

# Hybridstrategien von Toyota

## Antriebe Mobilität Innovationen

Leipzig, 31. März 2009

Toyota Motor Europe - Berlin Office

Bernhard Grünewald



# Herausforderungen der Automobilindustrie

## 1. Kernthemen

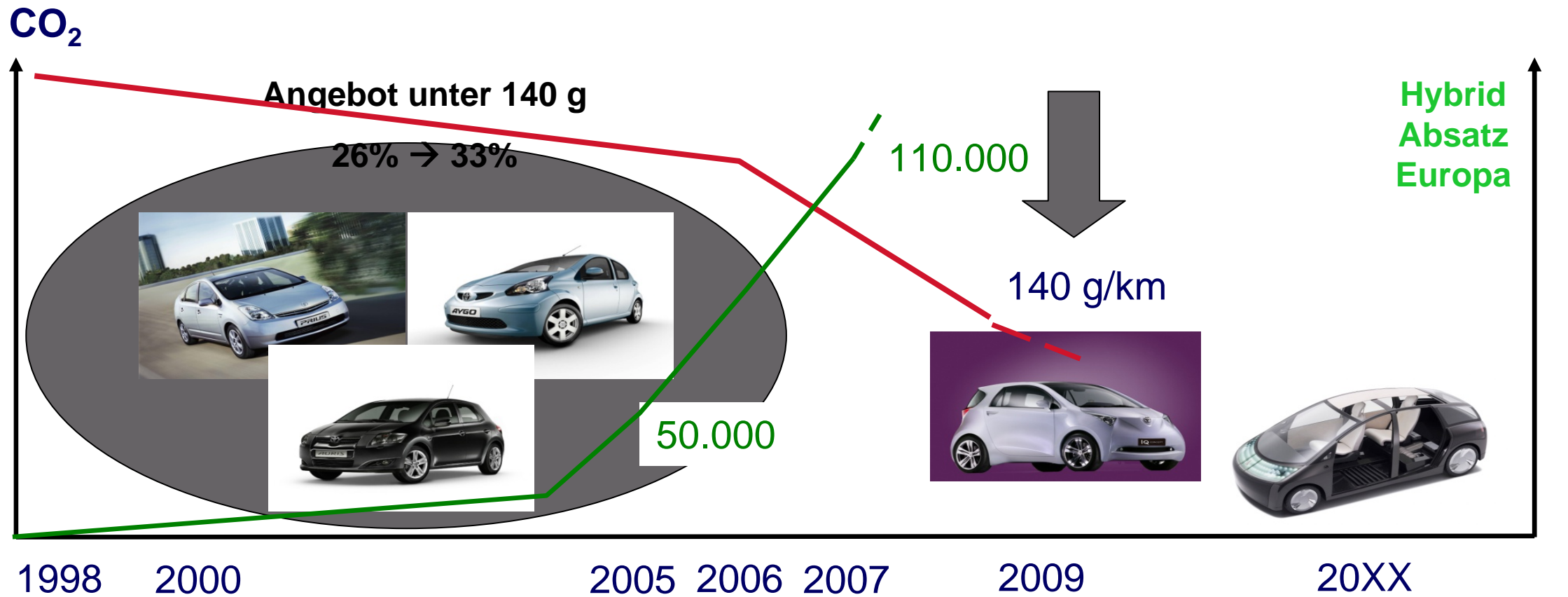
- 1) Endlichkeit / Verknappung der Weltölvorräte
- 2) Zunahme der CO2 Emissionen
- 3) Zunehmende Luftverschmutzung

## 2. Anstrengungen im Bereich Umwelt

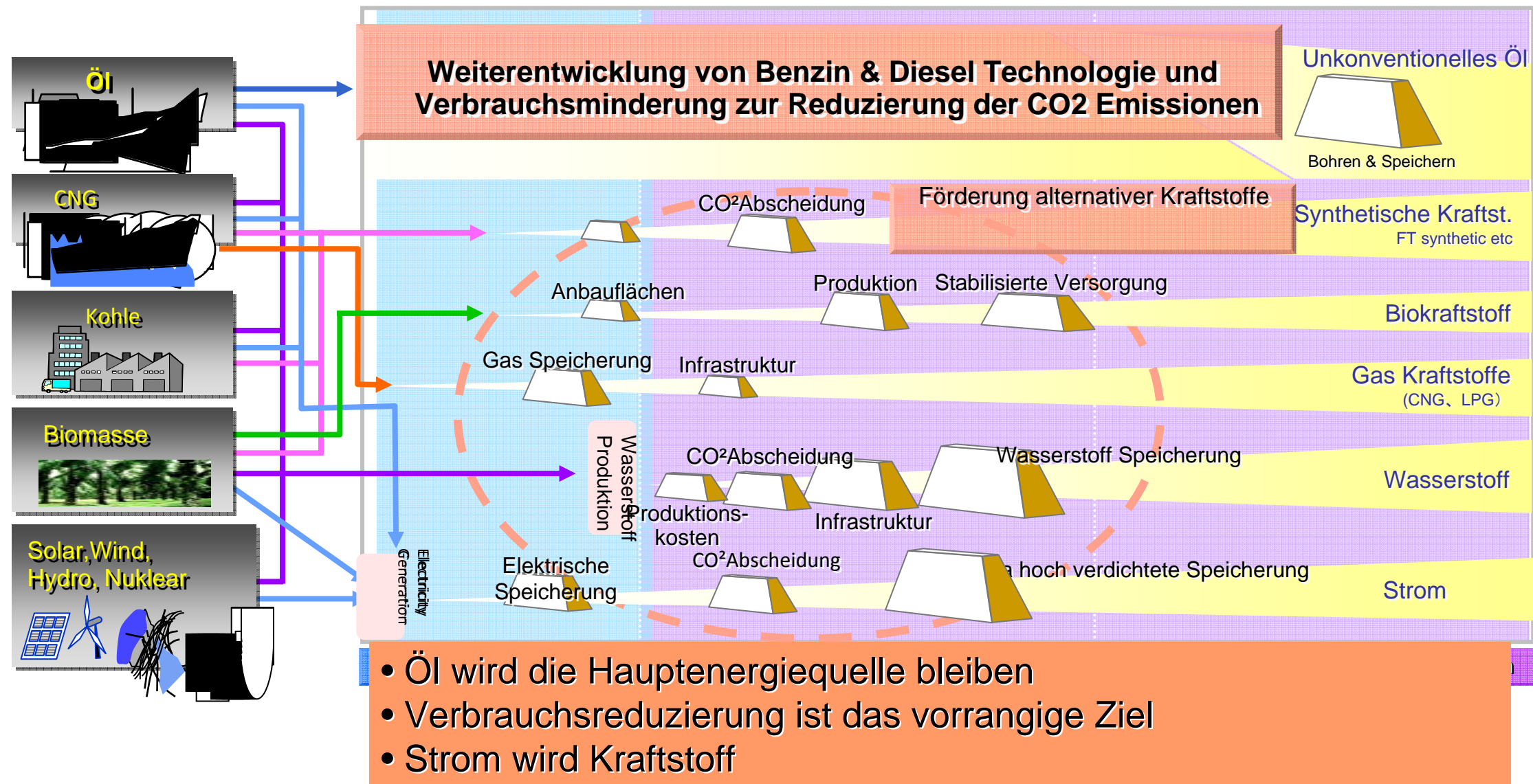
- 1) Verbrauchsminderung zur Ressourcenschonung
- 2) Stärkere Nutzung alternativer Kraftstoffe

# Modelmix

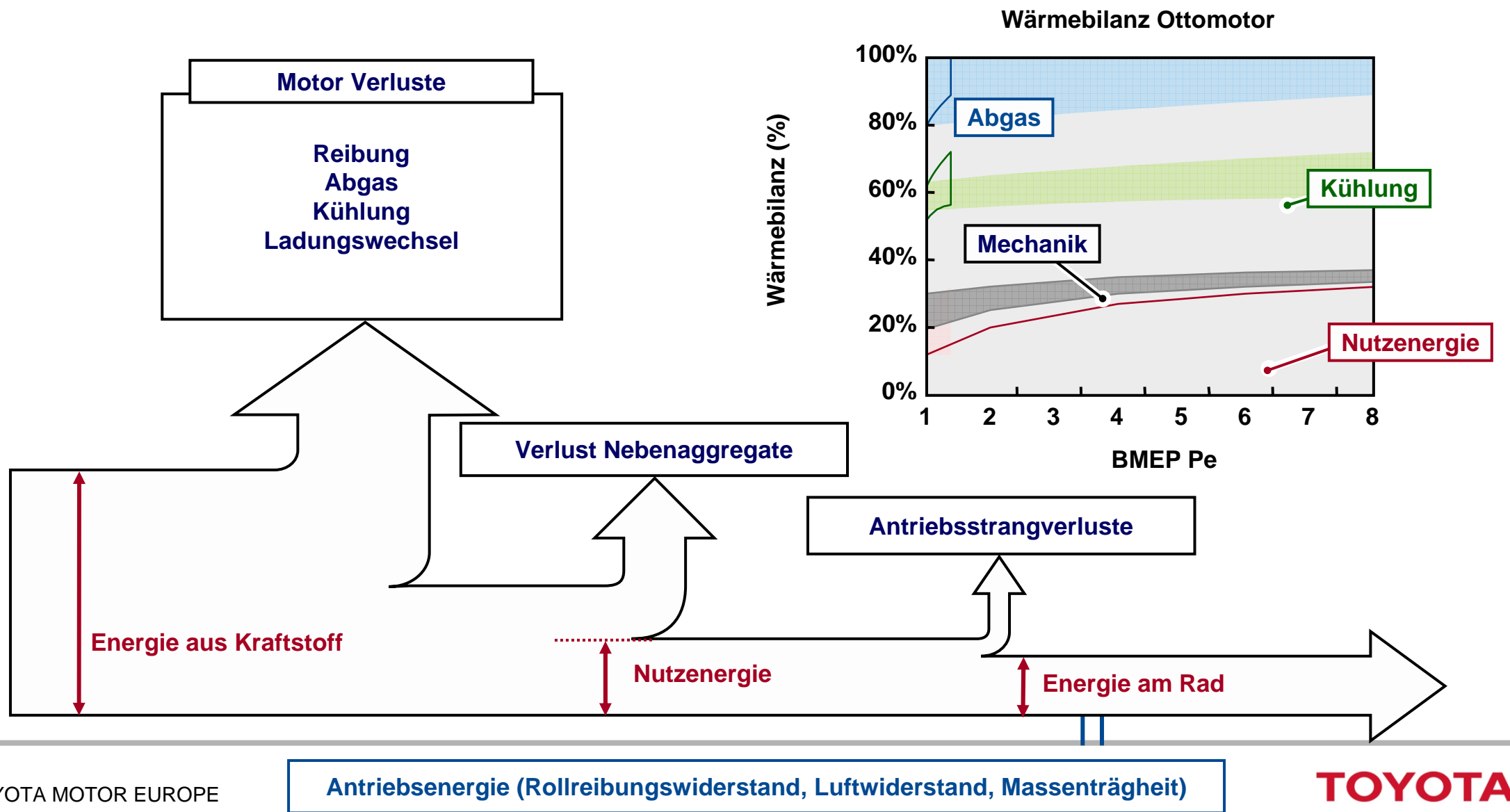
## Angebotserweiterung CO<sub>2</sub> effizienter Fahrzeuge



# Entwicklung der Energieträger im Strassenverkehr

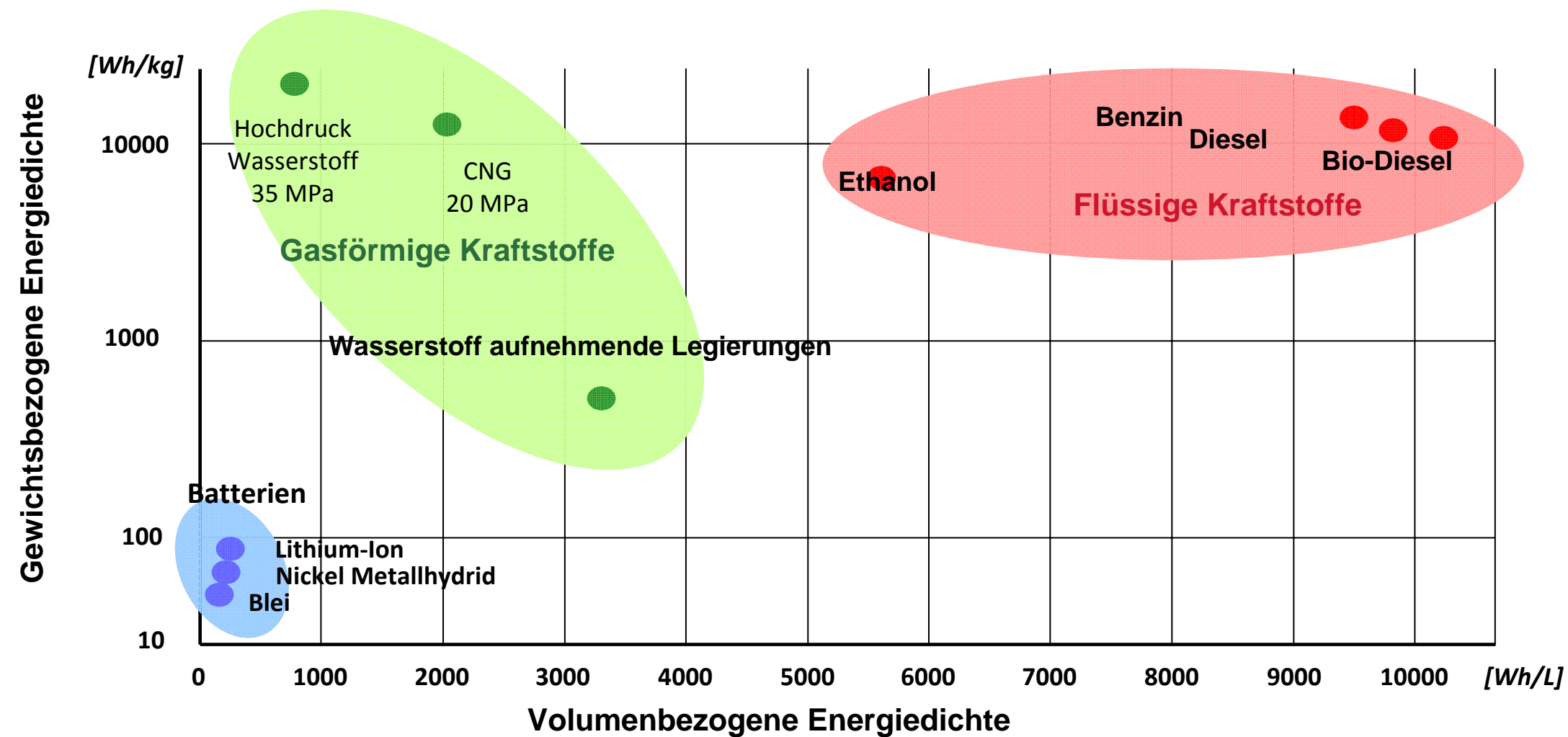


# Energetischer Wirkungsgrad im Verbrennungsmotor

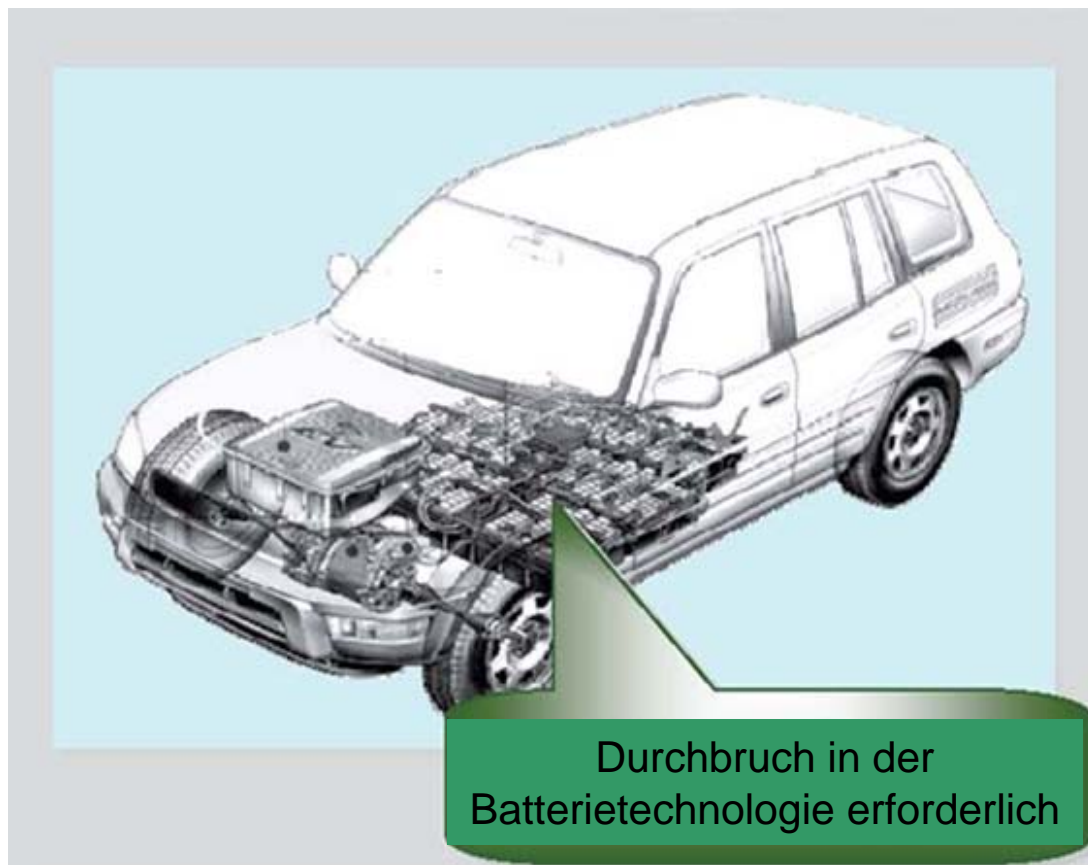


# Energiedichte

## Batterien im Vergleich zu verschiedenen Kraftstoffen



# Elektrofahrzeug RAV4 EV (1998 – 2003)

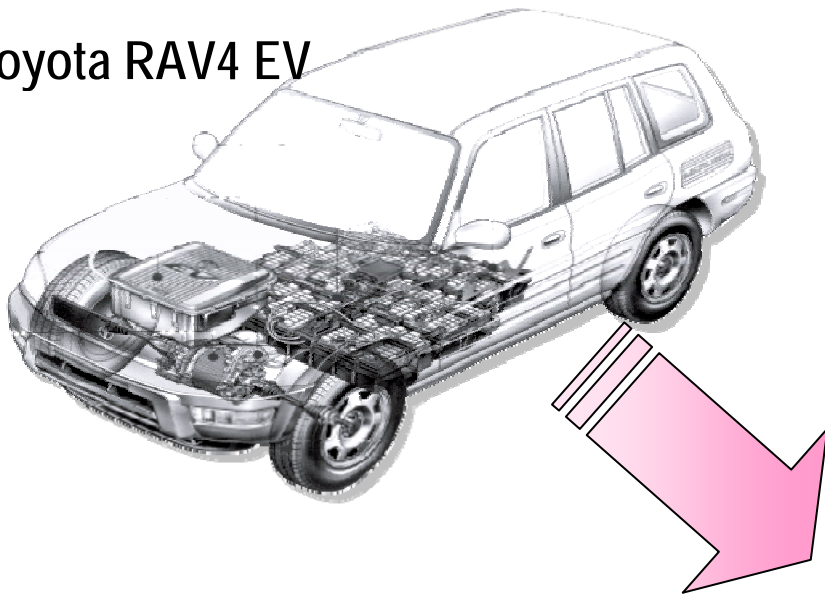


## RAV4 EV

- ➡ Gewicht 1500 kg, 5-Sitzer
- ➡ Reichweite: Über 200 km (Japan 10-15 Mode)
- ➡ Batterie Kapazität: 30 kWh, Gewicht Ni-MH: 450 kg
- ➡ Hohe Unterhaltskosten: Tausch der Ni-MH Batterie ca. 20.000 €
- ➡ Ladezeit ca. 6,5h
- ➡ Insgesamt 1600 Stück gebaut

**Elektrofahrzeuge sind derzeit für Kurzstrecken oder als reine Stadtfahrzeuge geeignet**

# Toyota Elektrofahrzeuge - Beispiele



Toyota e-com



- ➡ 100 km Reichweite
- ➡ Gewicht 770 kg, 2 Sitzler
- ➡ Ladezeit 2,5h

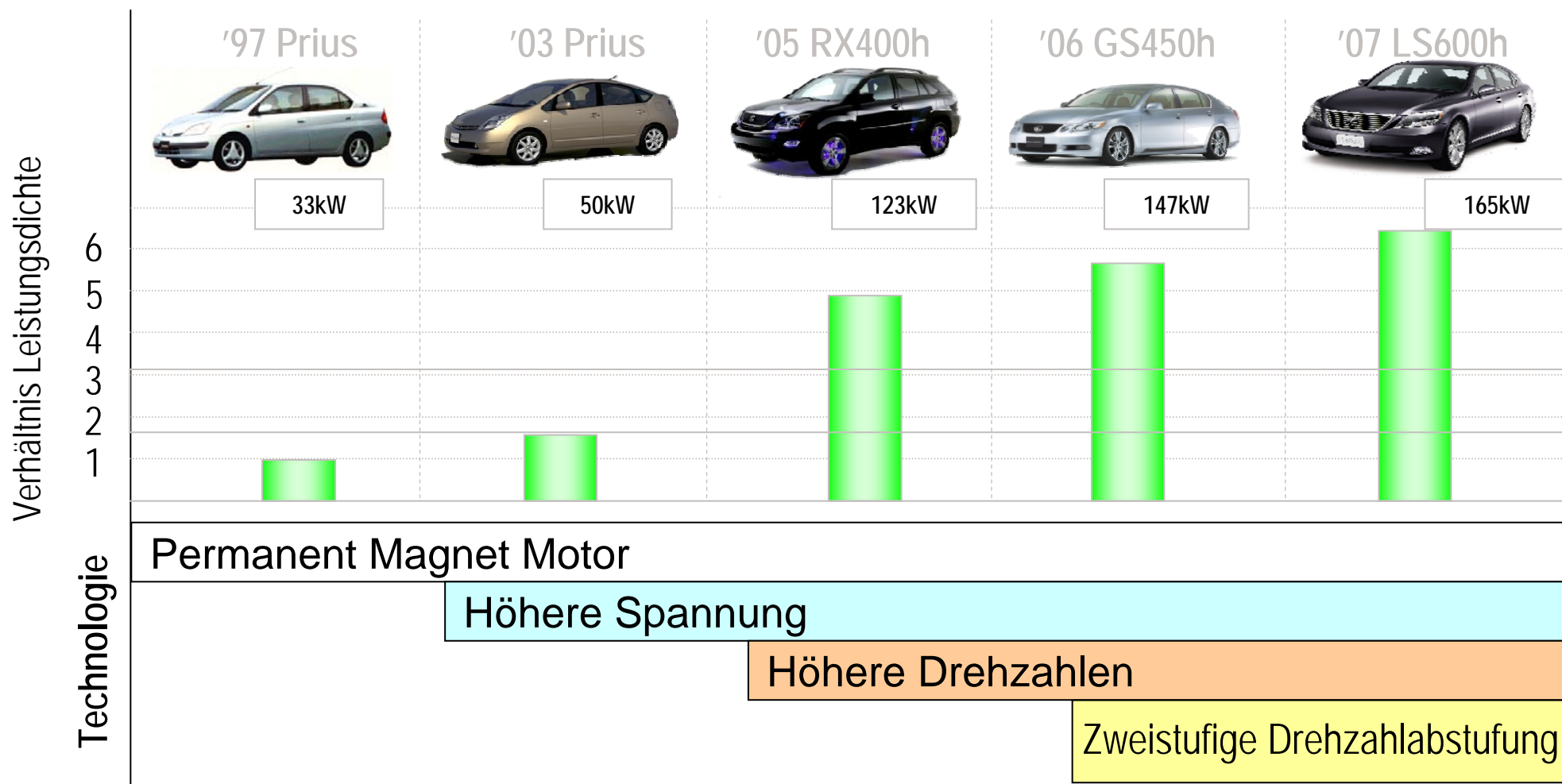
Für Elektrofahrzeuge relevante Themen:

- 1) Reichweite, 2) Kosten, 3) Ladezeiten, 4) Spezifische Ladeinfrastruktur



# Weiterentwicklung der Hybridtechnologie

# Evolution der Elektromotoren in Hybridfahrzeugen

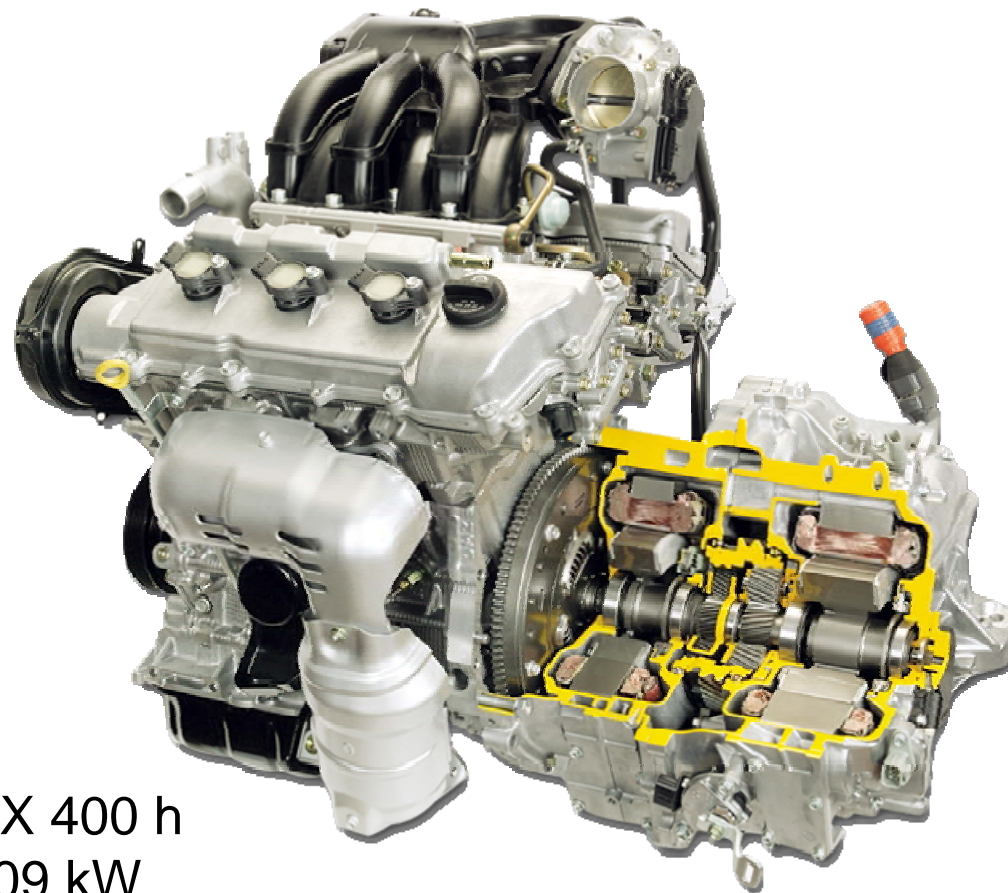
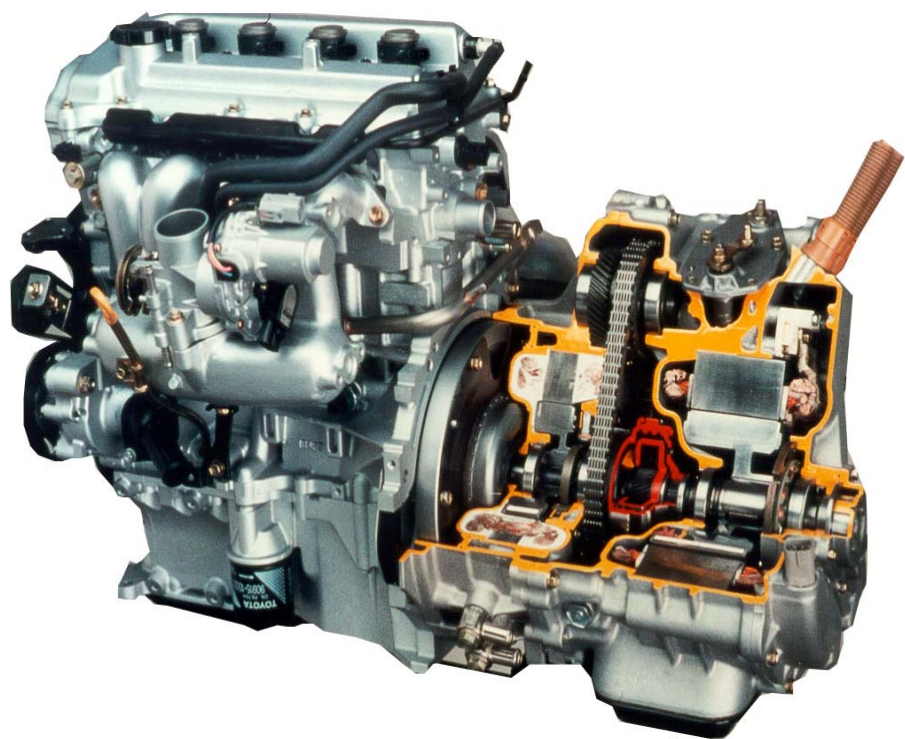


Reduktion von Größe und Gewicht durch Erhöhung der Leistungsdichte

# Größenvergleich von Hybrid-Antriebseinheiten

## Prius II

## RX 400h



Prius II

33 kW

50 kW

RX 400 h

109 kW

123 kW

Generator

E-Motor

# Evolution der Inverter in Hybridfahrzeugen

'97 Prius



'03 Prius



'05 RX400h



'06 GS450h



'07 LS600h



5  
4  
3  
2  
1

Verhältnis Leistungsdichte

Technologie

Optimierung der Platzierung der Komponenten

Integration intelligenter Leistungsmodule

Verbesserung der Kühlleistung

Reduktion von Größe und Gewicht durch Erhöhung der Leistungsdichte

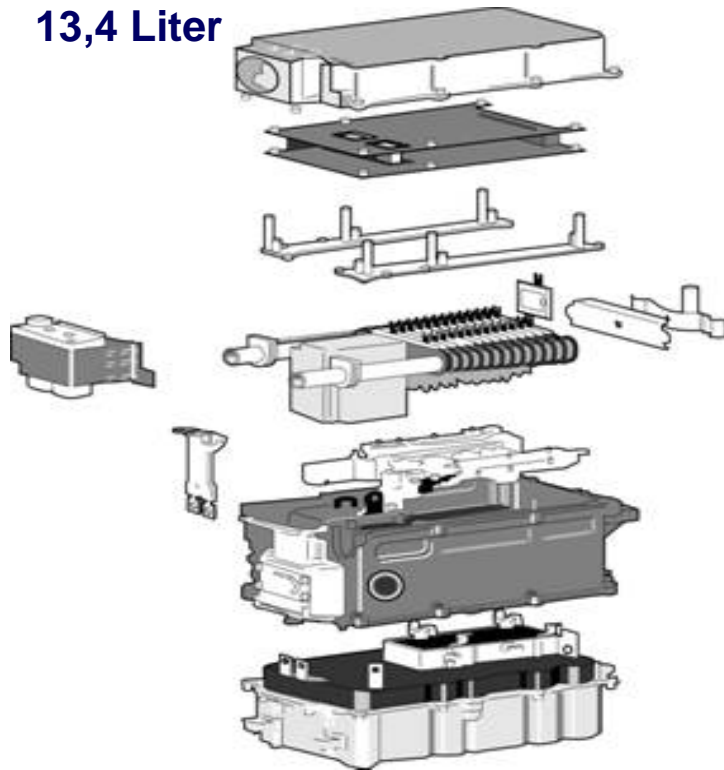
# Evolution der Inverter in Hybridfahrzeugen verbesserte Kühlung der Leistungselektronik (IGBTs)

## LS 600h

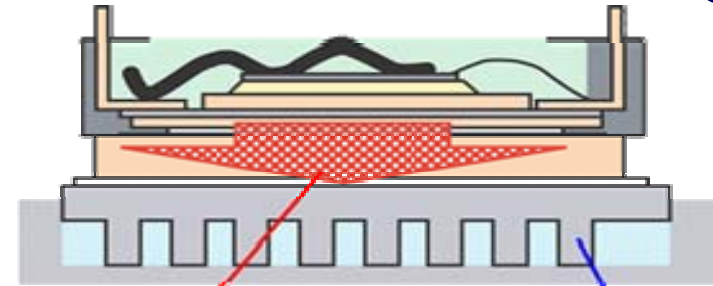
Spannung: 288V-650 V

Gewicht: 18,4 kg

Volumen: 13,4 Liter



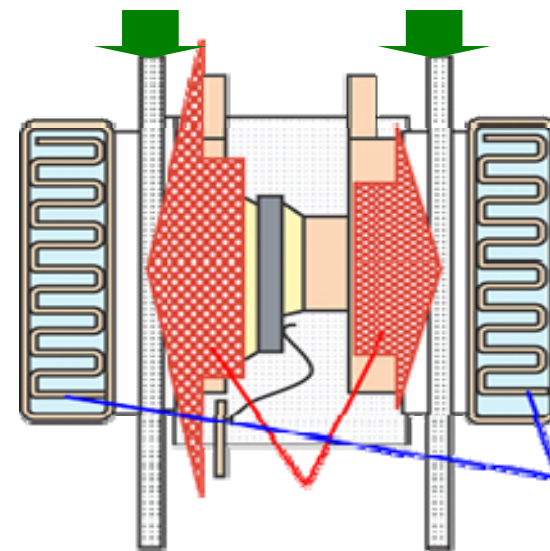
GS 450h



Wärmeübergang

Kühlkörper

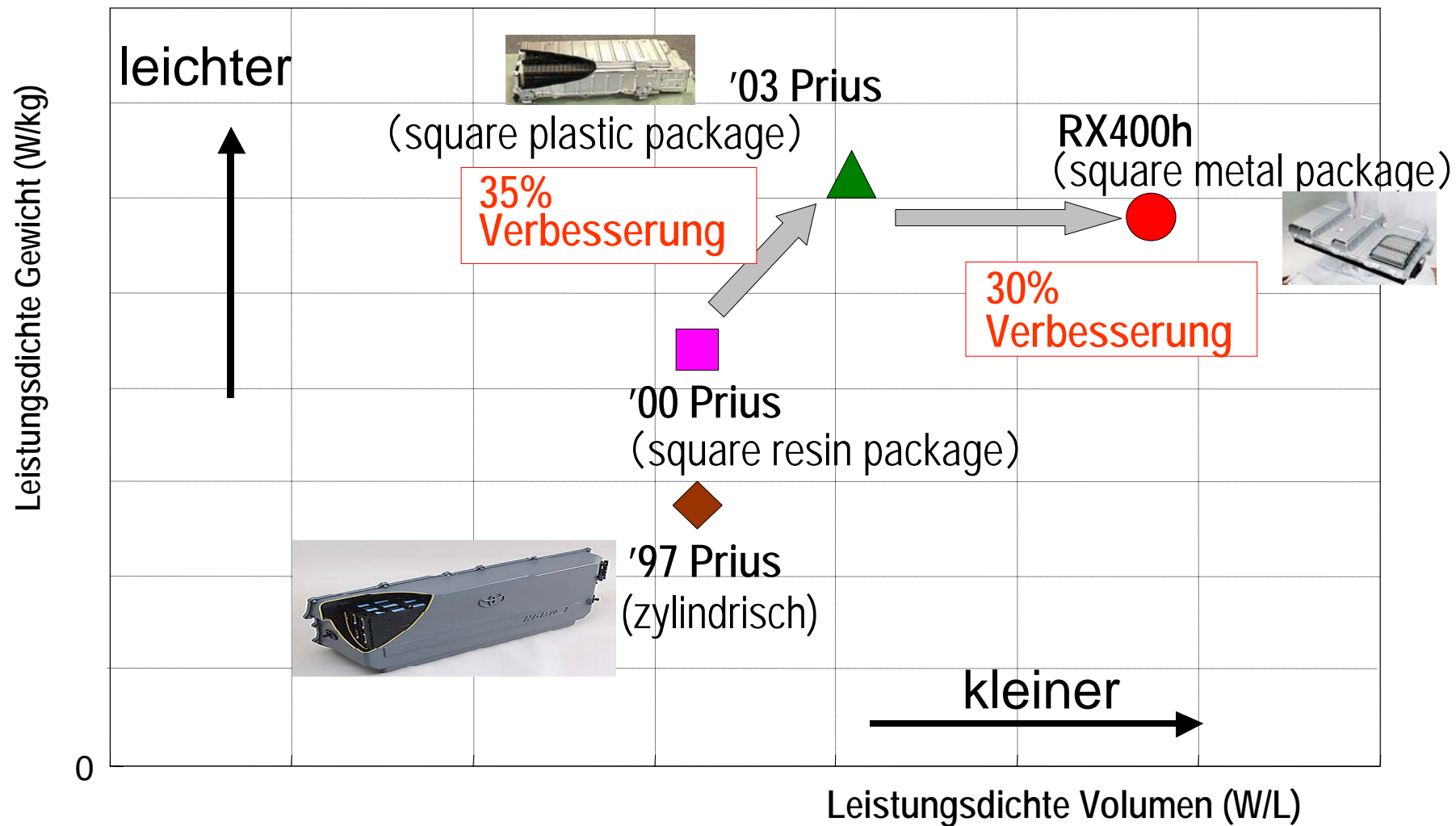
Verbesserte Kühlung



LS 600h

2-seitiger  
Wärmeübergang

# Evolution der Batterien in Hybridfahrzeugen



Höhere Energiedichten => Reduktion von Bauraum und Gewicht

## Prius III

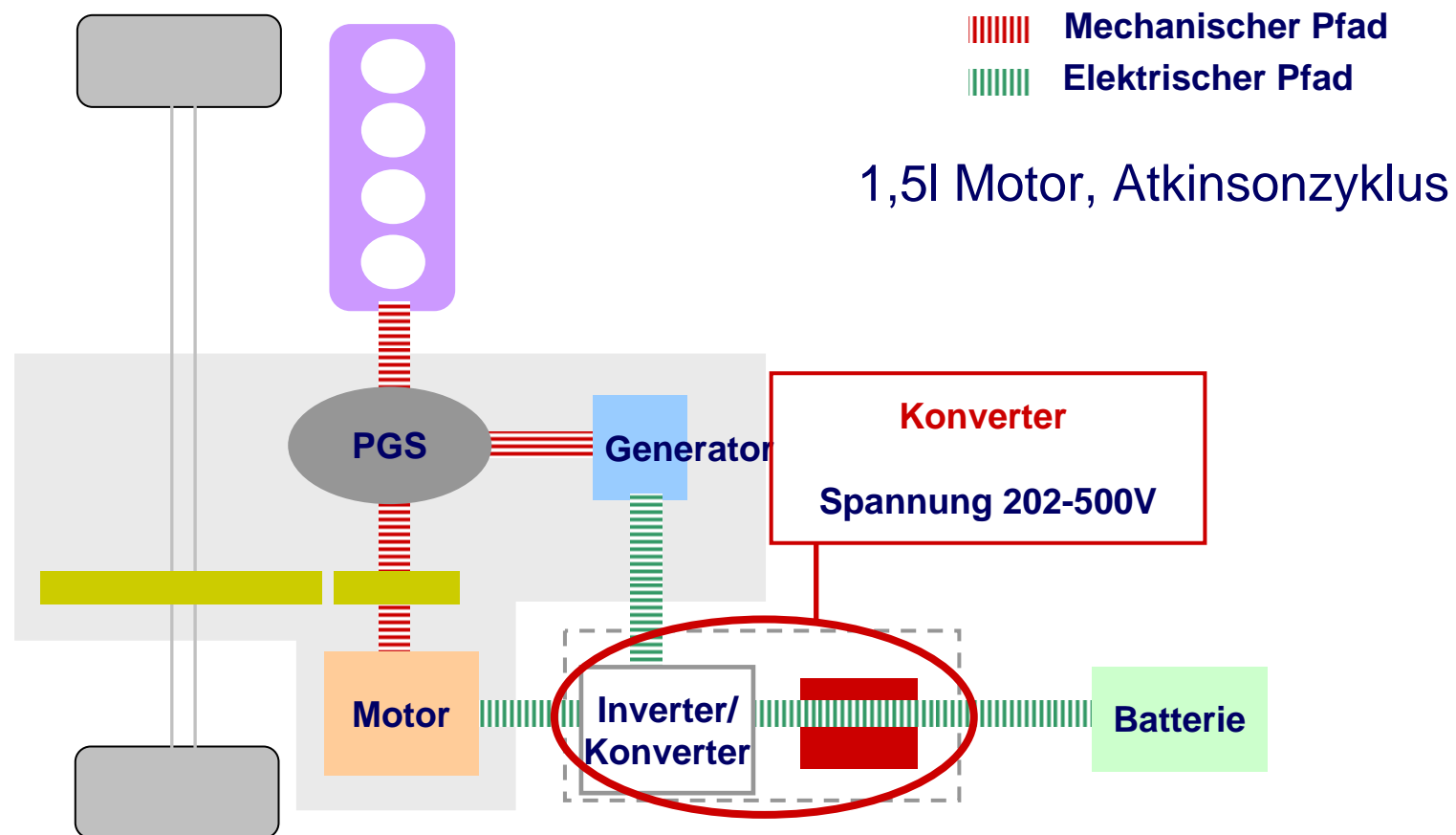


Systemleistung: +20% to 98kW

Kraftstoffverbrauch: -15%,

Verringerung des Hoch-  
geschwindigkeitsverbrauchs

# Auslegung Hybridsystem Prius II

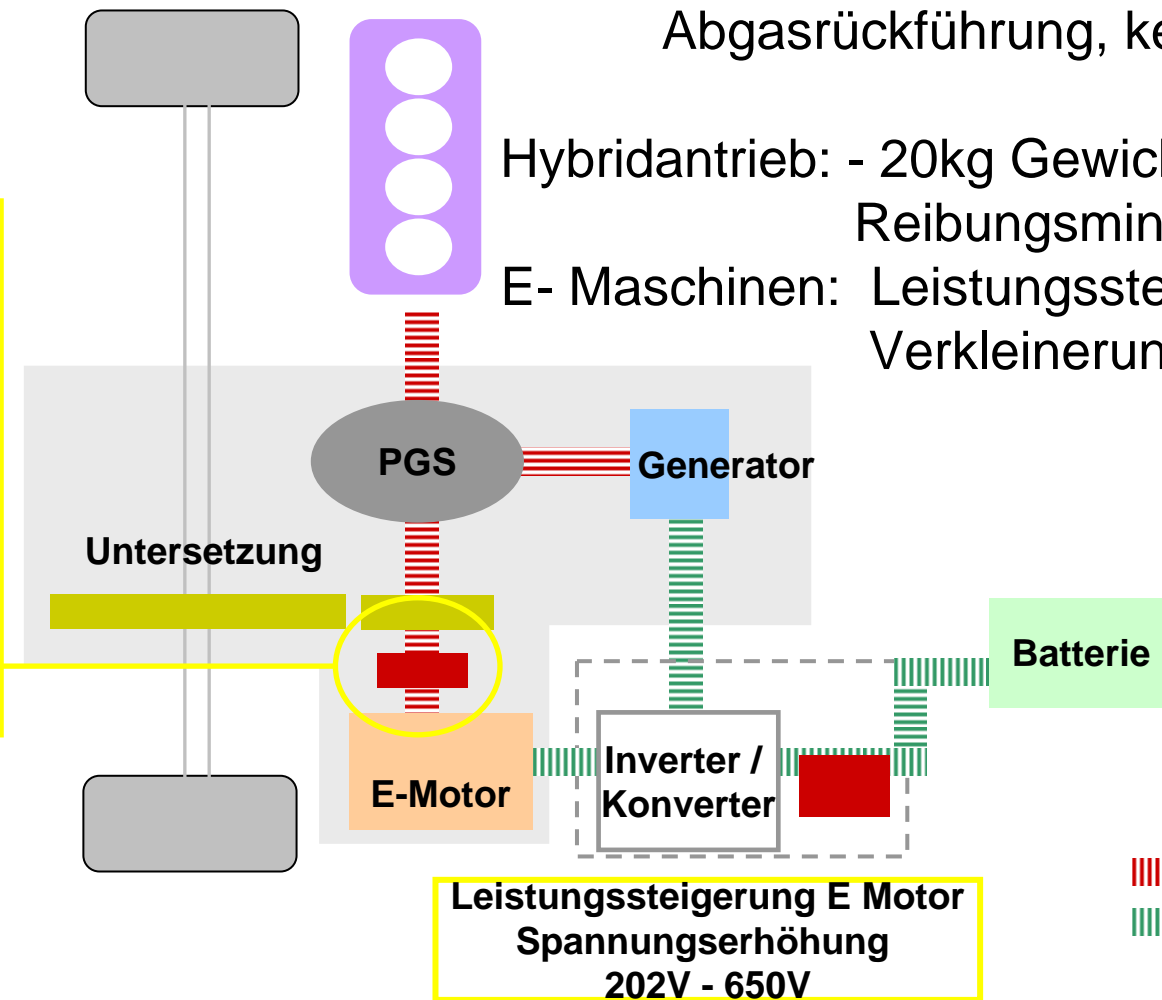
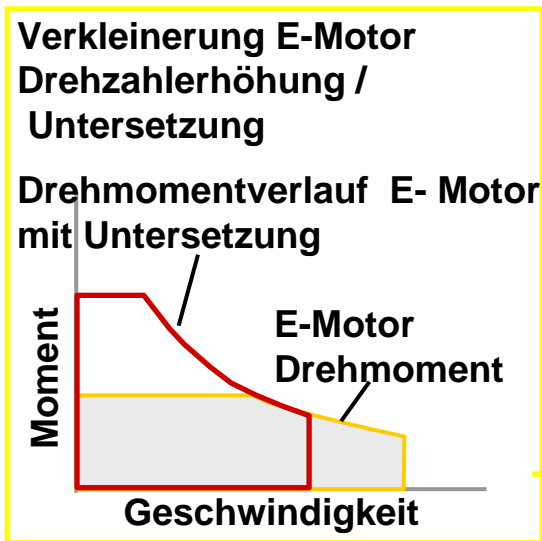




# Geänderte Auslegung Hybridsystem Prius III

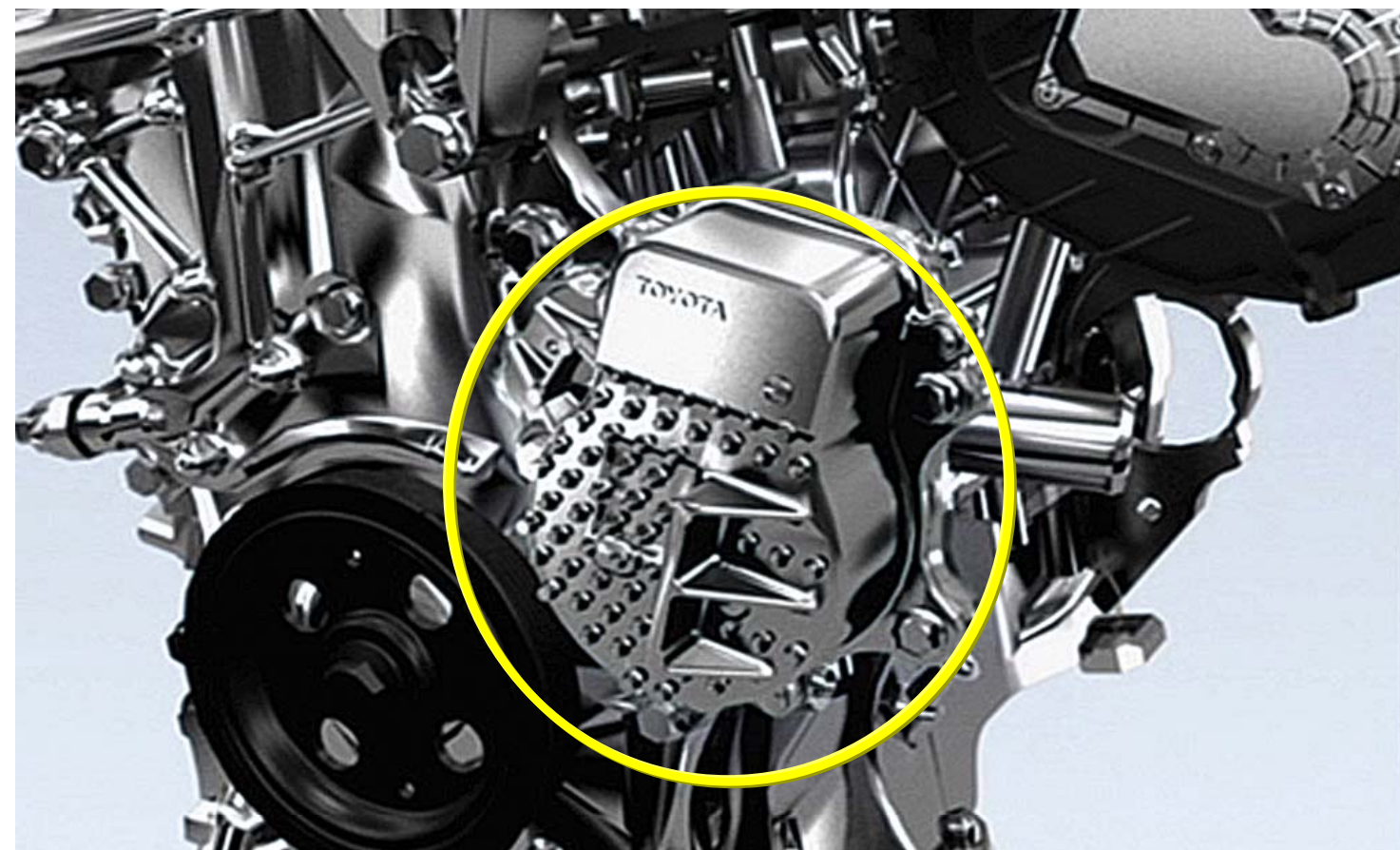
Motor: 1,8l Hubraum, Atkinson Zyklus, gekühlte Abgasrückführung, kein Riementrieb mehr

Hybridantrieb: - 20kg Gewicht, Reibungsminderung >10% ,  
E- Maschinen: Leistungssteigerung, Verkleinerung



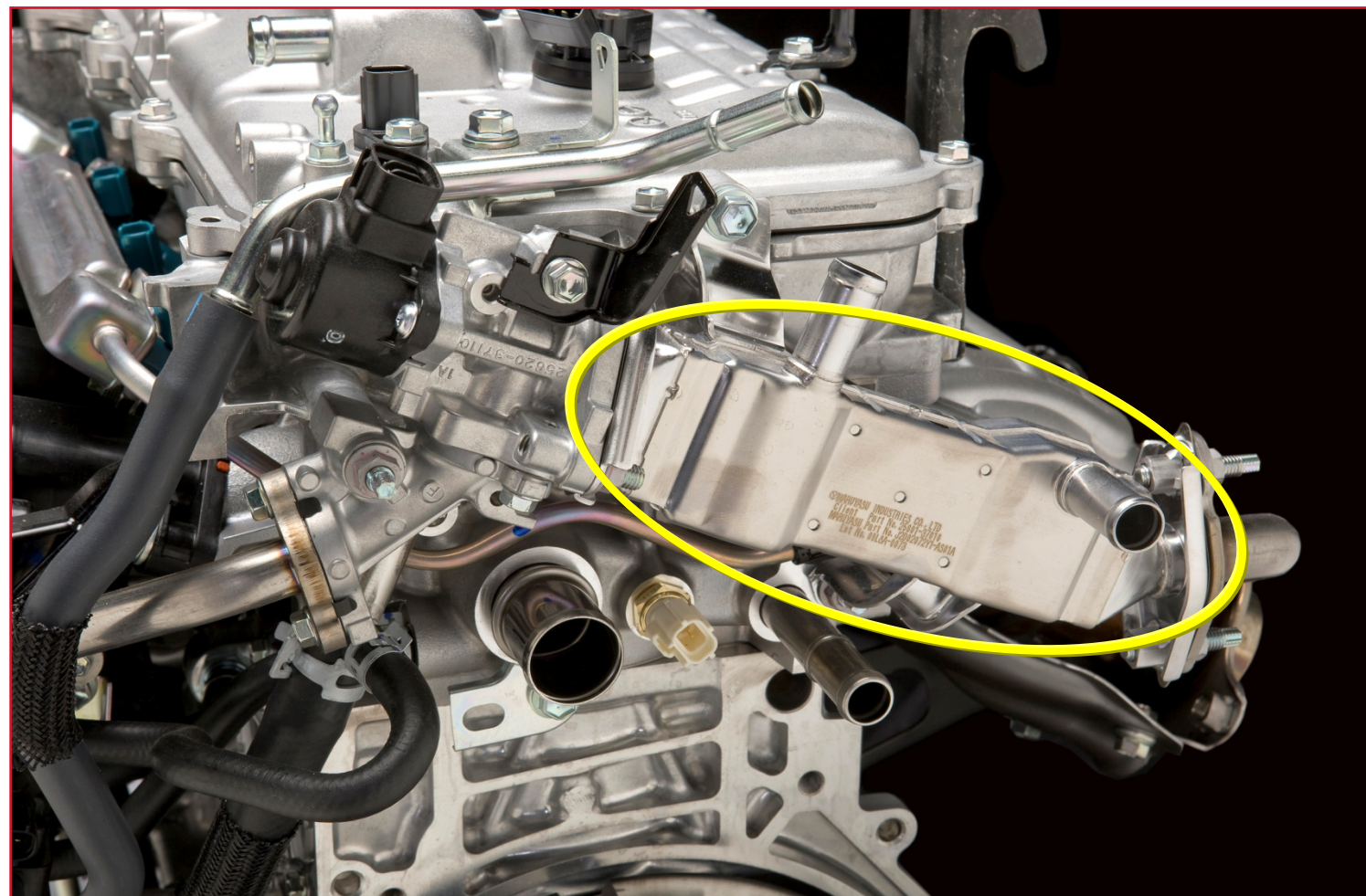
||||| Mechanischer Pfad  
||||| Elektrischer Pfad

# Reibungsminderung durch Verzicht auf Riementrieb



Elektrische Wasserpump

# Effizienzsteigerung des Verbrennungsmotors



Gekühlte Abgasrückführung und Drehzahl-senkung

# Evolution der elektrischen Maschinen

Verkleinerung und Gewichtsreduktion (-30%) der Komponenten

Prius II E- Motor 50 kW

PriusIII E- Motor 60kW



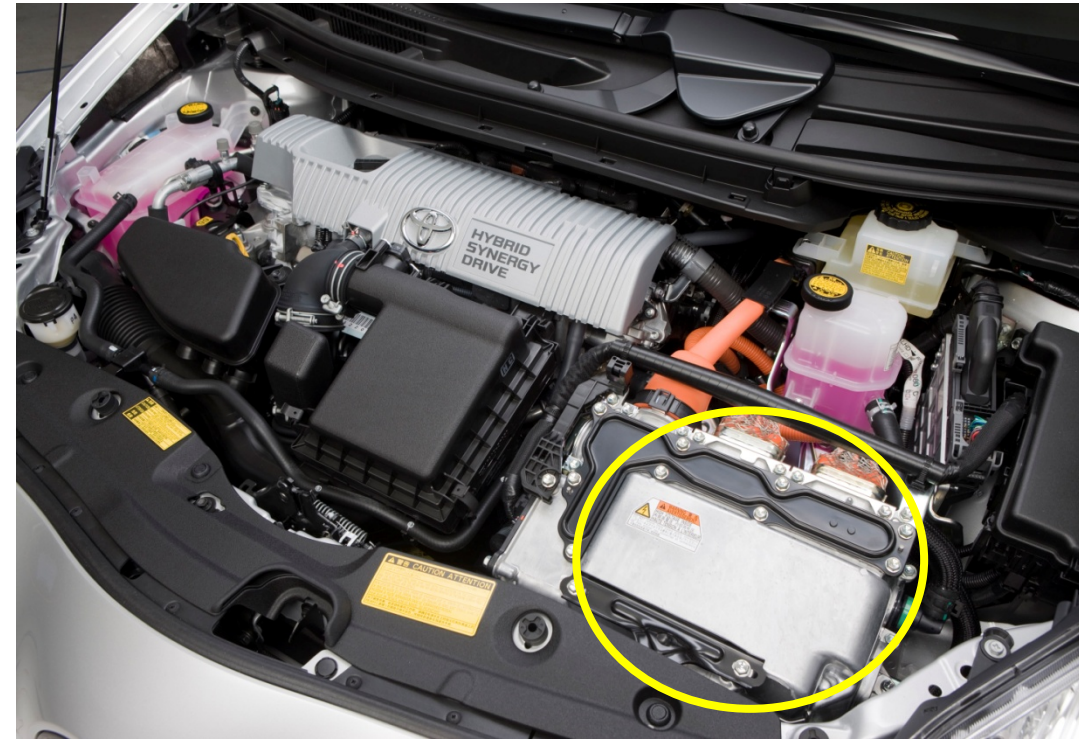
# Evolution der Inverter in Hybridfahrzeugen

Verkleinerung der Komponenten

Prius II



Prius III



# Evolution der Leistungselektronik

Verkleinerung/ Gewichtsreduzierung um ca. 35%

Prius II

Prius III



# Evolution Batteriesystem

## Integration Komponenten (Module / Elektronik/ Kühlung)



Batteriesystem Prius I  
202V, 6,5 Ah  
Spitzenleistung 27 kW  
(Prius II 25 kW)

# Verkleinerung / Integration Komponenten

## Größenvergleich der Batterien

Prius II



Prius III





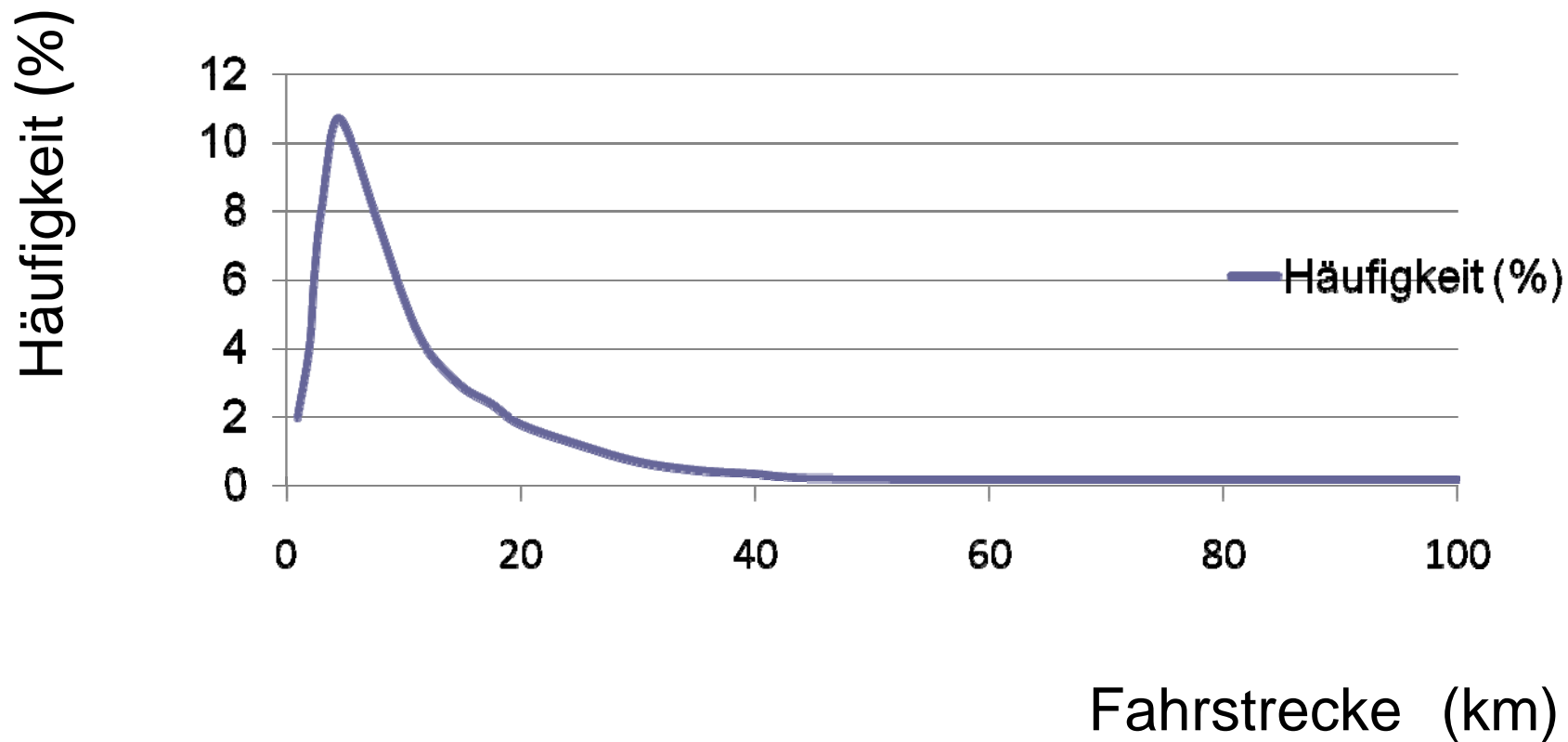
# Anpassung des Hybridsystems an Leistungsanforderung



Power/ Eco Mode  
Anpassung von  
-Fahrpedalcharakteristik  
-Klimaanlagenleistung

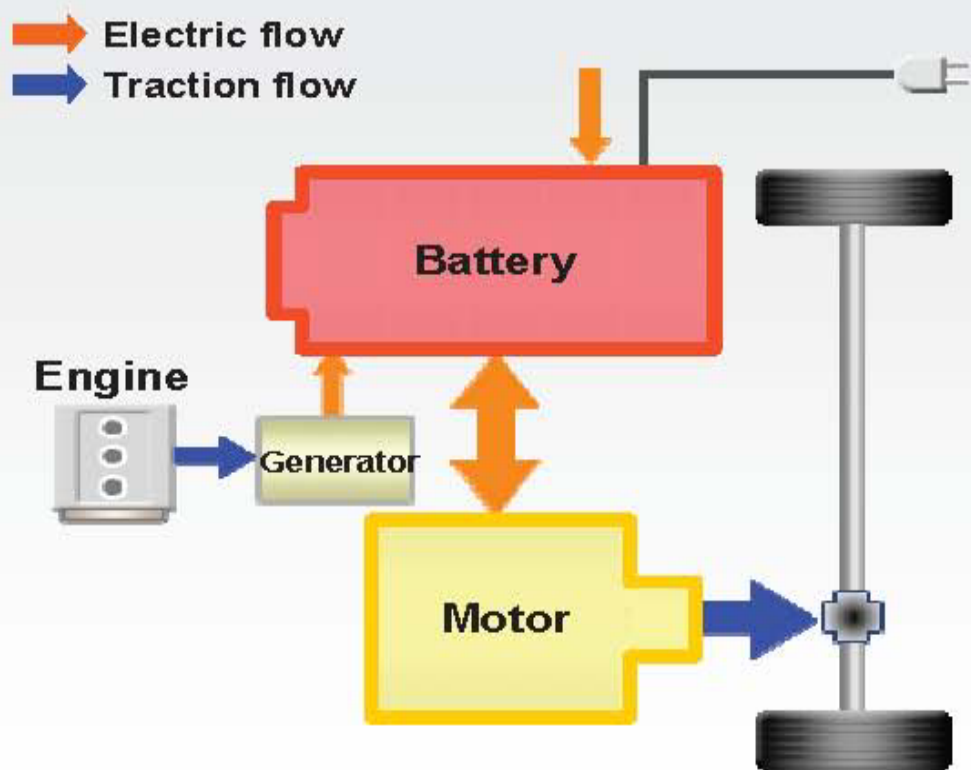
# Plug-in Hybrid

# Fahrstreckenverteilung in Deutschland

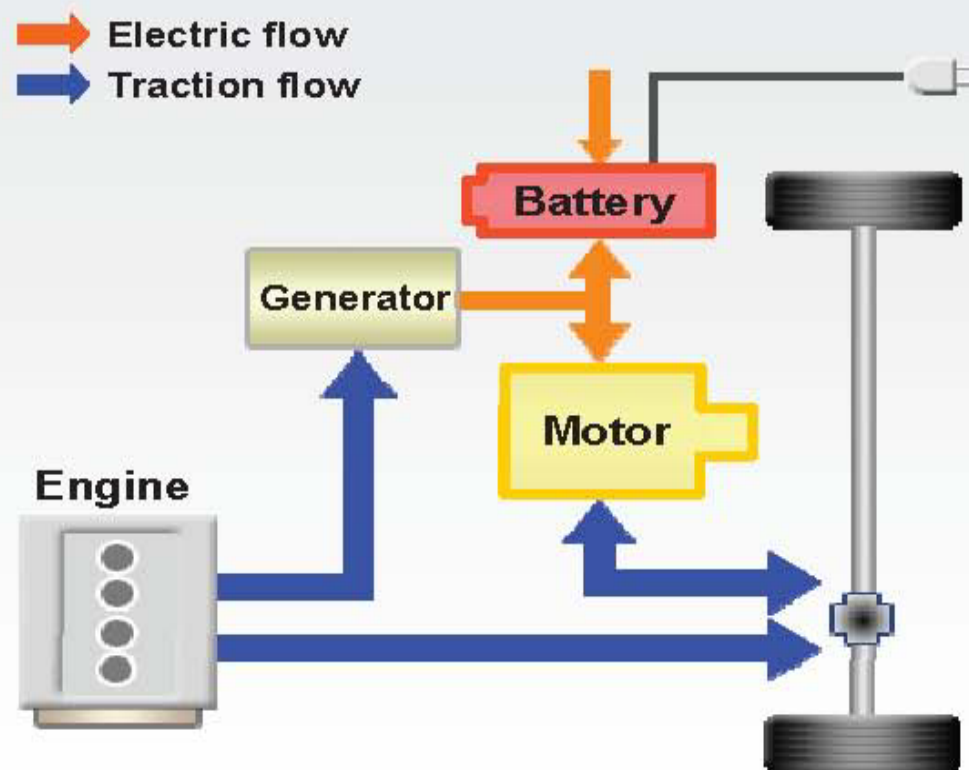


# PHV zu AER - Vergleich der Systeme im Fahrzyklus

## AER with small engine



## Toyota PHV

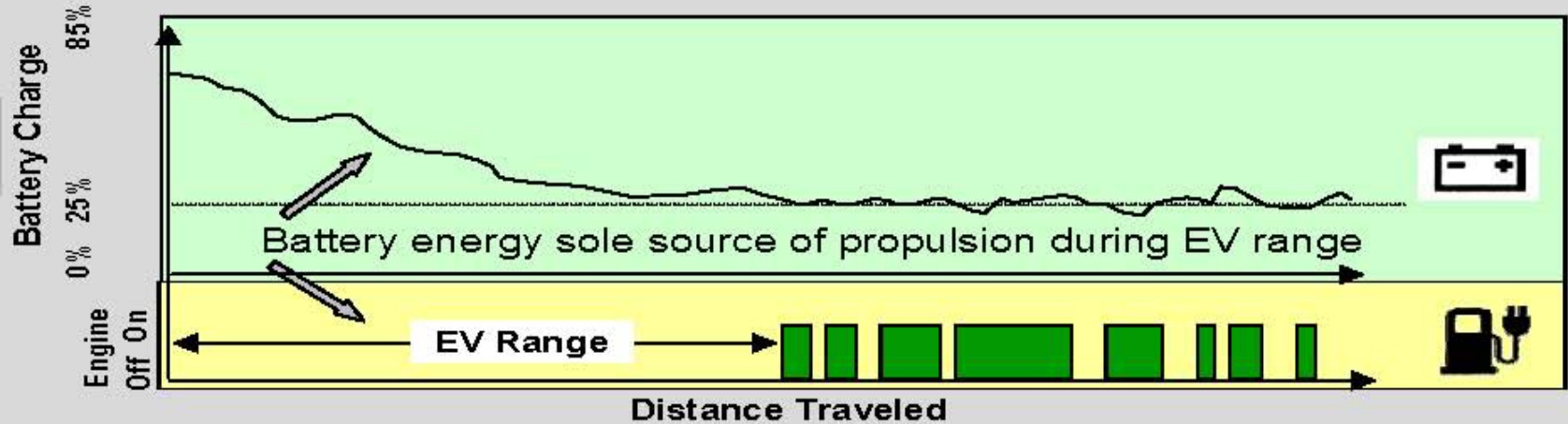


# Plug-in Konzepte - Vergleich der Systeme im Fahrzyklus

**AER**

8,7KWh  
Leistungsbedarf

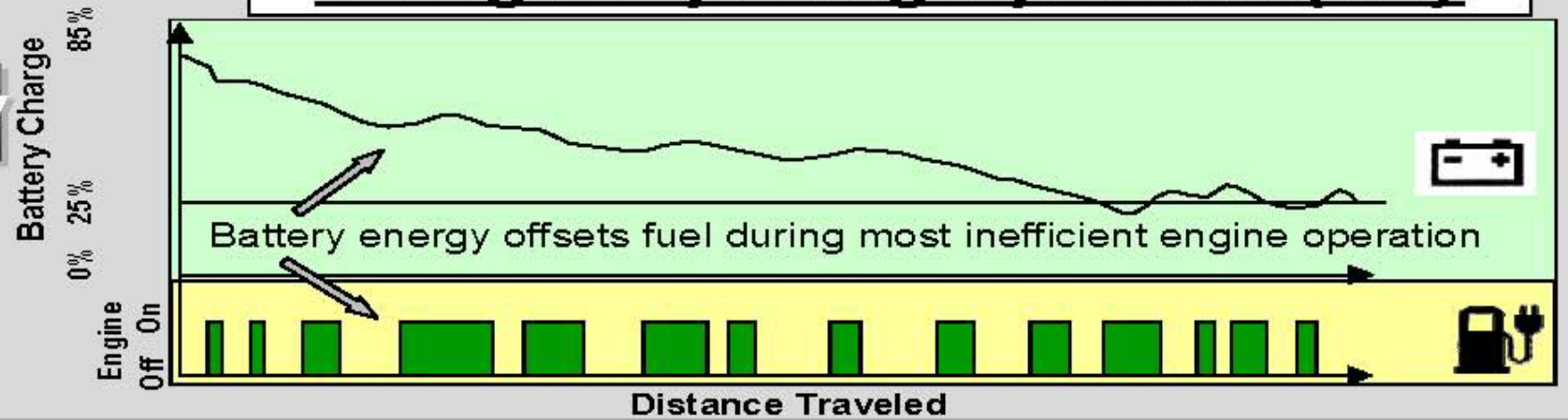
## Initial EV Operation(EV)



## Charge Depleting Operation(CD)

**Toyota PHV**

< 4kWh  
Leistungsbedarf



# Prius Plug-In Versuchsfahrzeug 2007



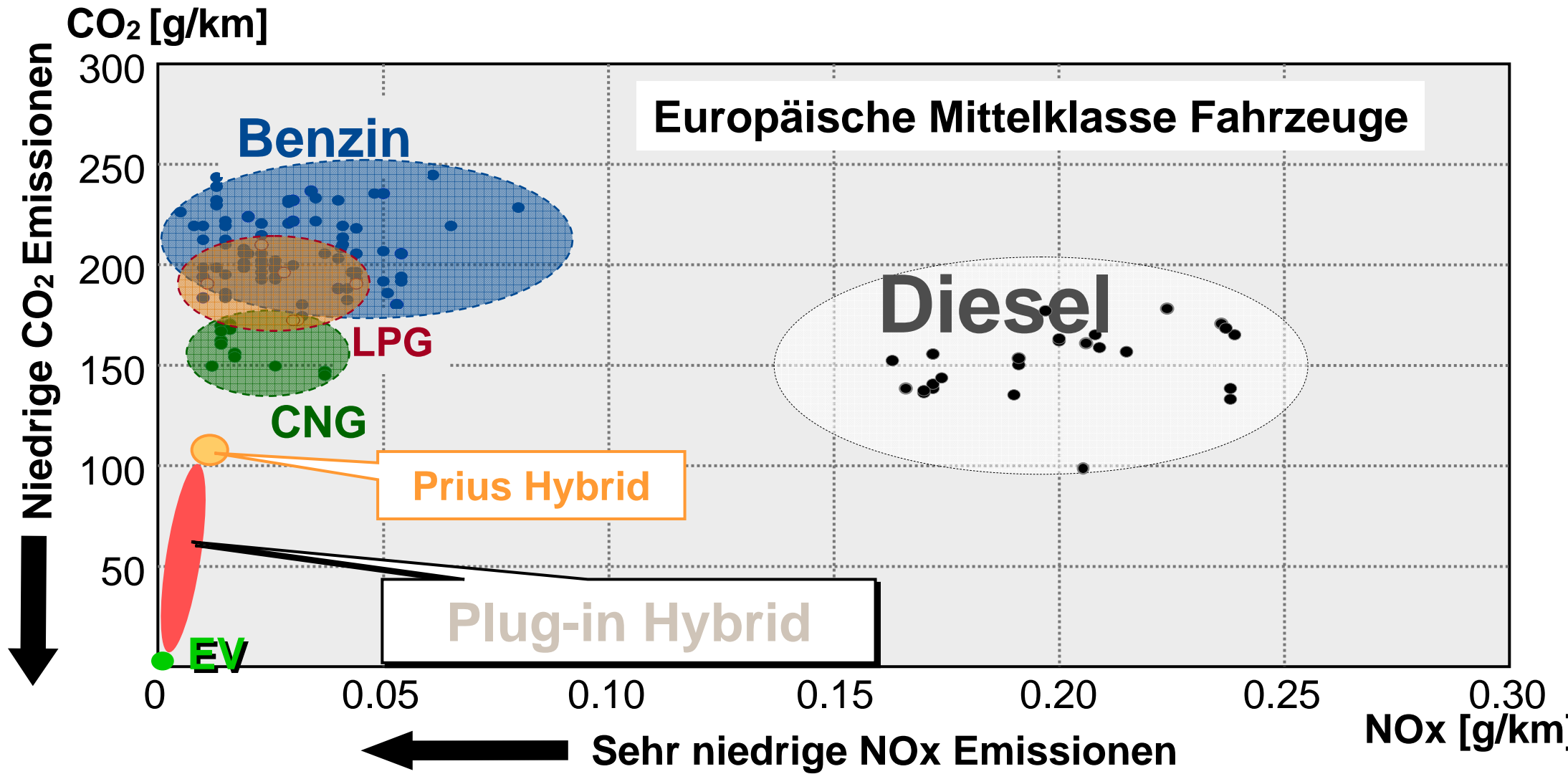
**Systemleistung 100 kW**

**Höchstgeschwindigkeit elektr. 100 km/h**

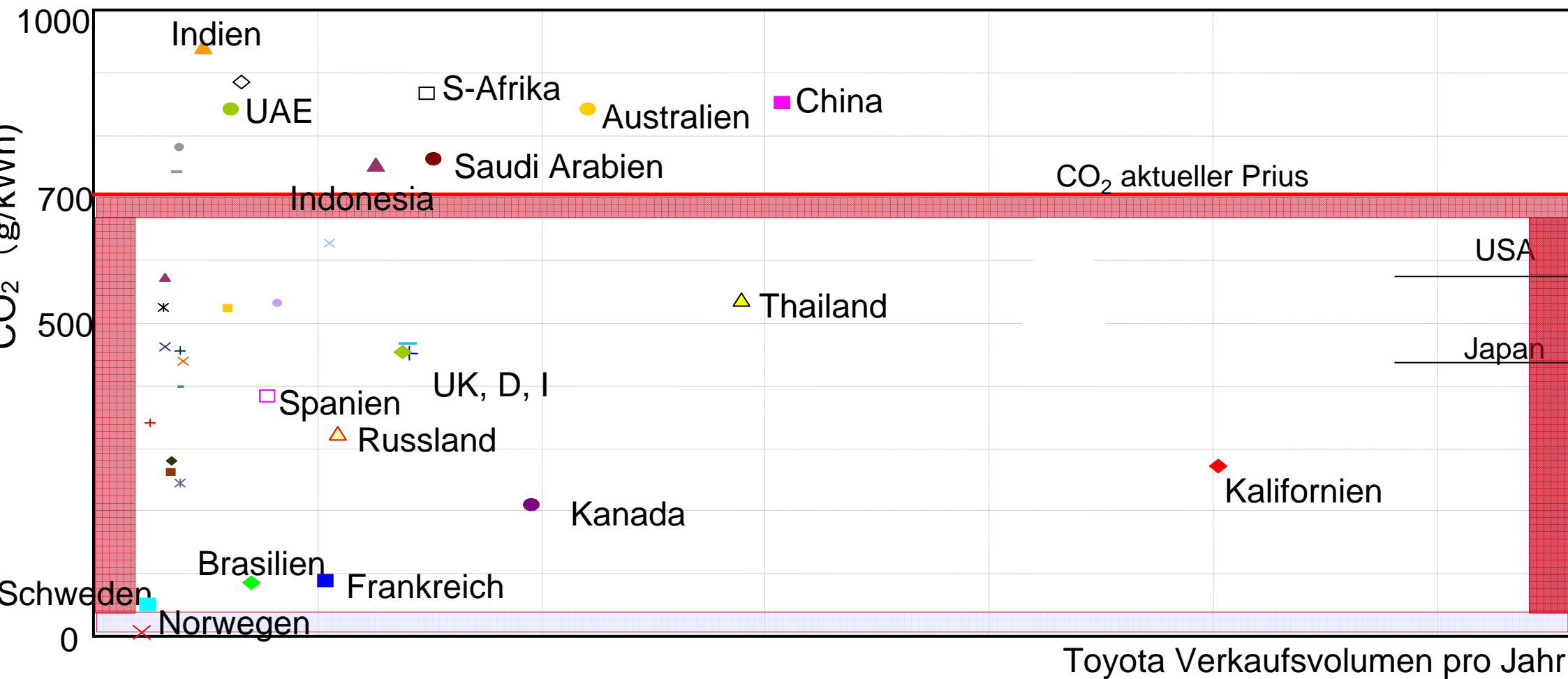
**Elektr. Reichweite max. 13 km**

**Ladezeit bei 220V ca. 60 min**

# Plug-In Hybrid Emissionsvergleich



# Einflußfaktoren auf das Potential zur CO<sub>2</sub> Reduktion



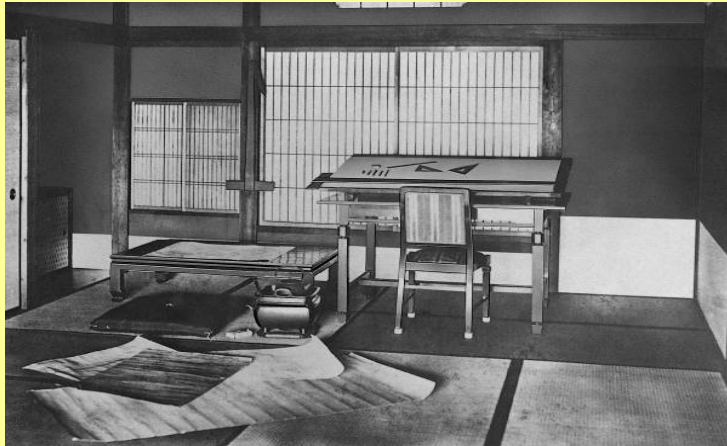
O<sub>2</sub> Minderungspotential von Plug-in-Hybrid in direkter Abhängigkeit vom Strom-Energien



# Forschung und Entwicklung

## Historie der Batterie-Entwicklung bei Toyota

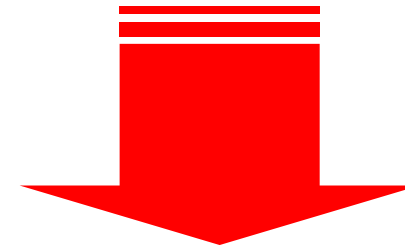
Bereits 1925 initiierte Sakichi Toyoda die Entwicklung von Speicherbatterien



Sakichi Toyoda's Forschungszimmer

▶ **Nickel-Metall Hydrid Batterien**  
(Derzeit Einsatz in Hybrid Fahrzeugen)

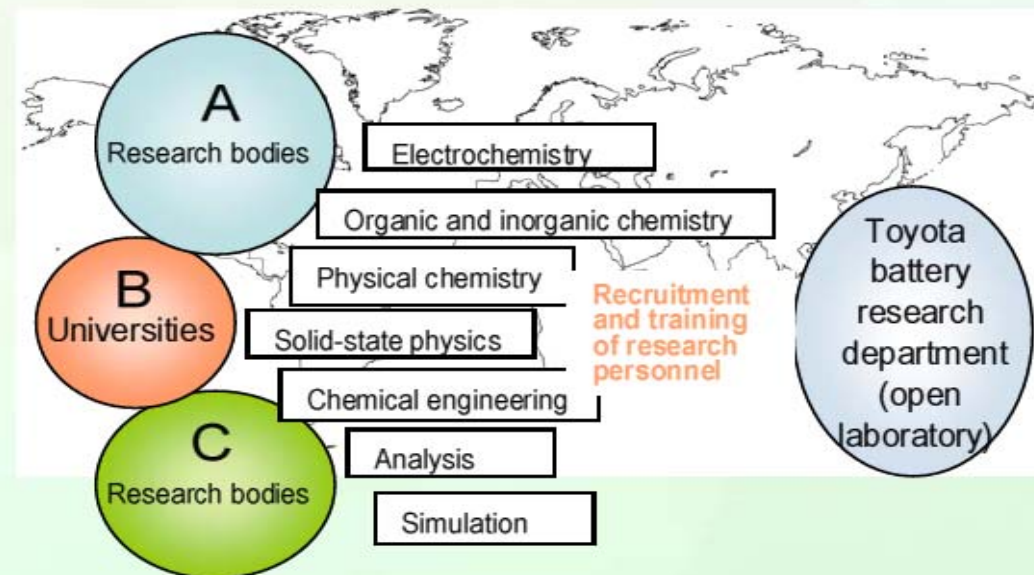
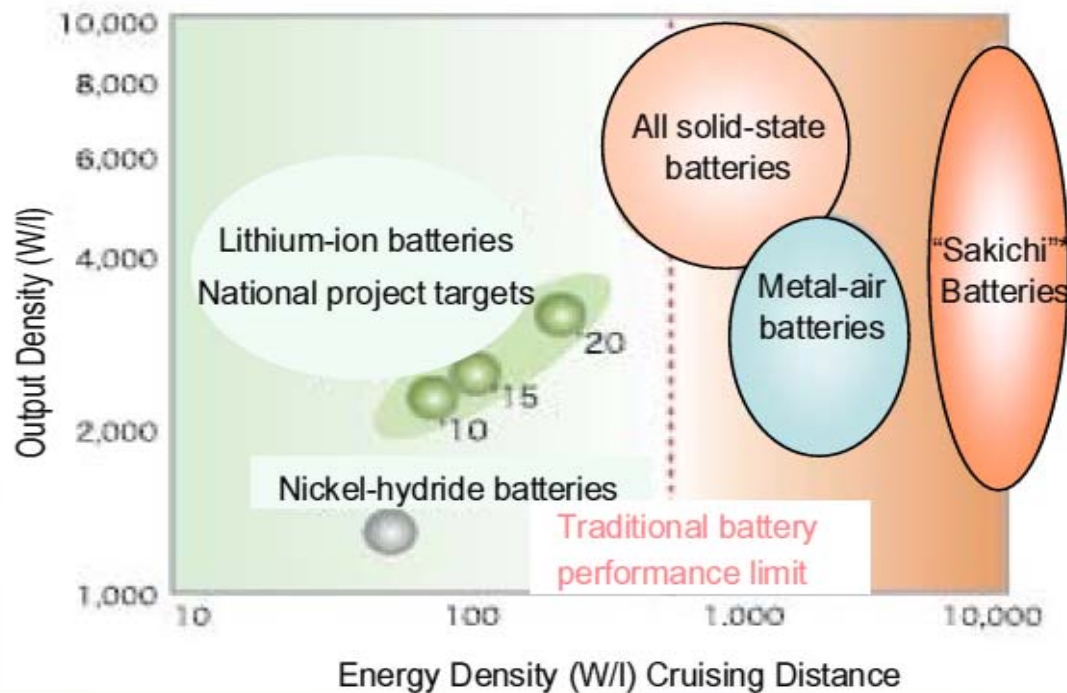
▶ **Lithium-ion Batterien**  
(Einsatz in PHVs und Elektrofahrzeugen)



Beschleunigung der Entwicklung künftiger Batterietechnologien

▶ Toyota gründete im Juni 2008 eine spezielle Batterieforschungsabteilung

# Ausbau von Forschung und Entwicklung für „Next- Generation“ Batterien



\*Sakichi Toyoda was the founder of the Toyota Group.

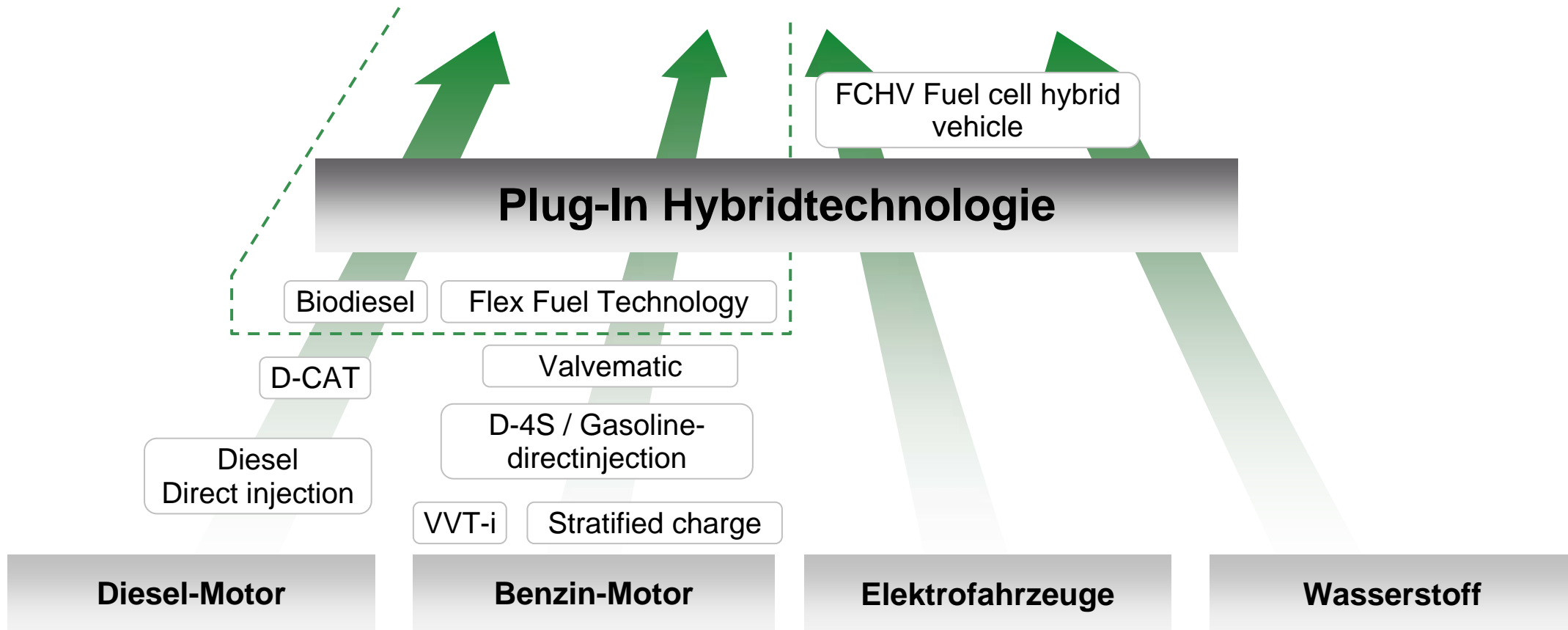
# Investitionen in Forschung und Entwicklung (2007 global)

...über 5 Mrd. Euro, davon 50% in Umwelttechnologien



# Das ideale, umweltverträgliche Auto

Das ultimative, ökologisch-verträgliche Automobil



Das richtige Fahrzeugkonzept, zur richtigen Zeit am richtigen Ort

# Entwicklungsrichtung Konzeptstudie 1/X



Plug-In Hybrid Fahrzeug

500 cm<sup>3</sup> Mittelmotor (Benzin) mit

Hybridsystem und Heckantrieb

Länge: 3.900 mm

Breite: 1.620 mm

Höhe: 1.410 mm

Radstand: 2.600 mm

Sitzplätze: 4

Innenraumvolumen analog Prius

Gewicht: 420 kg (Prius 1300kg)

Karosserie aus kohlefaserverstärktem

Kunststoff

Verbrauchsreduzierung 50% im Vergleich zu Prius 2 (4,3 l/100km)

# Detroit 2009: Toyota FT- EV Concept



- basiert auf Toyota iQ
- Serienfertigung ab 2012 geplant
- 80 km Reichweite, Schwerpunkt urbaner Einsatz



# Innovative Mobilitätskonzepte Toyota I-Real



# Zusammenfassung

- Hybridtechnologie hat bereits heute ein hohes CO2 Minderungspotential
- Sie ist die Schlüsseltechnologie zur Effizienzsteigerung und bereitet den Weg zum Null-Emissionsfahrzeug
- Über Plug-In Technologie kann eine schnelle und stufenweise Weiterentwicklung zur E-Mobilität erfolgen – großserientauglich, praxisorientiert und wirtschaftlich
- Batterieentwicklung ist die wesentliche Herausforderung der Elektromobilität – Fortschritte bei Leistungsdichte, Lebensdauer und Kosten bestimmen das Tempo
- Anforderung an die Politik: Schaffung klarer Rahmenbedingungen und wirksamer Anreizsysteme sowohl für Kunden als auch die Hersteller. Insbesondere der spezielle Kundennutzen der E-Mobilität zum Beispiel in Städten sollte durch gezielte Kaufanreizsysteme hervorgehoben werden



# Vielen Dank!

