# Perspektive Elektromobilität

Dr. Günther Ebert

Fraunhofer Institut für
Solare Energie Systeme ISE

FVEE-Workshop

Ulm, den 19.01.2010

www.ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE

# Aktivitäten zur Elektromobilität

BMW

Daimler

Nissan

General Motors

Mitsubishi

Toyota

Daimler

- Bundesregierung
  - Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität
  - Bis 2020: 1 Mio. E-Fahrzeuge in D
  - F&E-Programm über 500 Mio €
- Viele Automobilhersteller arbeiten an der Entwicklung von E-Fahrzeugen
- Zahlreiche Ankündigungen zur Markteinführung
- Flottenversuche von Herstellern und EVUs
- Aktivitäten ausländ. Regierungen und Hersteller

© Fraunhofer ISE

# Gründe für ein Umsteuern im Verkehr

- **Klimawandel**
- **Limitierte fossile En'Vorräte**
- **Steigendes Verkehrsaufkommen**

  **$CO_2$-Emissionen im Verkehr 20%**
  **davon PKW & LKW 80%**

**1950**

80 Millionen Fahrzeuge

70 Mt $CO_2$ p.a.

**2000**

900 Millionen Fahrzeuge

1+ Gt $CO_2$ p.a.

(Shell, WBCSD)

**2050 ???**

2+ Billionen Fahrzeuge

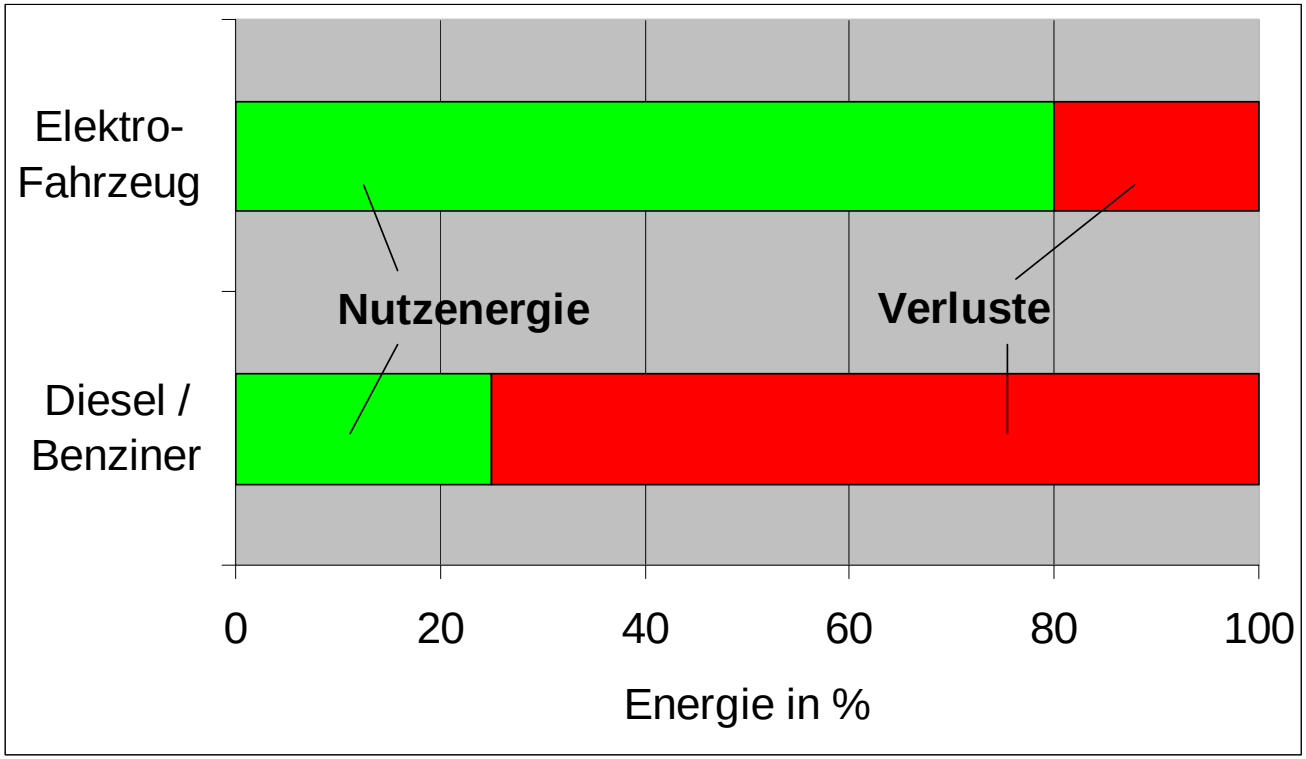
2-3 Gt $CO_2$ p.a.

[Wietschel, Fraunhofer ISI, 2009]

© Fraunhofer ISE

# Effizienter Elektroantrieb

Der Elektroantrieb ist sehr effizient !

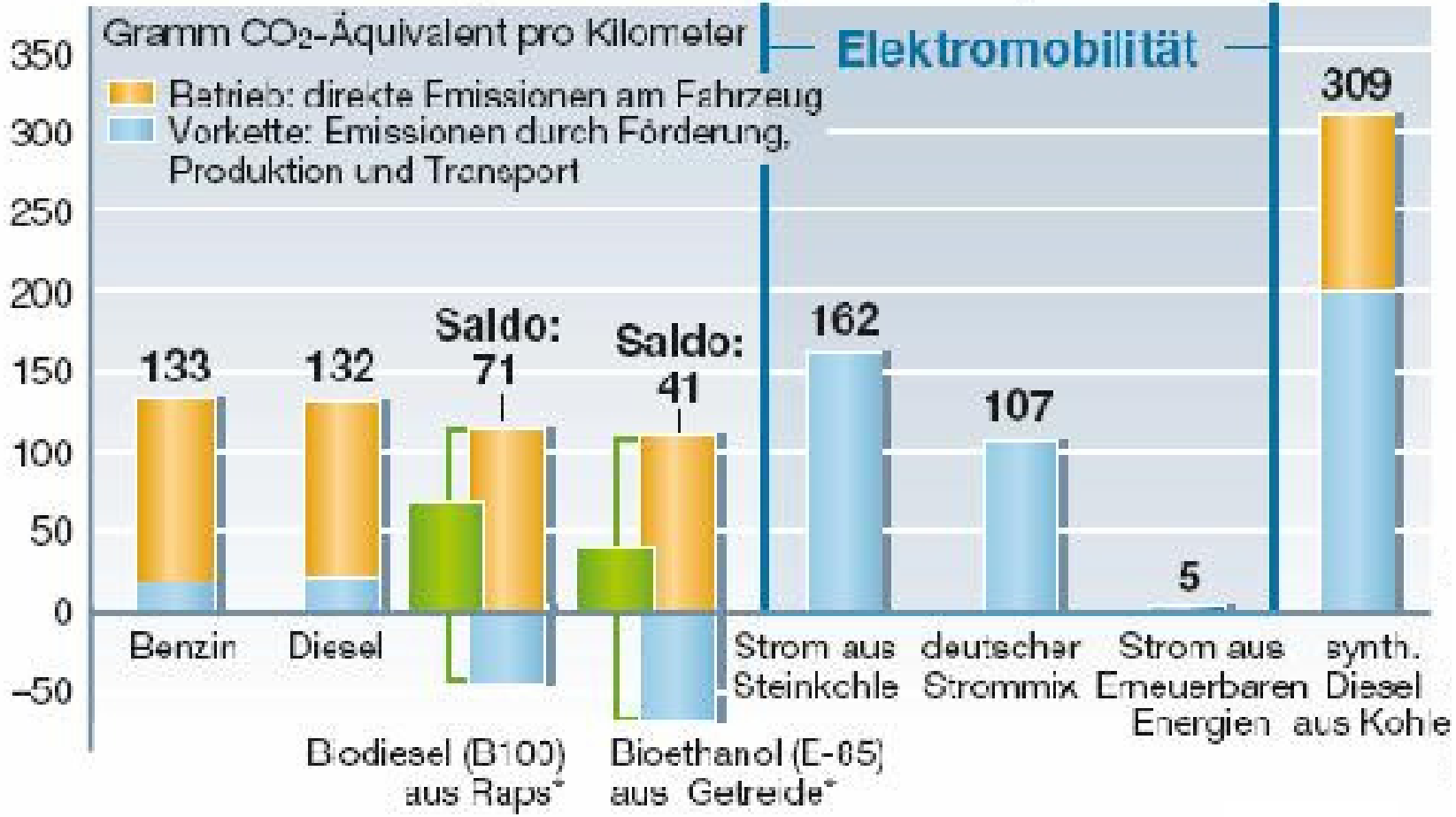



geringer Verbrauch

geringe Emissionen ?

© Fraunhofer ISE

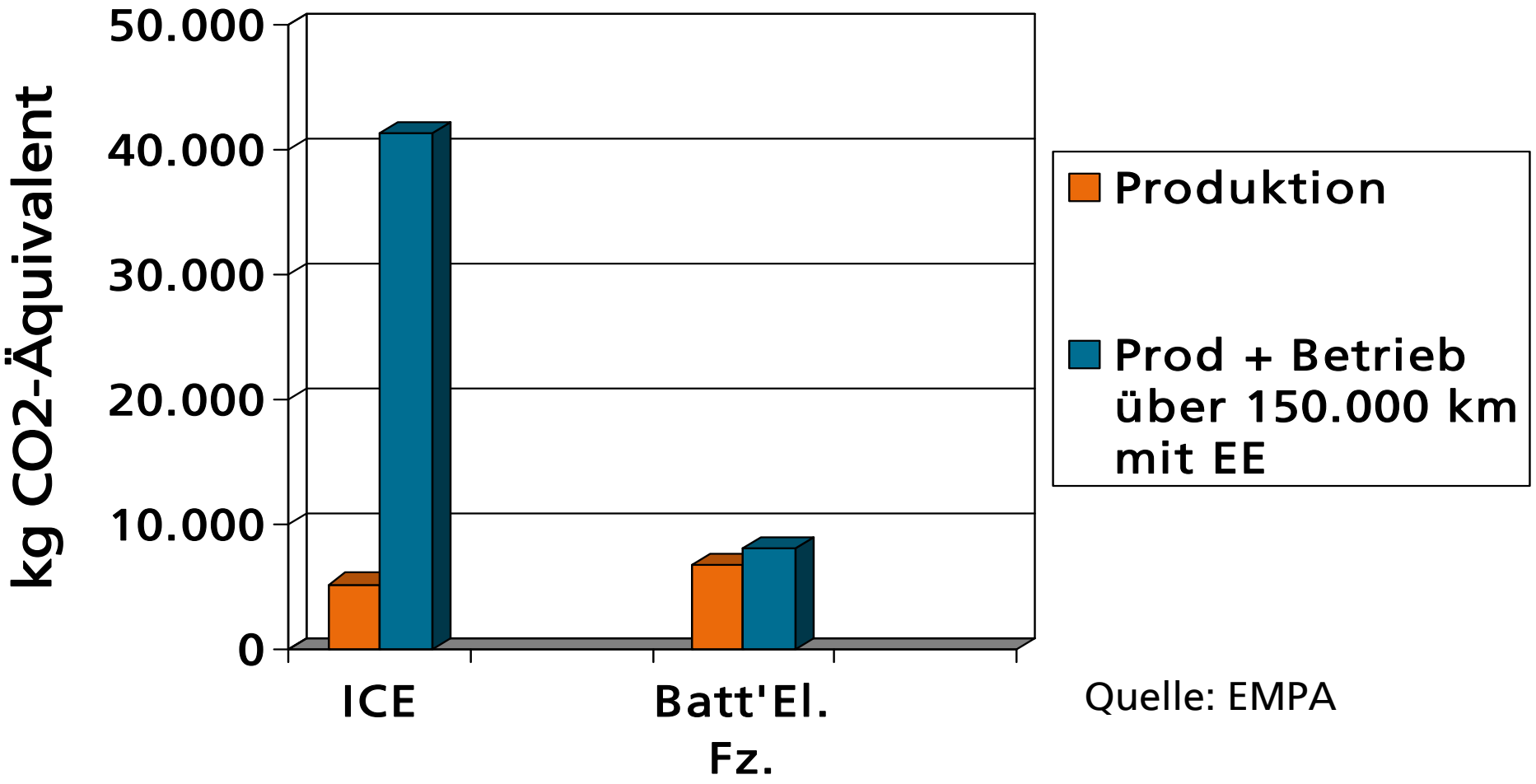
# $CO_2$-Emissionen im Fahrbetrieb




*Negative Vorkettenwerte durch optimale Nutzung der Nebenprodukte au Produktion (Glyzerin, Stroh, Schlempe)
Energieverbrauch: 4 l/100 km Diesel, 5 l/100 km Benzin, 18 kWh/100 km Strom
Quellen: BMU / IES, Stand 9/2008

© Fraunhofer ISE

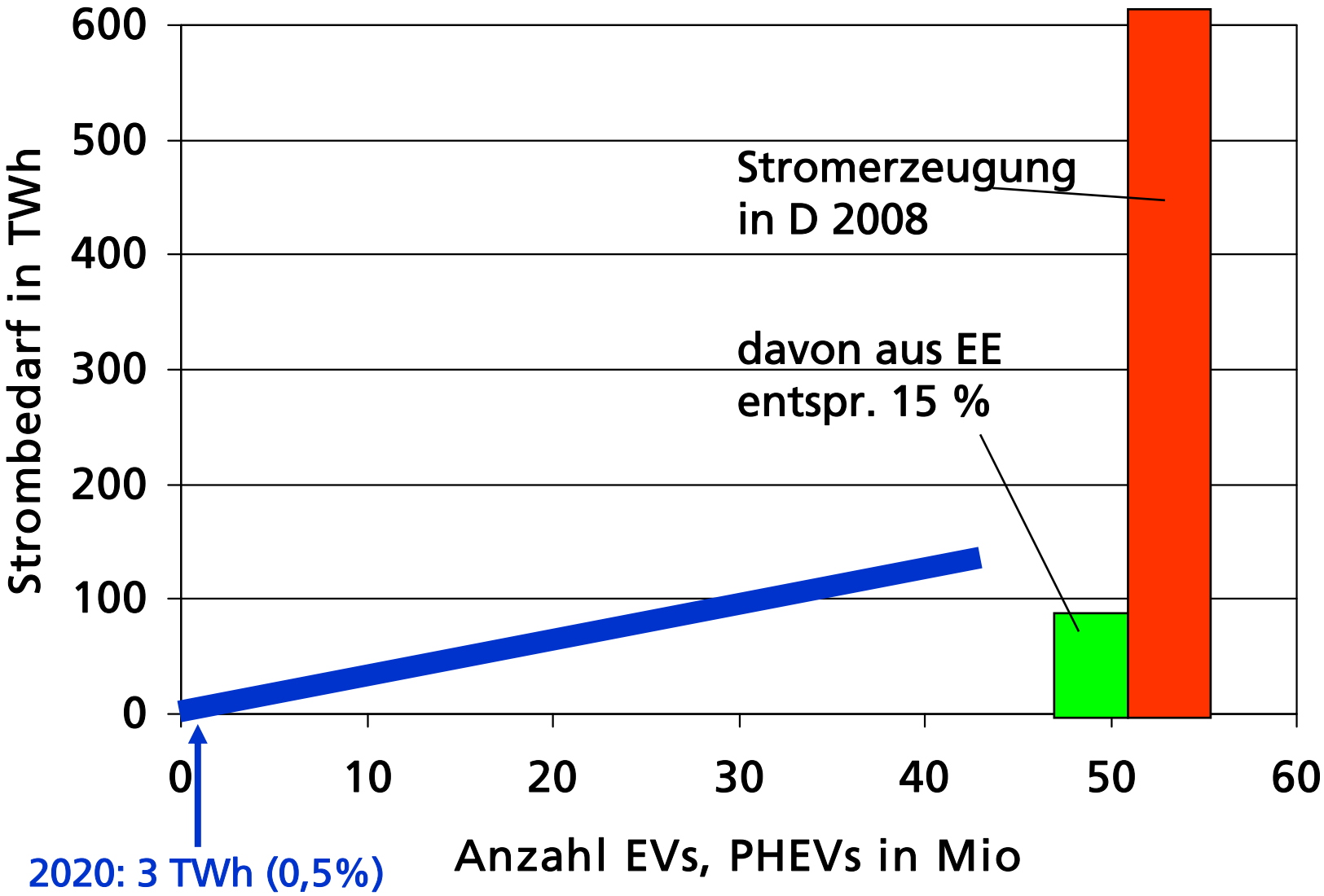
# $CO_2$-Emissionen bei der Fahrzeugherstellung




Quelle: EMPA

© Fraunhofer ISE

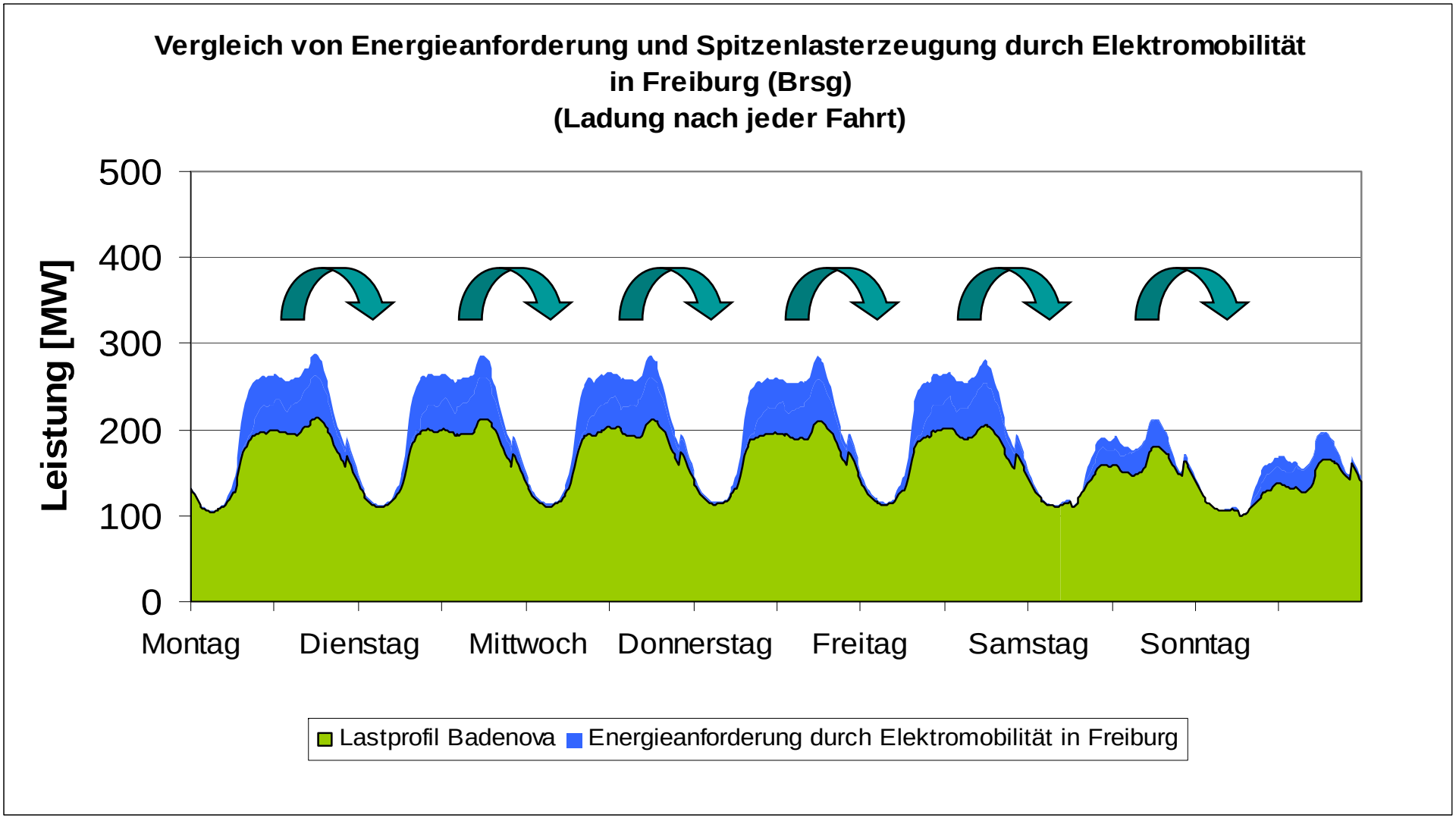
# Geringer Stromverbrauch von E-Fahrzeugen




© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE

# Leistungsbedarf von Elektrofahrzeugen




© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE

# Elektrofahrzeuge zur Netzstabilisierung

Nutzung des riesigen Speichervolumens zur

- Lastverschiebung
- Rückspeisung

  aber abhängig von:

  Batterielebensdauer
  Batteriekosten
  Wert von Netzdienstleistungen…

- Dämpfung der Fluktuationen von Wind- und Sonnenenergie
- Unterstützt hohe Anteile von EE im Netz
- 10 Mio E-Fz. können so viel Strom speichern wie alle deutschen Pumpspeicherkraftwerke zusammen

  allerdings: Effekt begrenzt, kein saisonaler Ausgleich

© Fraunhofer ISE

?

## Offene Fragen

- Wie bekommen wir genügend Strom aus EE in die Fahrzeuge?
- Wie können Elektrofahrzeuge möglichst schnell alltagstauglich gemacht werden?
- Wie schaffen wir ausreichend Kaufanreiz für E-Fahrzeuge bei potentiellen Kunden?

© Fraunhofer ISE

# Strom für die Beladung von E-Fahrzeugen (1)

Physikalische Zuordnung von Strom aus EE nicht realisierbar

Häusliche Steckdosen und Ladestationen mit lokaler Erzeugung

teuer, rar

Verpflichtung zur bilanzmäßigen Verwendung von Strom aus EE

Verknüpfung von Fahrzeugkauf mit Auflagen für die Nutzung von Strom aus EE

} eher kontraproduktiv bis abschreckend

verhindert Invest in EE an anderer Stelle

© Fraunhofer ISE

# Strom für die Beladung von E-Fahrzeugen (2)

Ziel: Ausbau des Anteils im Netz im verstärktem Maß

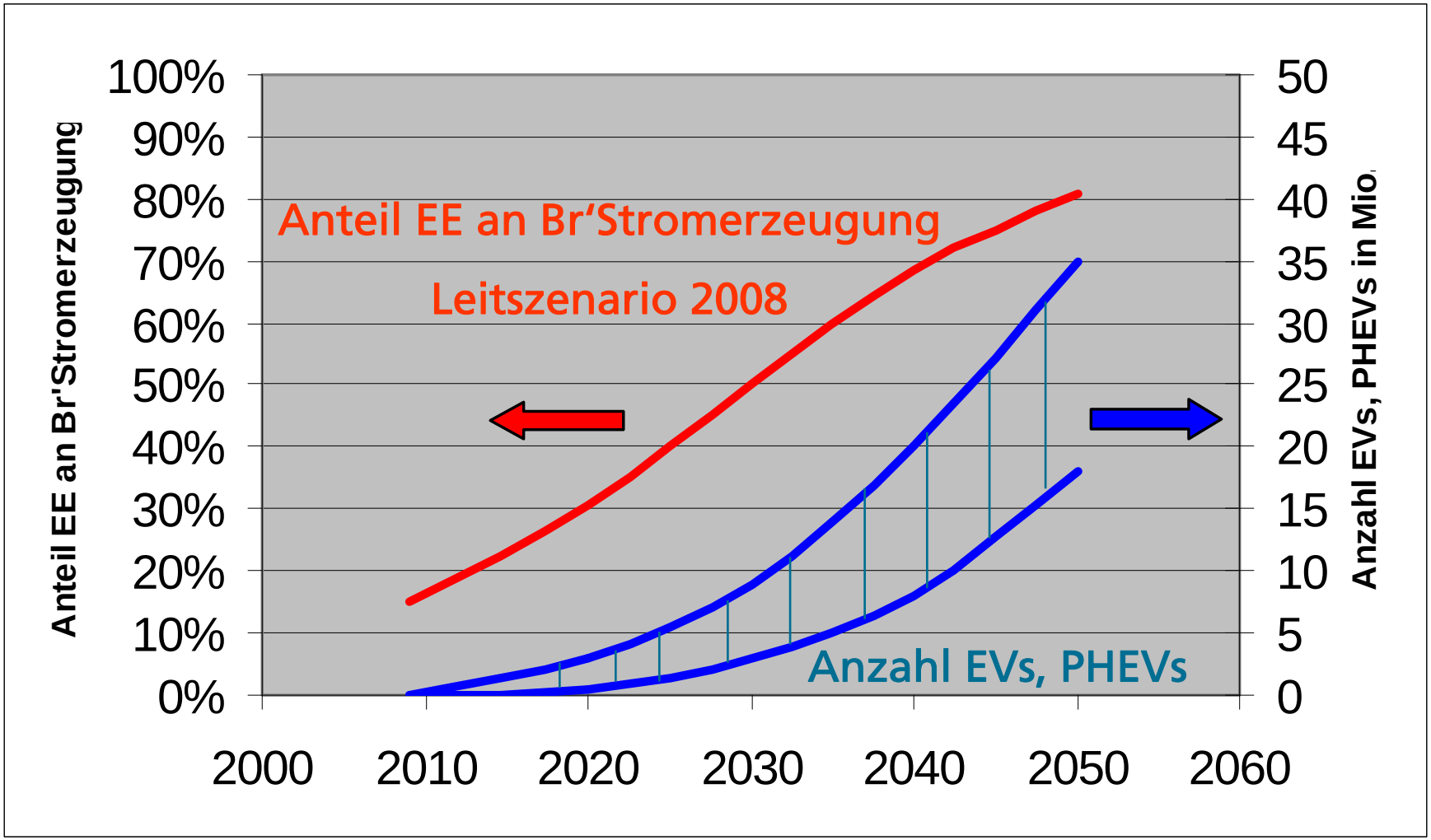
$CO_2$-Vermeidungspotential stationär und mobil ist ähnlich groß

→ egal wo der Strom verwendet wird

Wichtig: Energieeffizienz der Wandler

© Fraunhofer ISE

# Perspektive: Strom aus EE ?




© Fraunhofer ISE

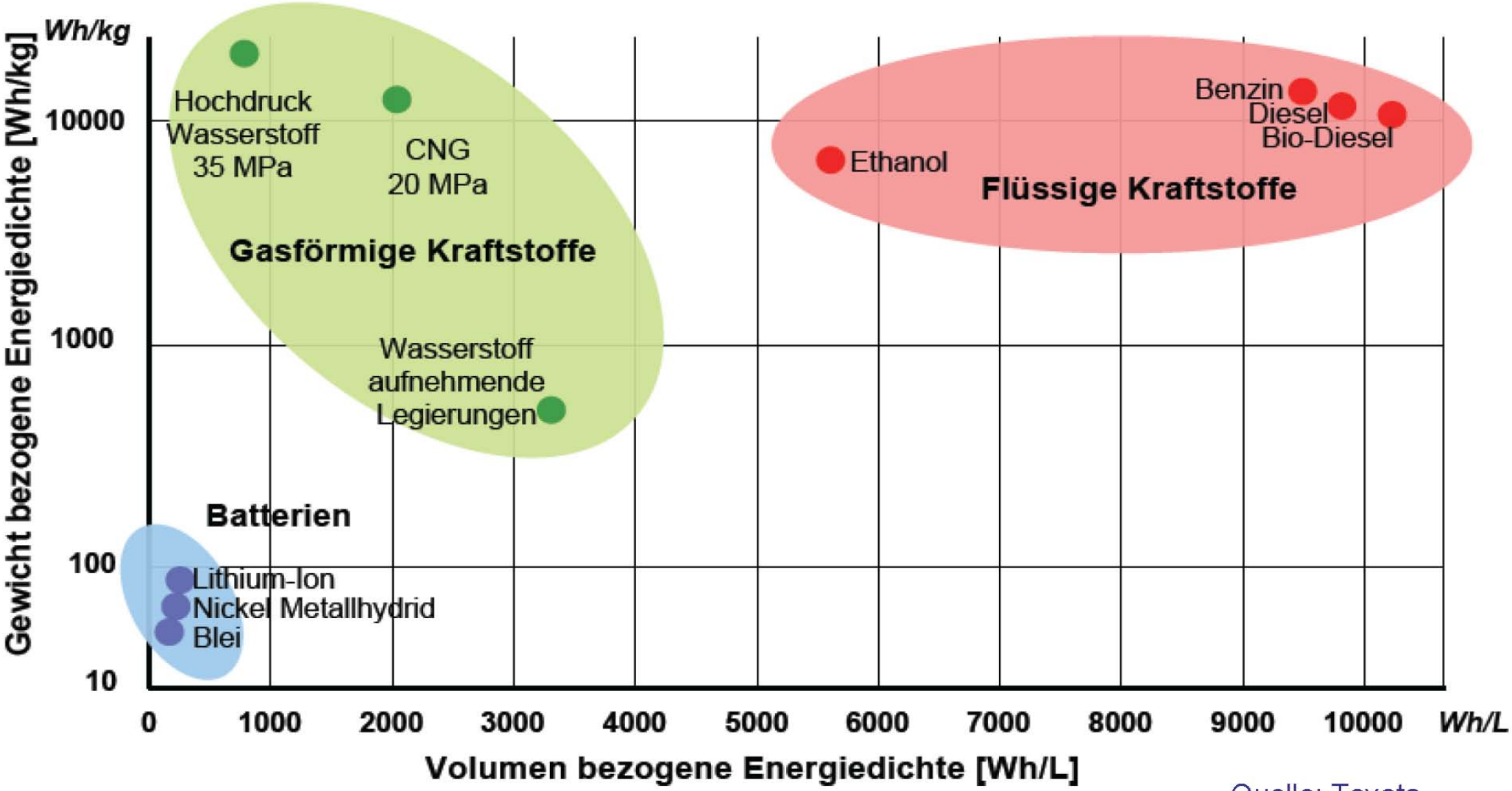
Fraunhofer ISE

# Herausforderungen / Forschungsthemen

- Fahrzeugbau (Leichtbau, Systemoptimierung)
- Crashsicherheit
- Batterietechnologie
    - Speicherkapazität (Reichweite)

© Fraunhofer ISE

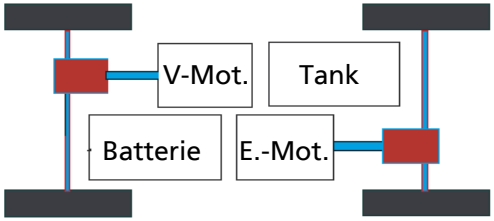
# Energiedichten versch. Speichermedien




Quelle: Toyota

© Fraunhofer ISE

# Plug-In-Hybridfahrzeuge




- derzeit eher etwas vernachlässigt
- ideale Brückentechnologie
- erlauben lange Reichweiten
- meist hoher Elektroanteil
- Batterie sollte ausreichend groß sein
- ideal als angstfreie Übergangslösung
- ideal für Betrieb mit Biotreibstoff
- profitieren von weiterem Fortschritt in der Verbrennungsmotorentechnologie
- großes Marktpotential

© Fraunhofer ISE

# Herausforderungen / Forschungsthemen

- Fahrzeugbau (Leichtbau, Systemoptimierung)
- Crashsicherheit
- Batterietechnologie
  - Speicherkapazität (Reichweite)
  - Lebensdauer
  - Ladezeiten (Redox.Flow-Technologie?)
  - Sicherheit
  - Kosten

© Fraunhofer ISE

# Batteriekosten (1)

**Einschätzung des zukünftigen Potential bei Massenfertigung:**

300 EUR / kWh bei Hochenergiebatterien

(LapTop-Batterien liegen heute schon bei etwa 200 EUR)

**Bedarf für ein Elektrofahrzeug (EV)**

Verbrauch von 10 – 20 kWh / 100 km

Reichweite von 150 – 200 km

Erforderliche Batteriegröße etwa 25 kWh

Geschätzte Kosten für Massenfertigung etwa 7.500 EUR

© Fraunhofer ISE

# Batteriekosten (2)

| | | |
|---|---|---|
| Mehrkosten der Batterie | EUR | 7.500 |
| Minderkosten beim Verbrauch (keine Steuer) | | |
| (Kleinwagen, 15 kWh/100 km, 25 kWh, 150.000 km) | EUR | 7.000 |
| Minderkosten für E-Fahrzeug | EUR | ? |

Auch bei Kostengleichstand hohe Investitionskosten

keine zusätzliche Stromsteuer auf Elektrofahrzeuge

Investitionskostenzuschuss

Gesch'Modelle rund um die Batterie

© Fraunhofer ISE

# Beispiel Elektrofahrzeug (EV)

## Mitsubishi i-MieV

| | |
|---|---|
| Länge | 3,40 m |
| Leergewicht | 1080kg |
| Sitzplätze | 4 |
| Leistung | 47 kW |
| Drehmoment | 180 Nm |
| Höchstgeschw. | 130 km/h |
| Batterie | Li-Ionen 16 kWh |
| Reichweite | 144 km (EU-Z.) |
| Ladezeit | 5-7 h (15A/230V) |
| | 25-30 min |
| | (50 kW-Schnelllader) |
| Preis | 34.000 EUR (19.000 EUR in Japan) |

**Markteinführung:** Juli 2009 (Japan), Anf. 2010 (GB), Ende 2010 (D)

© Fraunhofer ISE

# Herausforderungen / Forschungsthemen

- Fahrzeugbau (Leichtbau, Systemoptimierung)
- Crashsicherheit
- Batterietechnologie
  - Speicherkapazität (Reichweite)
  - Lebensdauer
  - Ladezeiten (Redox.Flow-Technologie?)
  - Kosten
  - Sicherheit
- Infrastruktur und Netzintegration (Smart Grids)

© Fraunhofer ISE

# Elektrofahrzeuge benötigen Infrastruktur

Ladezeiten von E-Fz. sind lang

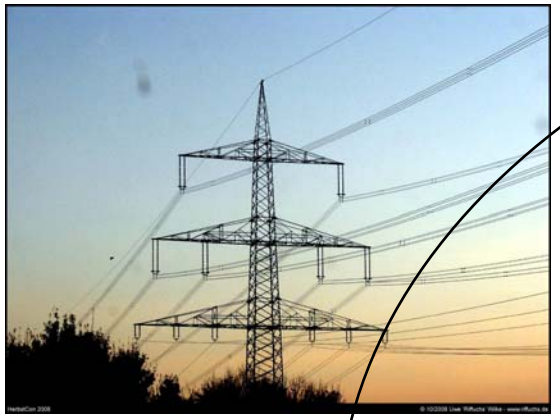
immer dann laden wenn sie stehen

Lademöglichkeiten zu Hause müssen ergänzt werden durch öffentl. Ladeinfrastruktur

Einige wenige Ladesäulen in Berlin oder München reichen nicht aus

© Fraunhofer ISE

# Elektrofahrzeuge benötigen Infrastruktur



Tankstelle / Schnellladung

Tankstelle / Batteriewechsel

Super-Markt

Parkhaus

Arbeitgeber

zu Hause 3-Phasensteckdose

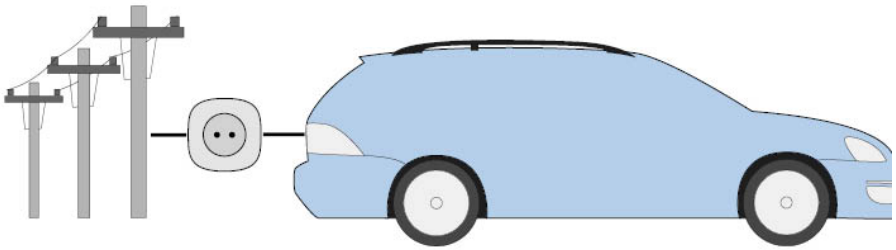
zu Hause einfache Steckdose

**Abrechnungs- und Kommunikationssystem**

- universell
- kostengünstig
- intelligent
- nutzerfreundlich

© Fraunhofer ISE

# Funktionen an der Fahrzeug-Netz-Schnittstelle



**Funktionen/Anforderungen:**

- Authentifizierung
- Abrechnung/Metering
- Laden / Rückspeisen
- Tarifinformationen
- Kommunikation
- Optimierung / Automatisierung
- Kostengünstig

© Fraunhofer ISE

# Brennstoffzellen-Fahrzeuge / Konkurrenz zu BEVs?

Langjährige Erfahrung mit Brennstoffzellen-Fahrzeugen
Zahlreiche Flottenversuche mit PKW, LKW und Bussen in vielen Ländern
Derzeit fahren Fahrzeuge der 2. und 3. Generation auf den Straßen

Nächste Generation Daimler B-Klasse

- Pilotversuch 2010
- Markteinführung 2015

Gemeinsamkeiten mit BEV
- Effiz. Elektroantrieb
- können prinzipiell $CO_2$-arm fahren
- aber nicht heute
- Alltagstauglichkeit, Kosten

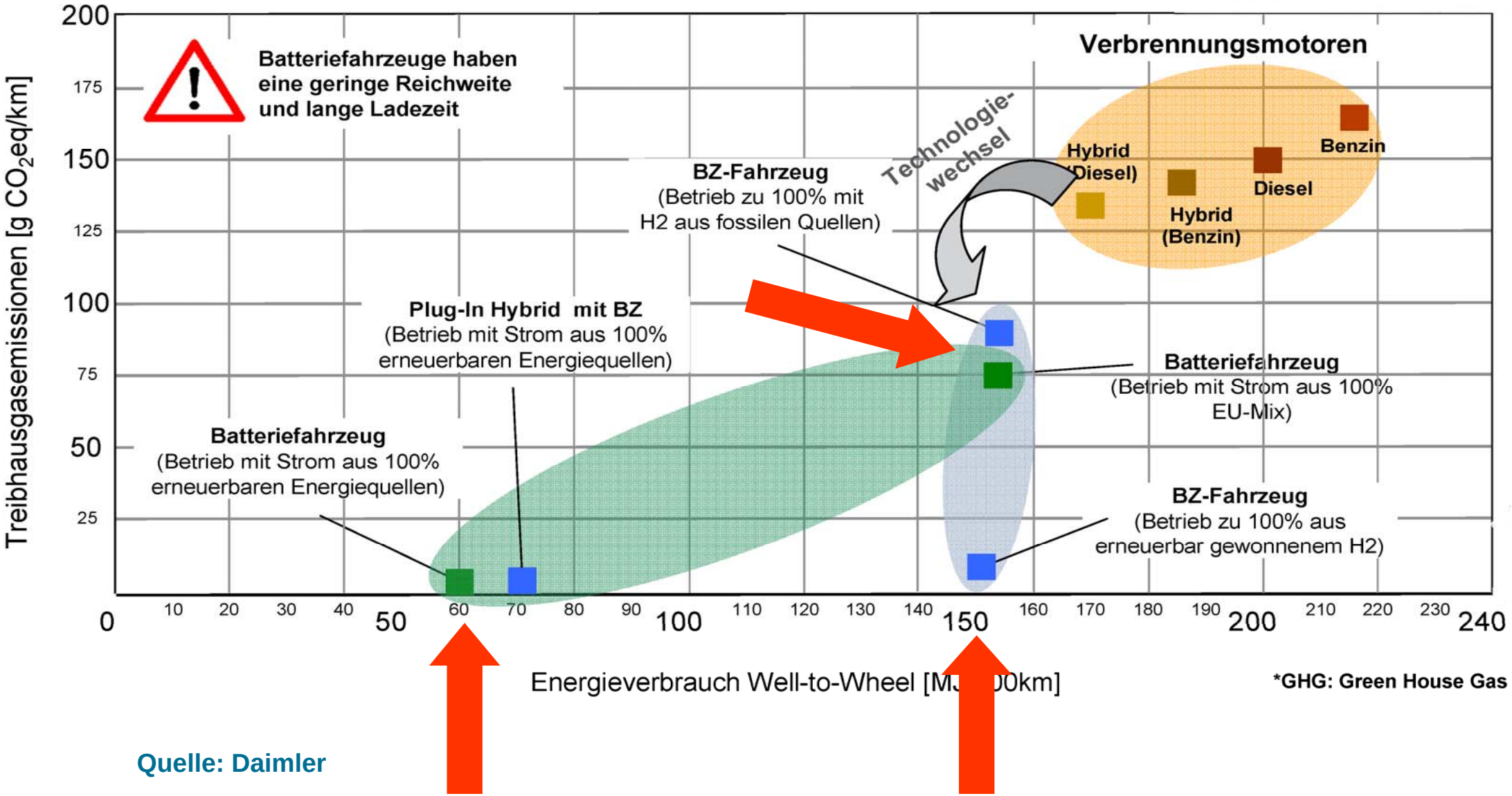
Vorteil
- Reichweite

Nachteil
- $H_2$-Infrastruktur
- Effizienz (Kosten)

→ langfristig eher Ergänzung

© Fraunhofer ISE

# Well-to-Wheel-Bilanz




Quelle: Daimler

© Fraunhofer ISE

# Biotreibstoffe / Biomasse

Biotreibstoffe der 1. Generation (Biodiesel, Bioethanol,…)

Biotreibstoffe der 2. Generation (Ethanol aus Lignocellulose, BTL,…)

- Moderat bis gutes $CO_2$-Einsparungspotential (stark verfahrensabhängig)
- Anteil an Kraftstoffen für den Verkehr weltweit etwa 2,4%
- Begrenzte Ressource – Flächenpotential in D 3,2 Mio ha:

  kann max. 20% des Kraftstoffbedarfs liefern
- Stationäre und mobile Anwendungen konkurrieren

  Beispiel: 6 t Holz liefern 1 t Diesel

  aber können auch 2t Heizöl ersetzen

vorwiegend dort einsetzen wo wenig Alternativen bestehen

(PHEVs, Nutzfahrzeuge, Flugzeugtreibstoffe)

© Fraunhofer ISE

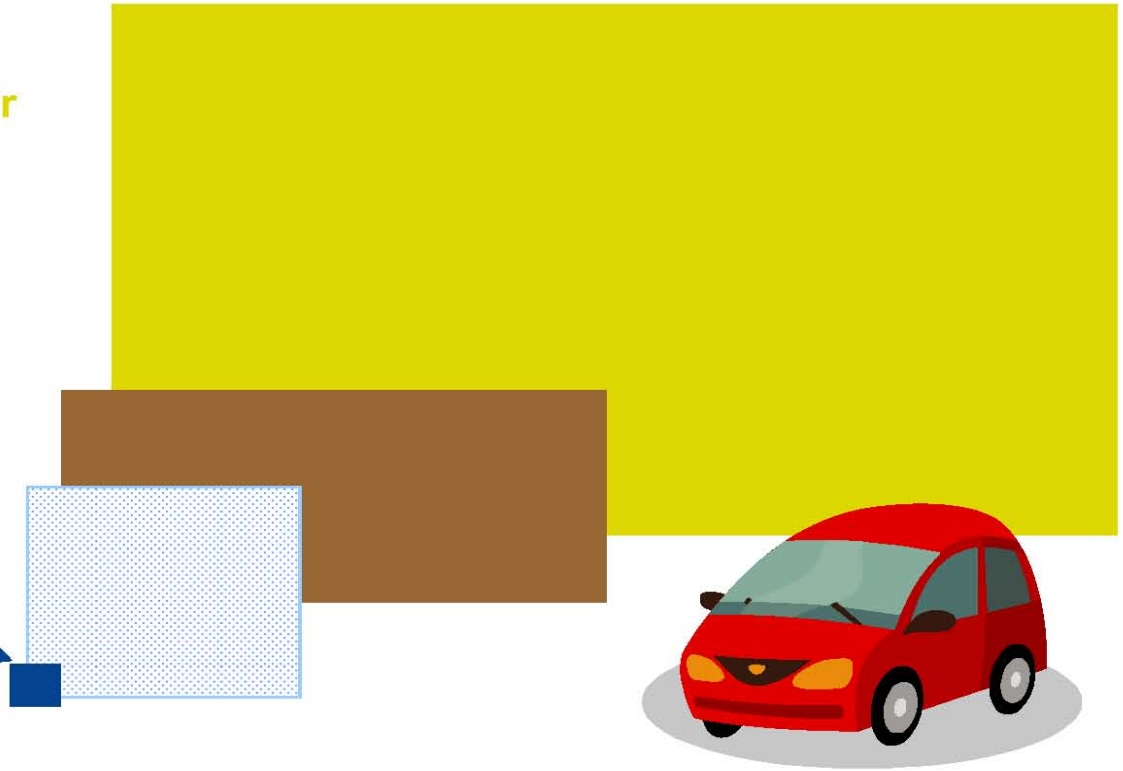
# Flächenbedarf im Vergleich

5000 m² für Biodiesel + Verbrennungsmotor

1000 m² für Wasserstoff aus Biomasse + Brennstoffzellenantrieb

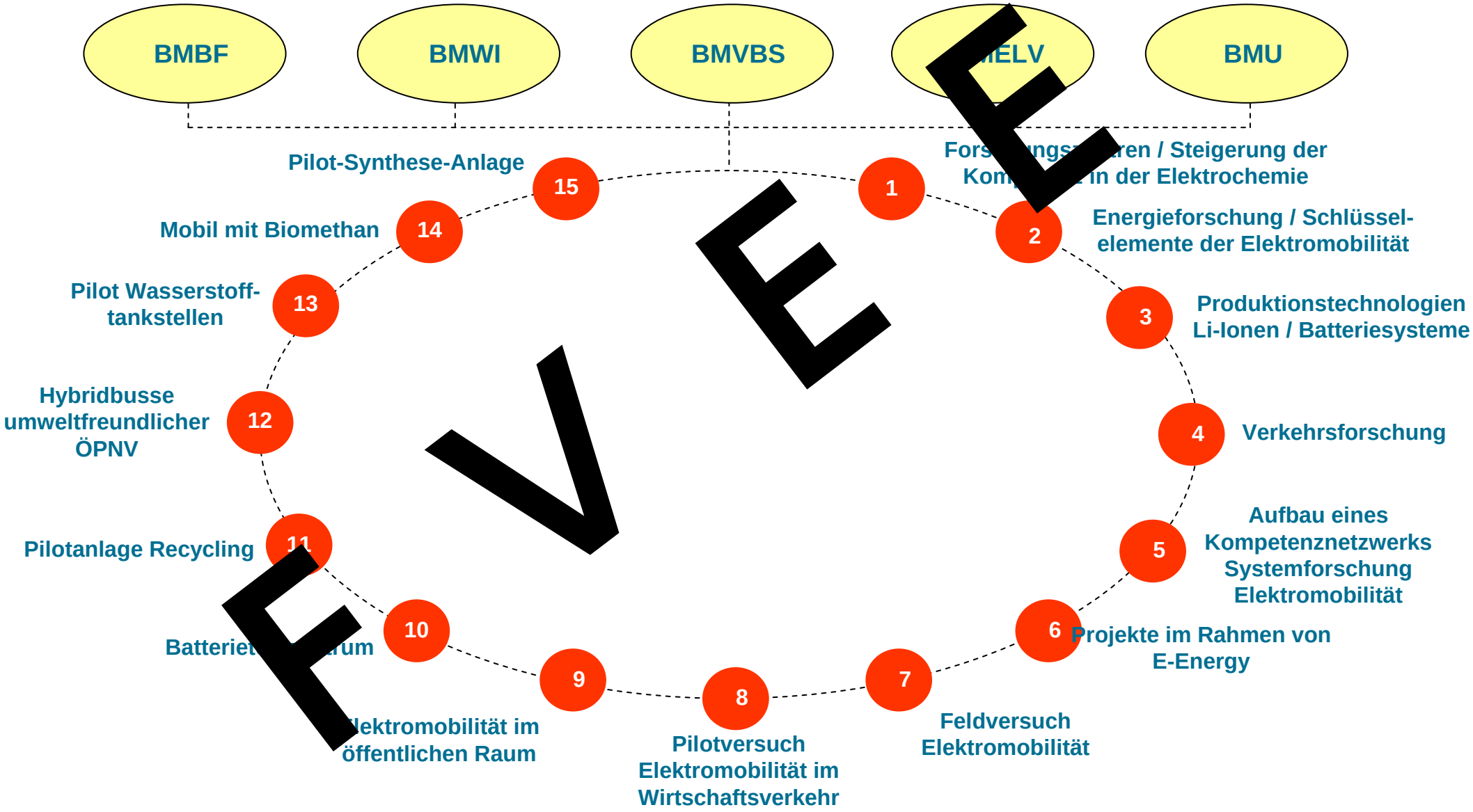
500 m² für Wasserstoff aus Windenergie + Brennstoffzellenantrieb (Fläche gleichzeitig landwirtschaftlich Nutzbar)

20 m² für PV-Strom + Batterie-E-Fahrzeug



© Fraunhofer ISE

# Ressortübergreifende Projekte




© Fraunhofer ISE

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.ise.fraunhofer.de
guenther.ebert@ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE