

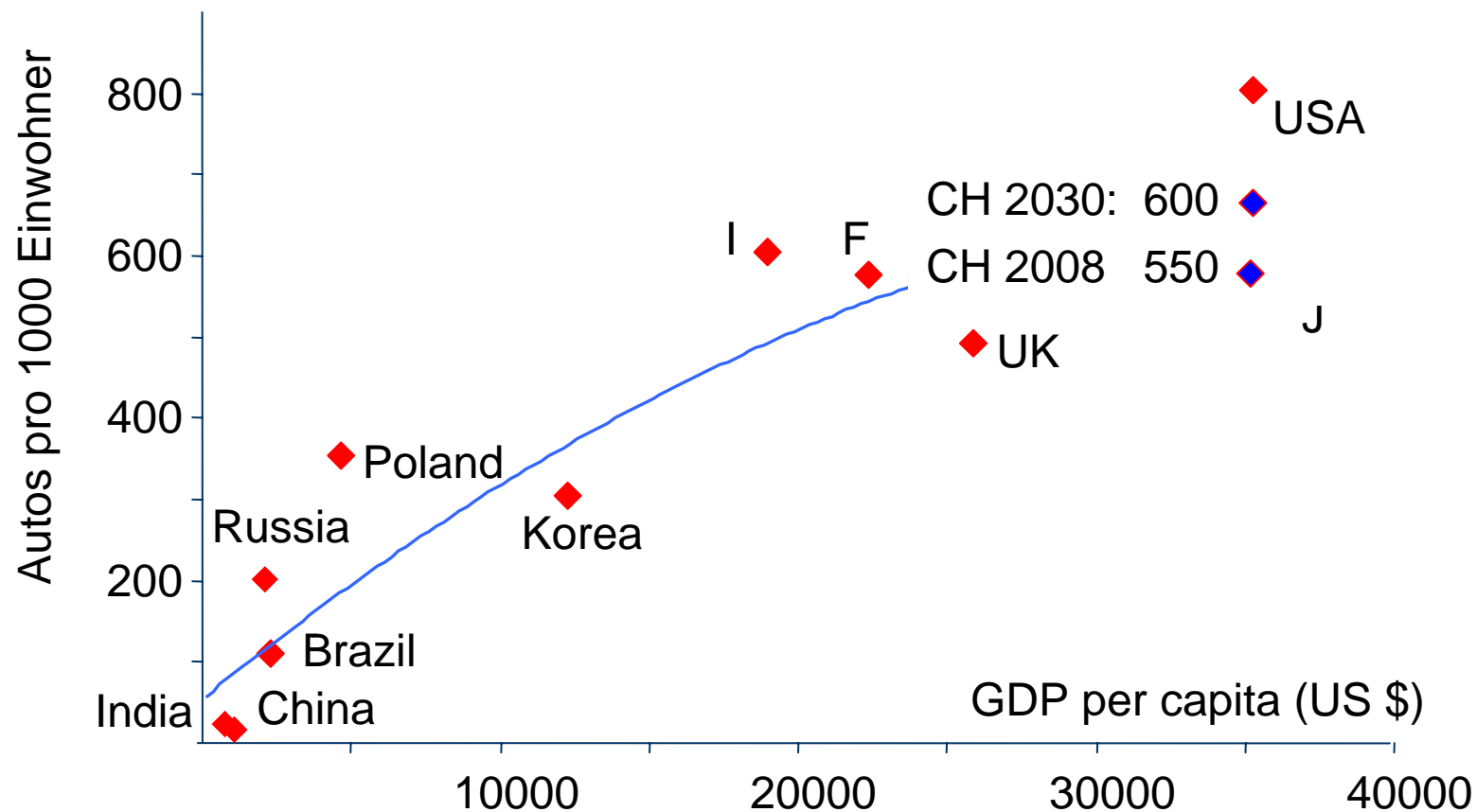
Technische Optionen für die individuelle Mobilität der Zukunft

Lino Guzzella

<http://www.idsc.ethz.ch>



Fahrzeugdichte (2005)



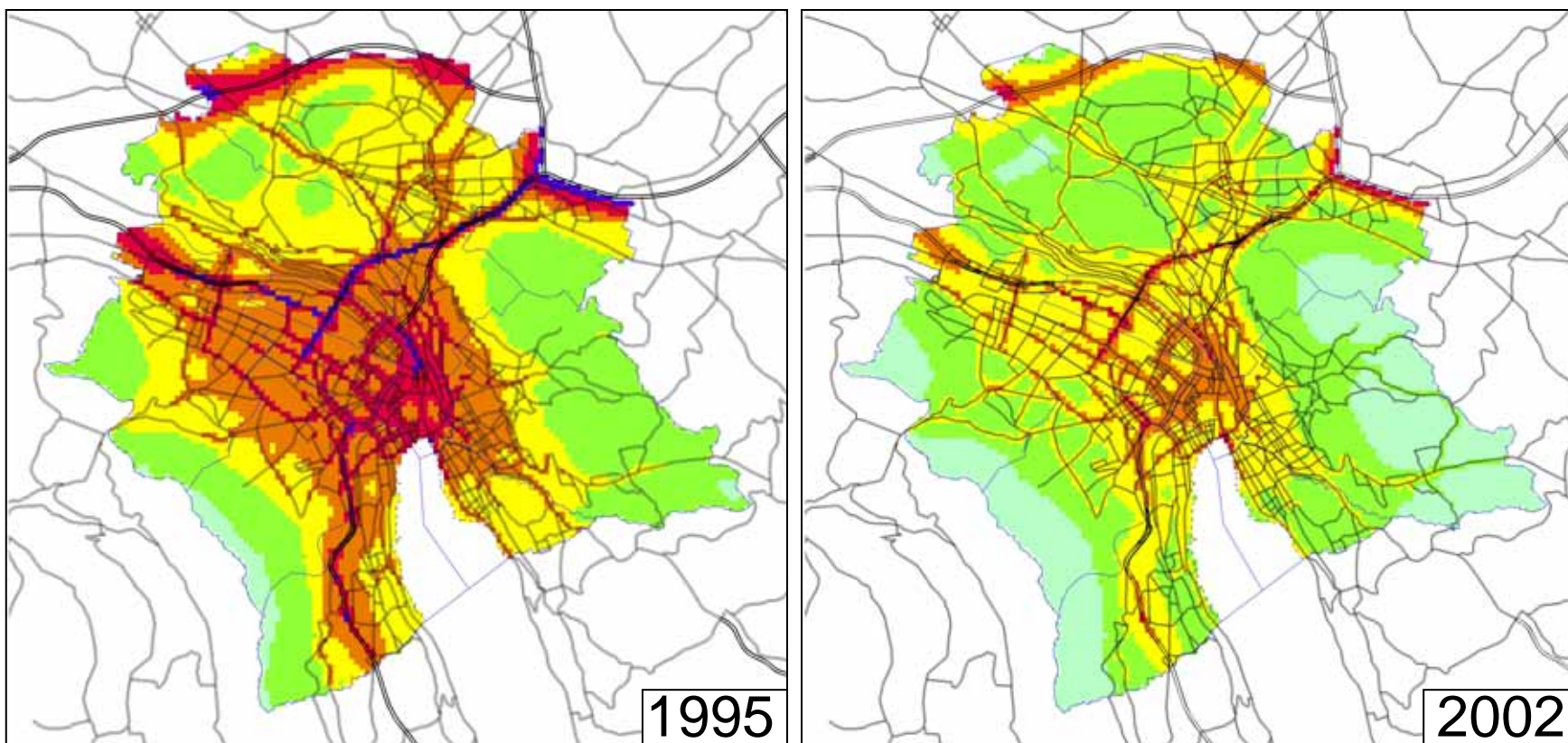
Bestand 2005: 800 Mio. Autos weltweit
 Produktion 2005: 60 Mio. Autos/Jahr
 Zunahme (1950-2000): 1 Mio. Autos/Jahr²

Quelle: OECD/IEA (2006)
 Shell PKW Szenarien

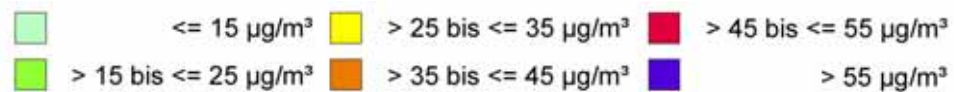
Der Anfang ...



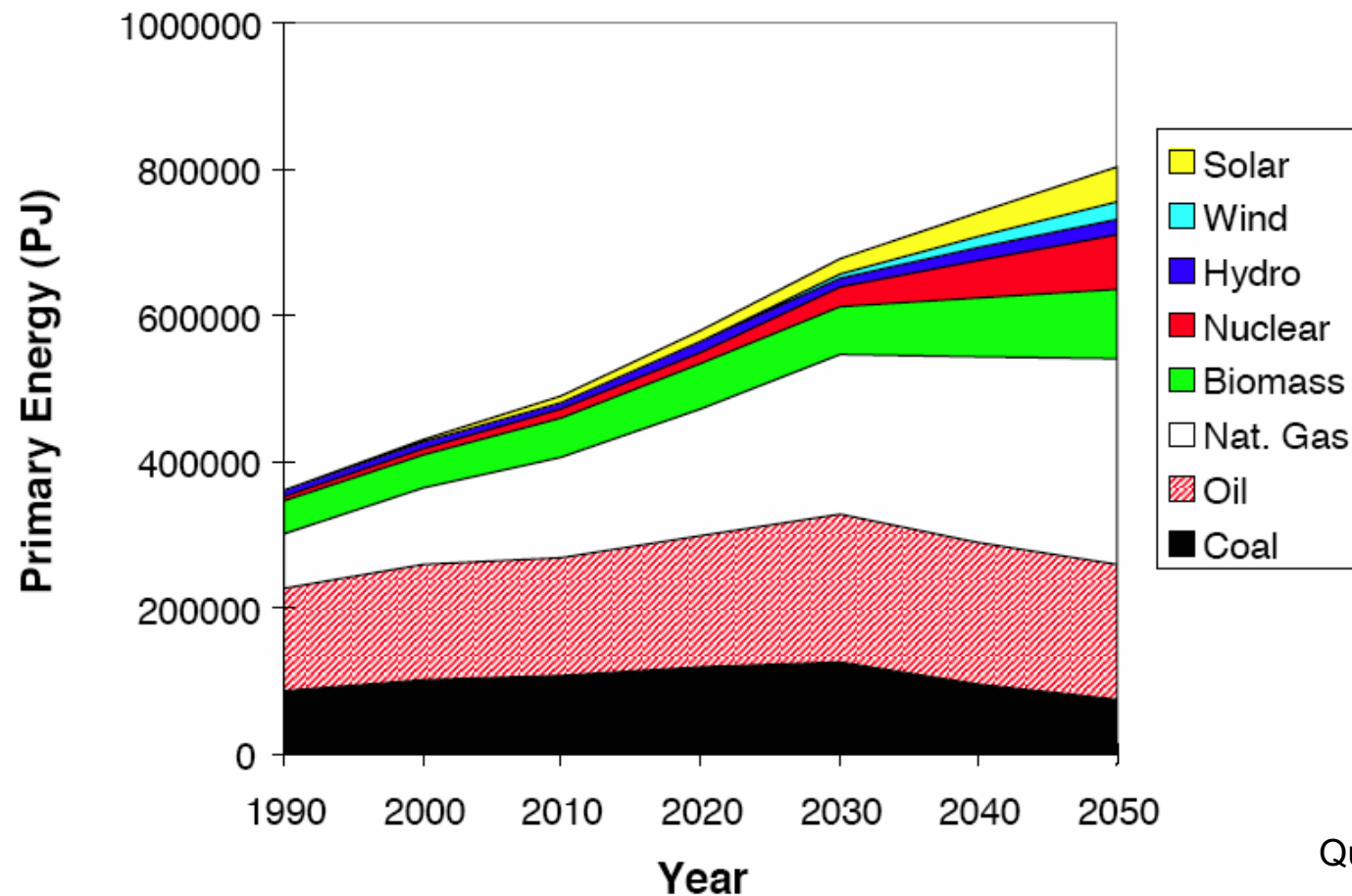
Stadt Zürich NO₂ Belastung



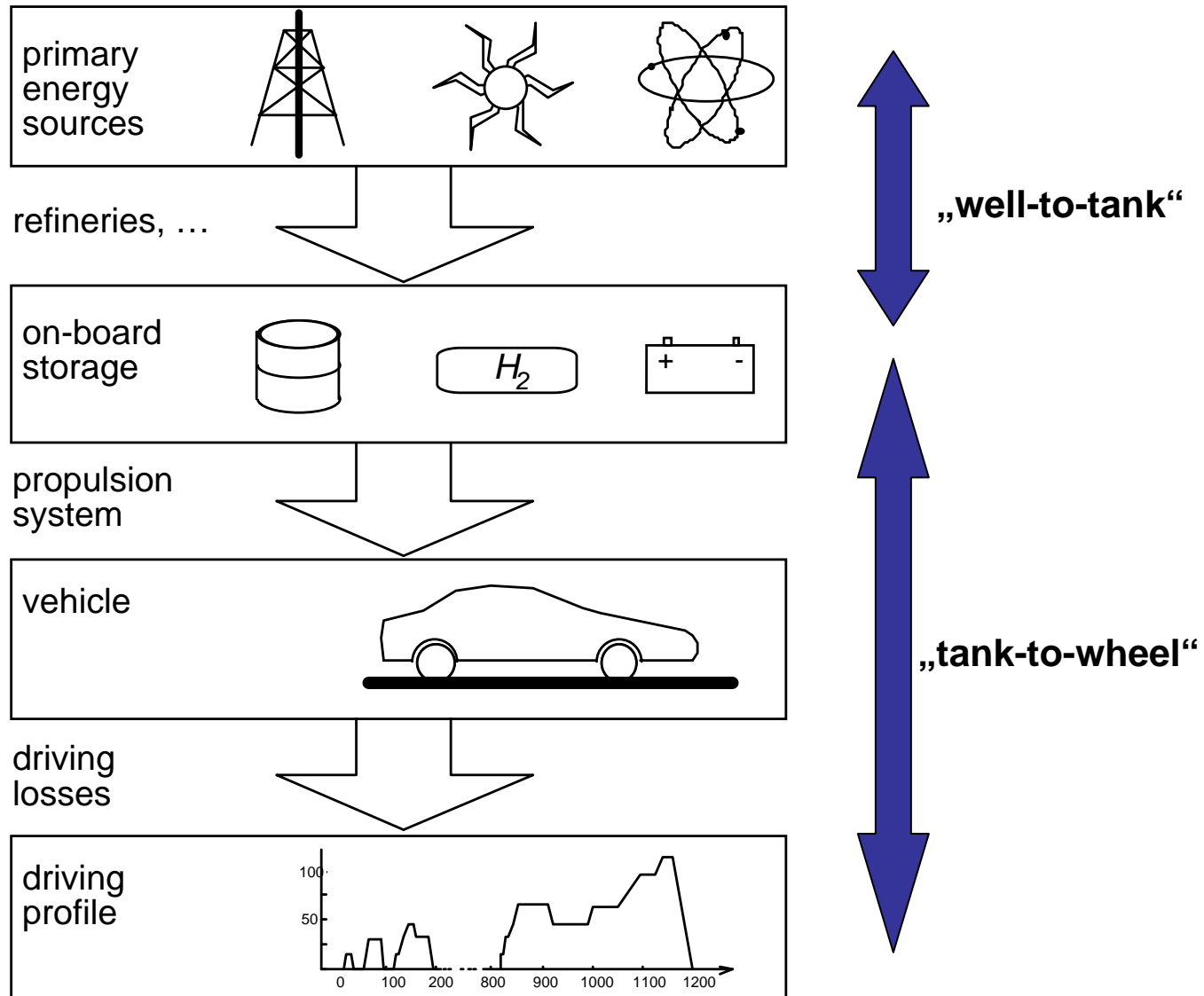
Quelle: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ)



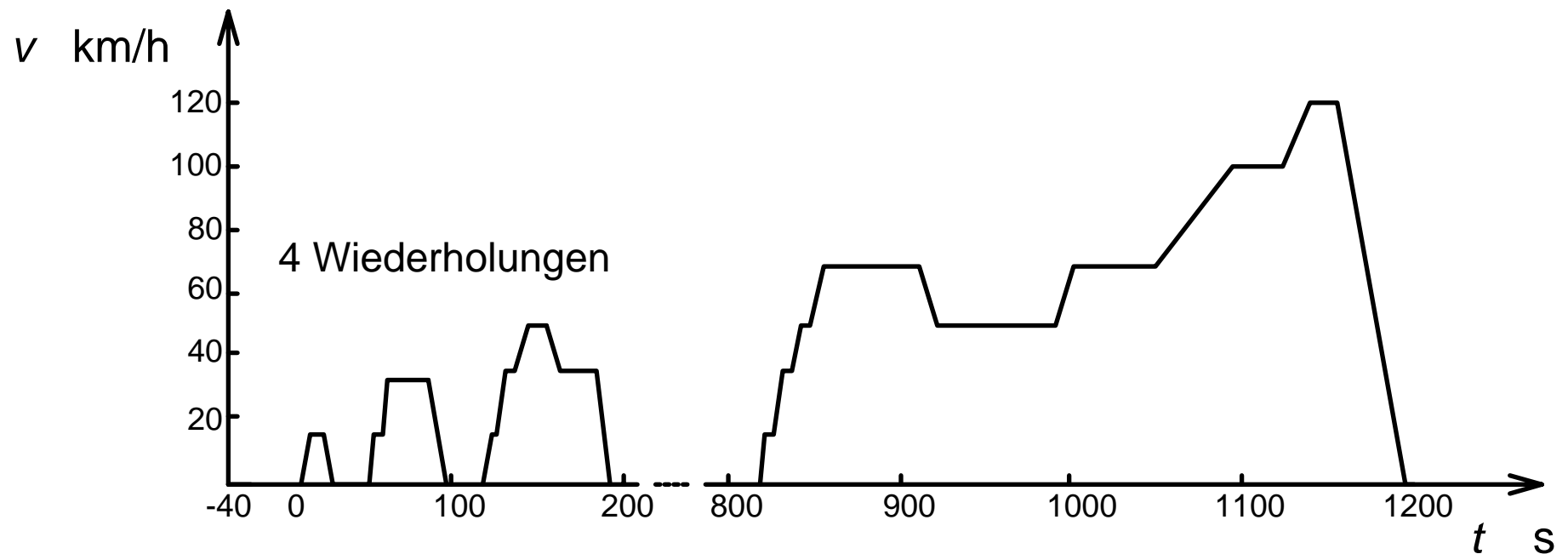
Zukunftsszenario Energiebedarf (optimistisch!)



Quelle: IEA

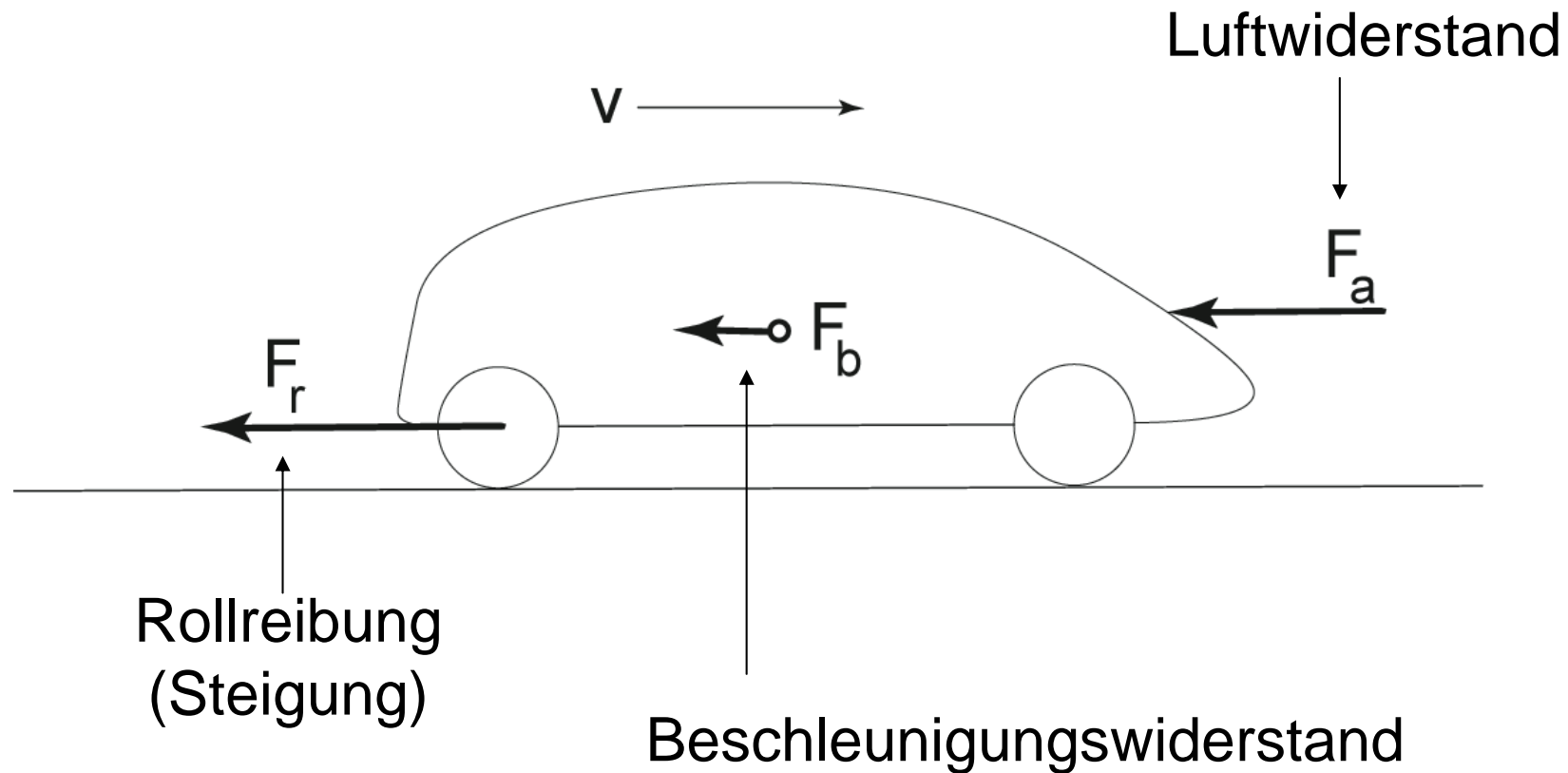


Norm-Fahrprofil (EU-Zyklus)



Reales Fahrverhalten oft „aggressiver“

Kräfte am Fahrzeug



Mechanische Energie am Rad (EU-Zyklus)

$$E \approx A_f \cdot c_w \cdot 19'000 + m \cdot c_r \cdot 840 + m \cdot 11 \quad kJ / 100km$$

Diagram illustrating the components of mechanical energy at the wheel (EU cycle):

- Frontfläche** (Front area) points to A_f .
- Form** (Form) points to c_w .
- Reifen** (Tire) points to c_r .
- Masse** (Mass) points to the m terms.

Bedarf an mechanischer Energie (EU-Zyklus)



SUV



Mittelklasse



Kompakt



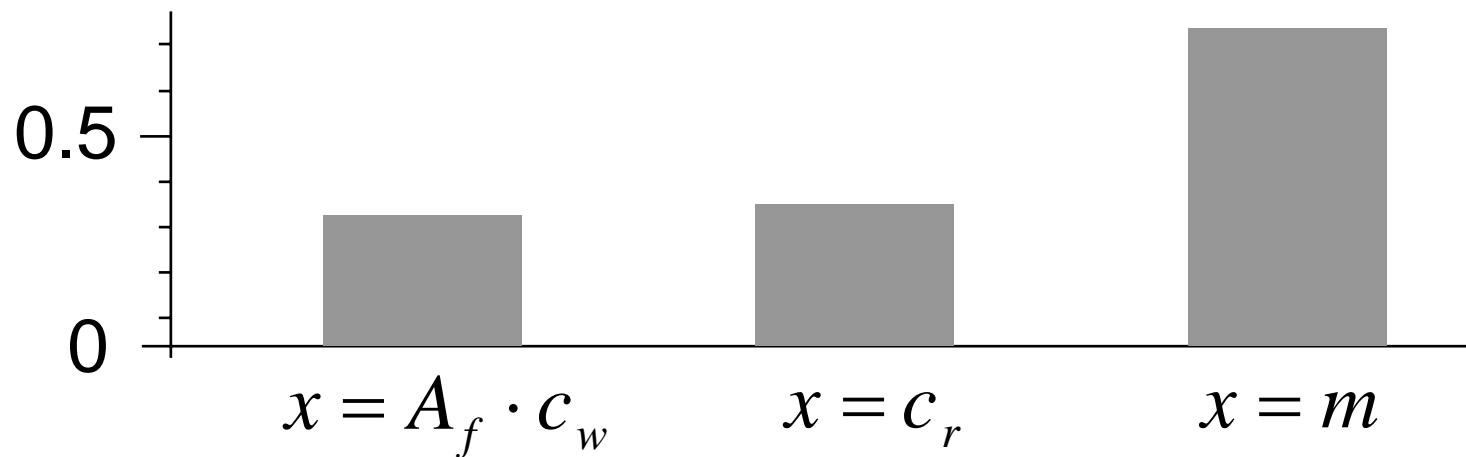
Eco-Car



$$A_f \cdot c_w = 0.7 \text{ m}^2, \quad c_r = 0.012, \quad m = 1'500 \text{ kg}$$

45 MJ/100km im EU Zyklus (17 Tafeln Schoggi ...)

Sensitivitäten (EU Zyklus, keine Rekuperation)



Mittelklassewagen:

$$A_f \cdot c_w = 0.7 \text{ m}^2, \quad c_r = 0.012, \quad m = 1'500 \text{ kg}$$

Mechanische Energie in Dieseläquivalent

(... oder wenn der Motor 100 % Wirkungsgrad hätte ...)



Mittelklasse



1.2 l/100km Diesel

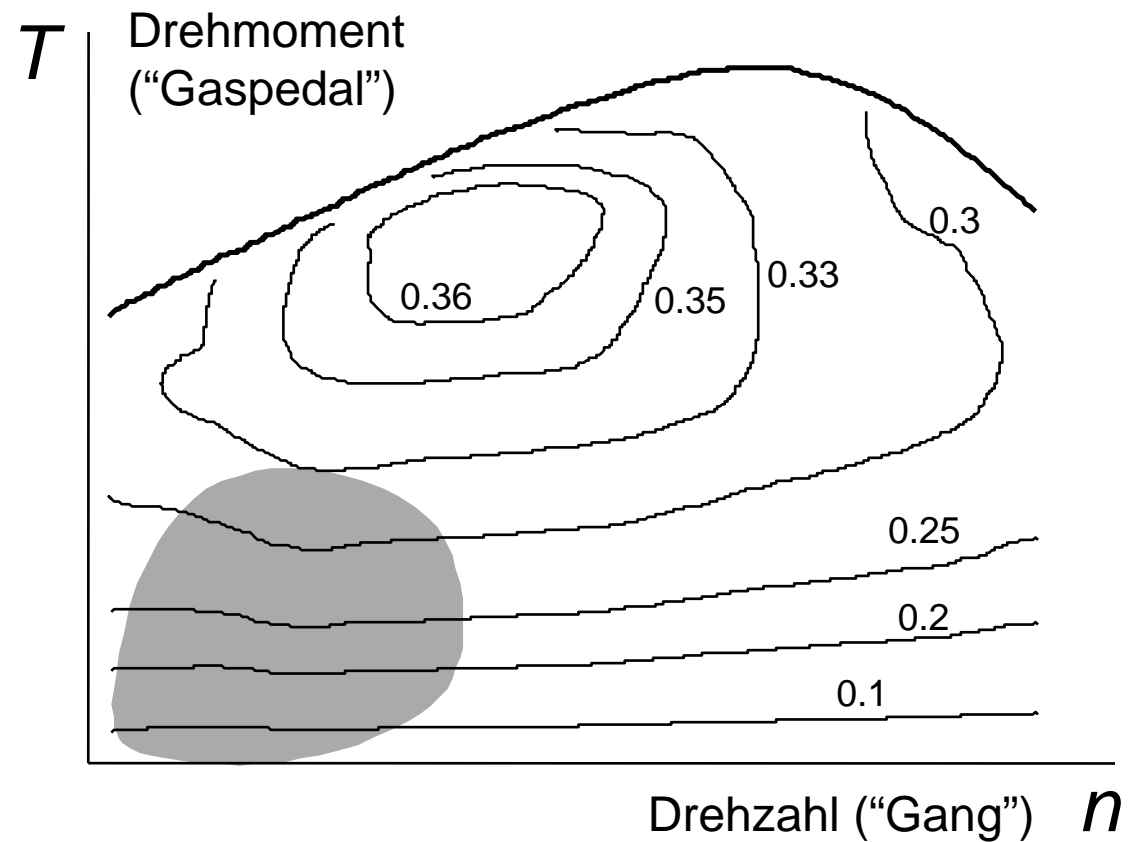
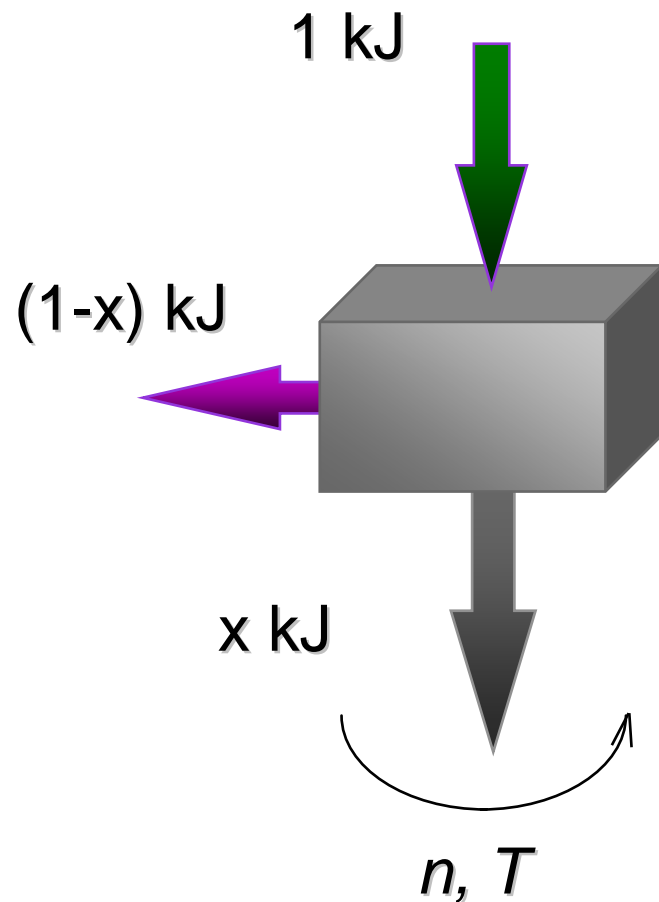


Ecocar



0.6 l/100km Diesel

Wirkungsgradkennfeld moderner Ottomotor



Übermotorisierung

- Konsequenz: Baugleiche Autos mit kleineren Motoren verbrauchen weniger Treibstoff.
- Wieso kaufen dann die Leute meistens Fahrzeuge mit grösseren Motoren?

$$t_{0 \rightarrow 100} \approx \frac{770 \cdot m}{P_{\max}}$$

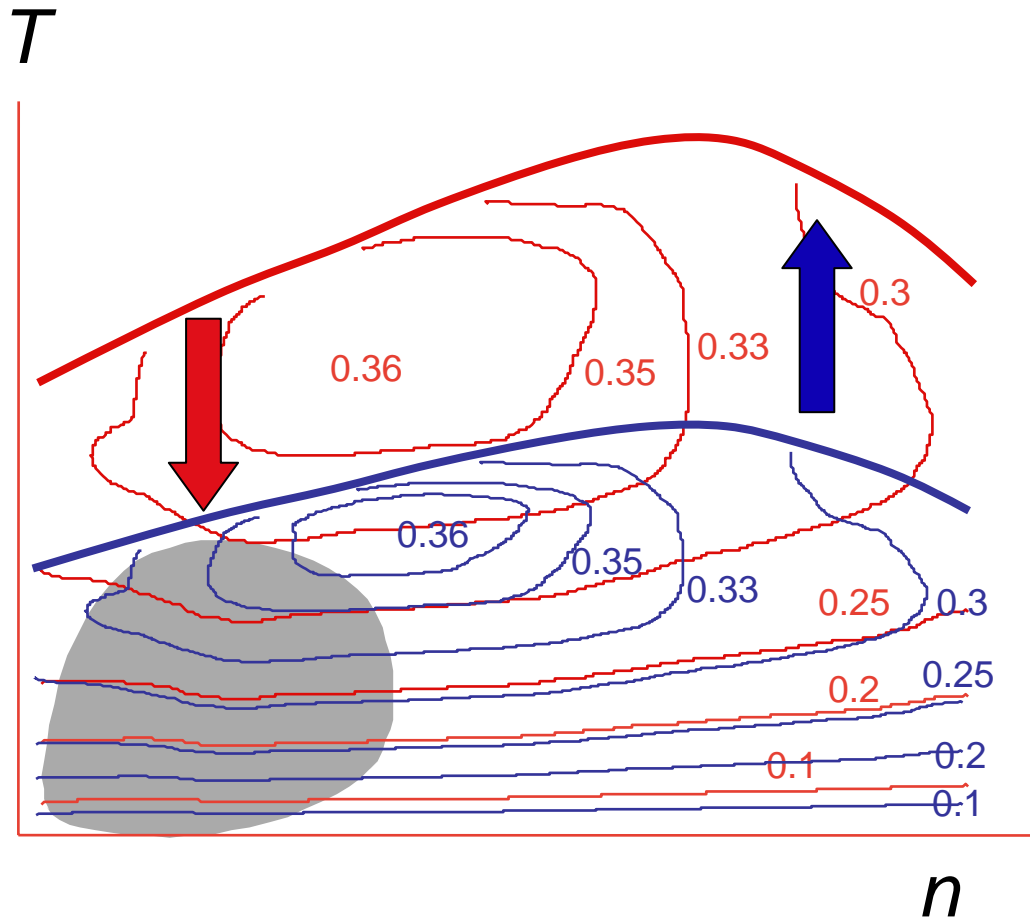
Zeit von 0 auf 100 km/h

Fahrzeugmasse

Vollastleistung

- **115 kW** Maximalleistung für 0 auf 100 km/h in 10 s
7 kW Durchschnittsleistung für EU-Zyklus

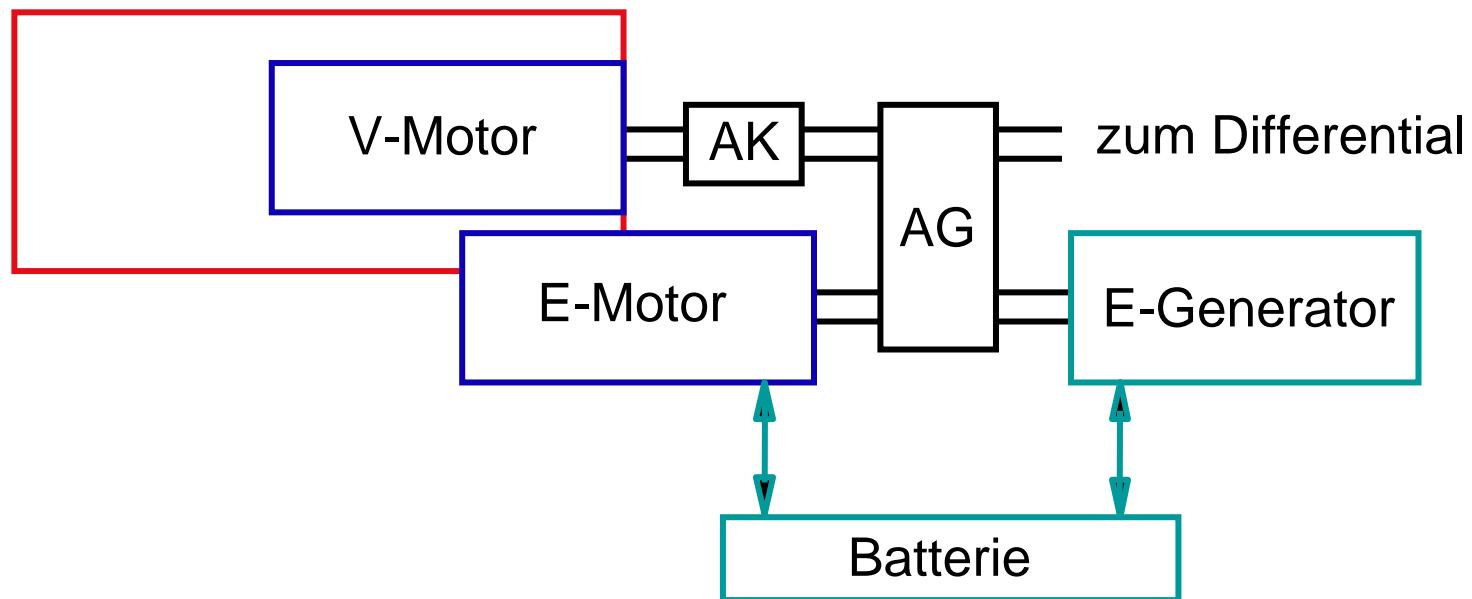
Downsizing and Supercharging



- “downsizing” V6 ↓ R3
- “supercharging” ↑

- Turbolader
- Kompressoren
- Elektromotoren
-

Hybridantriebe

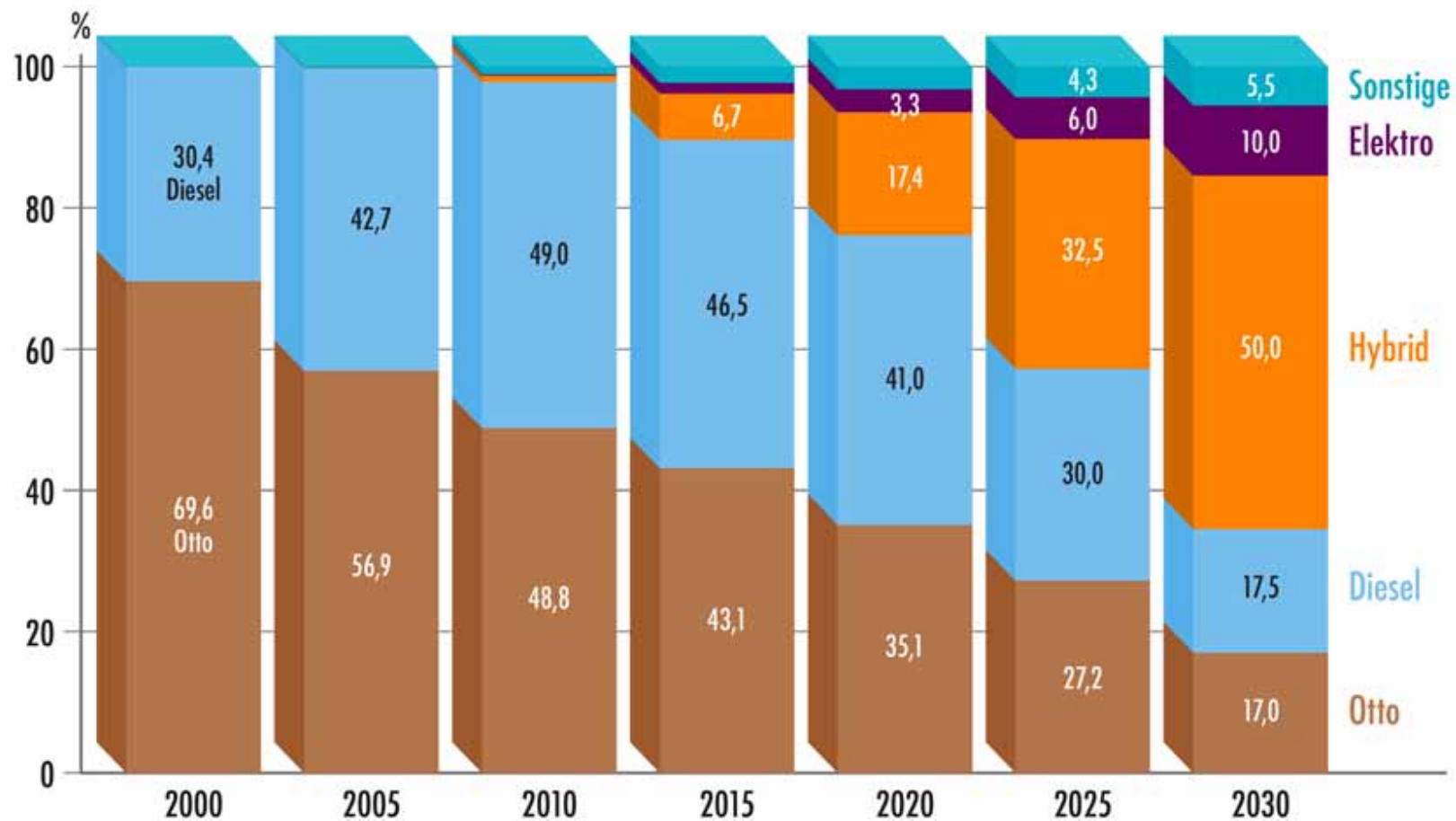




Prognose für die nächsten 10 Jahre

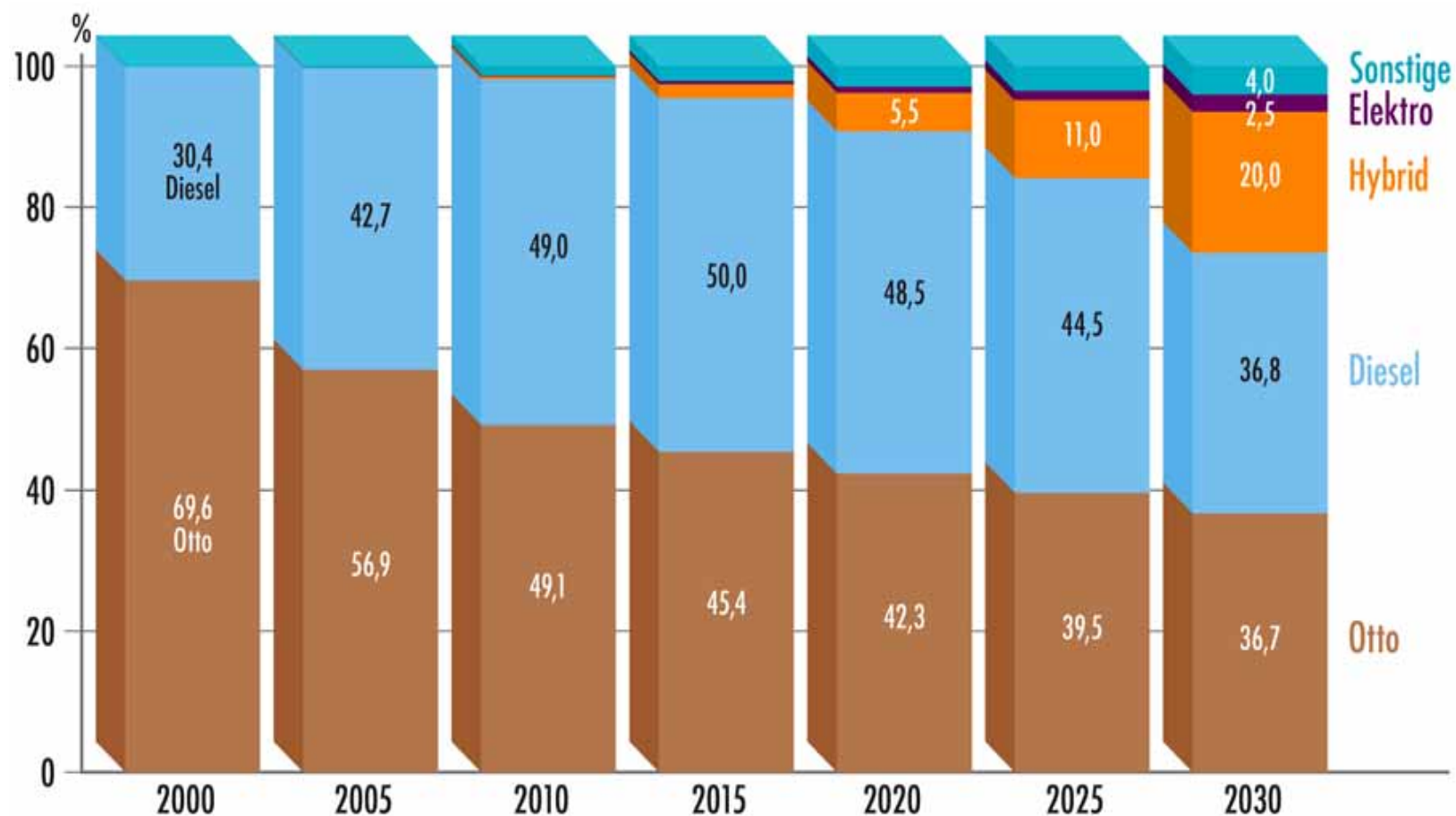
- Dieselmotoranteil wird weiter steigen (Dieselmotoren werden ähnlich „sauber“ wie Ottomotoren)
- Hybridfahrzeuge werden zunehmen, besonders in „finanzkräftigen“ Ländern
- Sparsame Ottomotoren („DSC“) werden bleiben, besonders dort, wo die Kosten wichtig sind
- Erdgasmotorenanteil wird spürbar steigen, besonders wenn die Rahmenbedingungen (Tankstellen, Preise, ...) stimmen
- Elektromobile und besonders „plug-in hybrids“ nehmen zu
- Agro-Treibstoffe werden in kleinen Mengen beigefügt werden

Neuzulassungen D – Szenario „Alternativ“



Quelle: Shell PKW Szenarien (2009)

Neuzulassungen D – Szenario „Trend“

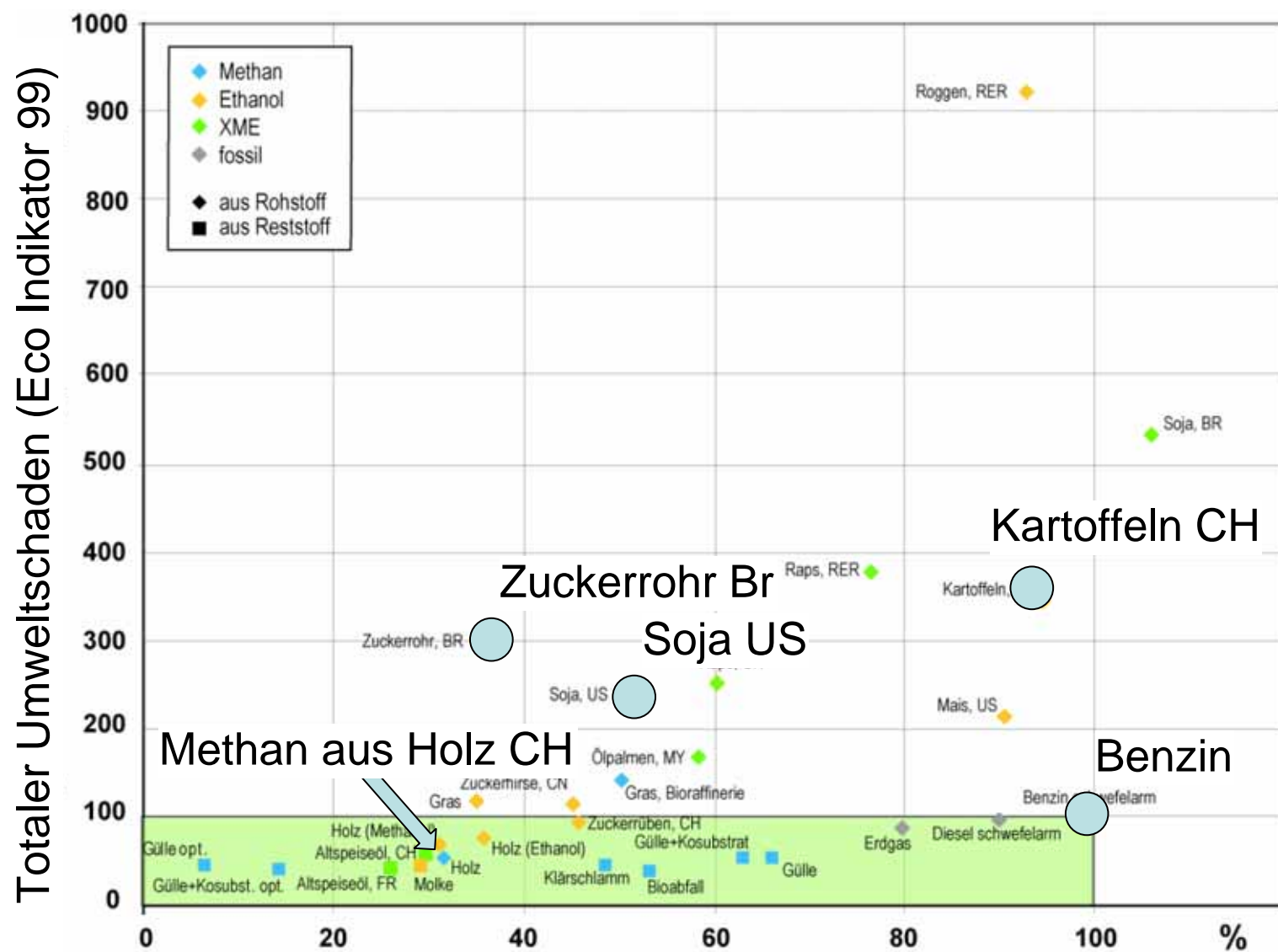


Quelle: Shell PKW Szenarien (2009)



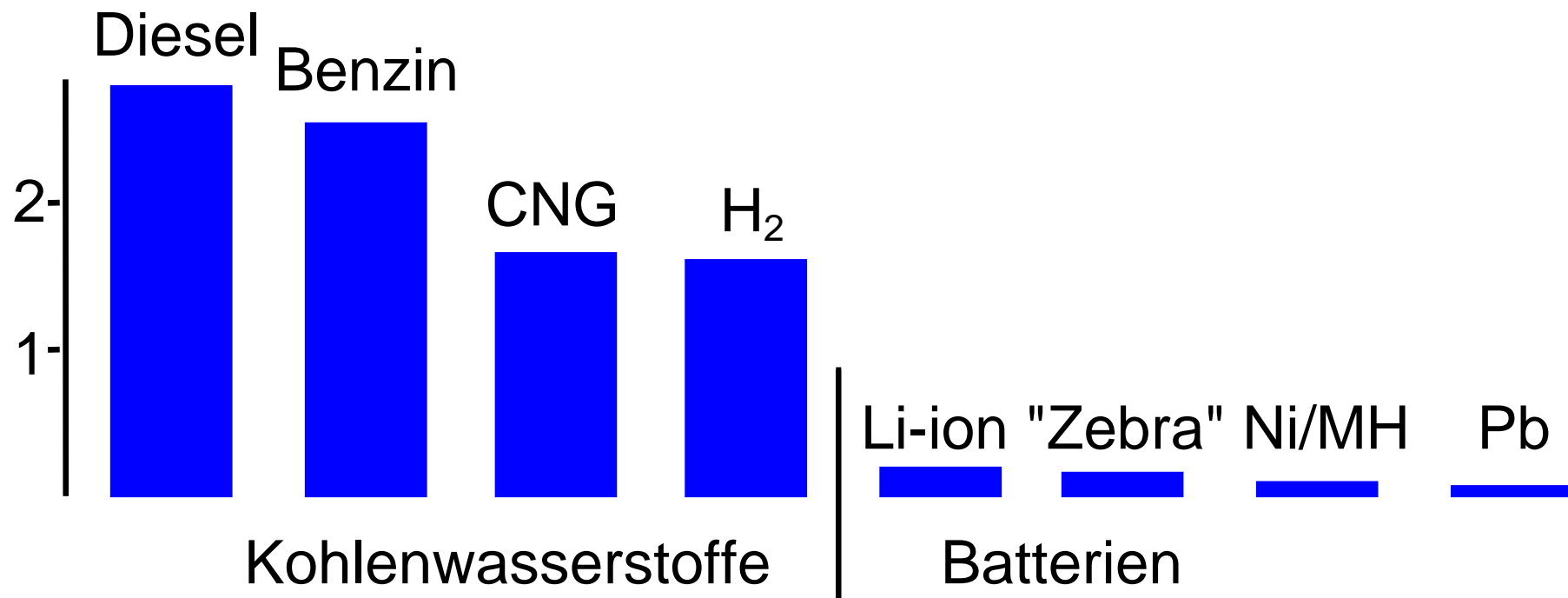
Was kommt danach?

- Andere Treibstoffe?
- Andere Antriebssysteme?
- Andere Fahrzeuge?



Totale Treibhausgasemissionen

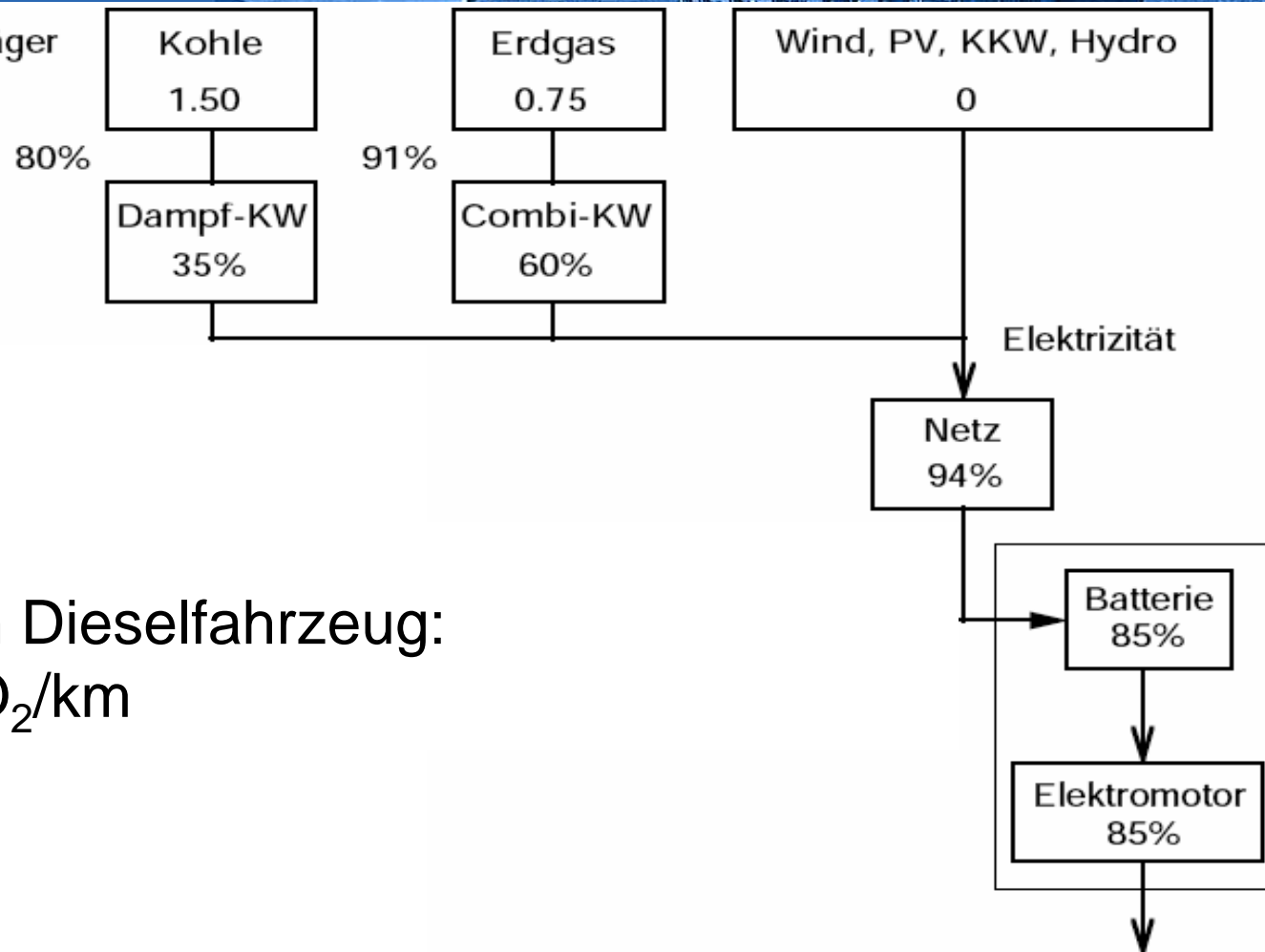
Energiedichten Bordenergieträger



Netto Vortriebsenergie/Energieträgermasse – Einheit kWh/kg

Primärenergieträger

CO₂ Faktoren



Vergleich Dieselfahrzeug:
190 g CO₂/km

CO₂-Emissionen

260 / 72 / 0 g CO₂/km

Und die „Treibstoffkosten“?


	Verbrauch oder	Energie-	Steuern	Tank
	pro 100 km	kosten	pro 100 km	Batterie
VM:	7 l	1.15 Fr./l	6 Fr.	0 Fr.
EM:	15 kWh Fr./kWh	0.2 Fr./kWh	6 Fr.	0.25

VM: 14 Fr. pro 100 km

EM: 13 Fr. pro 100 km

Annahme: Batteriekosten 500 Fr./kWh, 2000 Ladezyklen

Träumereien?

Masse	1'400 kg	1'300 kg	800 kg
Aero	0.7 m ²	0.7 m ²	0.4 m ²
Reifen	0,013	0,012	0,01
Antrieb	0.18	0.22	0.30
	7.6 l/100km	5.6 l/100km	2.4 l/100km

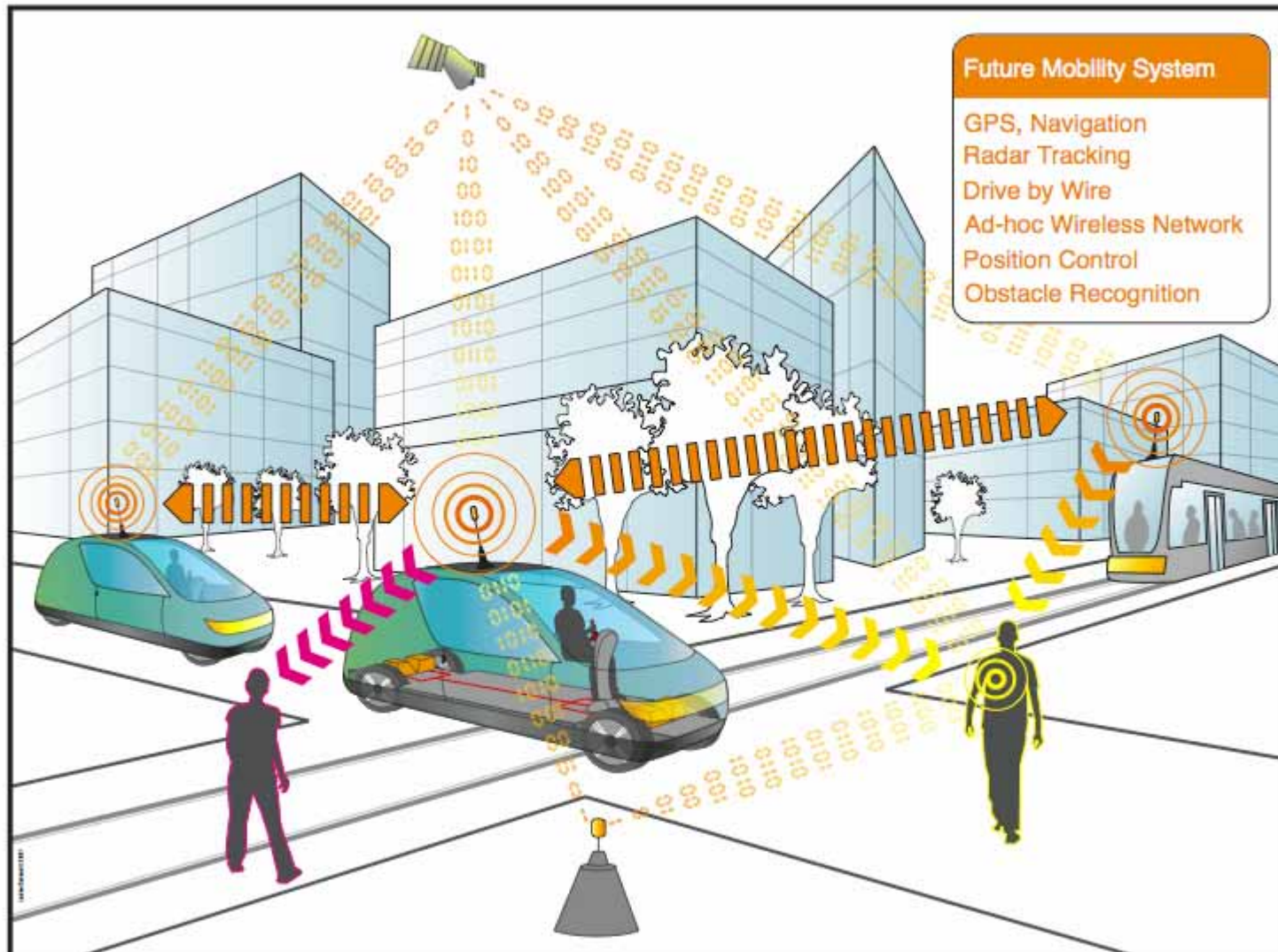
Unfälle im Strassenverkehr CH

	1980	1990	2000	2008
Tote absolut	1246	954	592	357
Tote pro Mio. Einwohner	195	140	82	46

Quelle: BfU

Dieser Trend MUSS fortgesetzt werden (“vision zero”)!

Verkehrstote EU 39'000 (2008), USA 41'000 (2007)





Zusammenfassung

- Sparsamere Fahrzeuge sind unsere „besten Ölquellen“.
- Die Technik bietet diverse Optionen an. Welche tatsächlich gewählt wird, hängt von vielen Faktoren ab.
- Die Technik kann vieles, aber eine „magische Lösung“ gibt es nicht.



Merci für Ihre Aufmerksamkeit!

- Laborwebsite:

<http://www.idsc.ethz.ch>