

Zukunft der Mobilität: Wo steht die deutsche Automobil- und Zulieferindustrie?

Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Herzog
Fachgebiet Energiewandlungstechnik
Technische Universität München

13.07.2011

**Prof. Dr.-Ing.
Hermann Scholl**
Vorsitzender des Aufsichtsrats
der Robert **BOSCH** GmbH

„**Elektromobilität:
Revolution oder Evolution?**“

Mittwoch, den 21. April 2010, 18.30 Uhr
Uni Stuttgart, Campus Vaihingen, Pfaffenwaldring 47, V 47.05



ieee
spectrum
THE MAGAZINE OF TECHNOLOGY INSIDERS
10.10

**LEAN, MEAN,
& GREEN**

CAN AN **ULTRA-
PERFORMANCE CAR**
BE **SUPERCLEAN?**
CHECK OUT THE SPECS
ON THESE FOUR
SUPERCARS

Porsche
Spyder 918

WHY GOVERNMENT
REGULATORS
MAKE A MESS
OF ALLOCATING
RADIO SPECTRUM



**2015:
Das Auto fährt
elektrisch**

E-Mobil, Hybrid oder Brennstoffzelle: Alle **Hersteller kämpfen** um die richtige Antriebstechnik für die Zukunft. Bei Batterien hat Asien heute die Nase vorn – können Europas Autobauer mithalten?

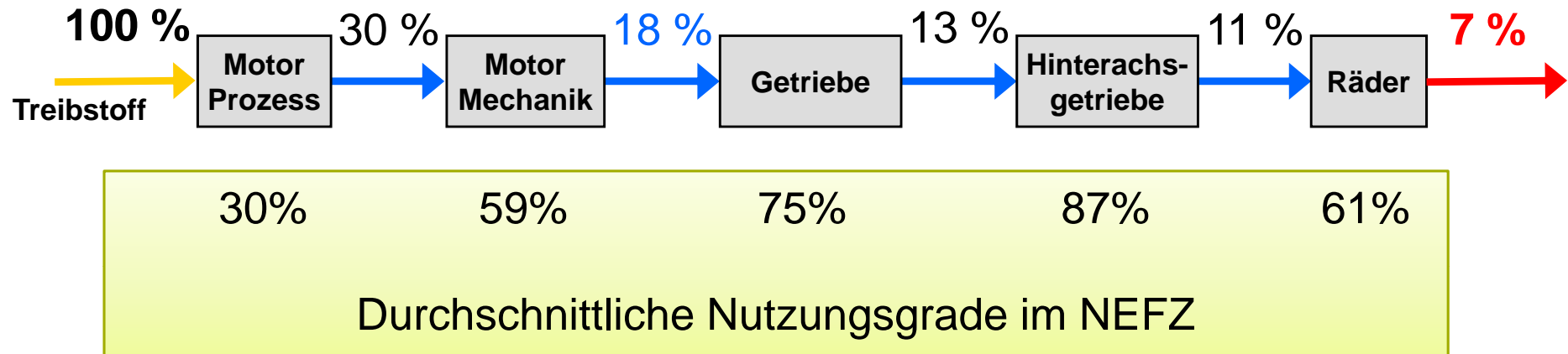


Quellen: adac.de,
lhg-bw.de, ieee.org

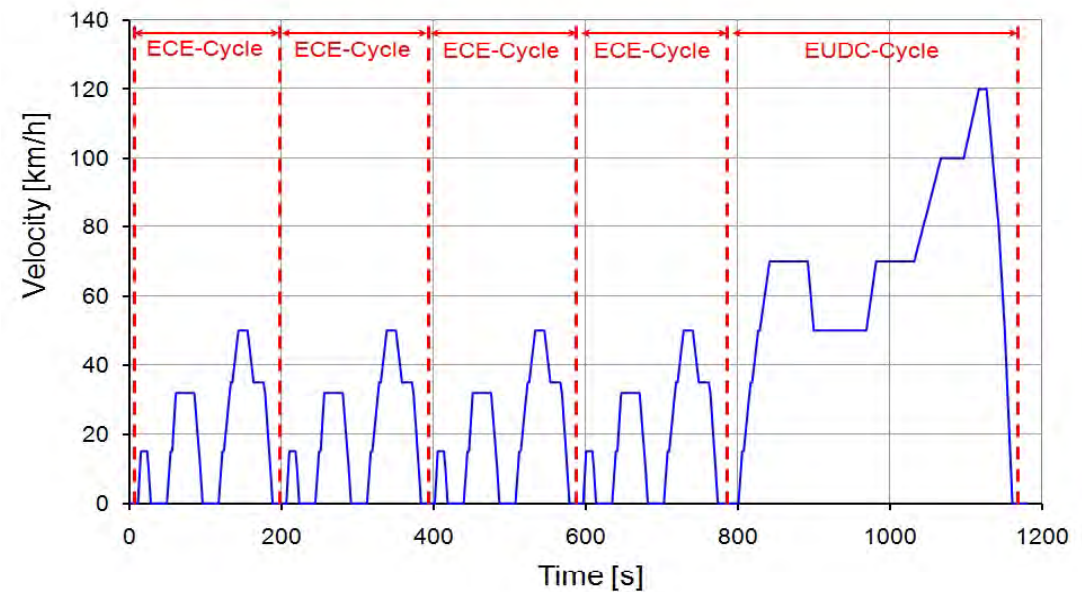
IEEE – The Greening of the Supercar



Nutzungsgrad konventioneller Oberklasse-Fahrzeuge^{*)}

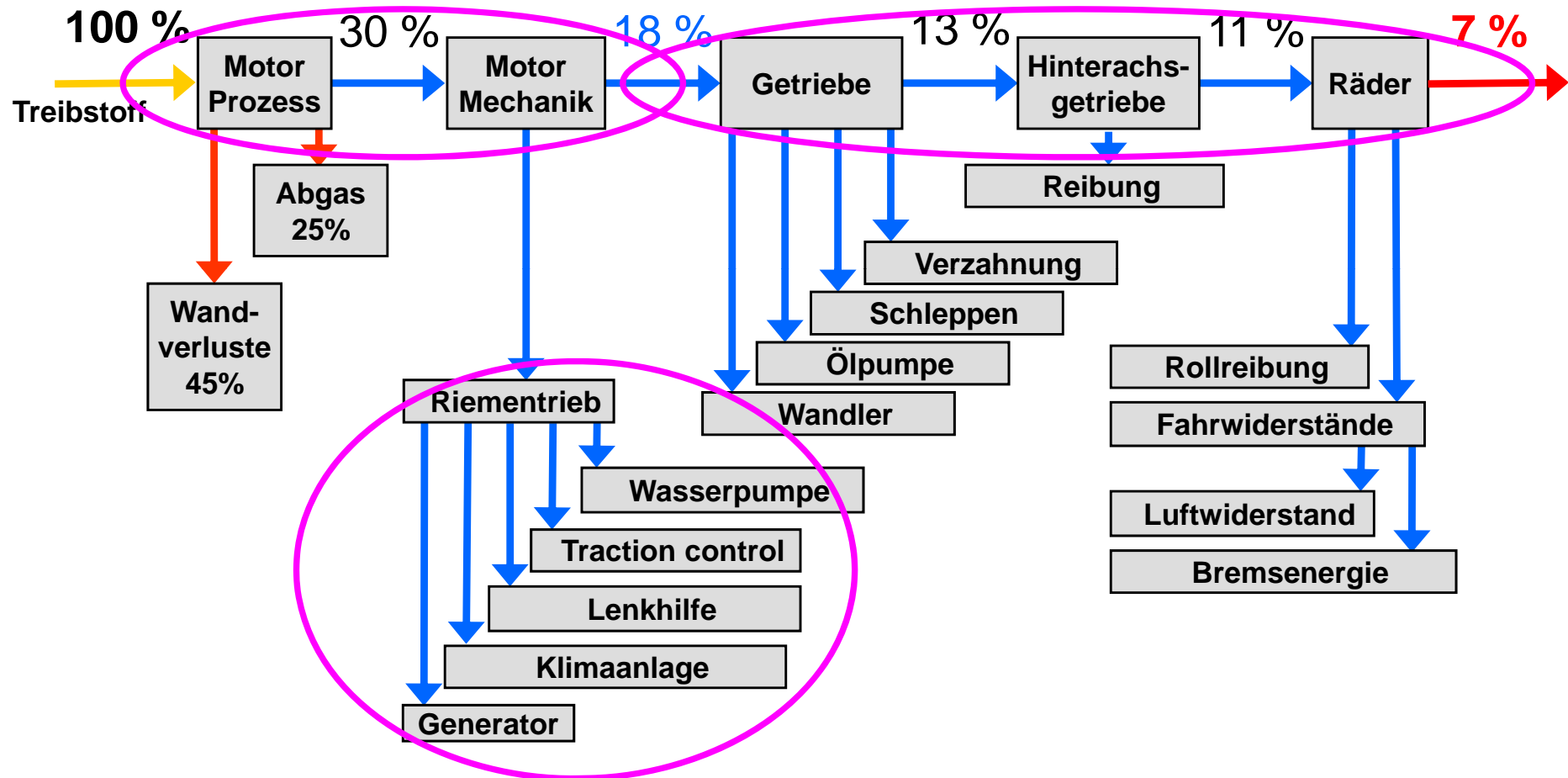


$$\zeta = \frac{E_{ab}}{E_{auf}}$$



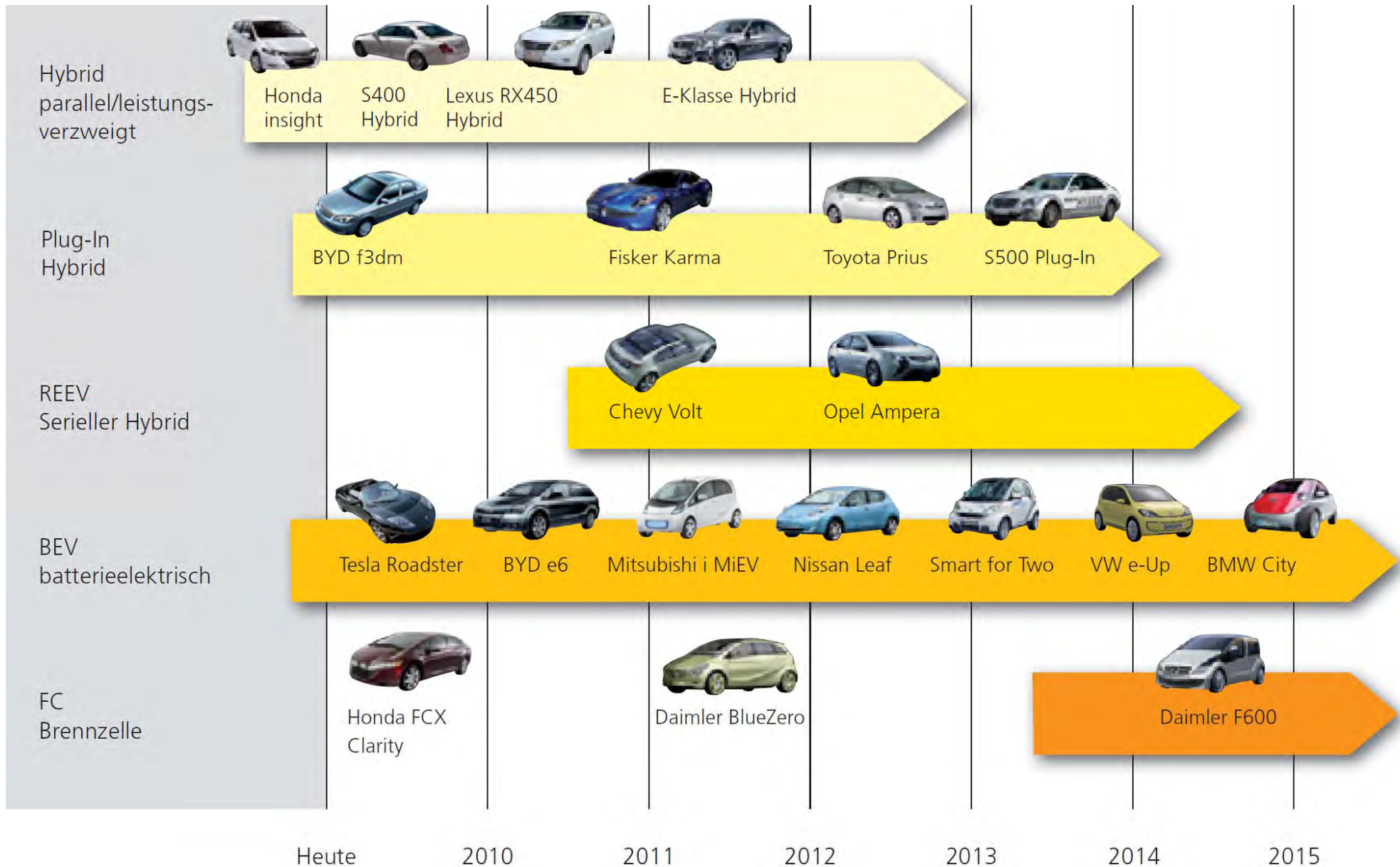
^{*)} Im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ)

Nutzungsgrad konventioneller Oberklasse-Fahrzeuge^{*)}



^{*)} Im Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ)

Roadmap Elektromobilität



Quelle: Strukturstudie BWe mobil – Baden-Württemberg auf dem Weg in die Elektromobilität, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2010



Quelle : www.teslamotors.com

- Elektroantrieb mit 185 kW (252 PS) im Heck
- Maximales Drehmoment 375 Nm bis 4.500 min⁻¹
- 0 auf 100 km/h in 3,8 Sekunden
- Höchstgeschwindigkeit 201 km/h^{*)}
- 1.240 kg Gewicht
- 6.831 Lithium-Ionen-Akkus
- Energiebedarf 12,7 kWh / 100 km (75 g CO₂/km ^{**)})

^{*)} elektronisch begrenzt

^{**)} mit deutschem Energie-Mix

- Kaliforniens Zero Emission Vehicle (ZEV) Regulation

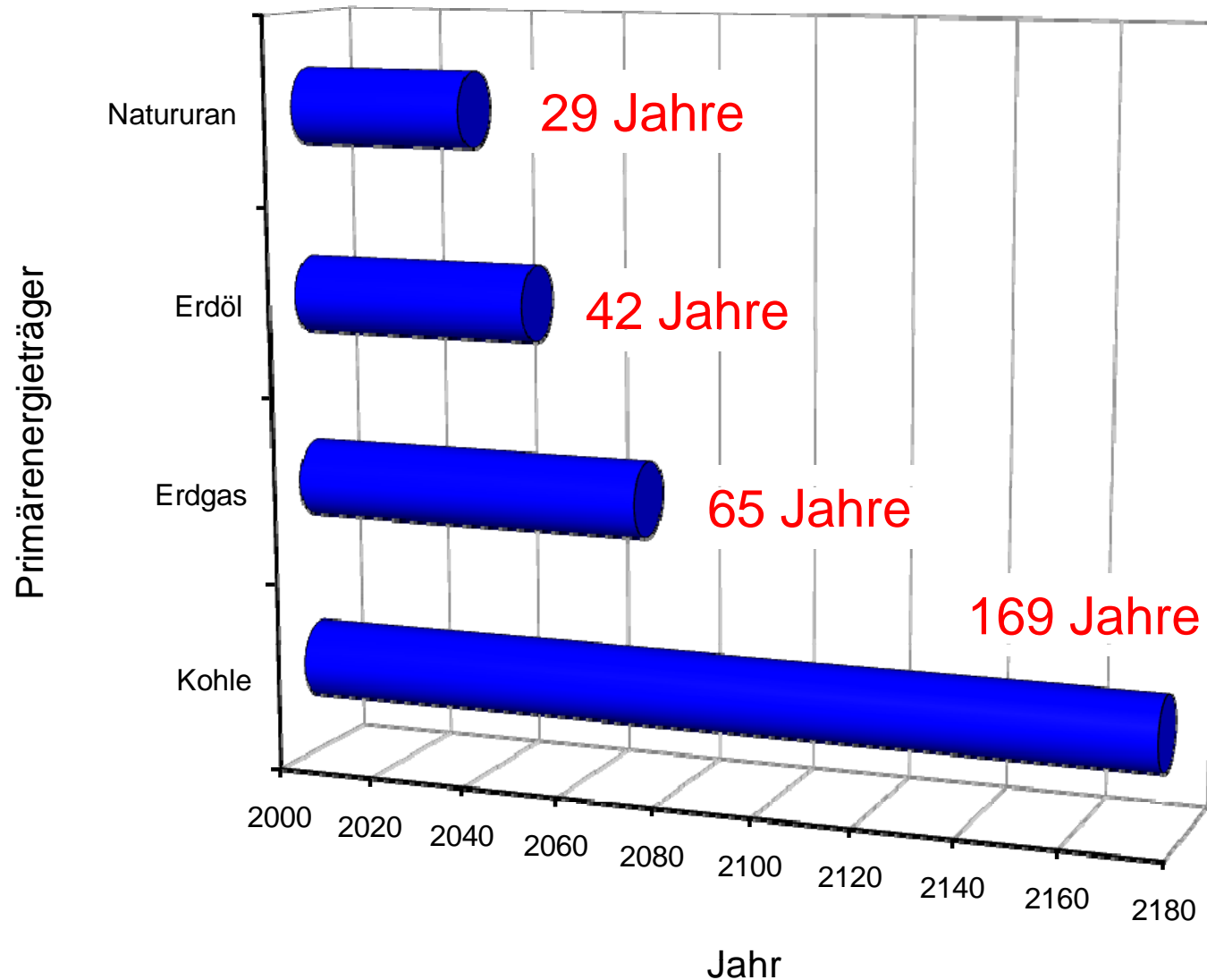
Geforderte Lieferquote an ZEV pro Jahr:

- 2009 – 2011 : 11%
- 2012 – 2014 : 12%
- 2015 – 2017 : 14%
- 2018 + : 16%

- London Low Emissions Zone

- Feb 2008 : Euro III für LKW über 12 t
- Juli 2008 : Euro III für LKW zwischen 3,5 t und 12 t sowie für Kleinbusse über 5 t
- Okt 2010 : Euro III für große Lieferwägen und Kleinbusse
- Jan 2012 : Euro IV für LKW über 3,5 t sowie für Busse über 5 t

Statische Reichweite unserer Primärenergieträger



Quellen:
Technische Universität Darmstadt,
Universität Duisburg-Essen
Unabhängiges Institut für Umweltfragen

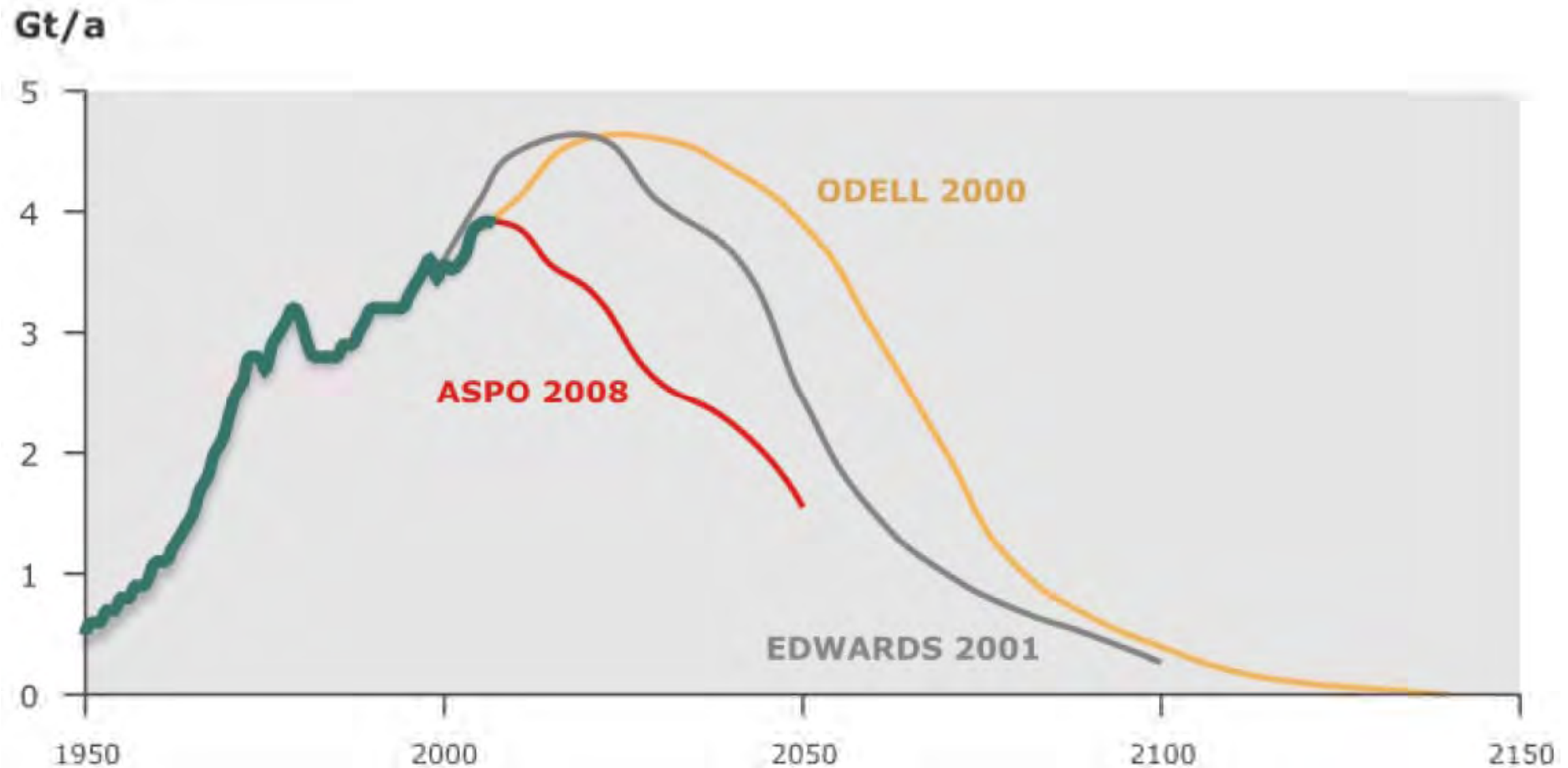
Statische Reichweite von Erdöl zwischen 1945 und 2008



Quelle: Energierohstoffe 2009 – Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, Bundesanstalt Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Prognostizierte Förderverläufe mit Peak Oil

(Beispiele für konventionelles Erdöl)



Quelle: Energierohstoffe 2009 – Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, Bundesanstalt Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Zunehmende Urbanisierung – Megastädte

- Stand 1950
 - Weltweit zwei Megastädte mit mehr als 10 Mio. Einwohnern
- Stand 2008
 - Erstmals mehr als 50 % der Weltbevölkerung in Städten
 - Mumbai (Indien) hat etwa so viele Einwohner wie die 50 kleinsten UN-Mitgliedsstaaten in Summe
- Projektion 2015
 - 69 % der Weltbevölkerung in urbanen Ballungszentren

- 20 der 30 größten Ballungszentren liegen in Asien und Lateinamerika:

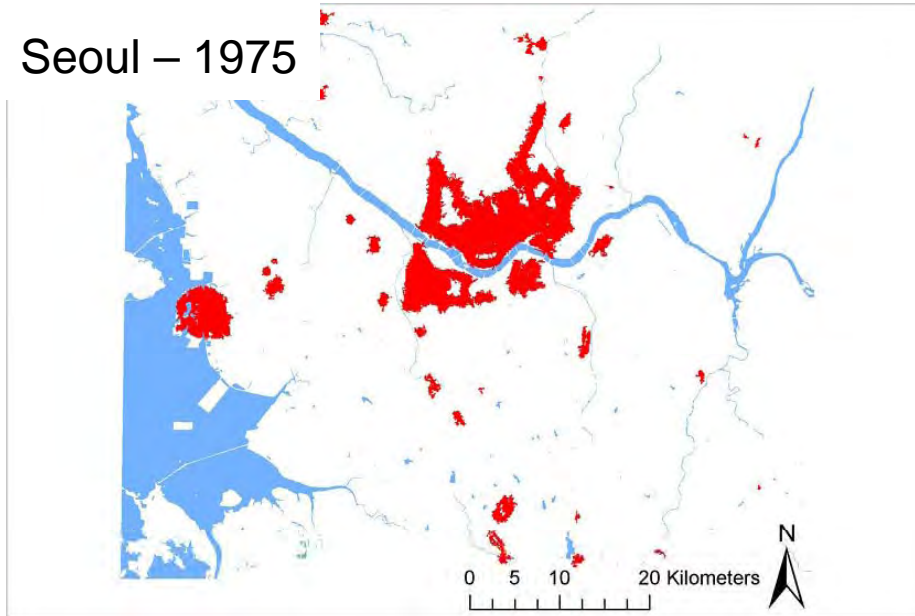
| | | |
|------------------|-----------|-------|
| ➤ Tokio-Yokohama | 37,7 Mio. | (# 1) |
| ➤ México City | 23,6 Mio. | (# 2) |
| ➤ New York | 23,3 Mio. | (# 3) |
| ➤ Seoul | 22,7 Mio. | (# 4) |
| ➤ Mumbai | 21,9 Mio. | (# 5) |

- Europa:

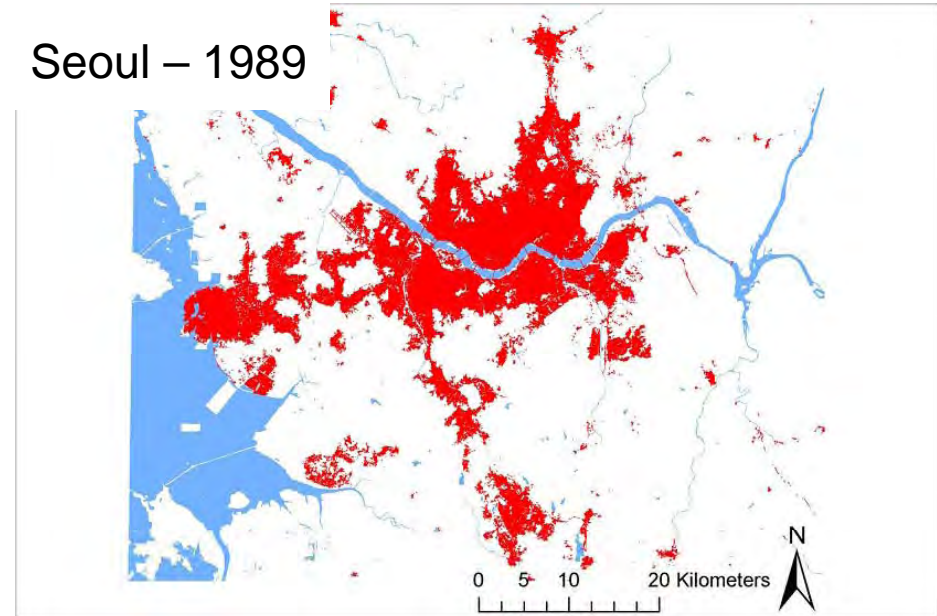
| | | |
|------------------|-----------------|----------------|
| ➤ Moskau | 14,9 Mio. | (# 15) |
| ➤ Istanbul | 14,4 Mio. | (# 17) |
| ➤ London | 13,4 Mio. | (# 20) |
| ➤ Paris | 11,9 Mio. | (# 25) |
| ➤ Rhein-Ruhr | 11,9 Mio. | (# 26) |
| ➤ <i>München</i> | <i>2,3 Mio.</i> | <i>(# 198)</i> |

Quelle: www.bevoelkerungsstatistik.de

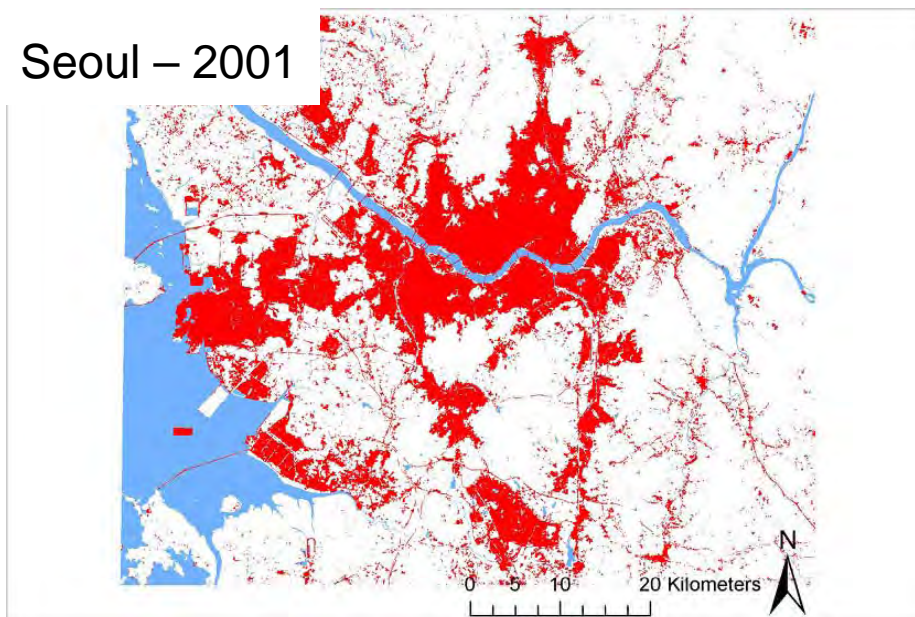
Seoul – 1975



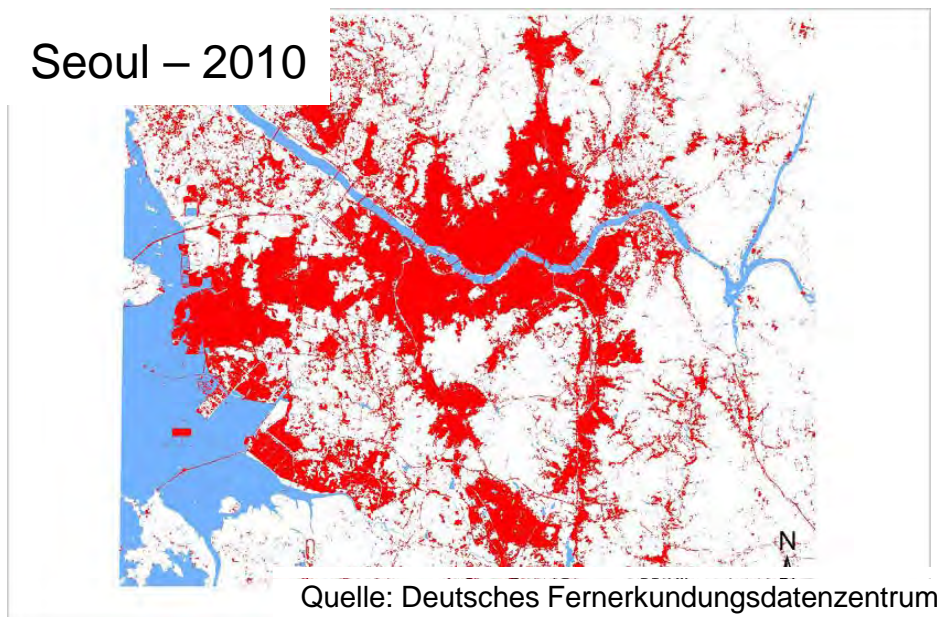
Seoul – 1989



Seoul – 2001



Seoul – 2010

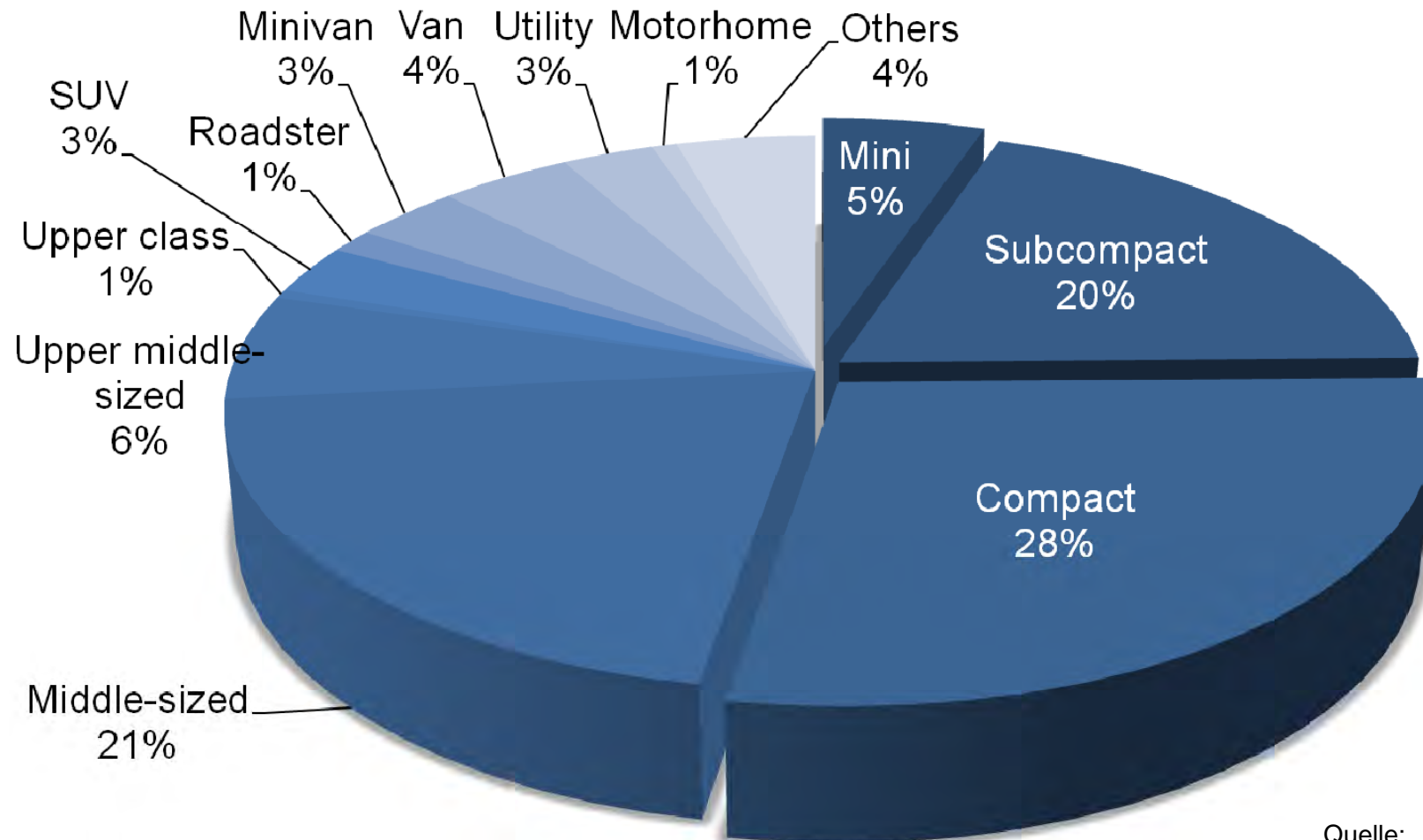


Quelle: Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum



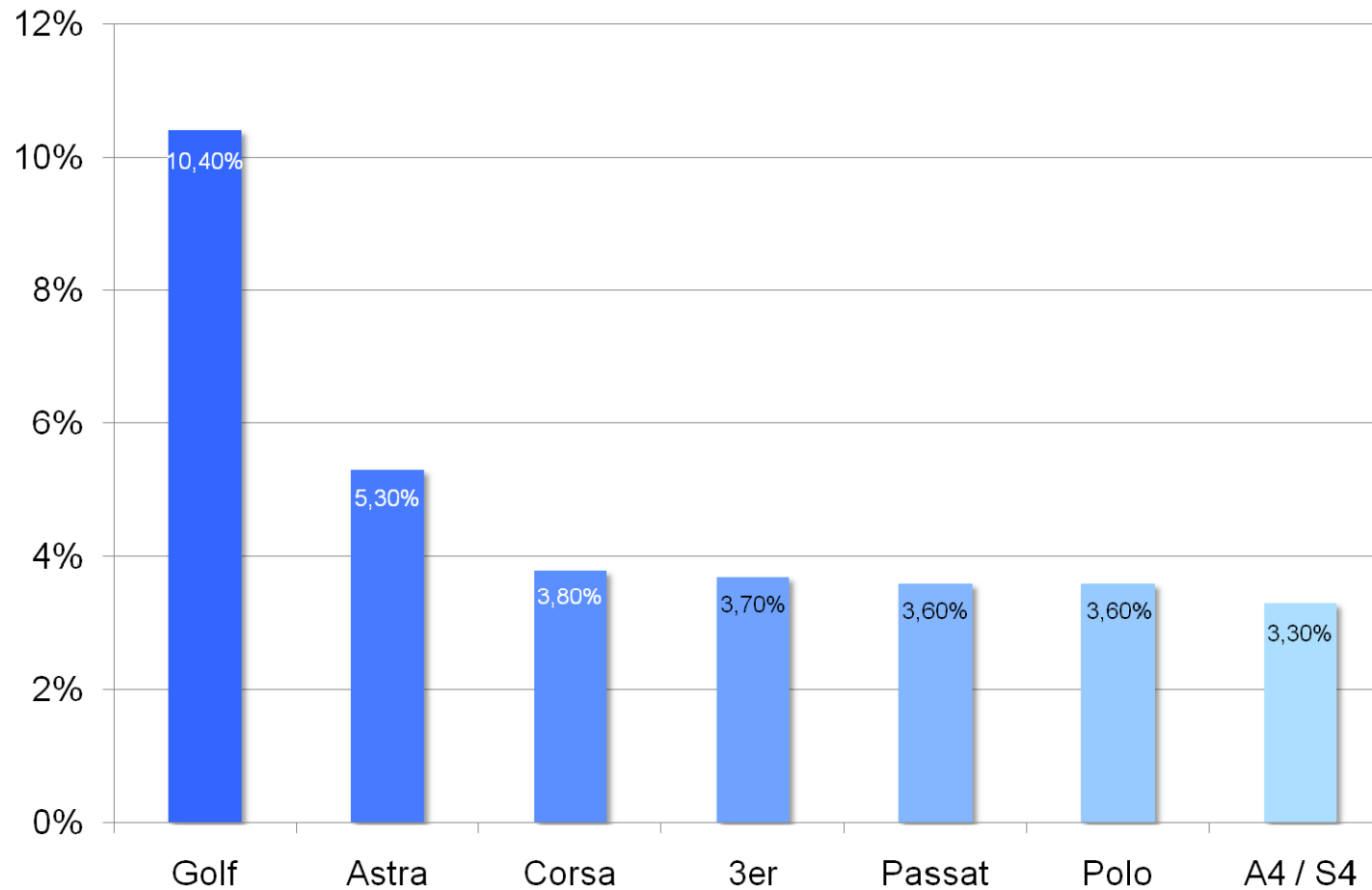
Quelle: Welt Online

Aktuell sind mehr als die Hälfte aller in Deutschland zugelassenen Fahrzeuge Klein- oder Kompaktwägen!



Quelle:
Kraftfahrtbundesamt 2008

Aktuell sind mehr als die Hälfte aller in Deutschland zugelassenen Fahrzeuge Klein- oder Kompaktwägen!



Quelle:
Kraftfahrtbundesamt 2008

Anforderungsprofil für Stadtverkehr:

- Sitzanzahl 2
- Reichweite 100 km
- Höchstgeschwindigkeit 120 km/h
- Fahrzeugklasse Compact
- Vergleichsfahrzeug VW Golf

Quelle: Chr. Weißinger, Konzeptionierung eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs, Diplomarbeit EWT, TUM, 2008

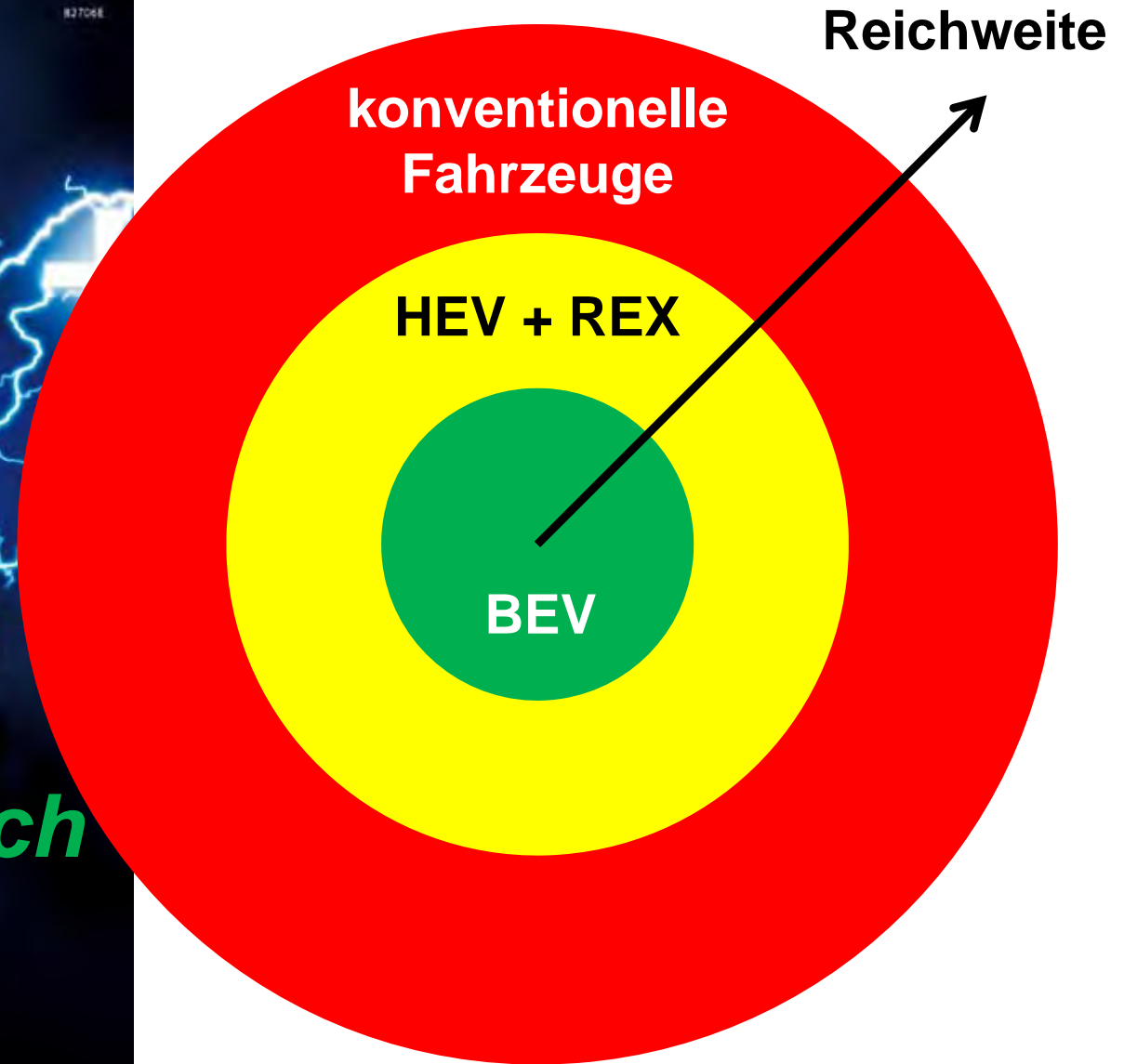
MUTE – Elektrofahrzeug der TUM



| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Fahrzeugklasse | Kleinwagen (L7E) |
| Sitzanzahl / Nutzlast | 2 Pers. / 2 Gepäckstücke |
| Leistung am Rad | 15 kW |
| Höchstgeschwindigkeit | 120 km/h |
| Reichweite | 100 km |
| Leergewicht | 400 kg + 100 kg Batterie |
| Energiespeicher | Batterie + elektr. RangeExt. |



- Zunehmende Individualmobilität durch globale Urbanisierung
- Begrenzte Verfügbarkeit der Primärenergieträger
- Übersichtliche Effizienz konventioneller Fahrzeuge
- Politische Vorgaben zur Förderung der Elektromobilität



- Entwicklung des Elektroautos ist evolutionär!
 - Sicherheit
 - Leichtbau
 - Speicher

Frage: Welche Energiedichte benötigen zukünftige Speicher?

- Energiespeicher in konventionellen Fahrzeugen

- 11.400 Wh/kg – Energiedichte Benzin

- 820 Wh/kg – Nutzbare Energiedichte des Antriebsstrangs ¹⁾

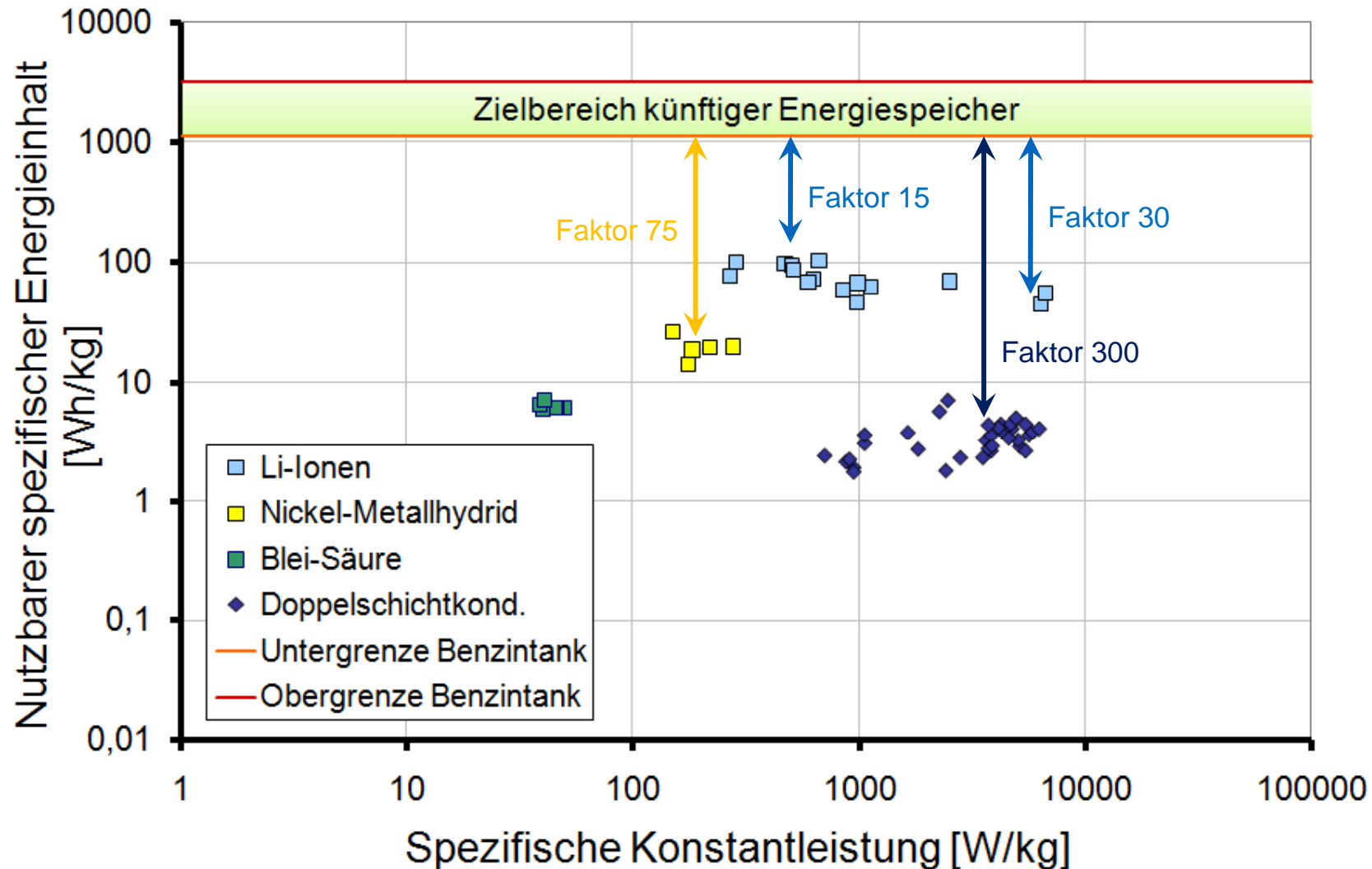
¹⁾ Berücksichtigung über Zyklusnutzungsgrad $\approx 7,5\%$ im NEFZ

- Ableitung der Anforderungen an elektrische Energiespeicher

- Zyklusnutzungsgrad elektrischer Antriebsstrang: 32% - 60% (NEFZ)

- Zielbereich Energiedichte künftiger Speicher: 1.100 Wh/kg – 3.200 Wh/kg

Fragestellung: Welche Energiedichte benötigen zukünftige Speicher?



- Entwicklung des Elektroautos ist evolutionär!
 - Sicherheit
 - Leichtbau
 - Speicher
- Elektromobilität wird von unten kommen!
 - China im November 2010 – ca. 60 Mio. Elektrofahrzeuge
- Die Revolution muss in unseren Köpfen stattfinden!!
 - Nachhaltige Mobilität
 - Integrierte Mobilitätskonzepte

Wir müssen uns überlegen, welche Mobilität wir brauchen und welche Mobilität wir uns noch leisten können!!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

