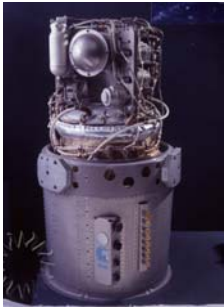


Brennstoffzellen im Kraftfahrzeug

Dr. Christian Wunderlich
Webasto Thermosysteme GmbH



AFC – Die Wasserstoff – Sauerstoffzelle des Apollo-Zeitalters
kommerziell wenig interessant (?)



PAFC – erstes industrielles Produkt UTC(IFC, ONSI) BHKW 200 kW
(> 200 Anlagen weltweit @ 3000US\$kW)
Entwicklung ohne Zukunftspotential (?)



DMFC – Sonderform der PEM Brennstoffzelle zum Betrieb mit flüssigem Methanol
hohes Potential Batterieersatz 10-250W

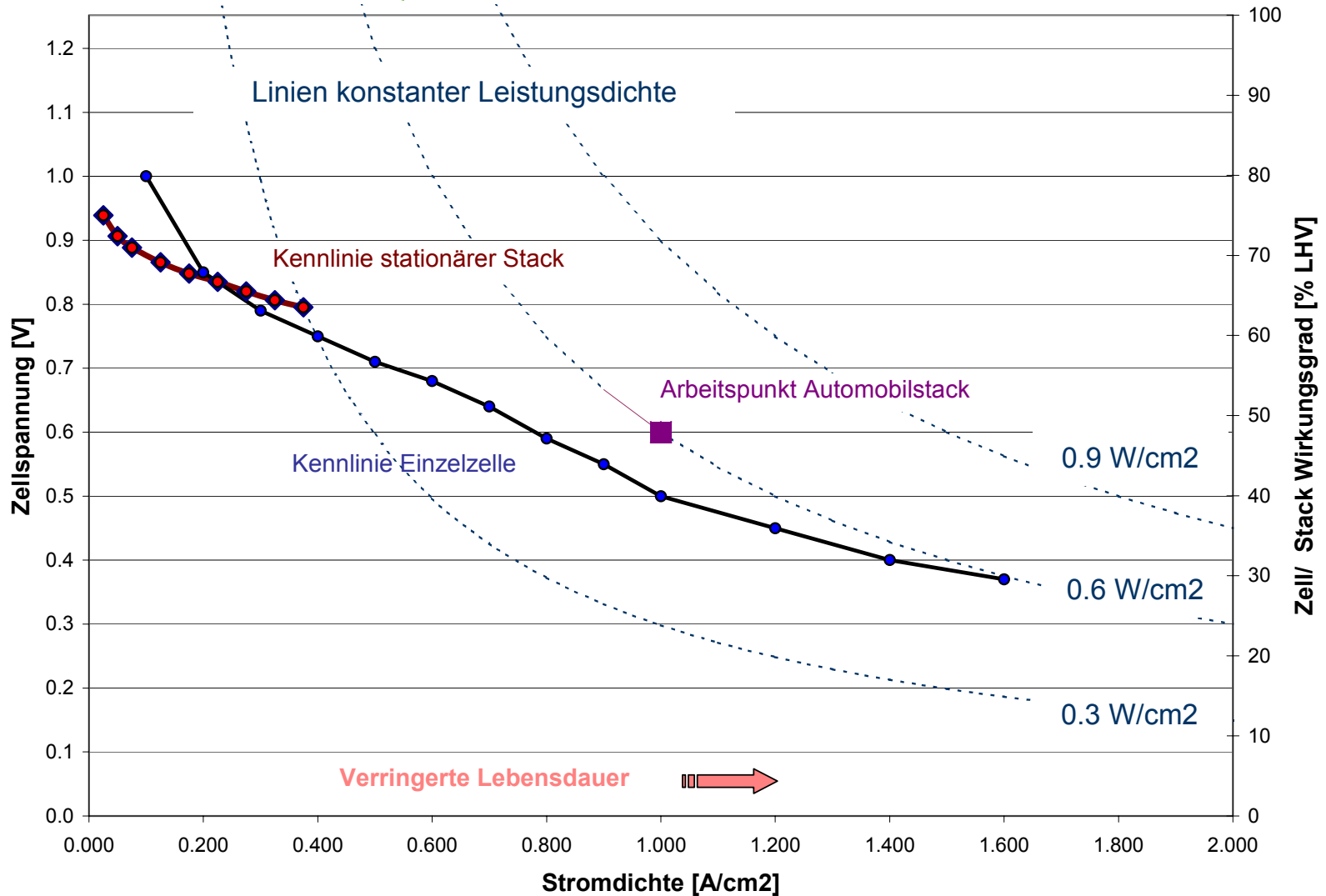


MCFC - Eine Brennstoffzelle für große stationäre Anlagen
weltweit sehr wenig Entwickler (FuelCellEnergy – MTU Hot Module)
Lebensdauer ?

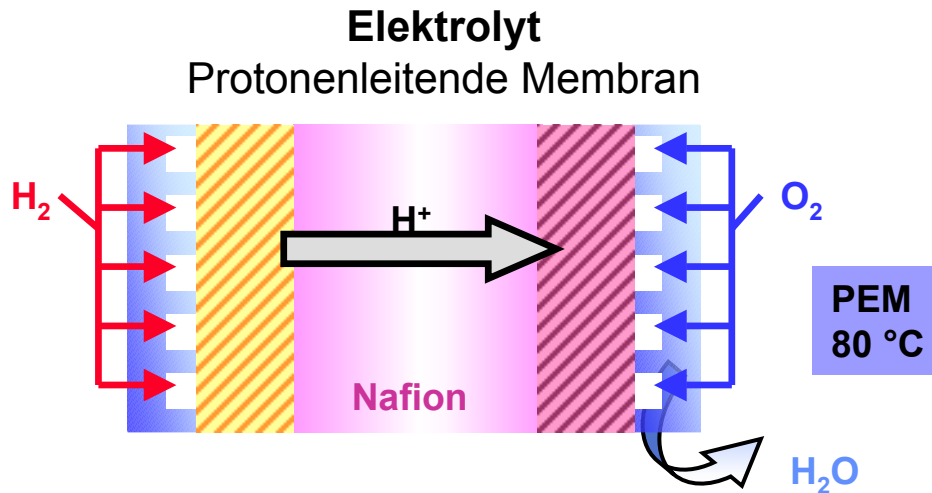
Elektrisches Verhalten einer Zelle

guter Wirkungsgrad

hohe Leistung



Brennstoffzellen Technologiestatus PEM



Kommerzielle Anwendungen:

Ballard Notstromgenerator 1kW
Plug (H-Power) Module 250W

Pre-kommerzielle Anwendungen:

- Hausheizgeräte (Vaillant 7kW)
- Kfz.-Antriebe auf H₂-Basis
alle Hersteller 5 –250kW

Kritische Faktoren:

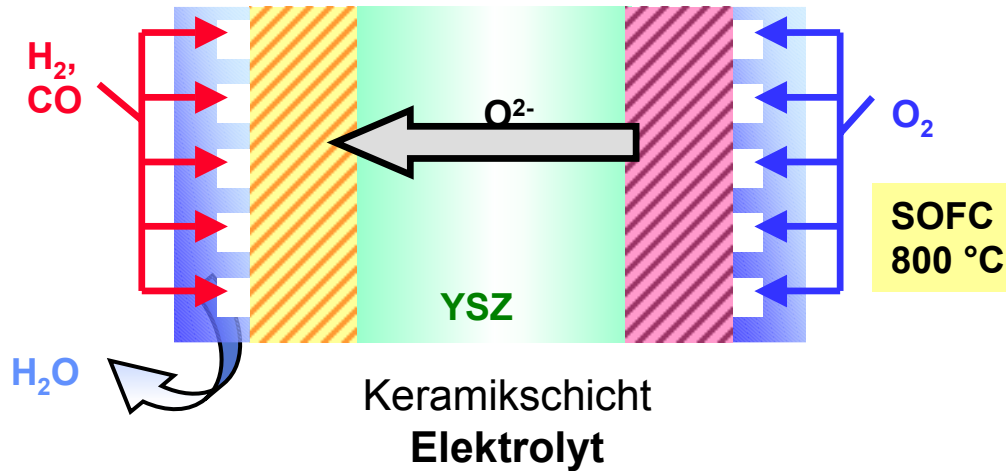
Stack:

- Kosten (!!), Massenfertigung
- Lebensdauer (!!)
- Befeuchtung(!)
- Dichtheit
- Höhere Membrantemperatur ??

Systemintegration:

- Systemkosten
- Reinheit Brenngase (Reformat, Ionen)
- Wassermanagement
- Luftzufuhr aufgeladene Systeme
- Wärmeauskopplung
- Leistungselektronik

Brennstoffzellen Technologiestatus SOFC



Pre-kommerzielle Anwendungen:

- Sulzer Hexis Heizgerät 1kW (planar)
- Siemens-Westinghouse BHKW 220kW (tubular)
- APU Demonstration Delphi 5kW

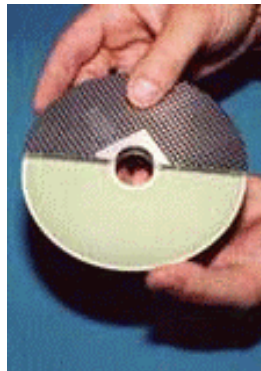
Kritische Faktoren:

Stack:

- Kosten (!!!), (Fertigungsprozess, Materialeinsatz)
- Thermisches Zyklieren, Redoxstabilität
- Mechanische Stabilität

Systemtechnik:

- Hochtemperaturwerkstoffe
- Internes/externes Reforming
- Wärmemanagement
- Kombination mit Nachbrenner/Gasturbine
- Starten / Abschalten / Dynamischer Betrieb
- Leistungselektronik und Regelung



Antriebsstrang Wasserstoff-Fahrzeug

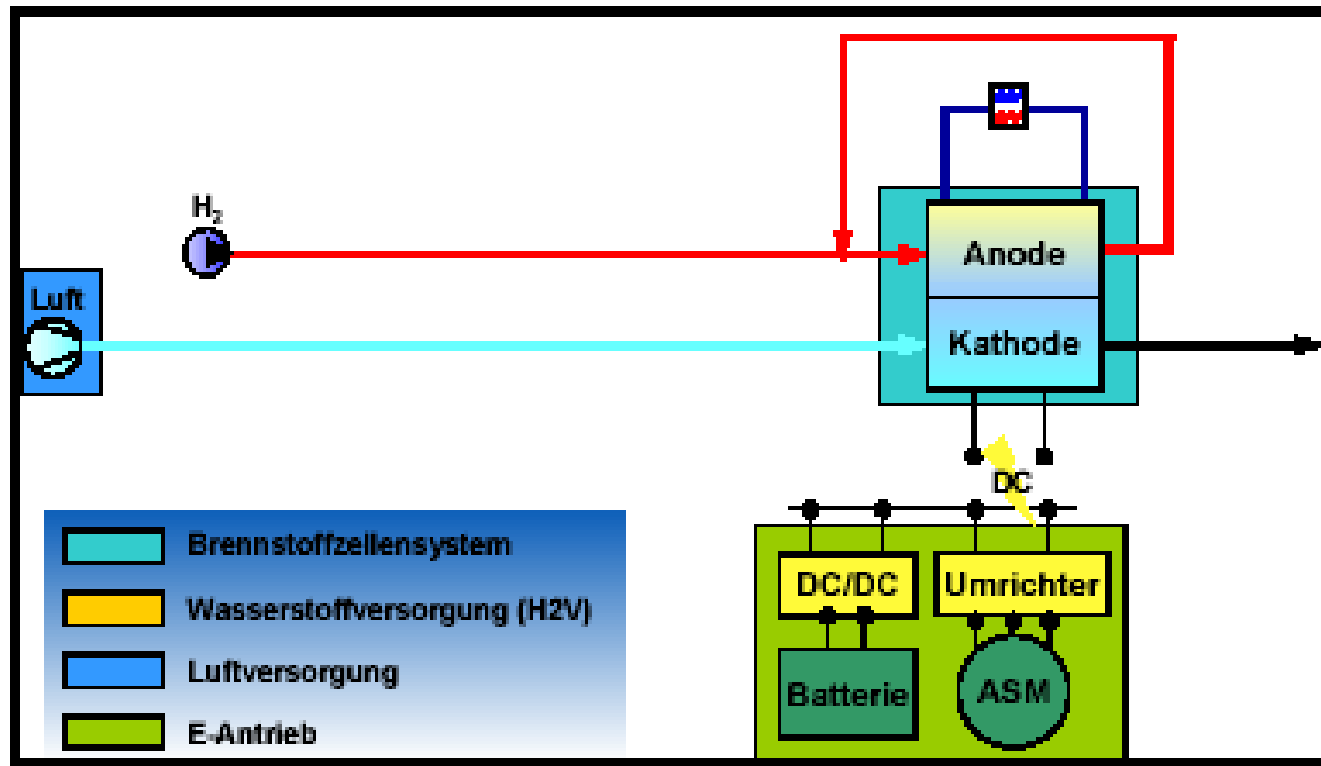


Abb. 7: Optimierter Wasserstoff betriebener PEM-Brennstoffzellenantrieb.

Quelle: VW

Entscheidende Voraussetzung zur Realisierbarkeit dieses Konzeptes ist die Verfügbarkeit einer MEA; die bei ca. 100°C ohne zusätzliche Befeuchtung von Anode und Kathode betrieben werden kann.

Wirkungsgradvergleich Diesel - Brennstoffzellenantrieb

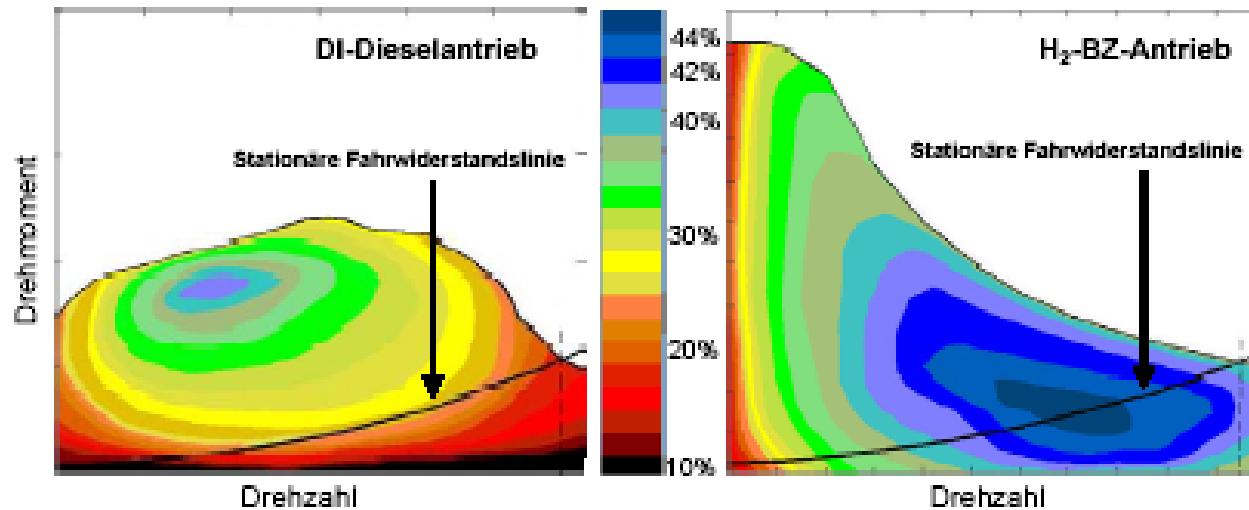


Abb. 2: Wirkungsgradbetrachtung bis Getriebeeingang / Auslegung auf identische Höchstgeschwindigkeit.

Quelle: VW

Der eigentliche Vorteil eines Brennstoffzellenantriebs besteht nicht im Bestpunkt des Antriebskennfeldes, sondern in der Lage und Ausdehnung des Bereiches eines hohen Wirkungsgrades

Im Zusammenhang mit der Elektrifizierung aller Fahrzeugfunktionen können völlig neue Freiheiten in Funktionalität, Design und Fertigungskonzept umgesetzt werden

4 Technologieführer

Ballard Power Systems

- Daimler Chrysler
- Ford
- Honda
- Mazda



GM/Hydrogenics



United Technologies Fuel Cells

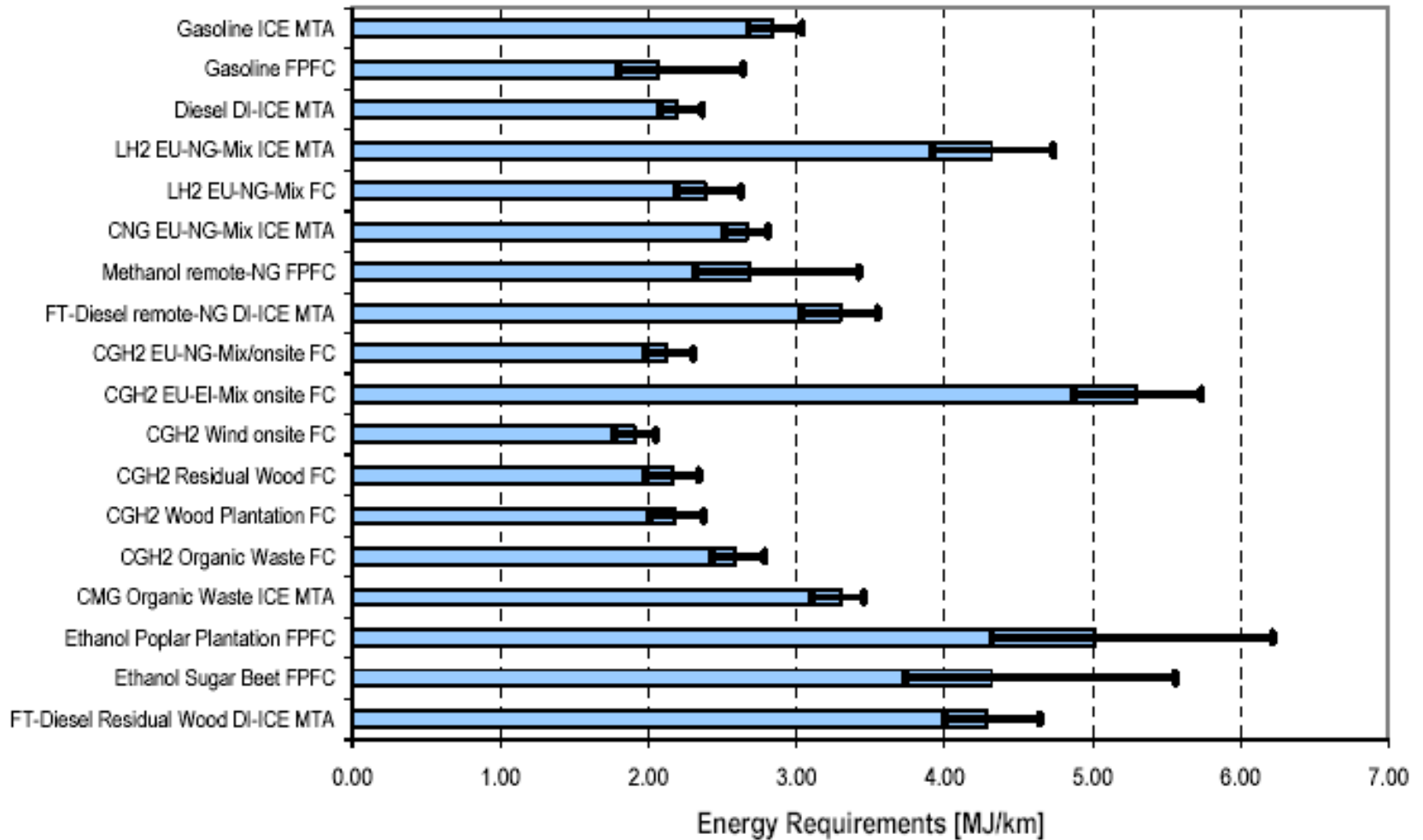
- Hyundai
- Nissan
- Renault



Toyota

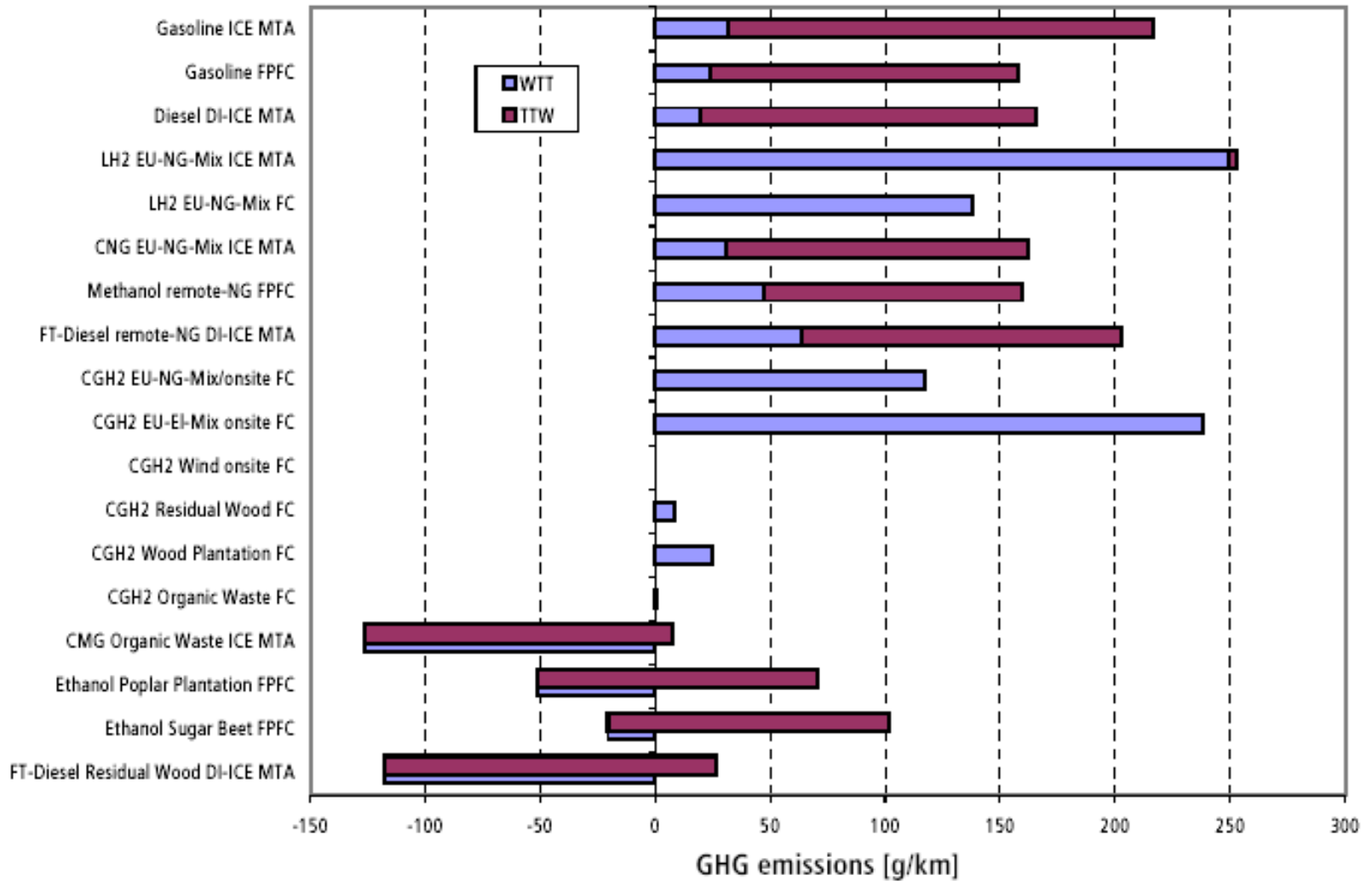


Energieverbräuche Well-to Wheel



Quelle: LBST Ottobrunn 2002

Gesamtemissionsbilanz Treibhausgase Well-to-Wheel



Quelle: LBST Ottobrunn 2002

Toyota, Honda, Nissan, GM und DaimlerChrysler liefern 2003 erste Prototypenflotten mit ca. 30 Fahrzeugen (Wasserstoff) aus.

Daimler Chrysler macht erste Flottenversuche mit Bussen und Lieferfahrzeugen. Infrastruktur weniger kritisch, aber Kraftstoffkosten (?)

Methanol-Reformierung funktioniert, wird aber von der Mineralölindustrie abgelehnt. Benzin-Reformierung mit PEM ist bei den OEM de-facto eingestellt (aber: Nuvera + Avia, HydrogenSource)

Die Frage der Wasserstoff-Infrastruktur ist ungelöst

(energetisch günstigster Pfad Erdgas Reformierung; ökologisch wünschenswerter Pfad alternative Energien und Elektrolyse); Sonderweg: Borhydrochlorid+Recycling??

Kurzfristig besteht eher ein Trend zu Hybridfahrzeugen (japanische Hersteller, GM, Ford)

Die California Fuel Cell Partnership neues Ziel 250 ZEV 2005 – 2008;

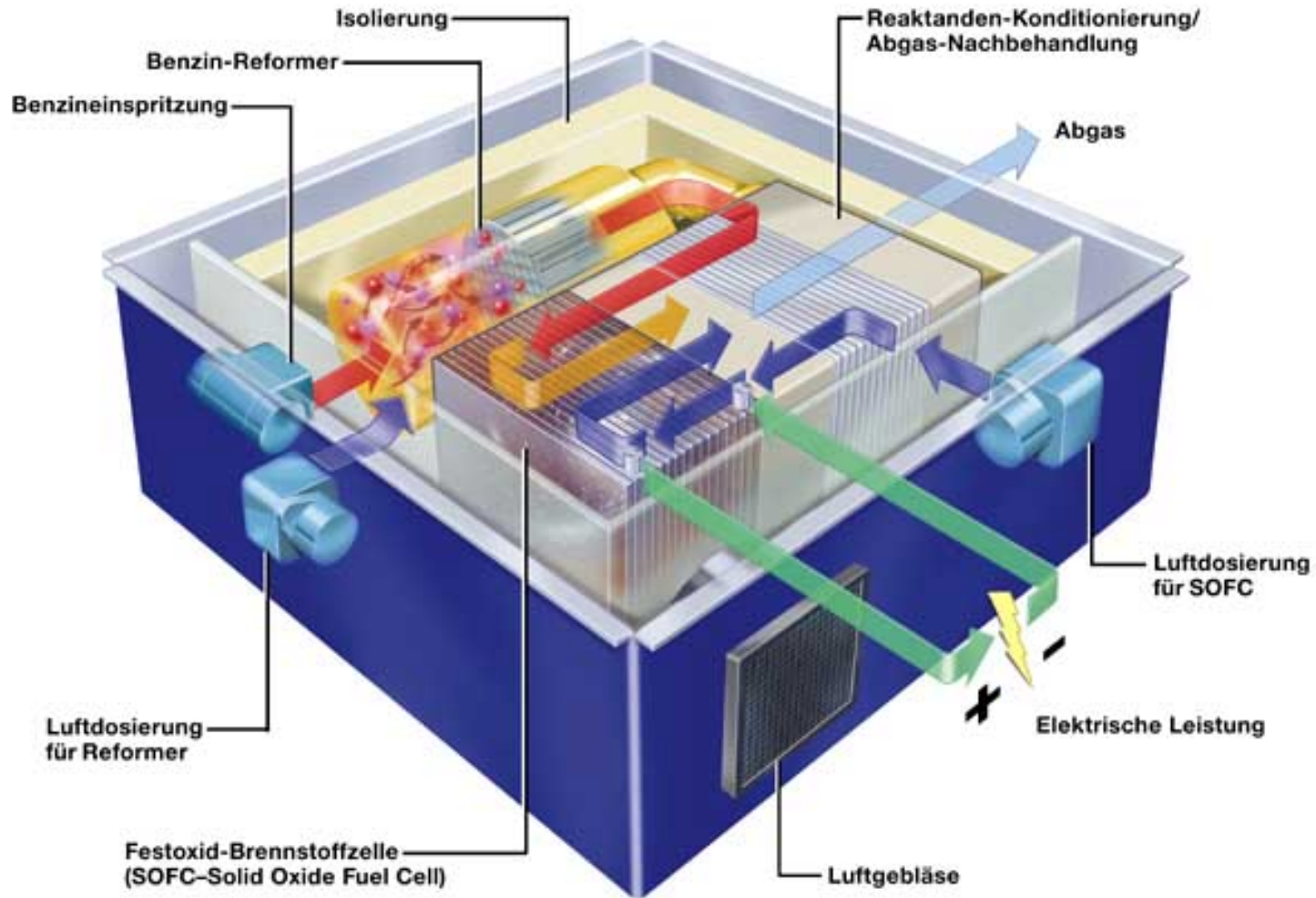
keine Serienfahrzeuge vor 2007; kein Massenmarkt vor 2015

Die US-Regierung diskutiert Milliardenbeträge in die Entwicklung von Wasserstofftechnologie und Brennstoffzellen zu pumpen.

BMW, Renault propagieren das (Delphi)-APU Konzept

Es besteht dringender Bedarf an Elektroenergie im Fahrzeug.

Aufbau einer APU

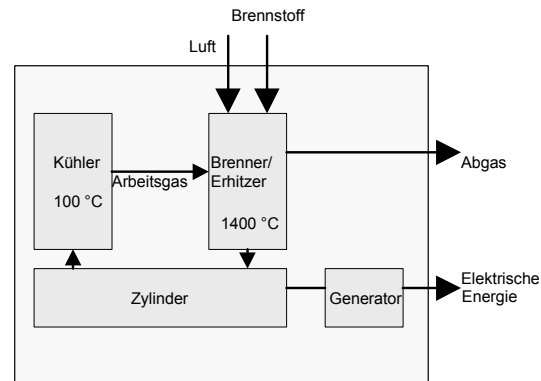


Quelle: BMW

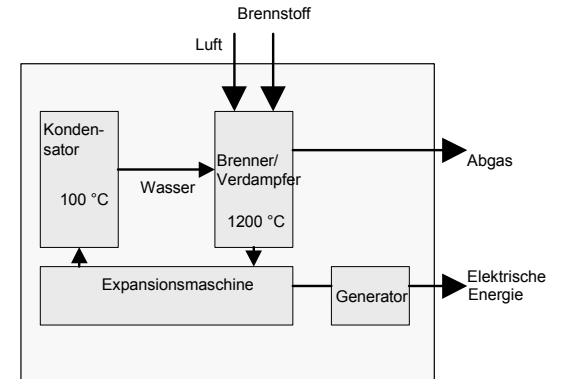
Alternative APU-Systeme

1. Verbrennungsmotor
2. Stirlingmotor
3. Dampfmotor
4. PEM - FC
5. SOFC - FC

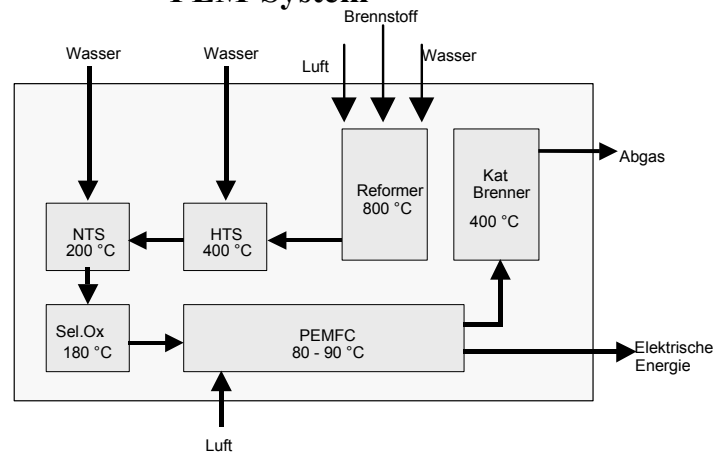
Stirling-Motor



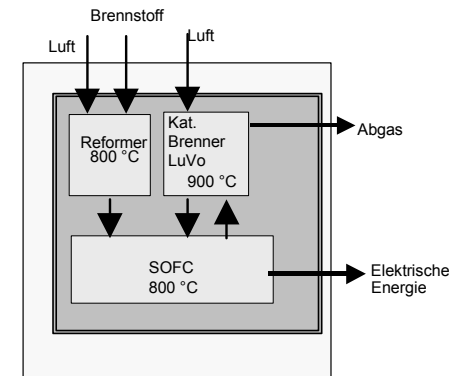
Dampf-Motor



PEM-System

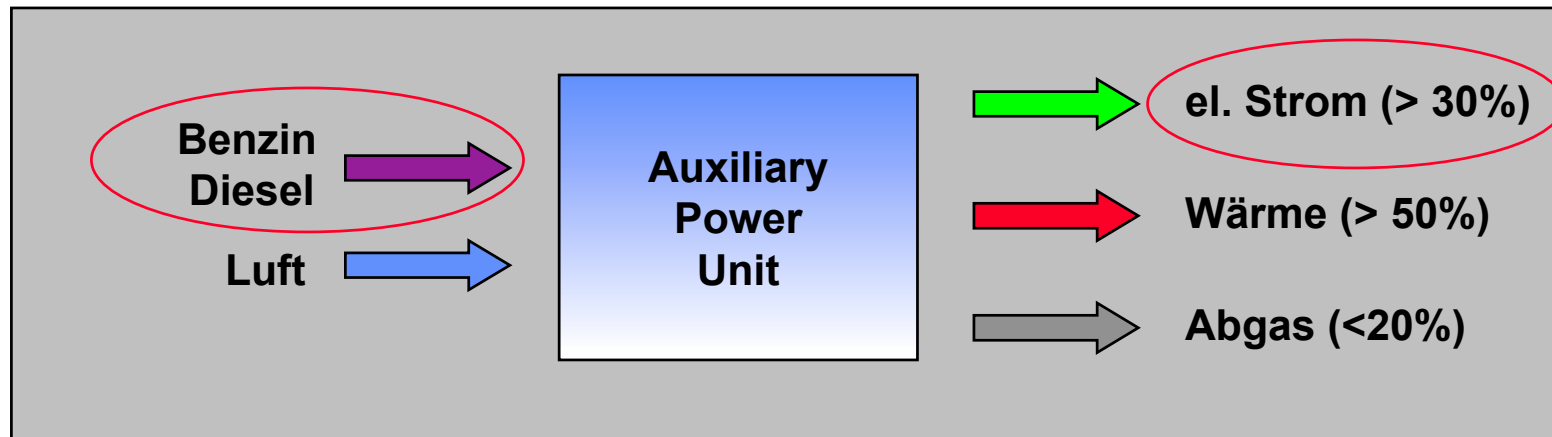


SOFC-System



Auxiliary Power Unit - Ziele

→ Standheizung, die Wärme und zusätzlich Strom erzeugt !



Ziele: Leistung: 5 kW elektrisch netto
 Wirkungsgrad > 30%
 Baugröße: < 50 Liter
 Gewicht: < 50 kg

Markteintritt: 2007 – 2009

Erste Applikation: LKW

Vorteile für Endkunden:

- Abdeckung des steigenden Energiebedarfs für Komfortfunktionen und Telematik
- Möglichkeit der Fahrzeugklimatisierung im Stillstand



Vorteile für den Fahrzeughersteller:

- Basis für 42V und x by wire im PKW – neue Bedienkonzepte
- Entfall von Batterien / Generatoren
- Substitution von Mechanik und Hydraulik

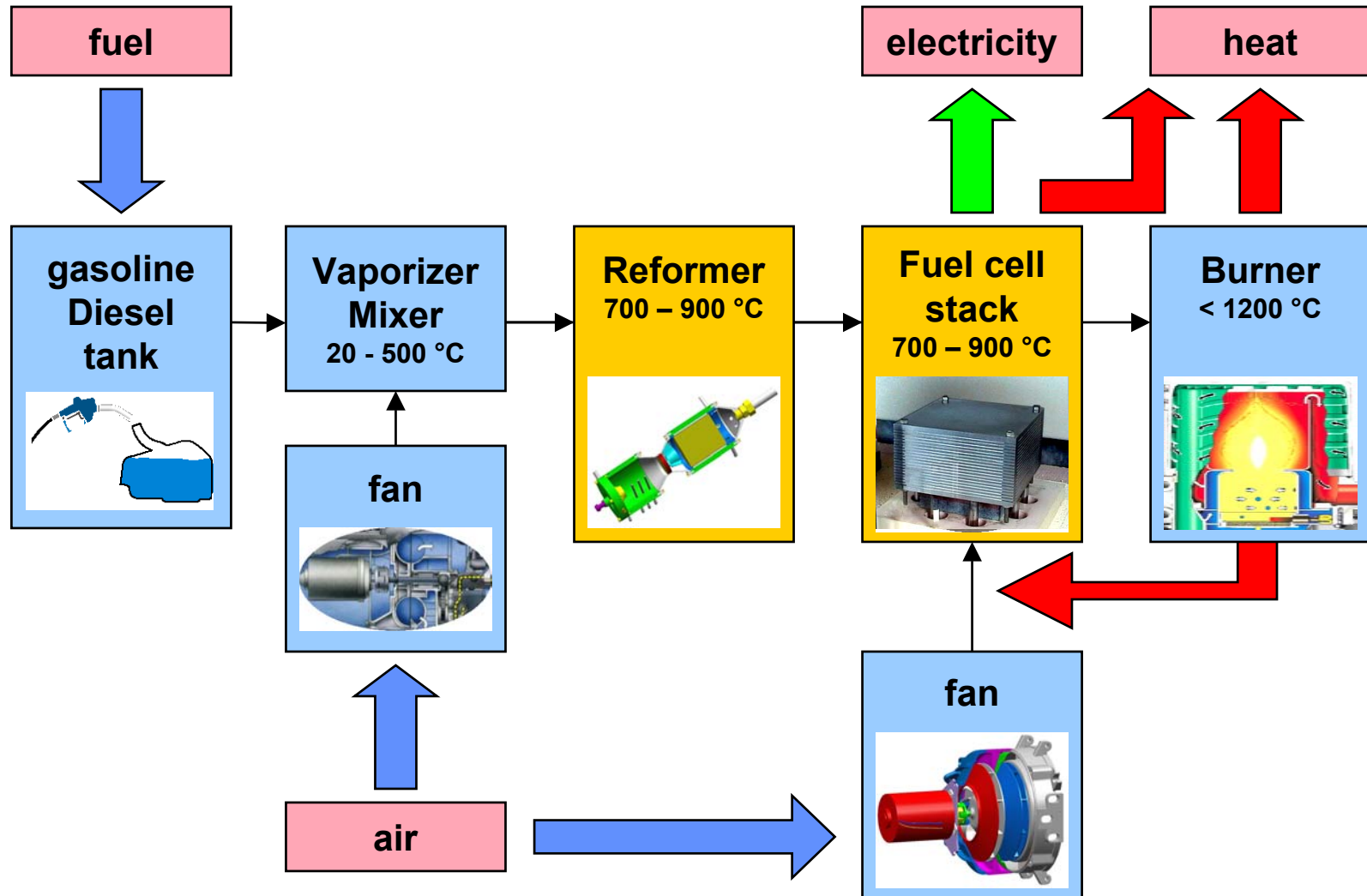
Ökologische Vorteile:

- Entfall „Truck Idling“
- Verringerter Kraftstoffverbrauch und verringerte CO₂ Emissionen

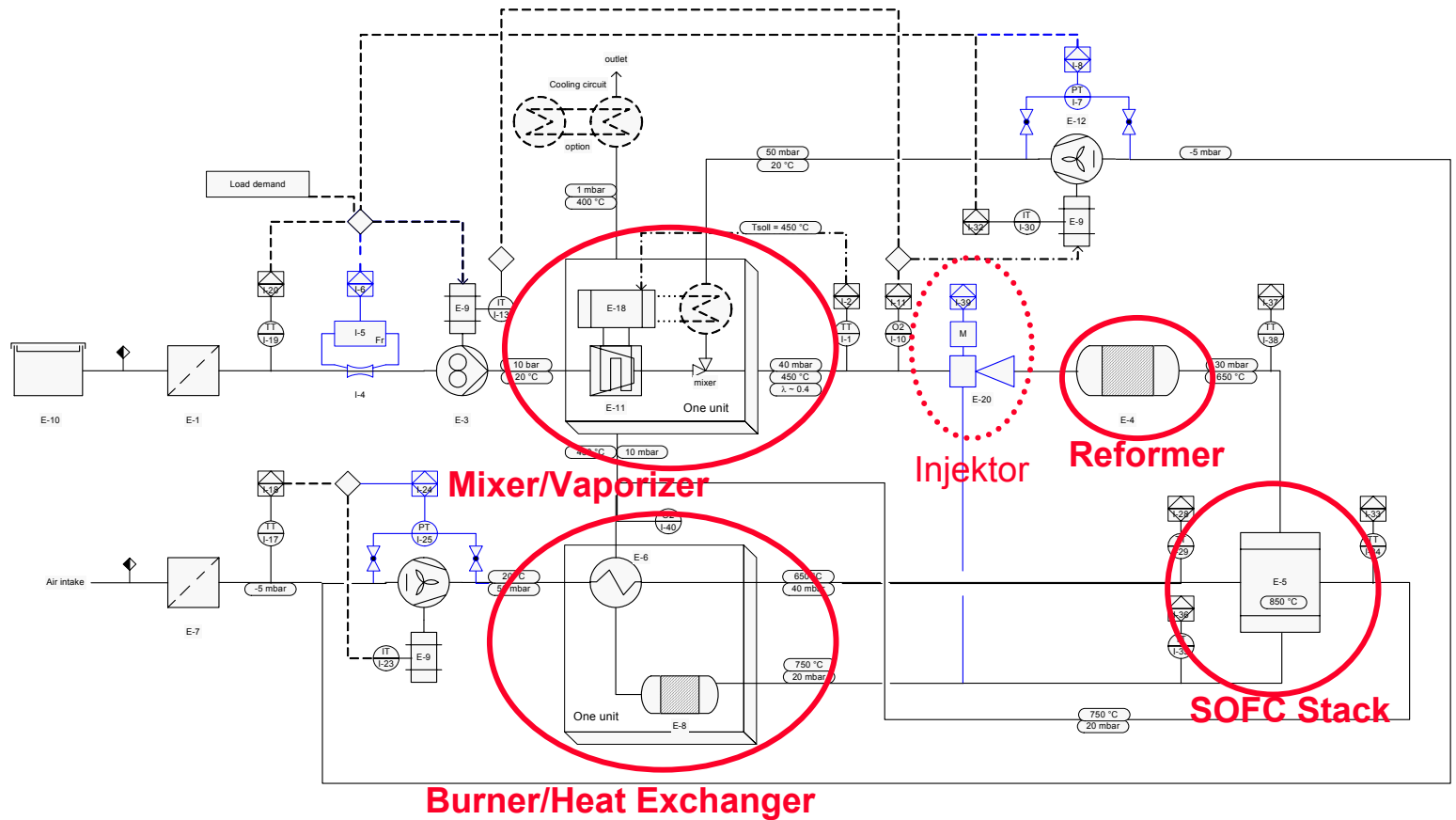
Ein klarer Kundennutzen gegenüber etablierten Technologien macht die APU zu einem vom Markt gesuchten Produkt auf Brennstoffzellenbasis.

Das Projekt

Building on In-house Technologies




Systemschema



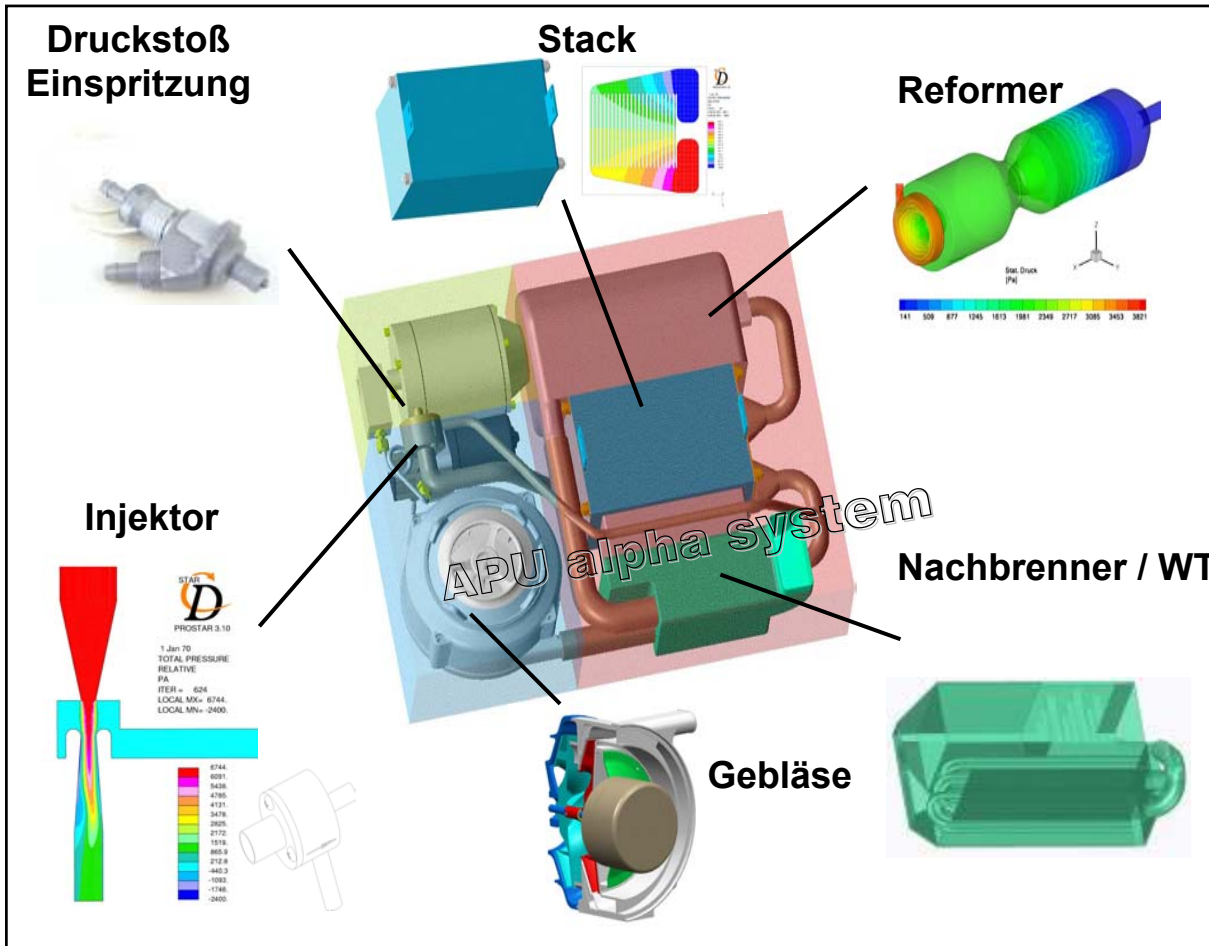
Optional components

Supply limit

OEM Webasto

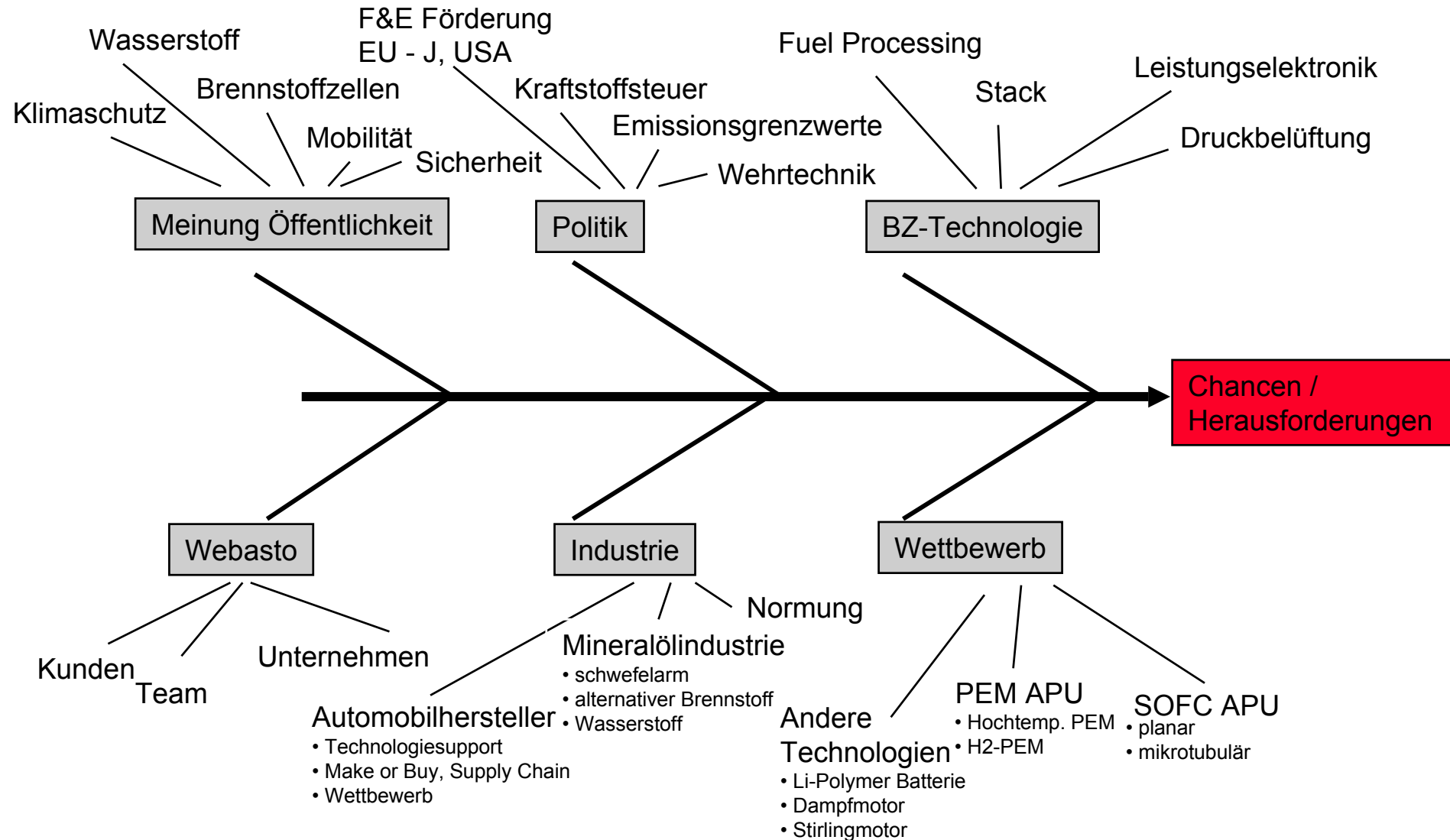
		Webasto Therosysteme GmbH			
		Piping and Instrumentation Diagram APU - System CPOX			
EAT	SIZE A3	Strictly confidential	DWG NO ABC-123	REV 1	
M. Boltze	SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1			

Systementwicklung (APU alpha system)



- ✓ Top-Down Systemkonzept
- ✓ Lastenheft
- ✓ Matlab Simulationsmodell in Erweiterung
- ✓ Hardware Packaging V1.0 50l
- ✓ Elektrische Integration
- Hardware für alle Module / Komponenten in Entwicklung
- Systemprüfstand im Aufbau
- Komponentenprüfstand im Aufbau

Globale Einflußfaktoren APU Projekt



Es besteht dringender Bedarf an Elektroenergie im Fahrzeug	100%
Brennstoffzellenantriebe arbeiten mit PEM Brennstoffzellen	90%
Brennstoffzellenantriebe arbeiten mit Wasserstoff	80%
Wasserstoff wird on-board gasförmig gespeichert	70%
Diesel/Benzin Systeme dominieren als Antrieb in den nächsten 20 Jahren, im Segment Langstrecken-Truck noch deutlich länger	80%
Die APU wird früher als der Brennstoffzellenantrieb eingeführt	80%
Die APU nutzt on-board verfügbaren Primärkraftstoff	70%
Die SOFC Technologie bietet das Potential zu geringeren Stack- und Systemkosten gegenüber PEM	60%

- 1. Die Brennstoffzellen-APU ist im Unterschied zu vielen anderen Konzepten ein Produkt mit einer klaren „Market Pull“ Situation**
- 2. Vor 2007, vielleicht 2015 wird es kaum Brennstoffzellen im automobilen Antriebsstrang geben; wenn kommt nur ein reines Wasserstoffsystem in Frage**
- 3. Für fossile, flüssige Brennstoffe ist die SOFC Technologie die geeignete Lösung. Die technischen Herausforderungen sind hoch und die Technologie befindet sich am Übergang von der Forschung zur Kommerzialisierung.**
- 4. Die Anzahl tatsächlicher Entwickler in der Europäischen Industrie ist gegenüber Japan und den USA geringer, weil Rahmenbedingungen in der Wirtschaft und in der europäischen Forschungsförderung nicht geeignet sind.**

Webasto Einstiegsmärkte für die APU



Trucks

Boote



PKW



ab 2007



PEM Systeme für Nischenapplikationen

M-V hat einzigartige Voraussetzungen für Nischenapplikationen mit geringer Kostensensitivität

- **maritimer Bereich**
- **Freizeitbereich**
- **dezentrale Energieerzeugung an ökologisch sensiblen, autarken Standorten**
- **Windkraftkopplung**

Webasto als Automobilzulieferer

- **technologische Kompetenz Brennstoffzellen, Systeme und Komponenten**
- **Marktzugang OEM und Endkunde (Vertriebskompetenz)**
- **Marktzugang Komponentenindustrie (Einkaufsorganisation)**
- **angestrebte lokale Vernetzung**

Kristallisationskeim für Brennstoffzellenprodukte in M-V

- **Bündelung der Kompetenzen**
- **Standardisierung, Zusammenführung als Chance**
- **kritische Masse für kommerzielle Anwendung**

mittelfristiges Ziel ist eine selbsttragende kommerzielle Entwicklung für die Partner