



SOFC-"Hexis"-Stack



SOFC-"Hexis"-Zellschema

1kW_{el} -SOFC-
Anlage m. Gas-
brennwertgerät
(Fa. "Hoval")





BMW: Bordstromversorgung mit SOFC-Brennstoffzellen



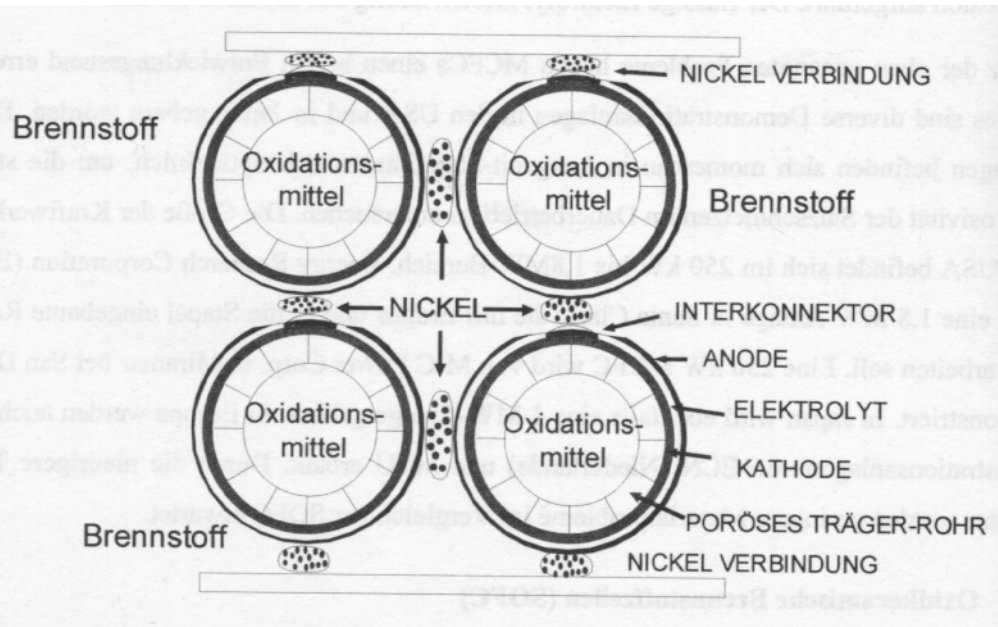
BMW-APU 7er-Reihe:

2kW SOFC-Modul (Delphi) für

- Standklimatisierung
- elektrische Wasserpumpe
- permanenter Turbolader
- elektrische Ventilsteuerung
- ...



SOFC-Module als (Block-)heizkraftwerke



Tubulares Zellkonzept der
Fa. "Westinghouse"



"Westinghouse"-SOFC-Modul

200 kW_{el}-Demonstrationsanlage
in Arnheim (NL)





Probleme bei der Einführung der Brennstoffzellentechnologie

- Geringe Lebensdauer der Zellstacks
- Momentan hohe Kosten
- Derzeit begrenzte Verfügbarkeit synthetischer Brennstoffe
 - Ungünstige Prozesswirkungsgrade
 - hohe Kosten synthetischer Brennstoffe
 - kaum vorhandene Infrastruktur alternativer Kraftstoffe