



Mercedes-Benz



Umsetzung alternativer Antriebskonzepte bei der Daimler AG

Dr. Florian Finsterwalder / Daimler AG / PWT/VEP

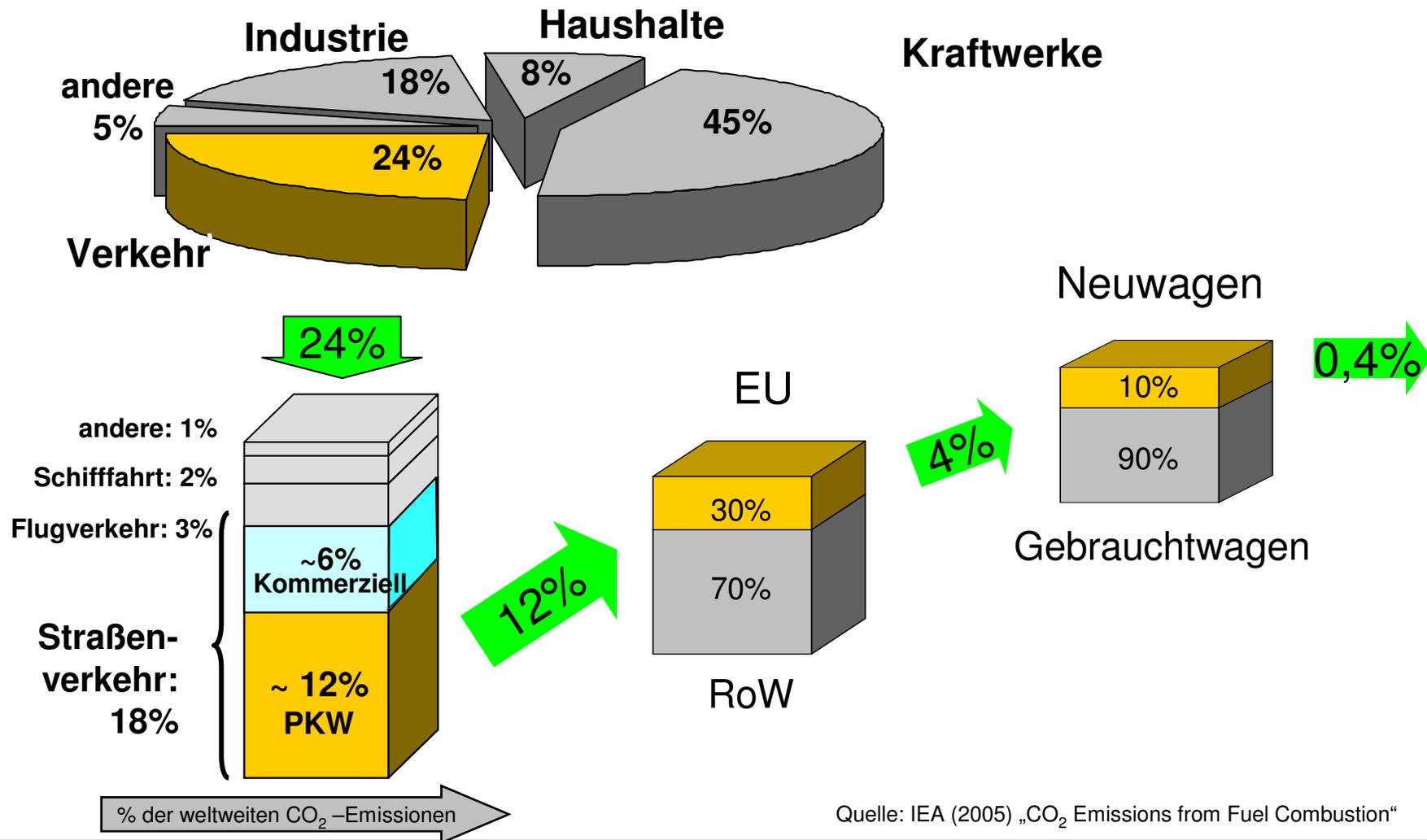
Arbeitskreis Energie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Bad Honnef



Mercedes-Benz

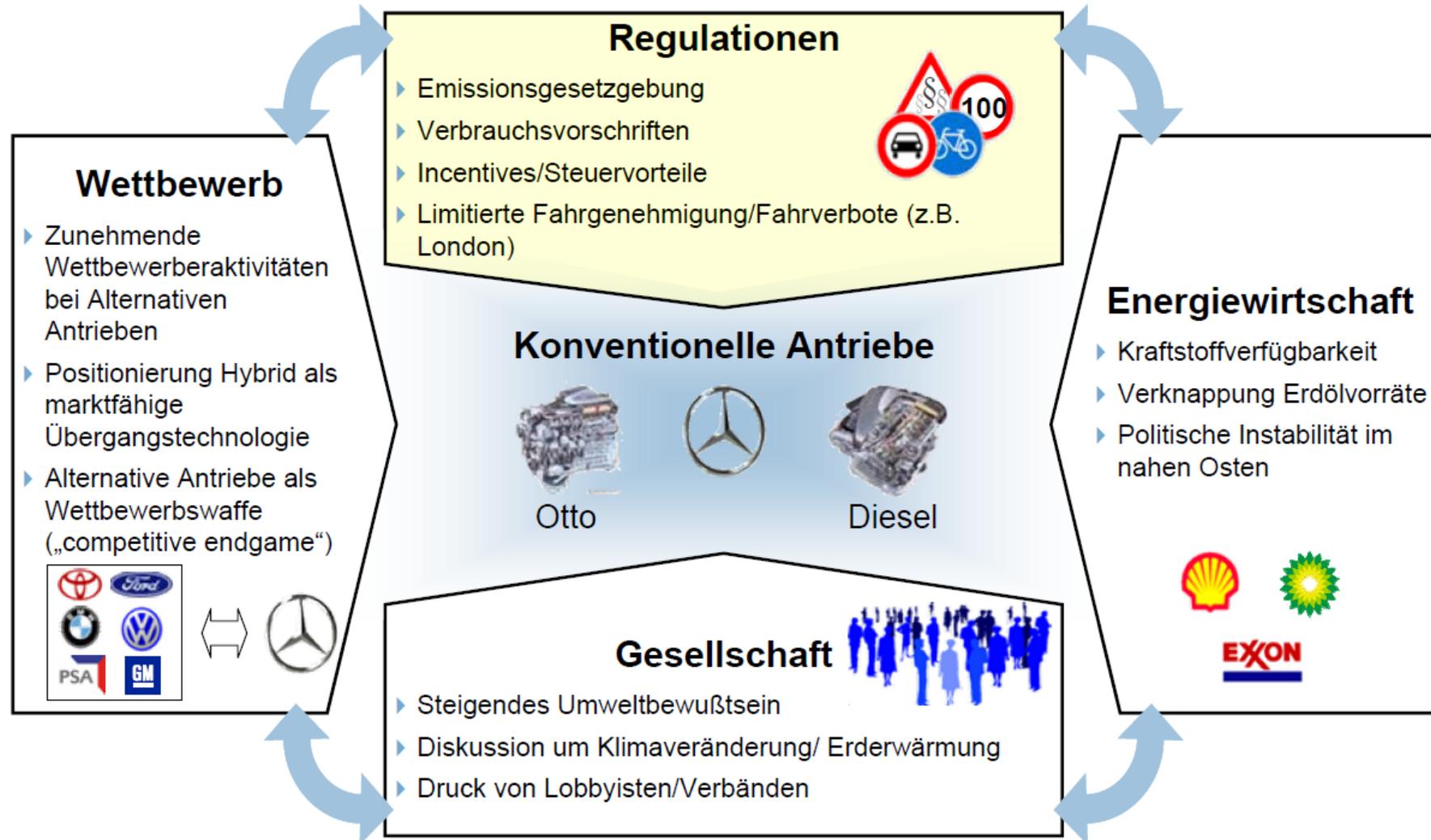
Verursacher von CO₂-Emissionen



Quelle: IEA (2005) „CO₂ Emissions from Fuel Combustion“



Gute Gründe für Alternative Antriebe...





Mercedes-Benz

Technologieportfolio für eine nachhaltige Mobilität

Energie-Wandler

Optimierung unserer Fahrzeuge mit modernsten Verbrennungsmotoren



Blue Efficiency



CGI

BlueTec

DIESOTTO

Weitere Effizienzsteigerung durch Hybridisierung



HYBRID

Range Extender

Plug-In

Emissionsfreies Fahren mit Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen



Battery-/E-Drive

Fuel Cell Veh.

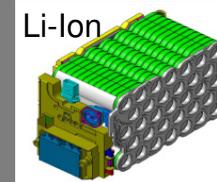
E.-Speicher

Verbesserte Kraftstoffe



Saubere Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren

Energiequellen für die Mobilität der Zukunft



Li-Ion



H₂

Emissionsfreies Fahren



Mercedes-Benz

Daimlers Technologiepaket – BlueEFFICIENCY

Maßnahmen für konventionelle Antriebe und Fahrzeuge
mit dem Ziel der Verbrauchs- und Emissionssenkung



Leichtbau



Luft- und Rollwiderstandsminimierung



Direkteinspitzung



**Energie-
management
(Nebenverbraucher)**



Motor "downsizing"



Mercedes-Benz

Technologieportfolio für eine nachhaltige Mobilität

Energie-Wandler

Optimierung unserer Fahrzeuge mit modernsten Verbrennungsmotoren



Blue Efficiency



CGI

BlueTec

DIESOTTO

Weitere Effizienzsteigerung durch Hybridisierung



HYBRID

Range Extender

Plug-In

Emissionsfreies Fahren mit Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen



Fuel Cell Veh.

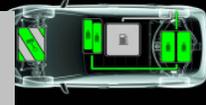


Battery-/E-Drive

E.-Speicher

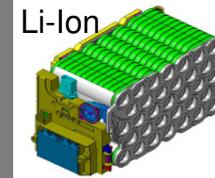
GTL NGT

Verbesserte Kraftstoffe



Saubere Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren

Energiequellen für die Mobilität der Zukunft



Li-Ion



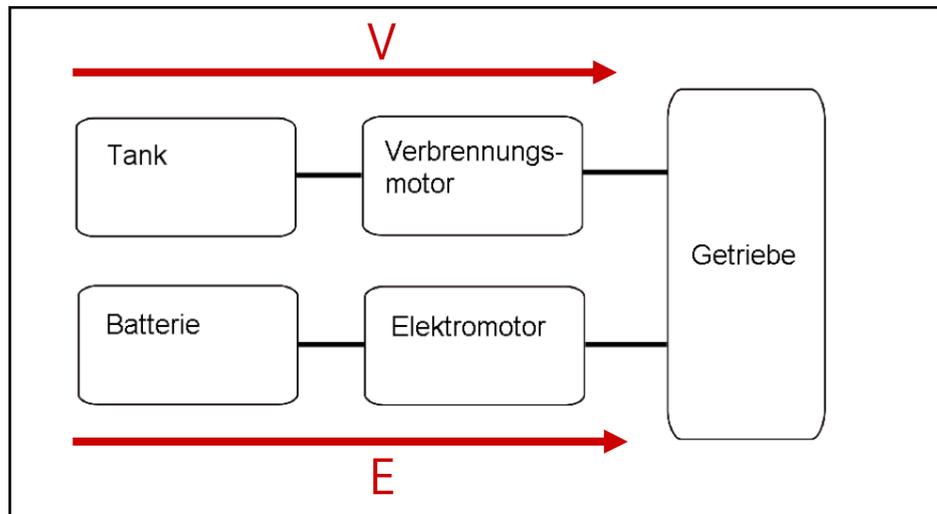
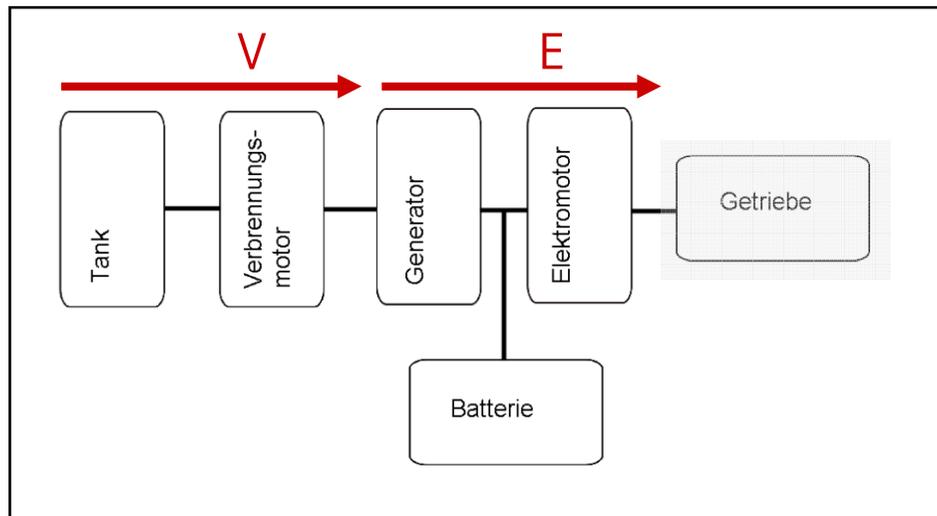
H₂

Emissionsfreies Fahren



Mercedes-Benz

Hybridisierungskonzepte: Serieller bzw. Paralleler Hybrid



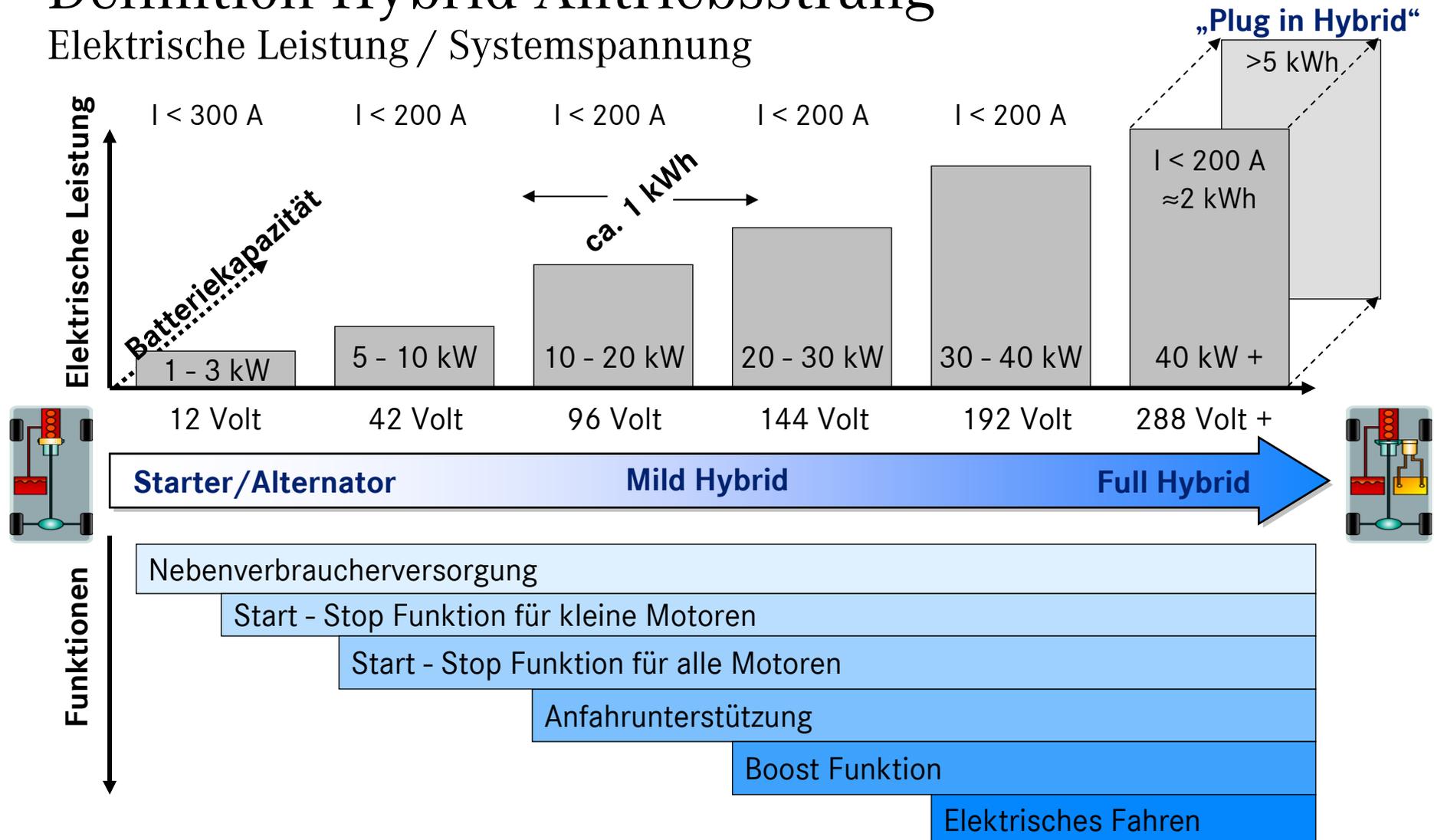
- ☺ Drehmoment / Drehzahlwandlung über Generator \Rightarrow Entfall Getriebe
- ☹ Energiewandlung \Rightarrow Gesamtwirkungsgrad
- ☹ Alle Komponenten auf gleiche Höchstleistung dimensioniert werden \Rightarrow Kosten, Bauraum
- ☹ Anzahl Aggregate (Verbrenner, e-Motor, Generator) \Rightarrow Kosten
- ☺ Kleinere Komponenten wegen Leistungsaddition
- ☺ Systemredundanz \Rightarrow Fahrfähigkeit auch bei Ausfall e-Drive
- ☹ Bei Integration des e-Motors ins Getriebe: Herausforderungen bzgl. Bauraum, Umgebungseinflüsse durch Öl u. Temperatur



Mercedes-Benz

Definition Hybrid Antriebsstrang

Elektrische Leistung / Systemspannung

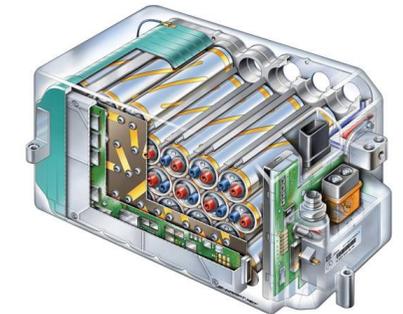
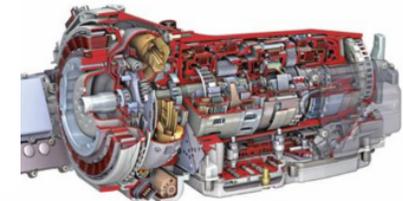




Mercedes-Benz

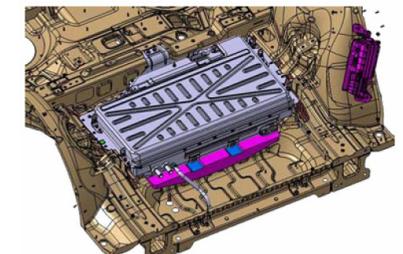
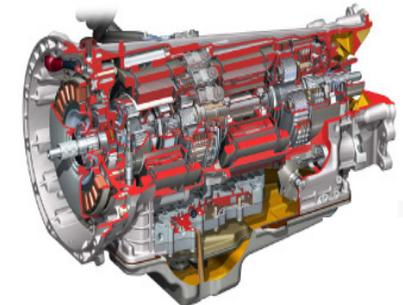
S400 Mild Hybrid

- Verbrennungsmotor: 3,5 lit. 6-Zylinder Otto
- Elektromotor: 15 kW Permanentmagnetmotor
- Verbrauch (NEFZ): 7,9 lit. /100 km
- CO₂-Emission (NEFZ): 190 g CO₂/ km
- komb. Leistung: 299 PS
- komb. Drehmoment: 375 Nm
- Markteinführung (WEU): Mitte 2009



ML450 Full Hybrid

- Antriebskonzept: AHS-C Two Mode Hybrid, AWD, 250 kW, 450 Nm
- HV-Batterie: NiMH (2,4 kWh / 43 kW / 288 V)
- Ländervarianten: USA, Canada
- Verbrauch: 30 mpg
- Beschleunigung: 8,3s (0..100 km/h)
- Markteinführung: Mitte 2009





Mercedes-Benz

Technologieportfolio für eine nachhaltige Mobilität

Energie-Wandler

Optimierung unserer Fahrzeuge mit modernsten Verbrennungsmotoren



Blue Efficiency



CGI

BlueTec

DIESOTTO

Weitere Effizienzsteigerung durch Hybridisierung



HYBRID

Range Extender

Plug-In

Emissionsfreies Fahren mit Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen



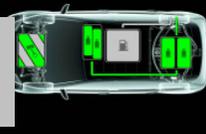
Fuel Cell Veh.

Battery-/E-Drive

E.-Speicher

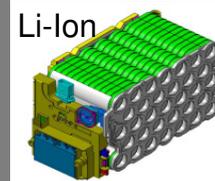
GTL NGT

Verbesserte Kraftstoffe



Saubere Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren

Energiequellen für die Mobilität der Zukunft



Li-Ion



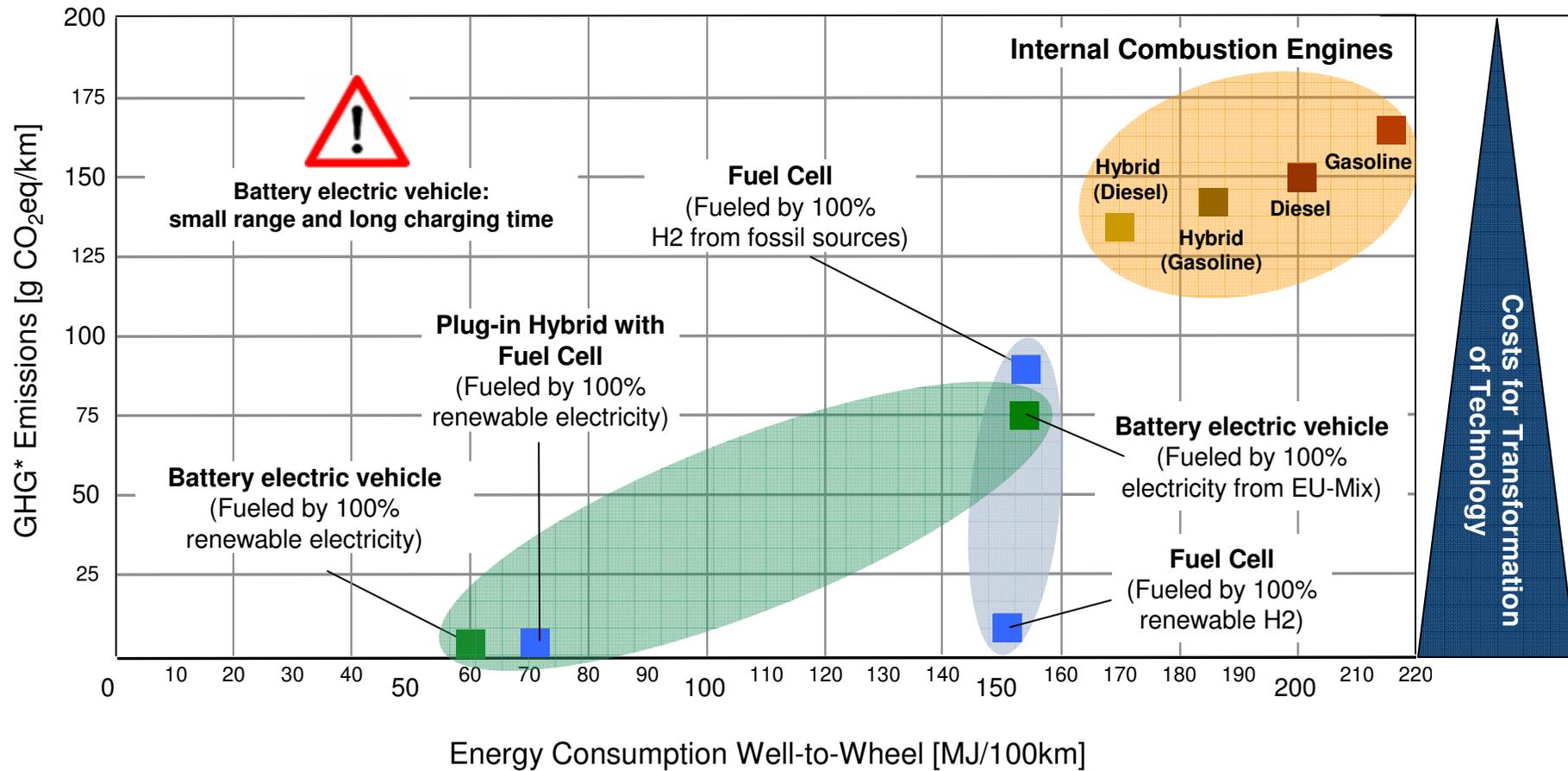
H₂

Emissionsfreies Fahren



Mercedes-Benz

Energiebilanz: Well-to-Wheel Ansatz



Source: EUCAR/CONCAWE "Well-to-Wheels Report 2004";
Optiresource, 2006 Reference vehicle class: VW Golf



Mercedes-Benz

CO₂ Emissionen im europäischen Vergleich

Stromerzeugung ¹	Mobilität E-Fahrzeug*
■ 0-100 g/kWh	0-18 g/km
■ 100-300 g/kWh	18-54 g/km
■ 300-500 g/kWh	54-90 g/km
■ 500-700 g/kWh	90-126 g/km
■ >700 g/kWh	>126 g/km
▨ keine Angaben	keine Angaben

¹Quelle: VDEW

*Annahme:

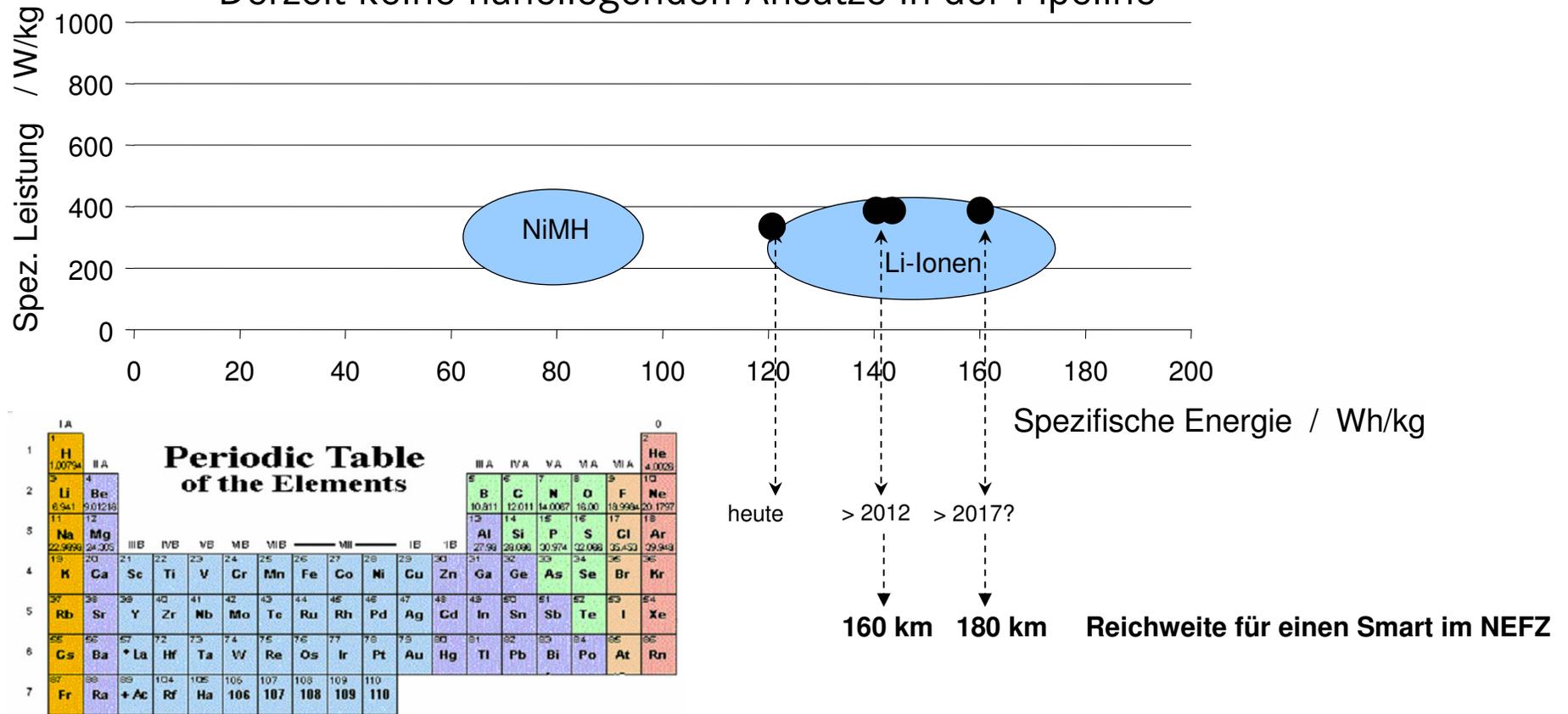
Verbrauch von 18 kWh/100km





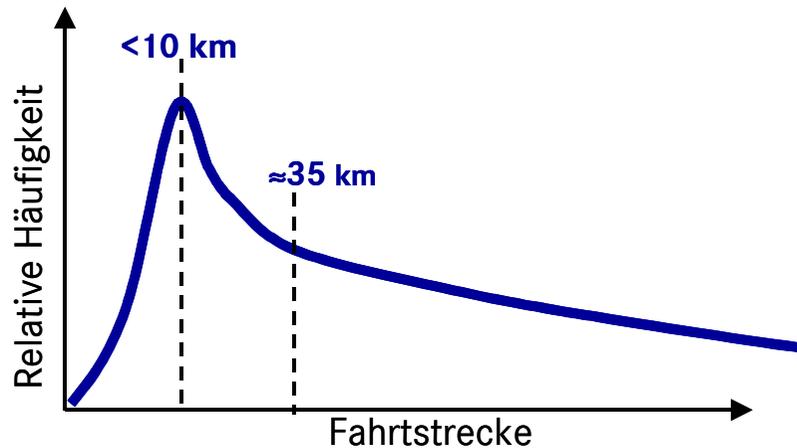
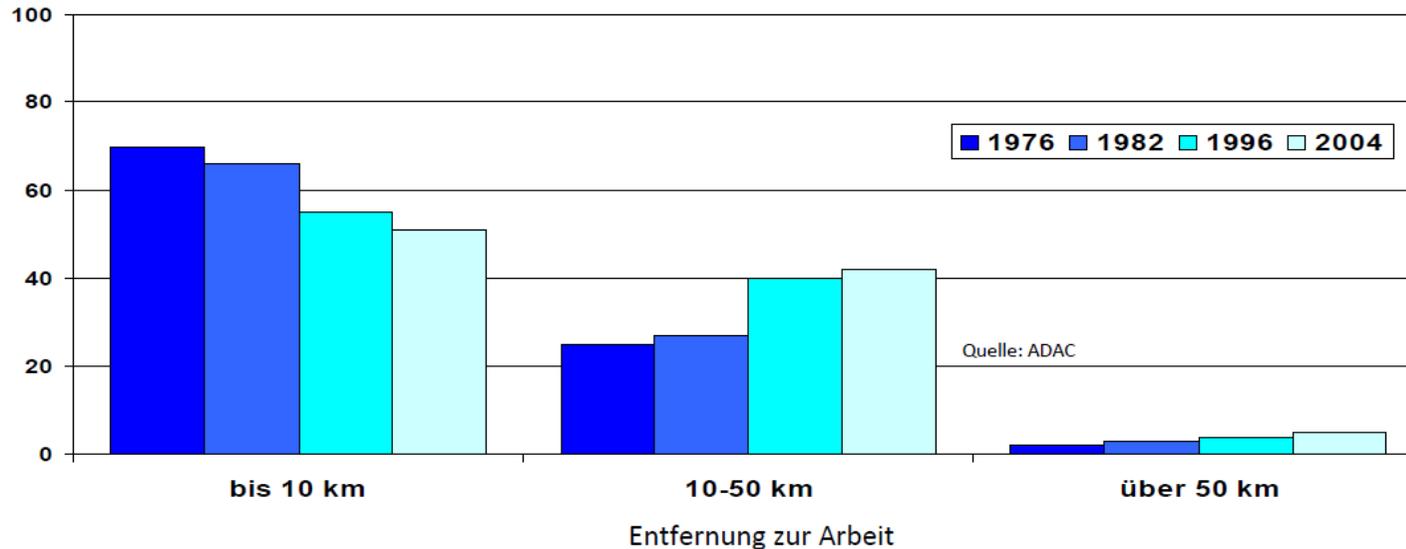
Vergleich Energie- und Leistungsdichte

- Weltweite Forschungsprogramme mit dem Ziel >200 Wh/kg
- Derzeit keine naheliegenden Ansätze in der Pipeline





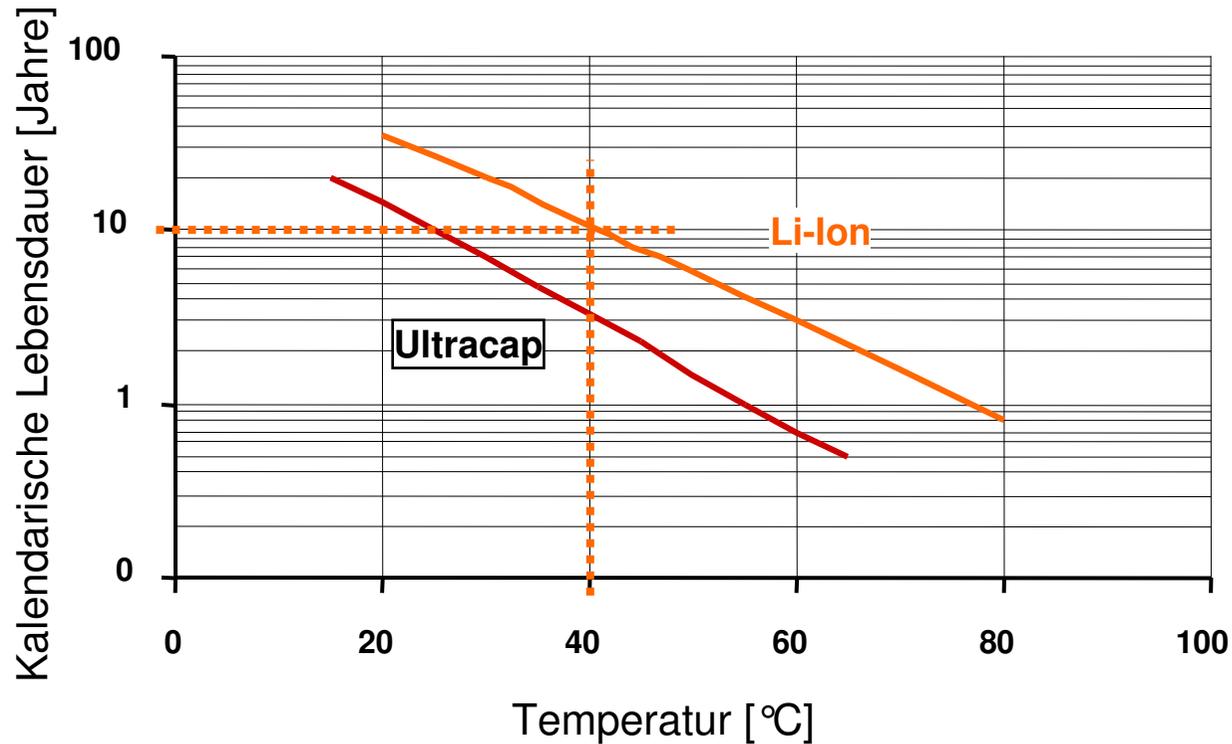
Fahrstatistik (Deutschland)



- Die häufigsten Fahrten betragen weniger als 10 km
 - Die mittlere Fahrt geht etwa über 35 km
- ⇒ Prinzipiell gute Voraussetzungen für Batterie-Fahrzeuge
- Aber: Schnellladefähigkeit unbefriedigend



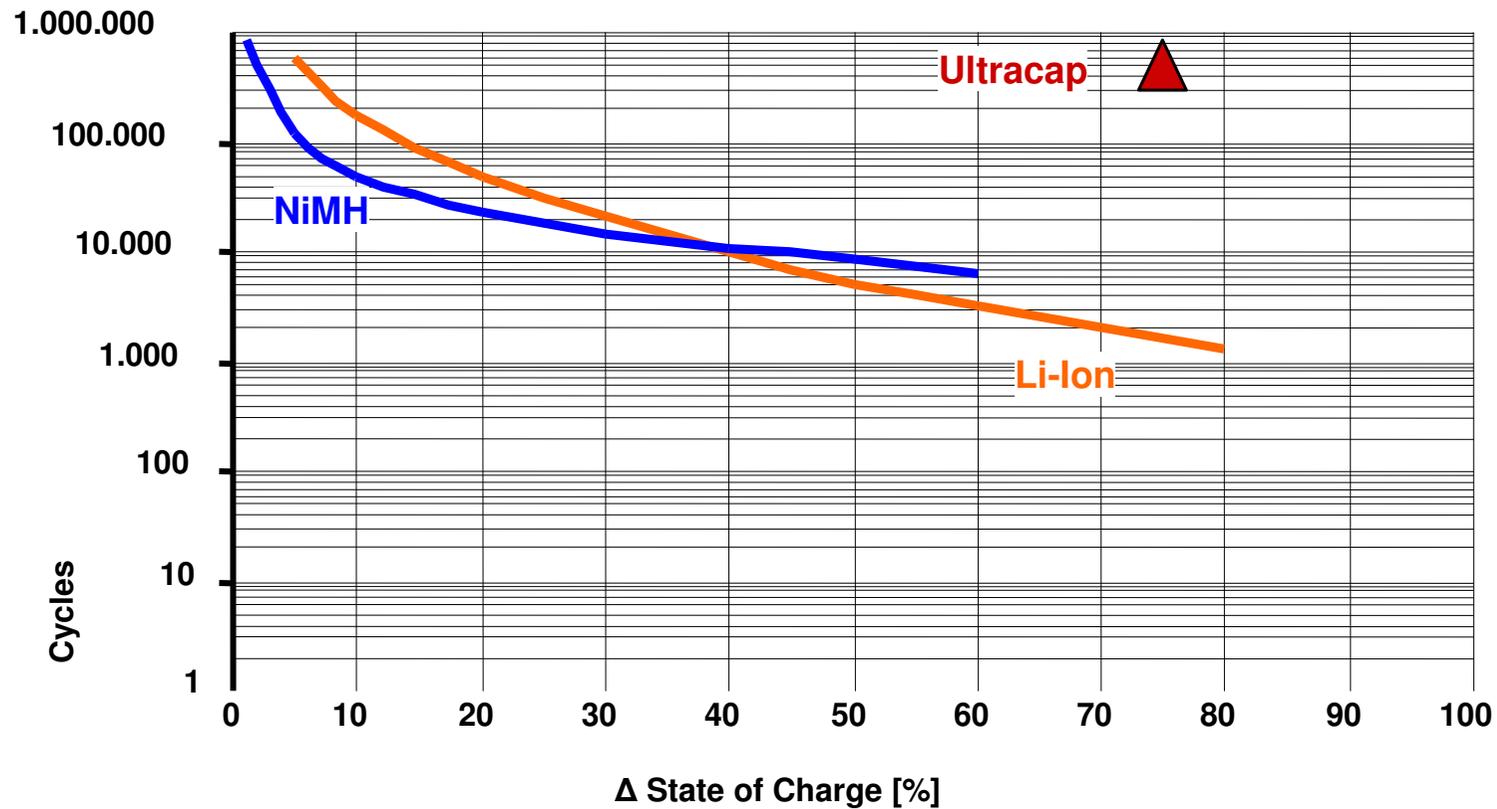
Lebensdauer - Abhängigkeit von der Temperatur



- Die kalendarische Lebensdauer von Ultra-Caps und Batterien ist auf Grund von elektrochemischen Sekundärreaktionen stark temperaturabhängig
- Der Batteriekühlung kommt entscheidende Bedeutung zu



Zyklenlebensdauer - Abhängigkeit vom Entladehub



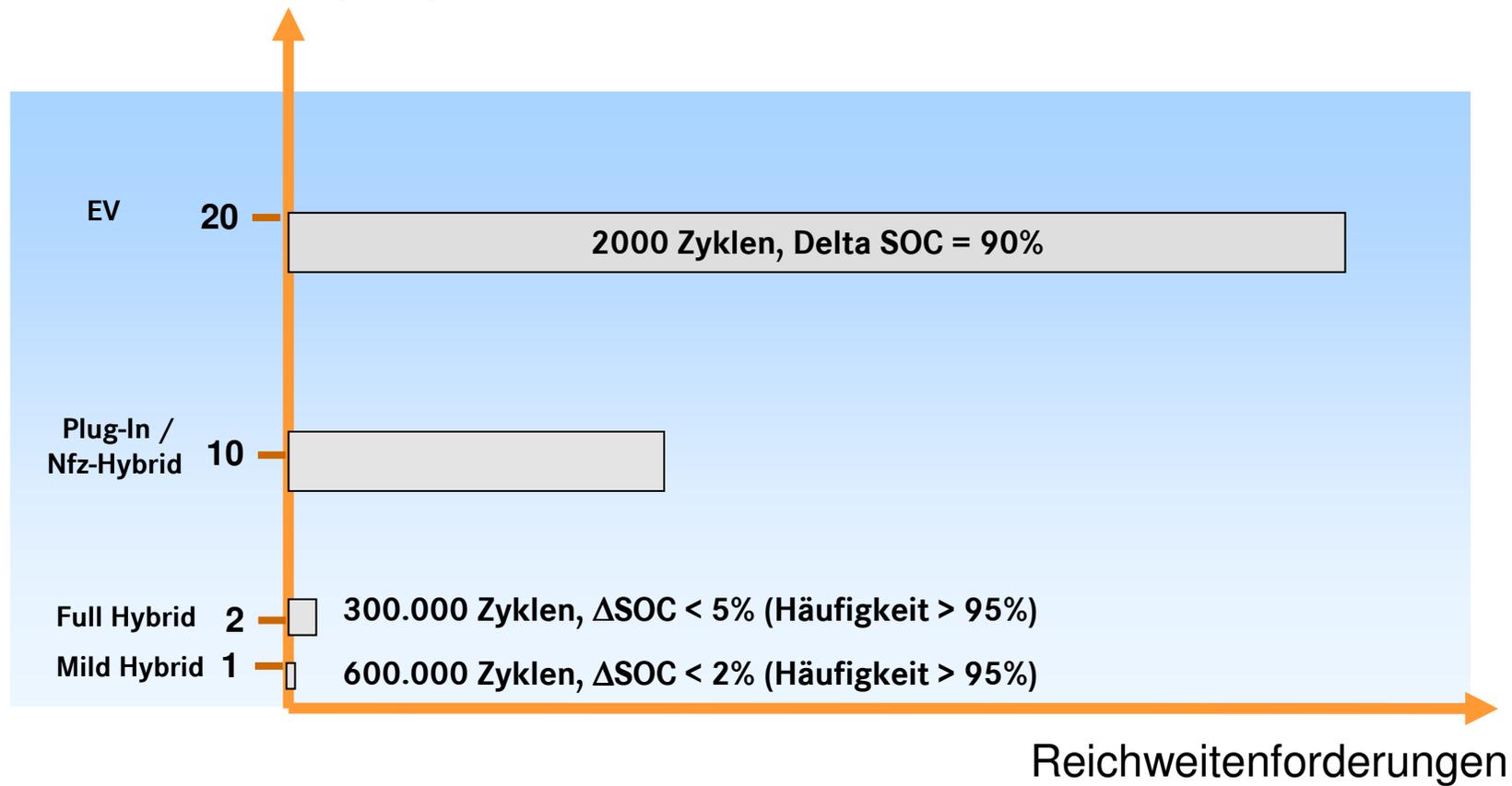
- Mit höherem Entladehub sinkt die Zyklenlebensdauer der Batterie



Mercedes-Benz

Reichweitenanforderungen und Ladehöhe

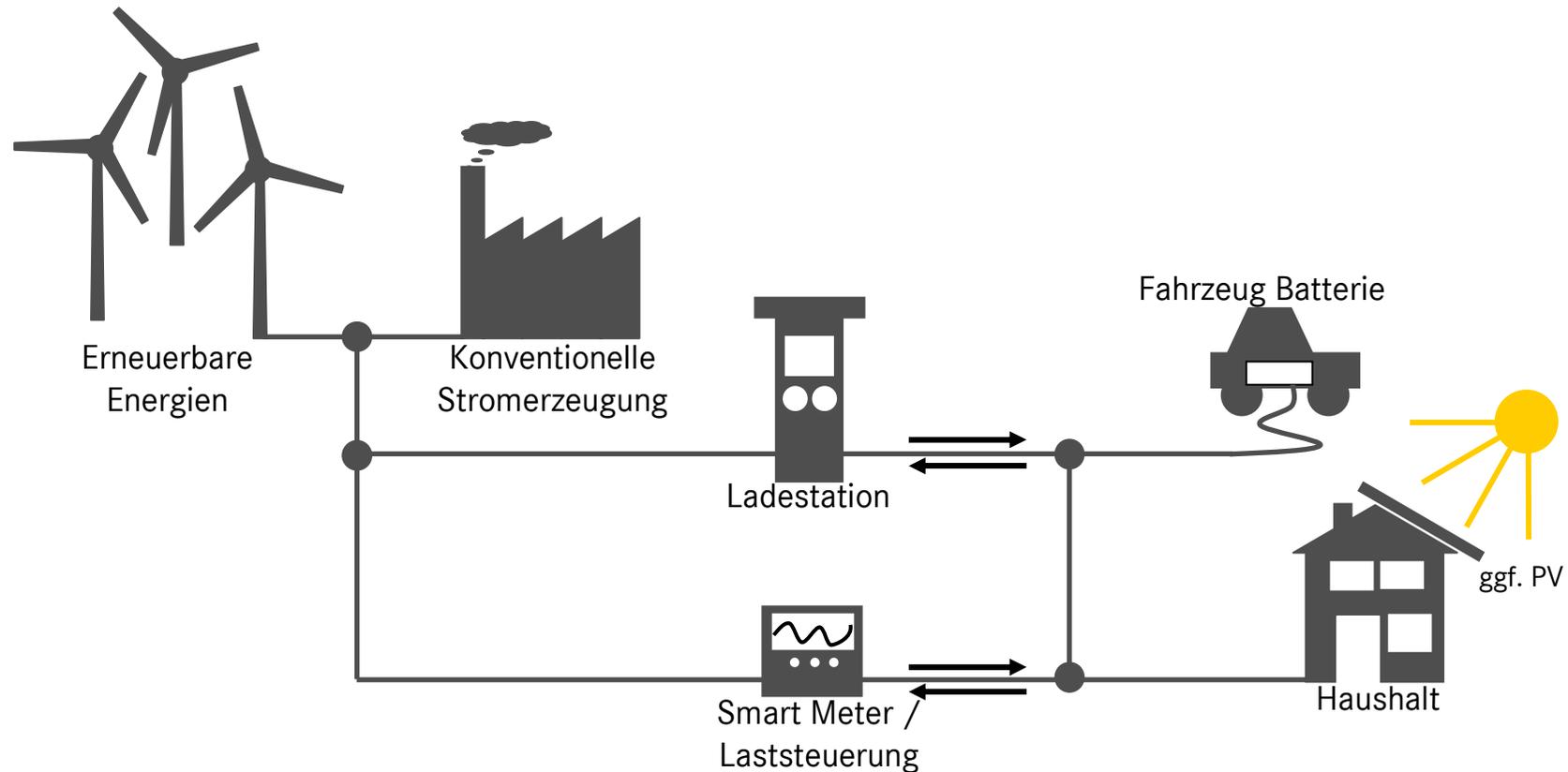
Benötigte Energie [kWh]





Mercedes-Benz

Fahrzeuge am Netz („vehicle to grid“)



- Konzept: Fahrzeuge puffern Stromspitzen / -senken durch Zwischenspeicherung
- Zyklenfeste Batterien sind erforderlich, um Einbußen an Lebensdauer zu vermeiden



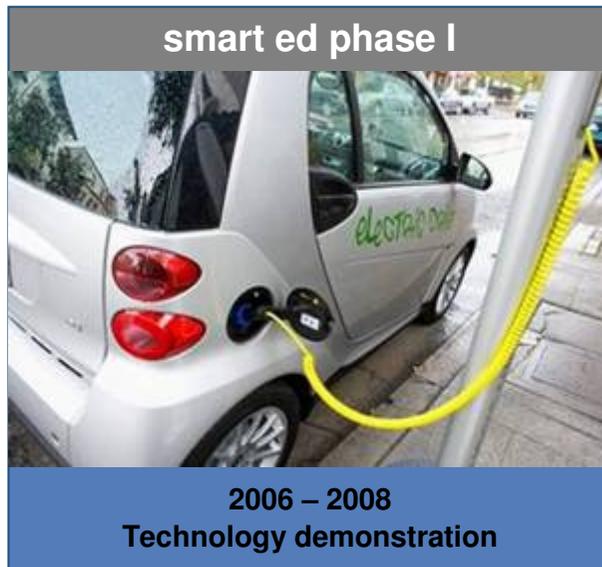
Vorkommen und Produktion Lithium weltweit

- Globale **Förderung von Lithium (2006) ca. 18.000 to**, vor allem aus Salzseen in Süd-amerika
- **Globale Lithiumreserven** werden je nach Quelle **zwischen 11mio to (USGS) und 30mio geschätzt**. Der **Großteil der Reserven liegt in Südamerika**, laut USGS **50% der Weltreserven in Bolivien**.
- **Ausgangsmaterial Lithiumcarbonat (Li_2Co_3) für Batterien wird größtenteils aus Salzseen gewonnen, Vorkommen in Form lithiumhaltiger Gesteine sind für Akkus heute nicht wirtschaftlich verwendbar.**
- Große Vorkommen von Lithiumsalzen befinden sich in **Chile** (Salar de Atacama), **Argentinien, Bolivien**, den **USA, Kanada, Australien, Simbabwe** und **China** (Tibet).
- **Aktuell werden nicht alle bekannten förderungswürdigen Vorkommen ausgebeutet; Die Uyuni Salt Pans in Bolivien werden bisher nicht zur Förderung von Lithiumsalzen genutzt.**



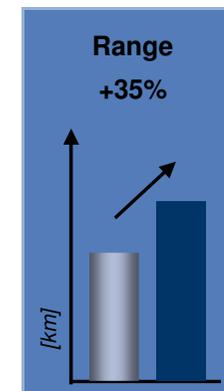
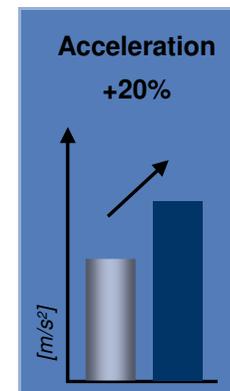
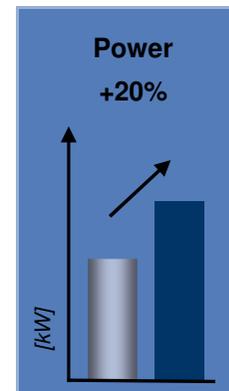
Mercedes-Benz

smart ed – Next Generation of Battery Electric Vehicle



smart ed phase 3:

- Increased power (41 kW → 50 kW)
- Higher reliability
- Longer range (110 km → 150 km)
- Improved freeze start ability
- Improved battery (Sodium-Nickel-Chlorid → Li-Ion)

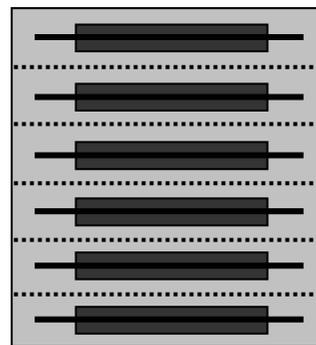




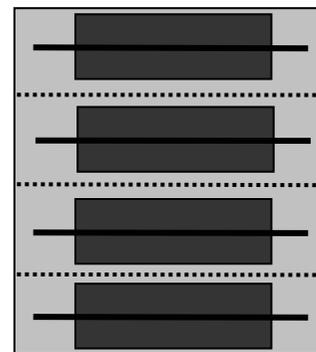
Mercedes-Benz

Energie- und Leistungsdichte bei Batterie / Brennstoffzelle

- Batterie: Kopplung zwischen Energie- und Leistungsdichte

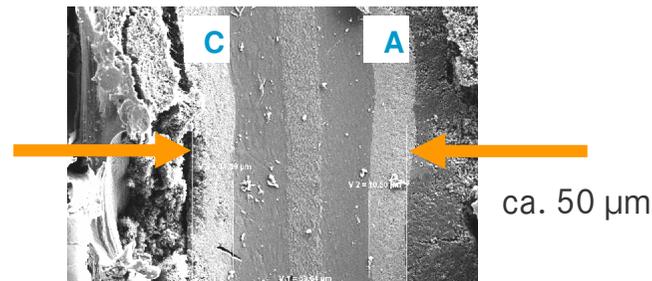


Hochleistungszelle:
Dünne Elektroden für
minimierten
Massentransportwiderstand
Ca. 30 μm



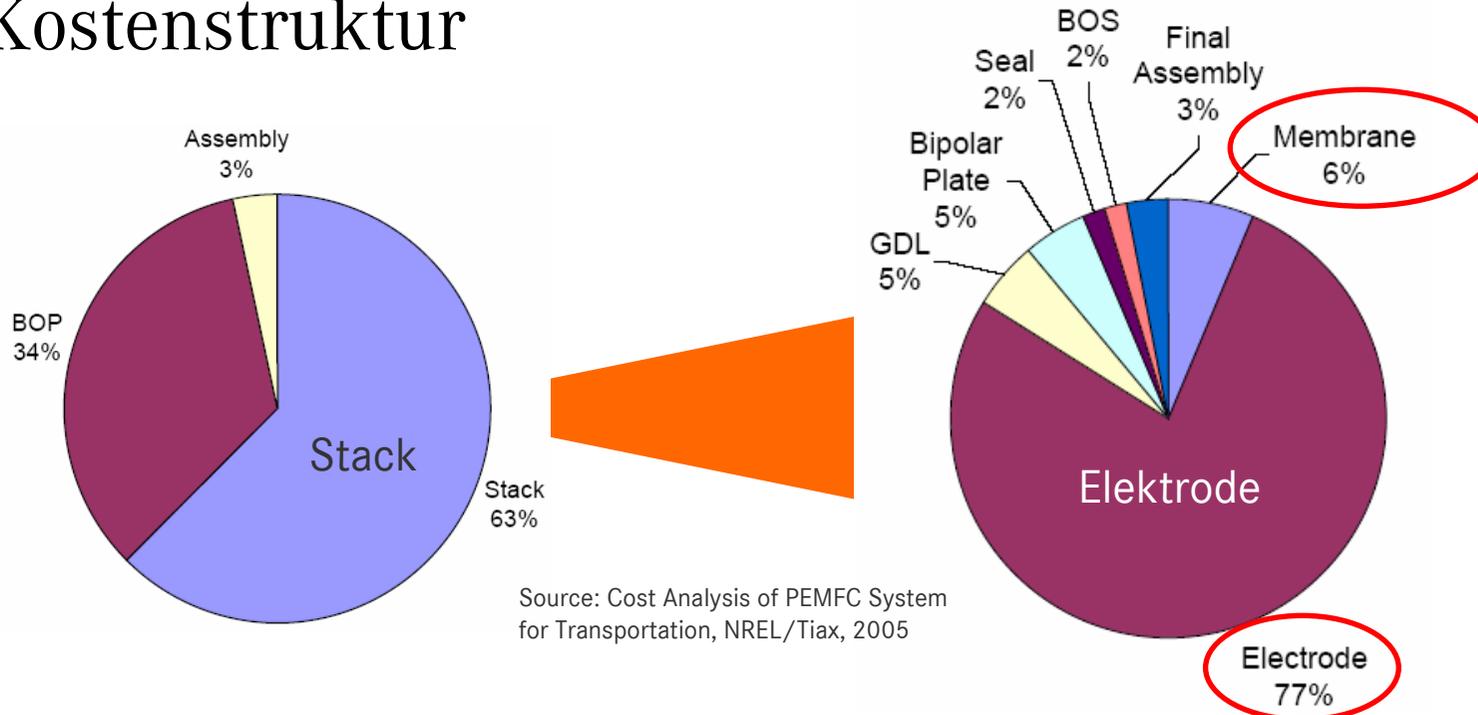
Hochenergiezelle:
Dickere Elektroden zur
Maximierung der
Packungsdichte des
Aktivmaterials
Ca. 200 μm

- Brennstoffzelle: Entkopplung zwischen Energie- und Leistungsdichte
 - Brennstoffzelle optimiert auf hohe Leistungsdichte
 - Minimierung des Massentransportwiderstands durch Dünnschichttechnologie





Kostenstruktur

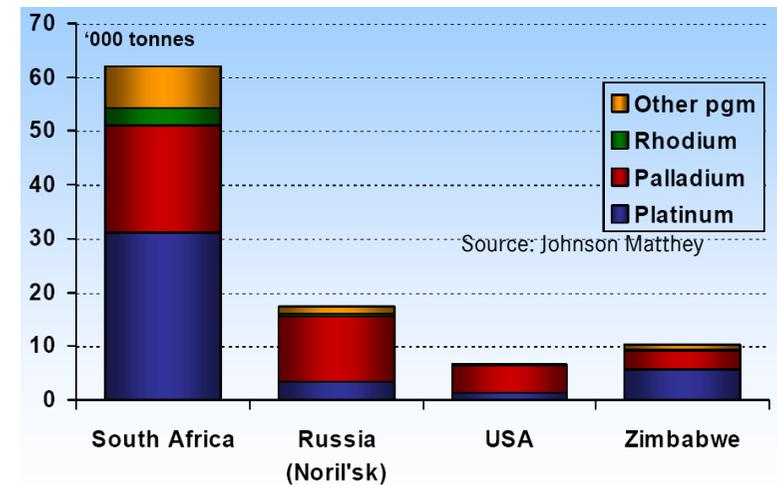
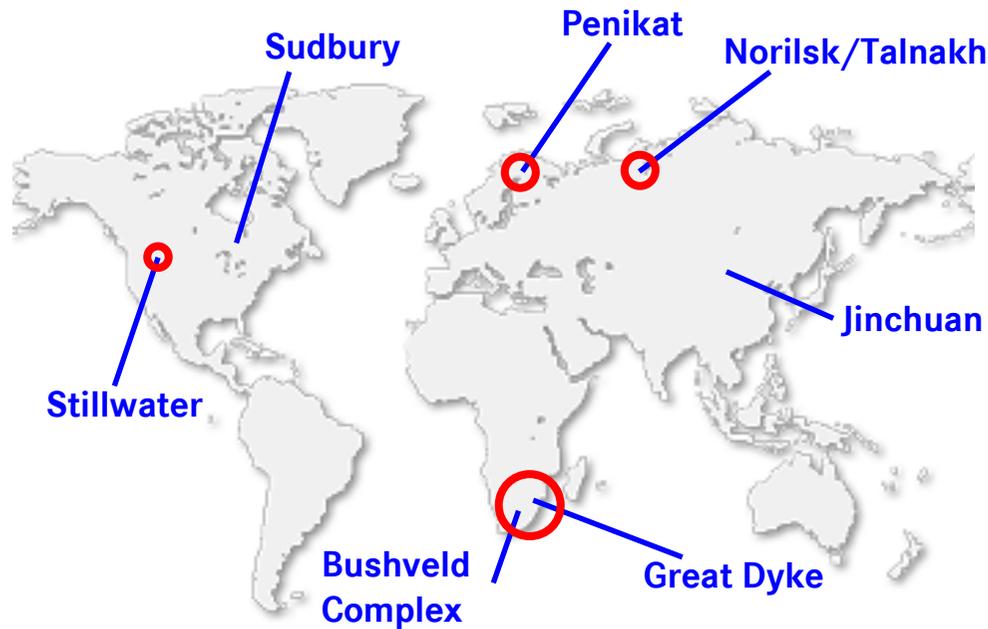


- Stack ist langfristig die teuerste Komponente des BZ-Systems
- Kosten des Stacks im Wesentlichen durch die Elektroden bestimmt, v.a. durch den Platin-Katalysator
- Membran (Perfluorierte Sulfonsäure) ähnlich wie für Chlor-Alkali-Elektrolyse
- Membrankosten können bei Massenproduktion stark gesenkt werden



Mercedes-Benz

Platin Vorkommen und Reichweite



- Platinvorräte vor allem im südlichen Afrika (Südafrika, Simbabwe), insgesamt ca. 40.000 t
- 2005: >85% der Jahresproduktion (ca. 200 t) aus Südafrika und Russland
- Schmuck als Puffermarkt für industrielle Nachfrageschwankungen



Mercedes-Benz

Robustheit

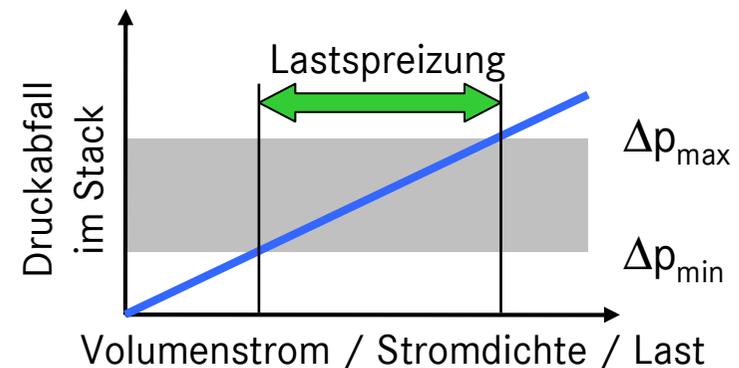
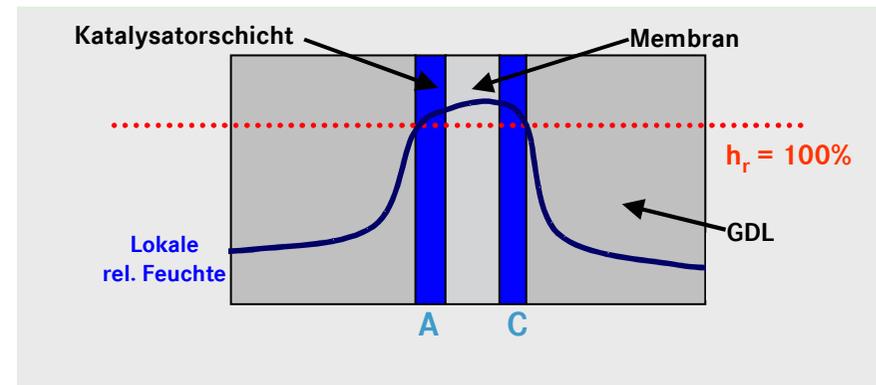
= Stabiler Betrieb über einen weiten Bereich von Betriebsbedingungen

- Temperatur: $-20 \dots 95^\circ\text{C}$
- Befeuchtung: $0 \dots >100\%$
- Betriebsdrücke: $1 \dots 3 \text{ bar}$

⇒ Einfluss auf Wasserhaushalt im Stack
Ziel: Membran stets feucht,
Gasdiffusionlagen (GDL) stets trocken

- Lastspreizung: 1 kW bis $>100 \text{ kW}$

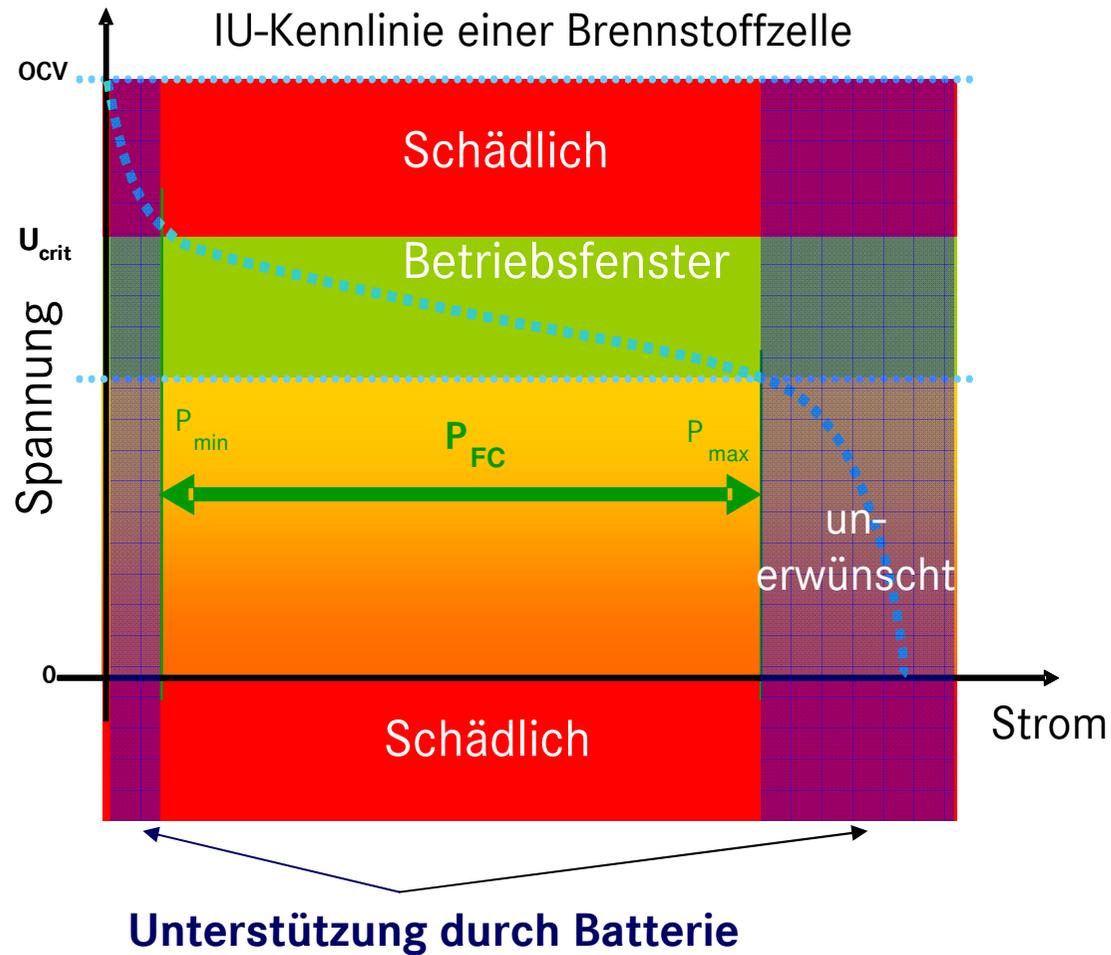
⇒ Ziel: Möglichst stabiler Betrieb des
Stacks über gesamten Leistungsbereich





Mercedes-Benz

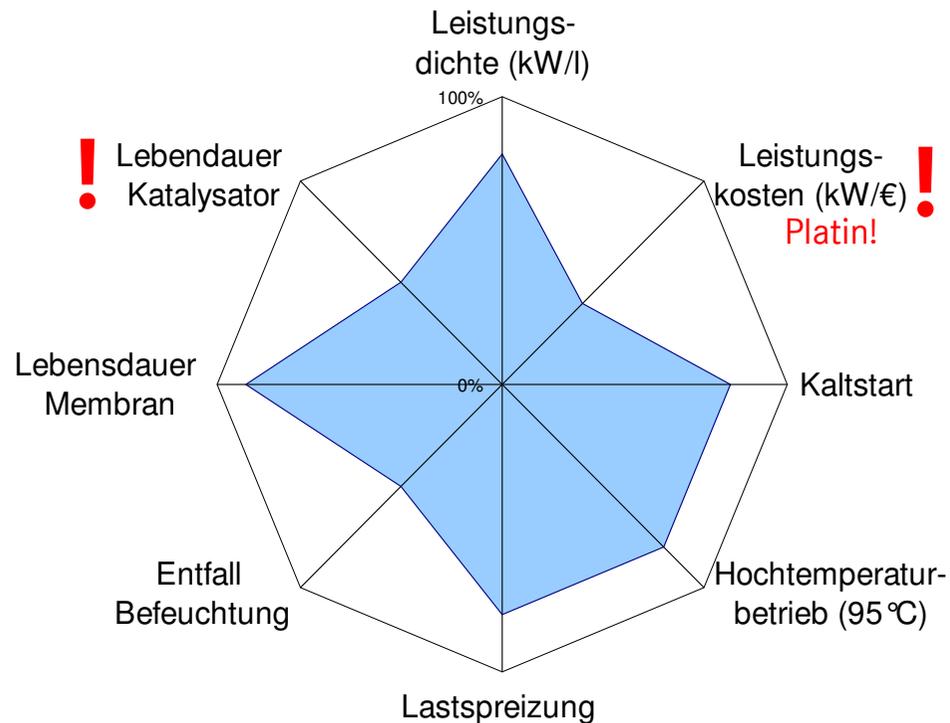
Synergien zwischen Brennstoffzelle und Batterie





Mercedes-Benz

Zusammenfassender Status (Brennstoffzellen Stack)



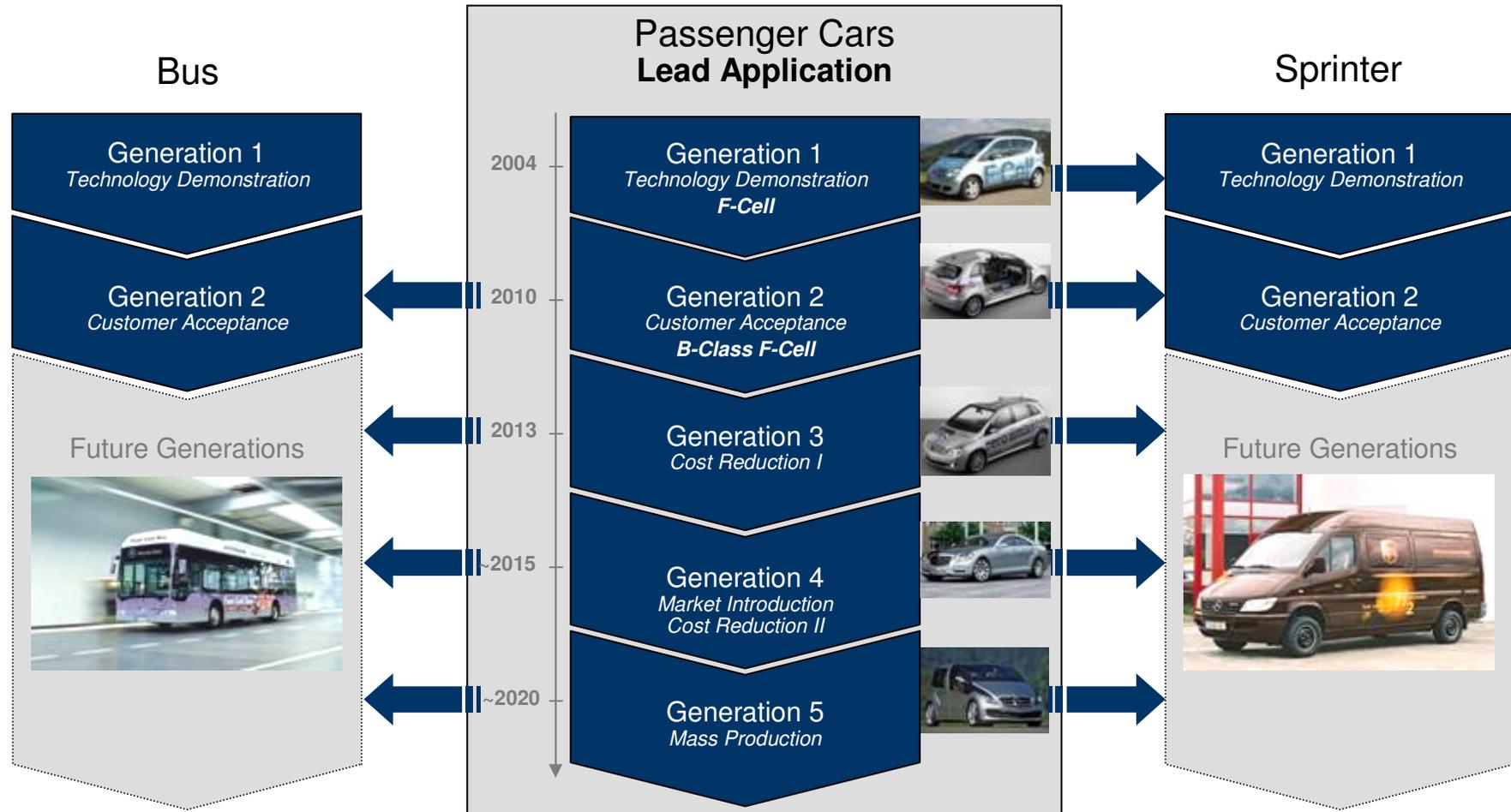
Entscheidende Handlungsfelder:

- Erhöhung der Leistungsdichte bei reduzierter Platin-Beladung
- Verbesserung der Katalysator-Lebensdauer



Mercedes-Benz

Daimlers Brennstoffzellen Roadmap





Mercedes-Benz

Zusammenfassung

Stärken

- Nachhaltige Mobilität ist für Daimler ein hoher Wert
- Batterie- und BZ-Fahrzeuge sind derzeit der einzige Weg hin zu emissionsfreier Mobilität und Unabhängigkeit von fossilen Treibstoffen
- Beide Antriebe teilen zahlreiche technologische Gemeinsamkeiten und ergänzen sich
- Damit kann das ganze Spektrum der Mobilität abgedeckt werden
- Zügige Fortschritte in Richtung Kommerzialisierung sind zu verzeichnen

Herausforderungen

BEVs: Entwicklung preiswerter Hochenergie / Hochleistungszellen
FCVs: Aufbau der Infrastruktur erfordert private u. öffentliche Partnerschaften

➤ **Es gibt keine Einheitslösung für nachhaltige Mobilität bei vertretbaren Kosten**



Mercedes-Benz

Vielen Dank!

