

# Mögliche Antriebskonzepte für eine effiziente Mobilität

Klausenkongress 2006, Linthal 22.9.2006

Philipp Dietrich,  
Competence Center for Energy and Mobility CCEM

# Inhalt

Anforderungen an ein Fahrzeugantrieb

Verschiedene Antriebs-Konzepte

Herstellung von Wasserstoff

## **Dank an**

Prof. Dr. Alexander Wokaun

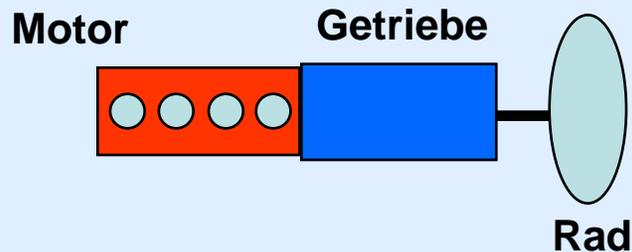
Dr. Samuel Stucki

Prof. Dr. Aldo Steinfeld

# Möglichkeiten, den Verbrauch zu senken

- **Besserer Wirkungsgrad von Motor und Getriebe**
- **Anpassungen der Antriebsanordnung (z.B. Hybrid)**
- **Nutzung der kinetischen Fahrzeugenergie**
- **Reduktion des Fahrwiderstandes  
(Gewicht, Roll- und Luftwiderstand)**
- **Verbessern des Wirkungsgrades der Treibstoffkette**
- **Kombination aller Massnahmen**

# Konventioneller Motor



**Benzin:**

- 3 Zylinder
- 4-Ventile
- Var. Einlassventile
- MPI
- ATL/LLK
- variable Turbine
- 5 Gang Getriebe

**Diesel:**

- 3 Zylinder
- DI Common rail
- Hochdruckeinspritzung
- ATL/LLK
- variable Turbine
- 5 Gang Getriebe

# Hybridantriebe

Hybridlösungen sind meist Transienten  
(Schifffahrt, Schreibmaschinen)

Bei Autoantrieben?

Start mit E-Antrieb

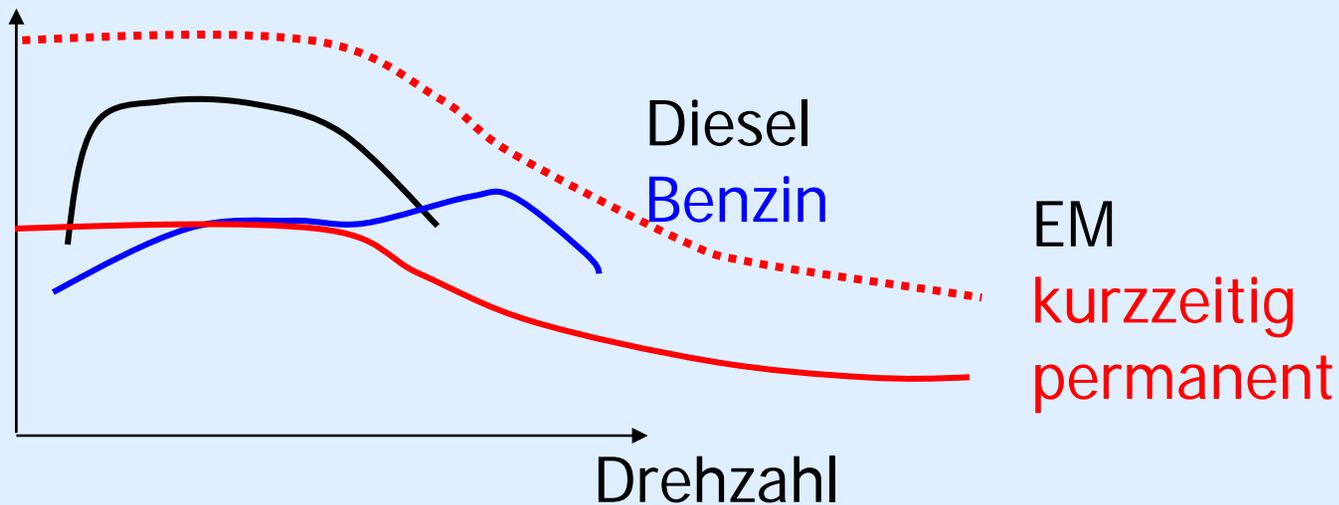
Wechsel von VM zu EM als Antriebscharakteristik  
NICHT VM zu Brennstoffzelle

# Wo ist der Benchmark?

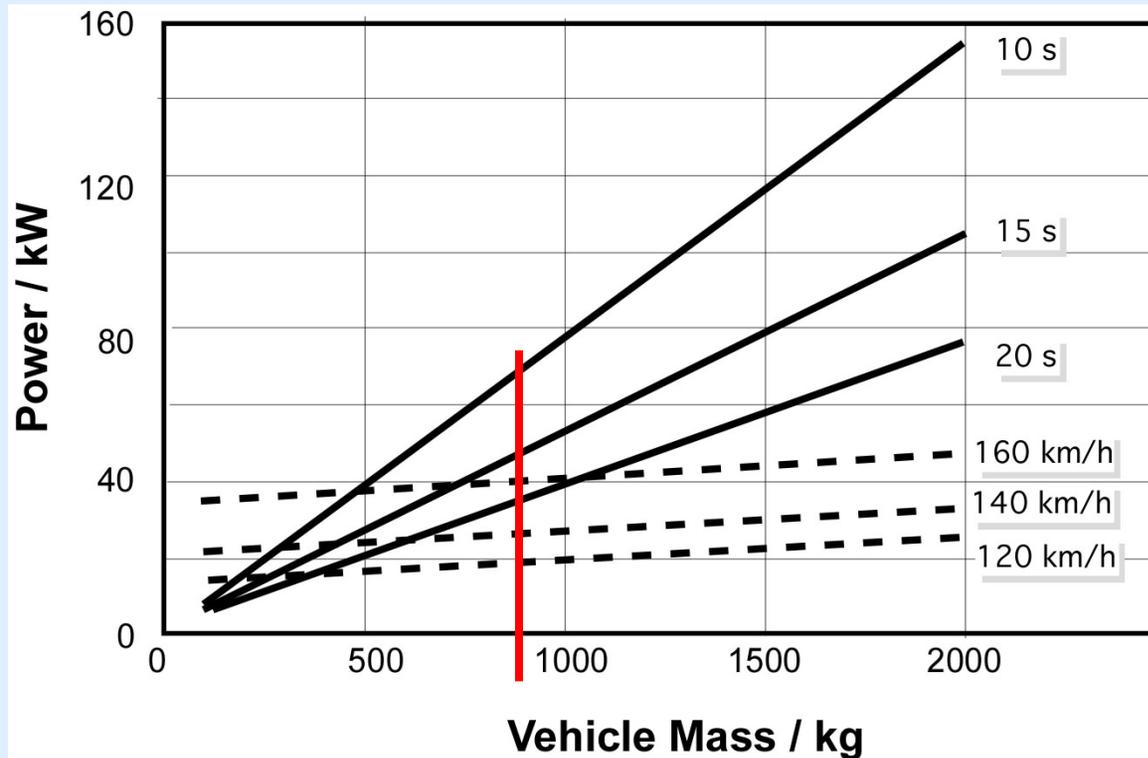
Auto mit Benzin/Diesel Motor

- Leistungs Charakteristik

Drehmoment



# Leistungsbedarf für Höchstgeschwindigkeit und Beschleunigung



**Elektro-  
Hybrid**

**30 kW  
Dauerlast**

**40 kW  
Spitzenleistung  
und Bremsen**

# Folgen für die Konzeptauslegung

Substitution der VM-Teillast durch Elektroantrieb

Plug-In Hybrids (Konzept als Range Extender)

Reduktion des mechanischen Antriebs (Serie-Hybrid)

Minimalisierung des mechanischen Anteils -> Elektrohybrid

# Ziele für VM-EM Hybride

Verbrauchsreduktion im Teillastbereich

- Down-Sizing mit Turboaufladung (Dynamikkompensation)
- Zugang zum 42V-Netz
- Starter Generatorenensemble für Start-stop

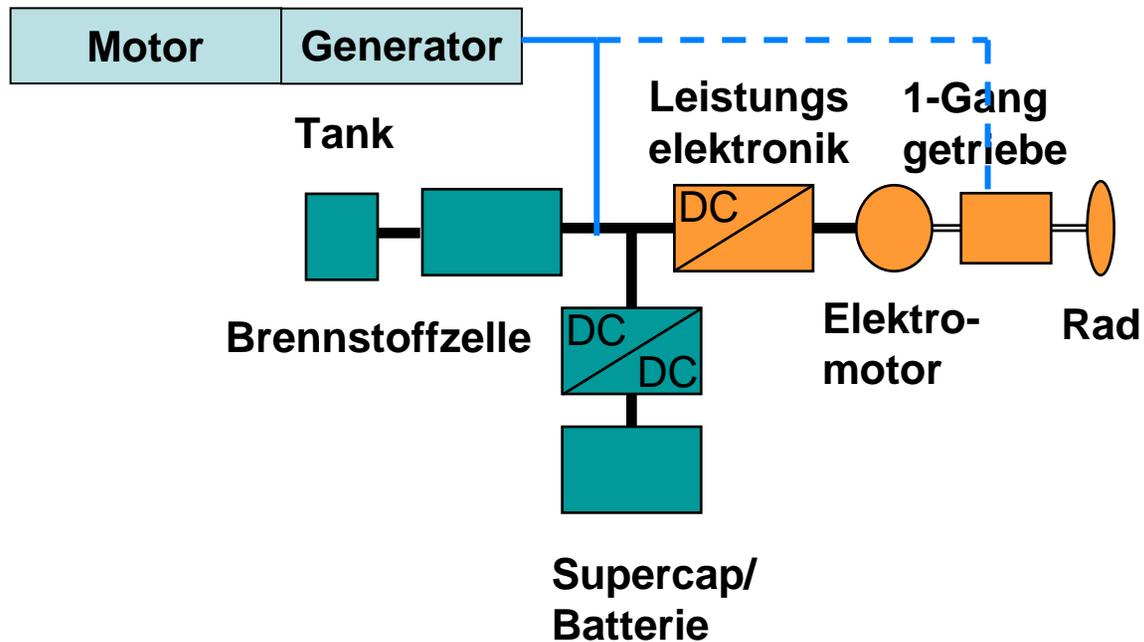
Rekuperation nur als sekundärer Nutzen  
(ca. 5-15% Verbrauchsreduktion)

# Ziele für VM-EM Hybride II

## Verbesserung der Emissionswerte

- Möglichkeit eines Elektrostarts und Vorbereitung des Motorstarts (elektrische Vorwärmung)
- Höhere Startdrehzahl
- Flexible Drehzahlanpassung (reduzierte Dynamikanforderung)
- Mögliche rein elektrische Fahrweise

# Hybrid Antrieb



- NiMH:	50 Wh/kg;	290W/kg
- Li-Ion	110 Wh/kg;	800 W/kg
- Supercap:	4 Wh/kg;	2500 W/kg

# Argumente für einen Brennstoffzellenhybrid

## Elektrische Antriebsstrang

**Hohe Leistungsdichte des Elektromotors**

➡ **neues Fahrzeugdesign und Gewichtsreduktion**

**Lokale Null-Emission und hohe Energiedichte**

➡ **Fördert den Einsatz einer Brennstoffzelle**

**Hohe Beschleunigungsleistung**

➡ **Fördert eine Hybridanordnung**

**Hoher  $\eta$  für grosse Reichweite und kleinen Verbrauch**

➡ **Fördert eine H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> Konzept**

# Vorteile eines spezifischen Fahrzeuges

Leichtfahrzeug	Gewicht 850 kg 6 - 8 % Verbrauchsreduktion pro 100 kg weniger Masse BZ-Antrieb erhöht $\eta$ in der City Supercaps erlauben Bremsenergienutzung (- 15% )
Gemeinsam	Reichweitensteigerung mit H <sub>2</sub> (400 km)

# Leistungsdaten des Fahrzeug

## Bau eines spezifisch auf die Brennstoffzelle optimierten Fahrzeug

Fahrzeuggewicht	850 kg	4 plätzig + Kofferraum
Beschleunigung 0-100 km/h	< 12 Sek.	
Reichweite	400 km (bei 80 km/h)	
Verbrauch	< 22 kWh/100km gas. H <sub>2</sub>	

### Brennstoffzellensystem

- 32 kW Nennleistung mit H<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>
- Supercapacitorsystem
  - 30 kW- 45 kW@17 Sekunden



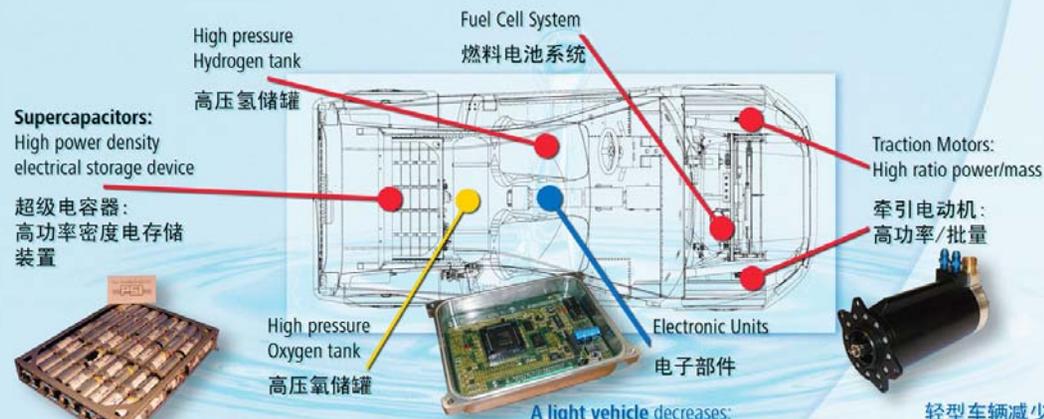
# Anordnung der Komponenten

## The clean mobility concept car HY-LIGHT

Main components

清洁的流动, HY-LIGHT汽车理念

主要部件



**Supercapacitors:**  
High power density electrical storage device  
超级电容器:  
高功率密度电存储装置



High pressure Oxygen tank  
高压氧储罐



Fuel Cell System  
燃料电池系统

**Traction Motors:**  
High ratio power/mass  
牵引电动机:  
高功率/批量



Electronic Units  
电子部件

**A light vehicle decreases:**

- Consumption of raw materials for building the vehicle
- Consumption of energy for producing the vehicle
- Consumption of energy for operating the vehicle
- Emission of pollutant exhaust fumes
- Consumption of energy for recycling the vehicle parts

**轻型车辆减少:**

- 造车的原材料耗费
- 生产车辆所需的能量消耗
- 车辆运作时的能量消耗
- 废气等污染物的排放
- 回收汽车部件时所耗能量



Use of **oxygen** simplifies the Full Cell system and increases its performance: efficiency, dynamic

使用氢简化了全套电池系统, 并提高了其性能: 功效和动力



# Hauptinnovationen im Fahrzeug

## **Michelin:**

Leichtbauchassis

Integration des H<sub>2</sub>-Tanks in die Fahrzeugstruktur

Elektrischer Antrieb in den Vorderrädern

Elektrische Dämpfung, die eine Lageregelung des Fahrzeugs in den Kurven ermöglicht

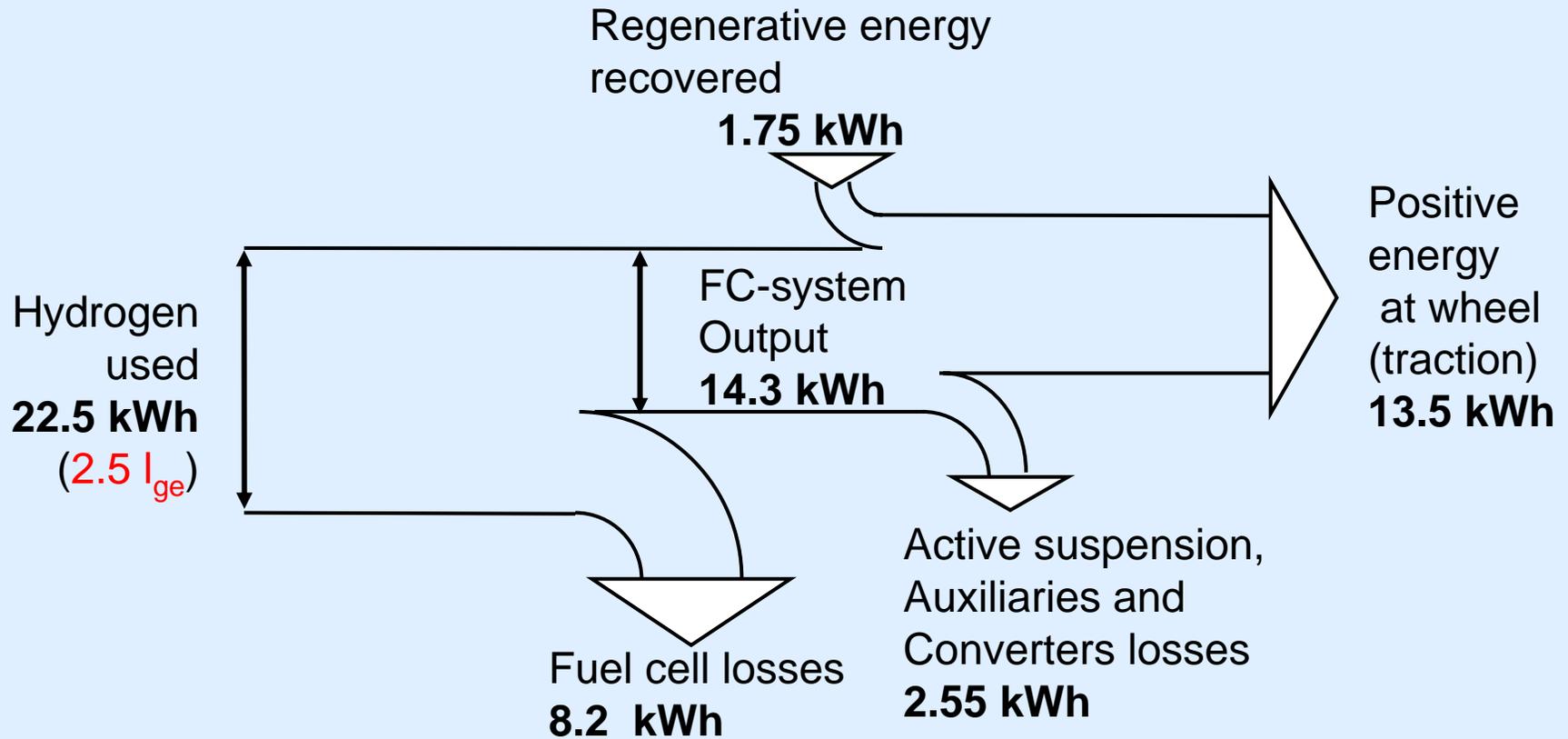
## **PSI:**

Brennstoffzellensystem mit Wasserstoff und Sauerstoff

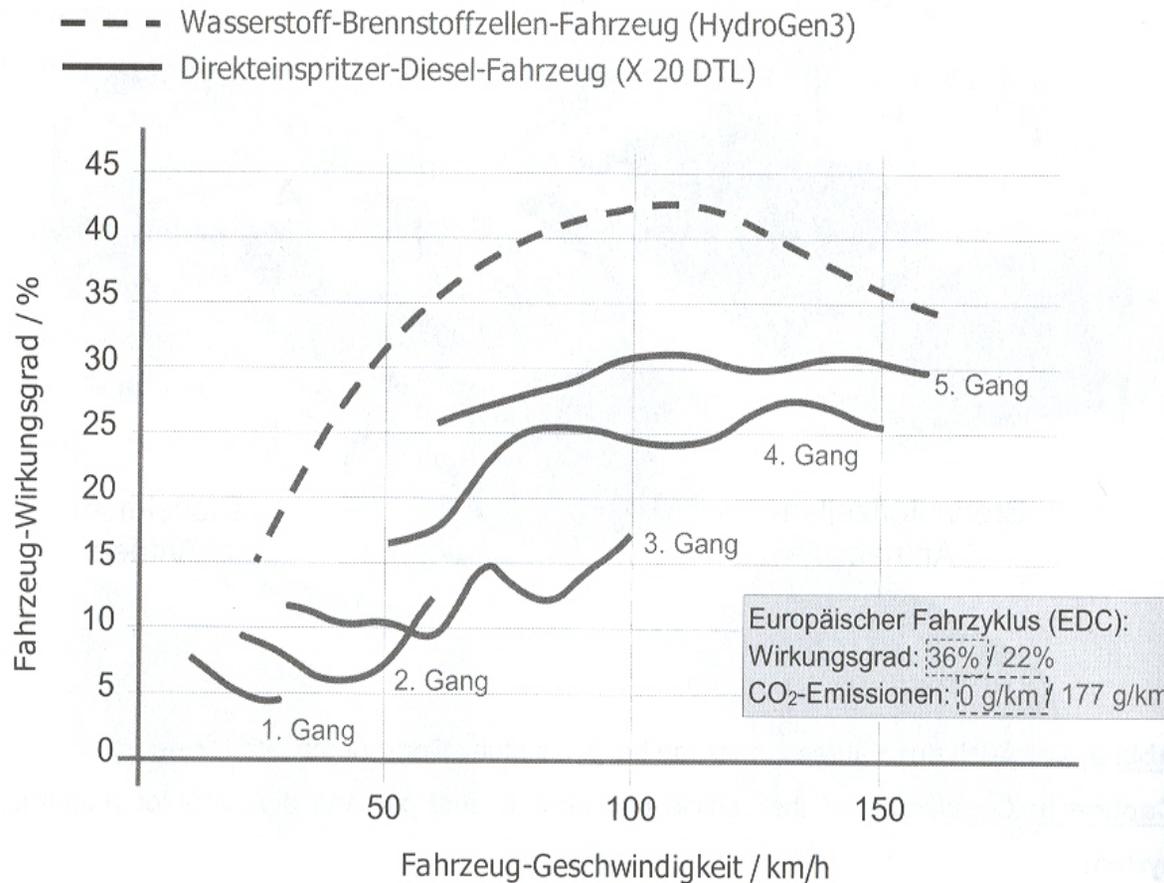
Supercapspeichermodule



# Energieverbrauch im Fahrzeug



# Wirkungsgradvergleich in Gängen 1-5



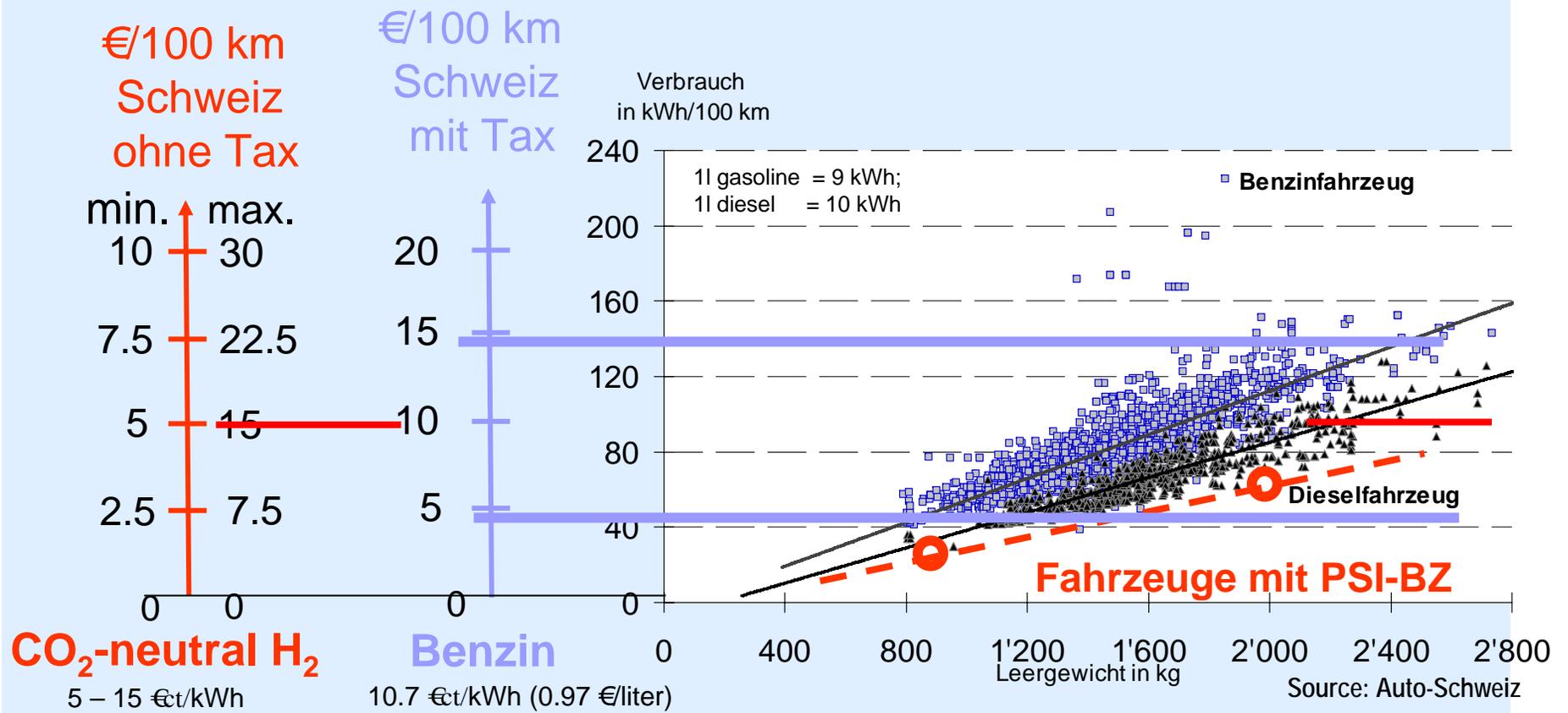
Vergleich  
 Dieselmotor  
 gegenüber  
 BZ mit Luft

Source: OPEL

# Treibstoffkosten per 100 km pro Fz

**Verbrauchsreduktion durch Wirkungsgradsteigerung**

**Kunden zahlen heute 5 - 15 €/100 km für „Benzin“**



# Anwendung von Wasserstoff im Fahrzeug

Wasserstoff kann im VM verbrannt werden (stationär/im Verkehr)

- + kostengünstig, heute im Prinzip verfügbar
- + Minimale Emissionen (NO<sub>x</sub> und CO)
- Wirkungsgrad
- Reichweite (allenfalls mit LH<sub>2</sub> besser)

Wasserstoff in der Brennstoffzelle

- + Wirkungsgrad und damit Reichweite (zumindest im Vergleich zum VM)
- + Geräusch, bewegte Teile
- Neue Technologie, Marktreife
- Kosten
- Zuverlässigkeit (Betrieb bei allen Umgebungsbedingungen)