

Antriebskonzepte für die Mobilität von morgen

Prof. Dr.-Ing. Horst E. Friedrich
DLR, Institut für Fahrzeugkonzepte

f-cell, 25. September 2007, Stuttgart



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Folie 1

Prof. H.E. Friedrich > f-cell > 25.09.2007

Megatrends der Zukunft

Umsteuern bei Energie und Ressourcen

Antworten auf Klimawandel

Berücksichtigen von Mobilisierung
und Urbanisierung



Antriebskonzepte von morgen:

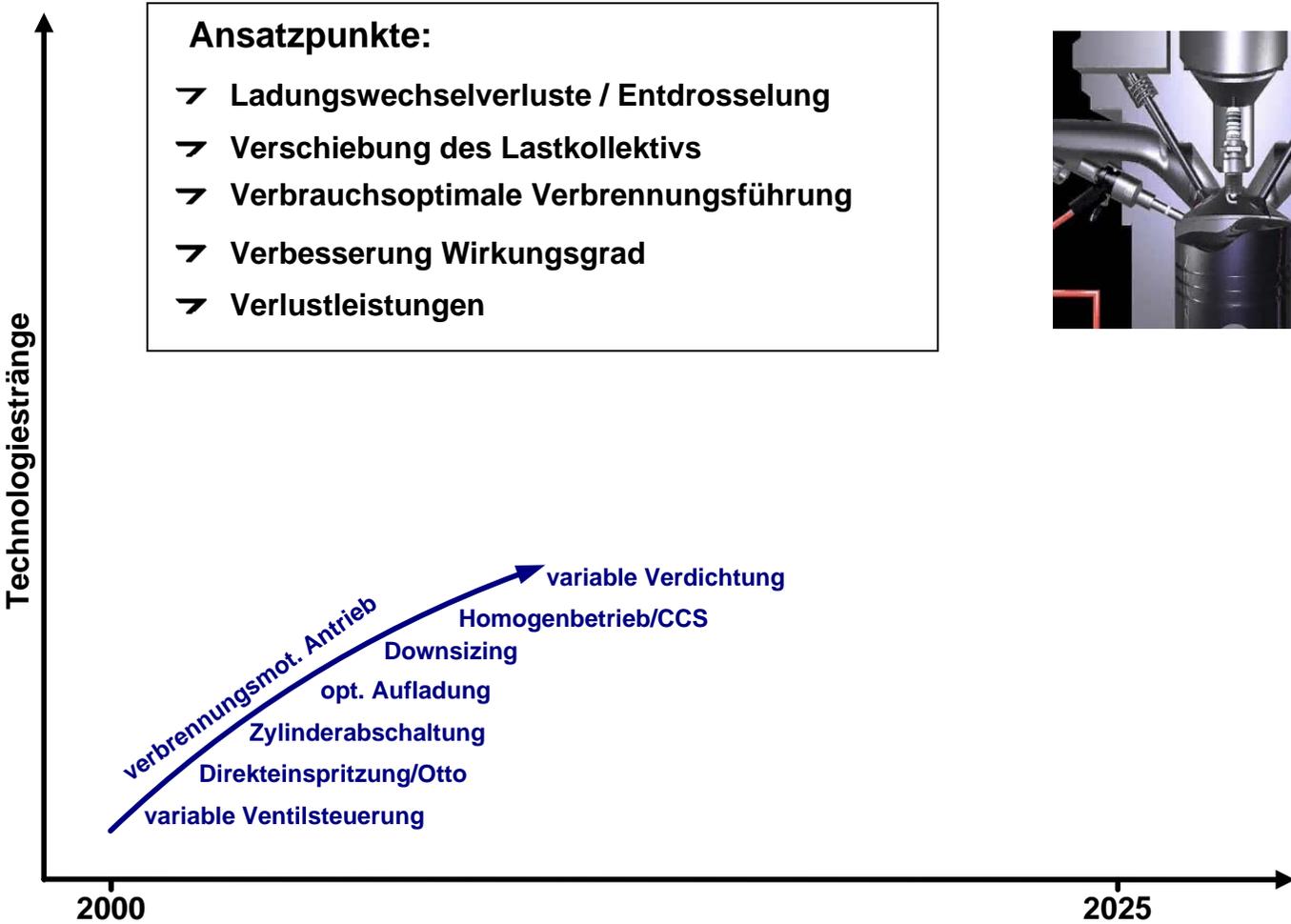
- Verringerung des absoluten Energiebedarfs
- Vermeidung schädlicher Emissionen
- Erreichen einer geopolitischen Unabhängigkeit durch Einsatz alternativer Kraftstoffe
- Verzichtsfrei und finanzierbar



1*



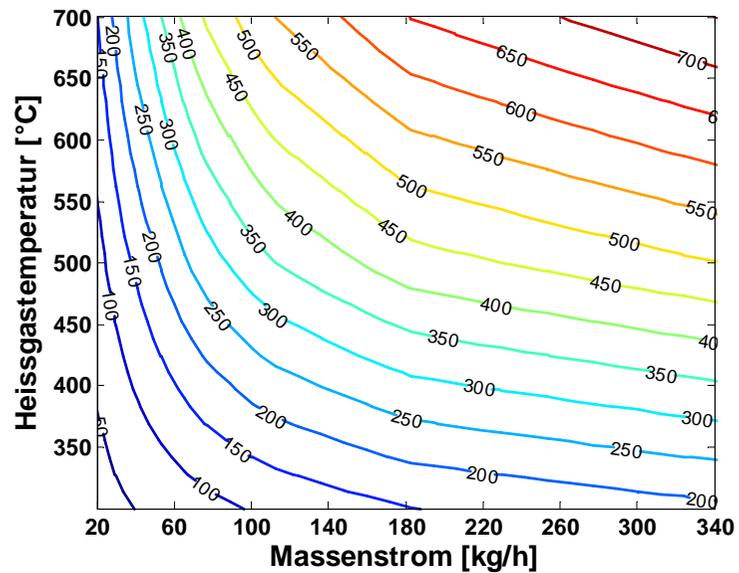
Antriebskonzepte der Zukunft - Verbrennungsmotoren



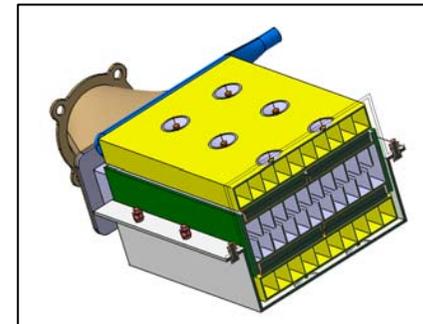
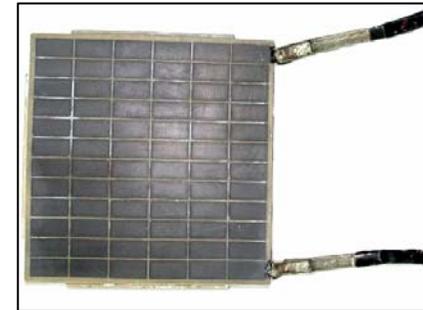


Nutzung von Verlustwärmeströmen

Berechnete Leistungsprognose eines TEG aus PbTe



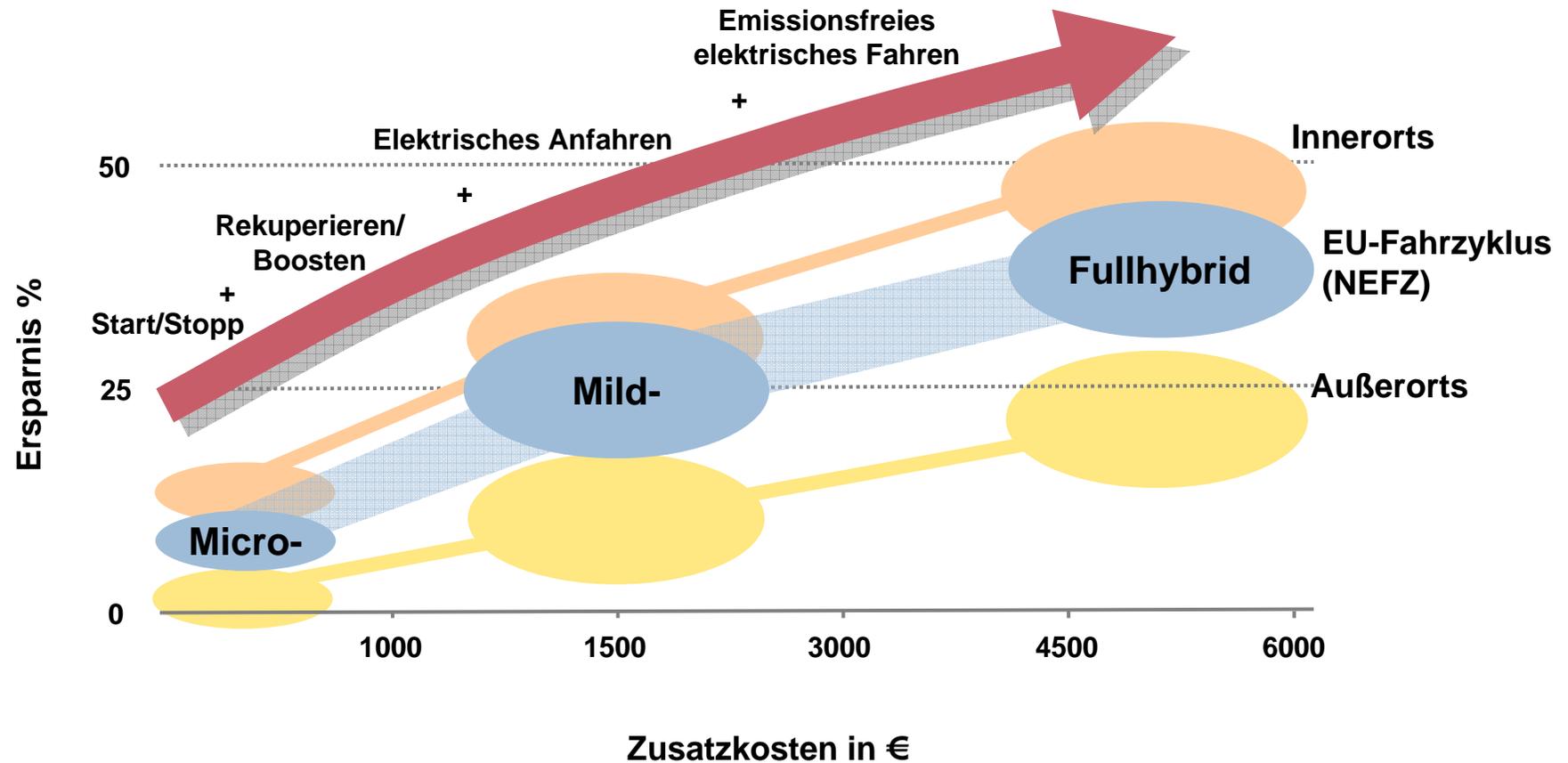
Elektrische Leistung des TEG in Abhängigkeit des Abgasmassenstroms und der Eintrittstemperatur bei einer Kühlwassereintrittstemperatur T_{KW} von 90 °C.





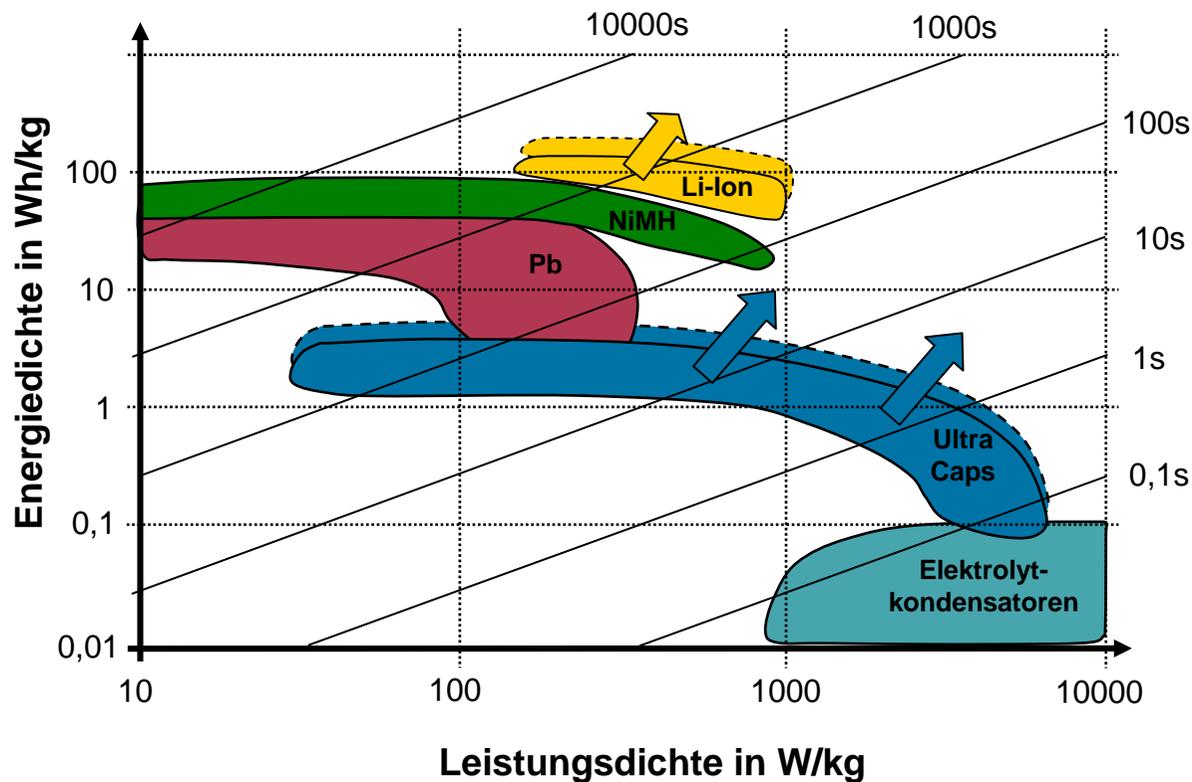
Elektro-Hybridantriebe

Kraftstoffeinsparung versus Kosten



Batterien

Energiedichte versus Leistungsdichte - Trends



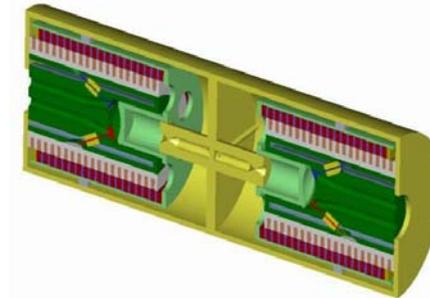
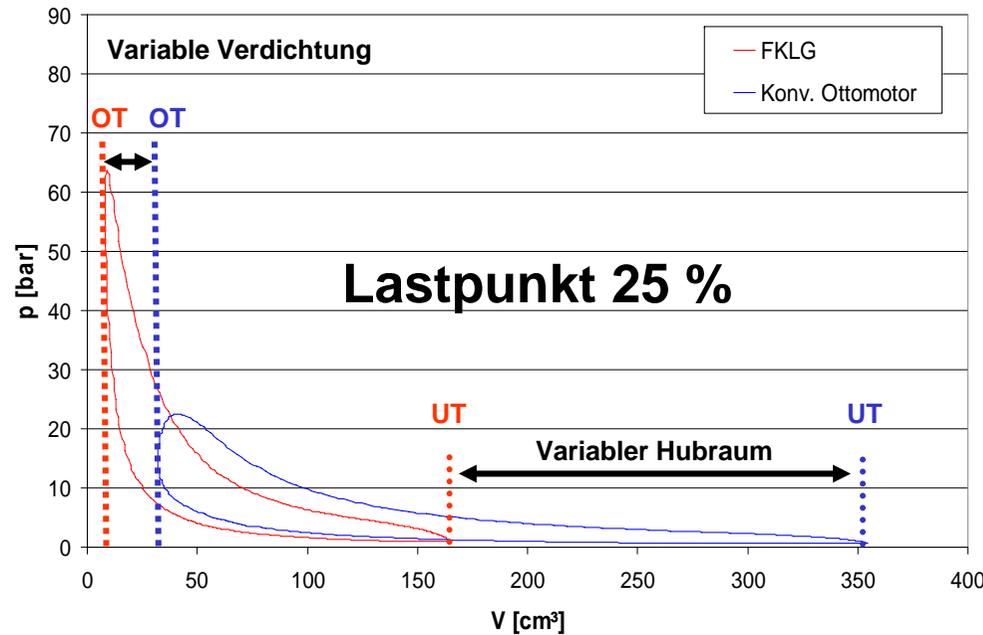
- Forschung an neuen Kathodenmaterialien (Co, Mn, Ni, Fe)
- Steigerung der Energiedichte
- Reduktion der Herstellkosten
- Erhöhung der Sicherheit (Überladung)

- Steigerung der maximalen Spannung
- Steigerung der Energiedichte
- Gewichtsreduktion
- Erhöhung der Lebensdauer bzgl. Temperatur- und Spannungsbelastung
- UltraCap-Controller zur Symmetrisierung der Zellenspannungen



Freikolbenlineargenerator (FKLG)

Hohe Teillastwirkungsgrade durch variable Verdichtung und variablen Hubraum



Erste Abschätzung der Wirkungsgradpotentiale für

- Variabler Hubraum
- Variable Verdichtung im Vergleich zu einem konv. Ottomotor mit Kurbelwelle

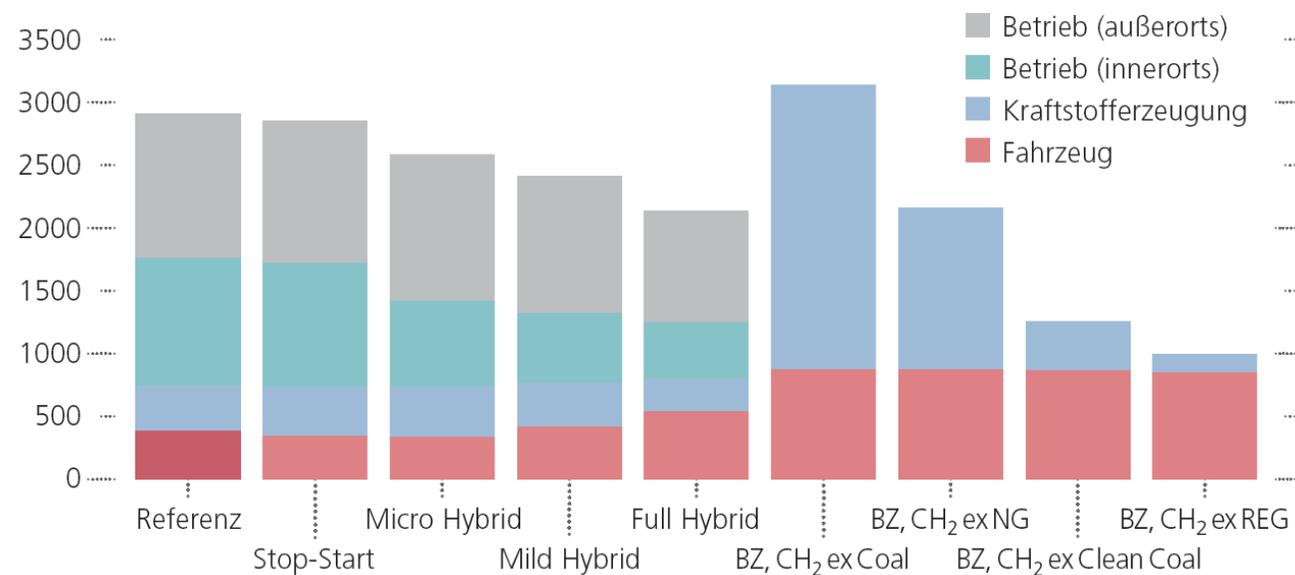
Lastpunkt	25 %	50 %	75 %	100 %
FKLG:	$\eta_{th} = 42.5 \%$	$\eta_{th} = 45.5 \%$	$\eta_{th} = 42.2 \%$	$\eta_{th} = 38.4 \%$
Konv. Ottomotor:	$\eta_{th} = 37.6 \%$	$\eta_{th} = 38.6 \%$	$\eta_{th} = 39.3 \%$	$\eta_{th} = 38.2 \%$



Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen

Well-to-wheel CO₂-Jahresemissionen verschiedener Antriebskonzepte

Kumulierte CO₂ Emissionen in kg/Jahr



Fahrleistungen für Deutschland 2003 (TREMOM-Modell, IFEU 2004)

Innerorts Otto Segment CD: 3877 km / Jahr

Außerorts Otto Segment CD: 8409 km / Jahr

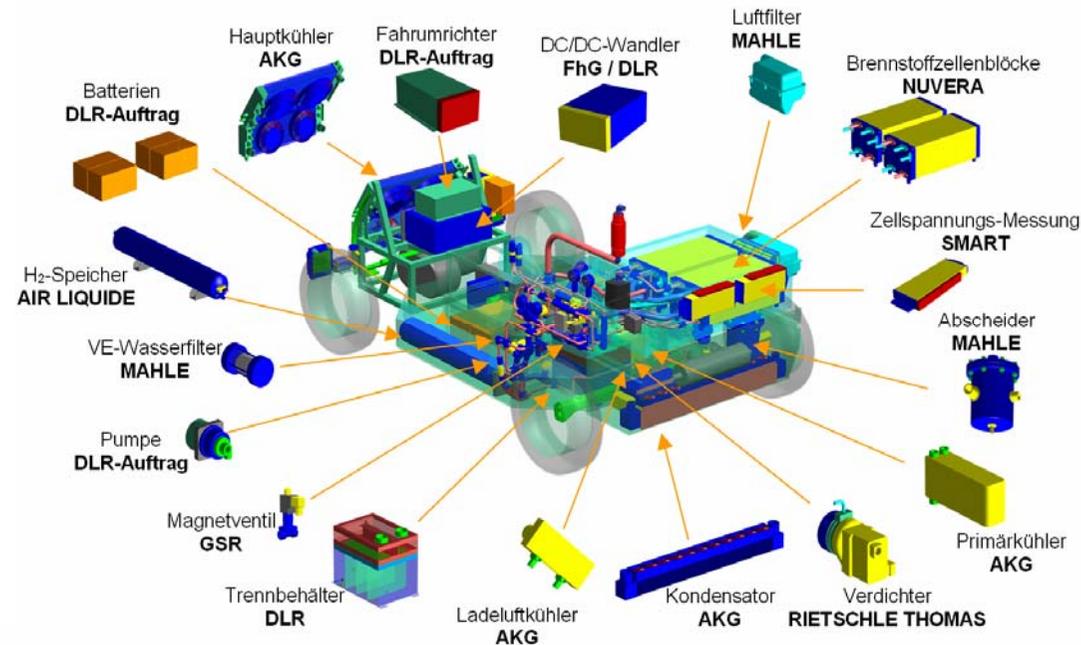
Nutzungszeit des Fahrzeugs zur Umlage der Herstelleremissionen: 10 Jahre



Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen

Hylite Brennstoffzellenhybrid (DLR)

- Kompetenzaufbau bei der Entwicklung von Komponenten für Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb
- 10 Partner aus der Industrie
- Nuvera Brennstoffzellenstapel 2 x 120 Zellen (23kW)
- Thien GT20-T Asynchronmotor (34 kW)



Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen

Mercedes-Benz F-600 Hygenius Brennstoffzellenhybrid

- Permanent erregter Synchronmotor
(85 kW, 350 Nm)
- Wassergekühlte Lithium-Ionen-Batterie
- Brennstoffzellenstack (60 kW)
- Wasserstoffdrucktank (700 bar)
- Neuer elektrischer Turbolader
(3 x kleiner und 7 x kleiner als bisher
verwendete Schraubkompressoren)
- Neues Befeuchtungssystem aus Hohlfasern
- 400 km Reichweite
- 170 km/h Höchstgeschwindigkeit





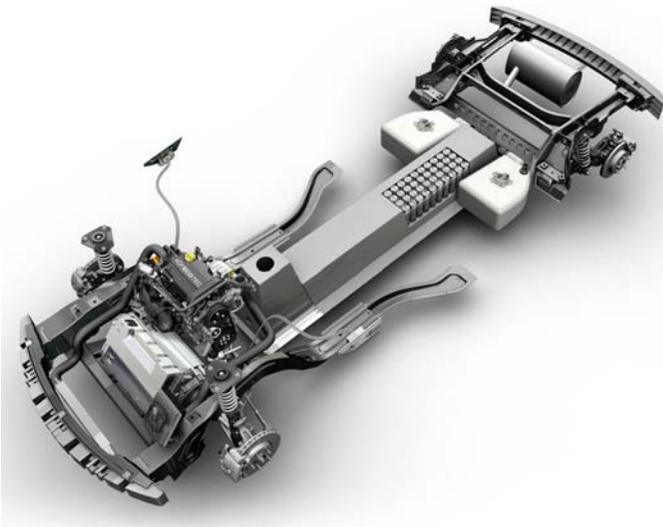
Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen

GM Volt (E-Flex) Serieller Plug-in-Hybrid

3-Zylinder Turbo (Benzin, E85)

- Elektrischer Generator (53 kW)
- Li-Ionen-Batterie (16 kWh, 320 V, 181 kg)
- Elektrischer Motor vorne (120 kW)

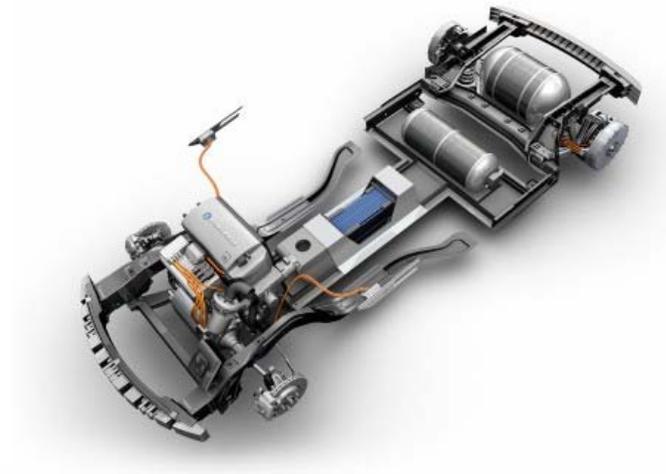
- Reichweite mit Batterie 65 km
- Reichweite gesamt 1000 km



Brennstoffzellensystem (80 kW)

- 4 kg Wasserstofftank
- Li-Ionen-Batterie (8 kWh, 320 V)
- Elektrischer Motor vorne (70 kW)
- 2 Radnabenmotoren hinten (25 kW)

- Reichweite mit Batterie 34 km
- Reichweite gesamt 514 km

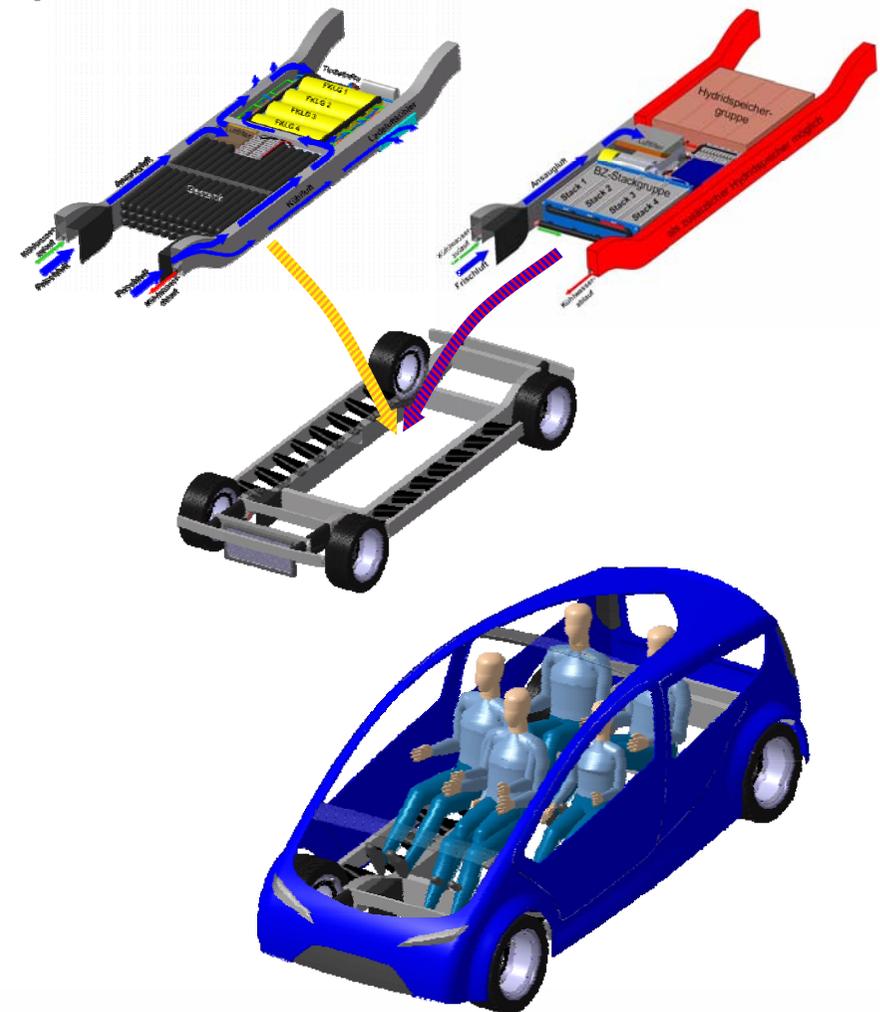


Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen

Modulares Antriebskonzept (DLR)

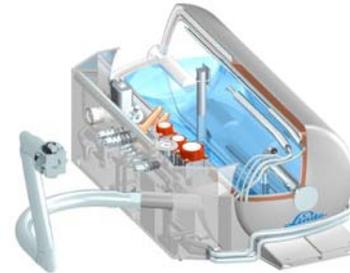
Ziele

- Anpassungsflexibilität für unterschiedliche Antriebstechnologien
 - Hybrid (Verbrennungs-/E-Motor)
 - FKLG
 - Brennstoffzelle
- Integration der Speicher und der Medienführung in die Last tragenden Strukturelemente
 - Synfuel
 - CNG
 - H₂
- Skalierbarkeit (Leistung)



Wasserstoffspeicher

Druckgasspeicher Flüssiggasspeicher Metallhydridspeicher



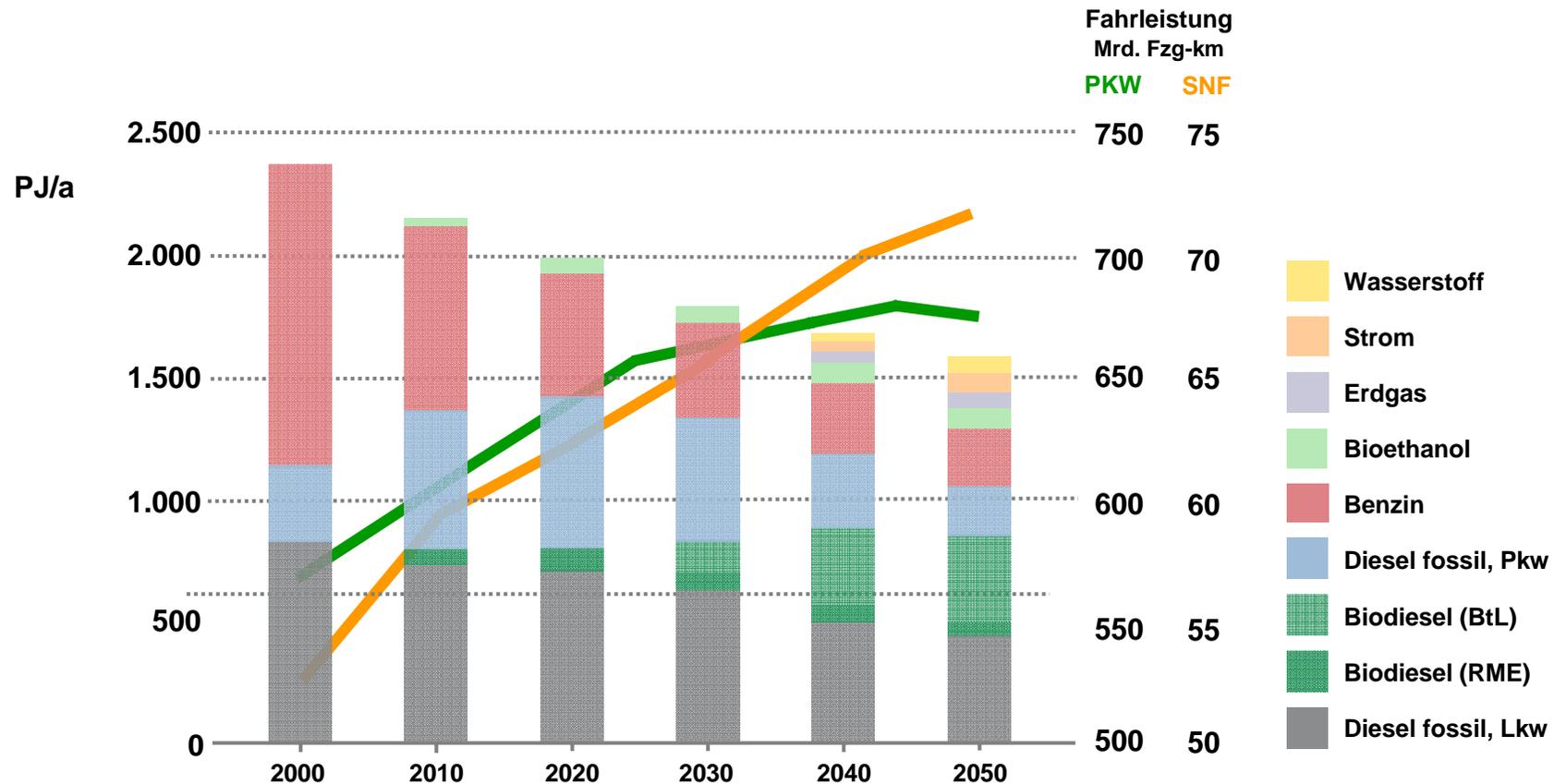
Betriebsdruck	700 bar	1 bar	6 - 30 bar ¹
Betriebstemperatur	25°C	-252,3 °C	70 °C - 170°C ¹
Kraftstoffmasse	10 kg	10 kg	10 kg ²
Systemmasse	180 kg	190 kg	240 kg ²
Systemvolumen	325 l	270 l	200 l ²
Systemkosten bei Massenfertigung	2000 € (6 kg H ₂)	-	-

¹ Abhängig vom Material
² Für NaAlH₄



Kraftstoffszenario für Deutschland

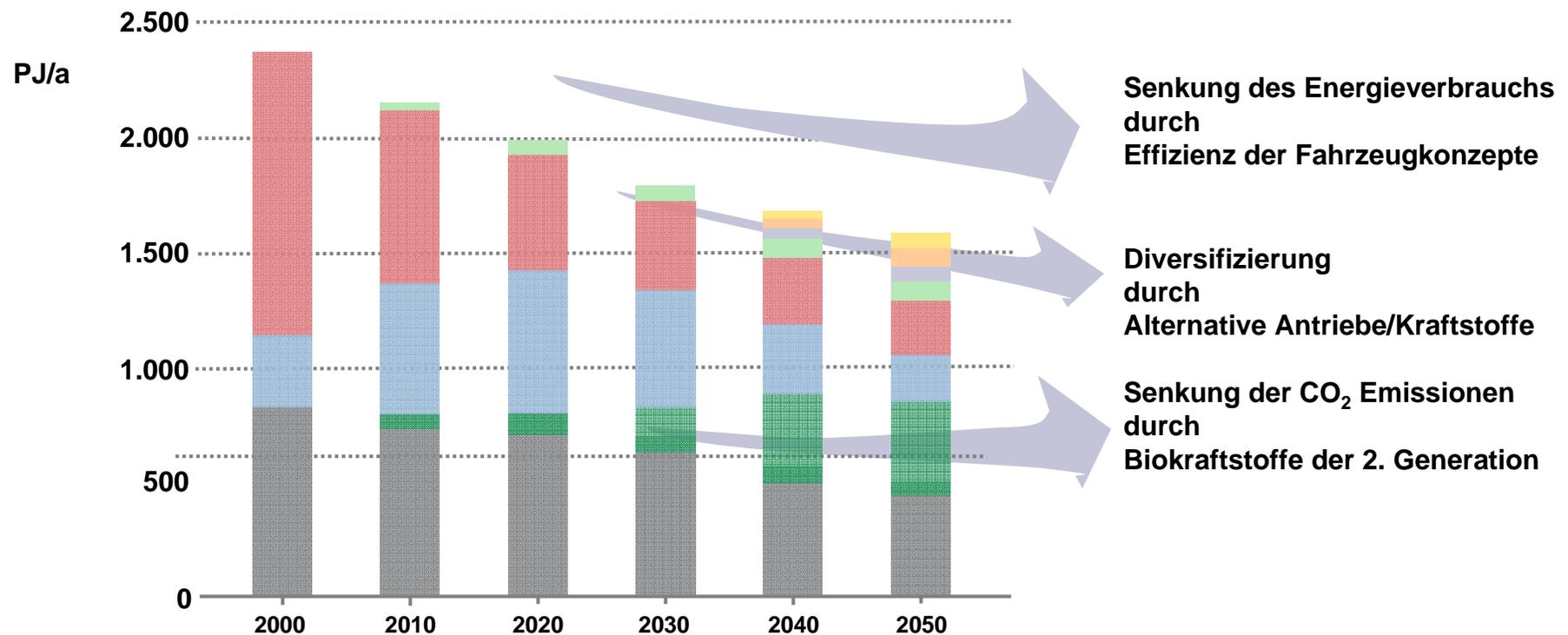
Hohe Fahrzeugeffizienz & flüssige Biokraftstoffe





KraftstoffszENARIO für Deutschland

Hohe Fahrzeugeffizienz & flüssige Biokraftstoffe



Technologiemix in der Flotte

Szenario „Ambitioniertes CO₂-Ziel“

