

61. Generalversammlung des ÖNC WEC

16. April 2009, Wien

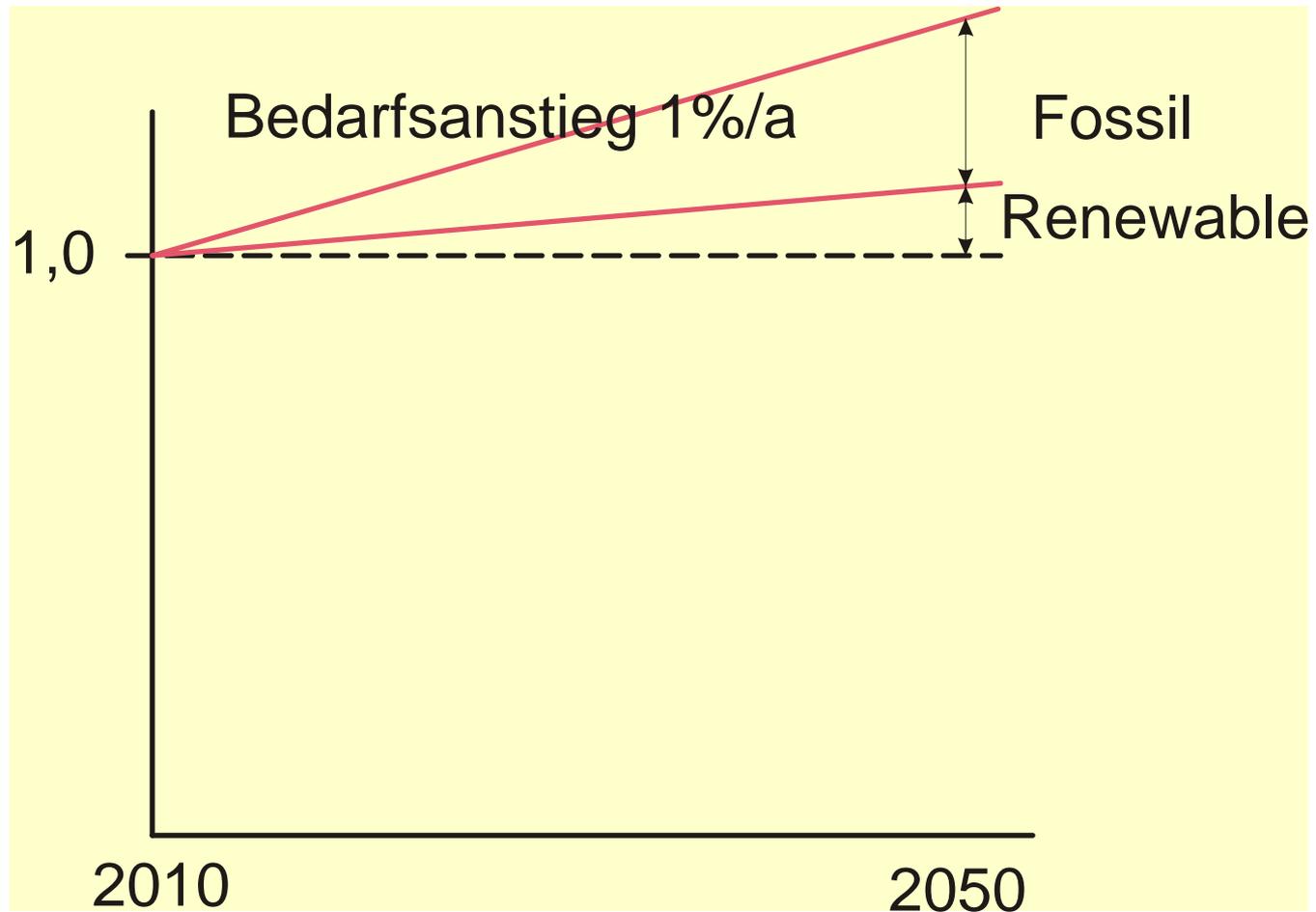
# Energie und Mobilität

Günther Brauner

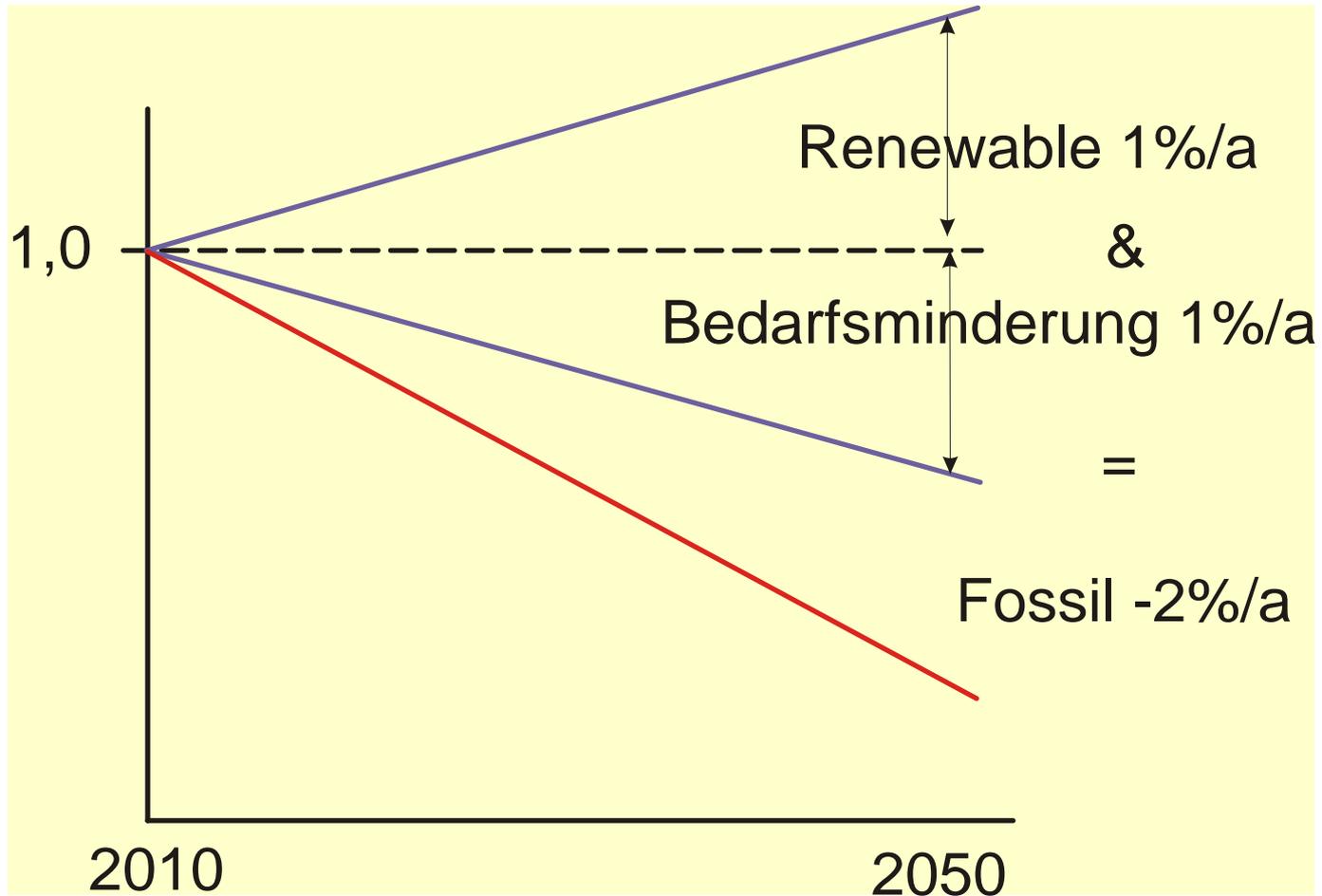
# Energiestrategie 2050

- Bedarfsanstieg von 2%/a unrealistisch
- Wahrscheinlich nur 1%/a durch Effizienzsteigerung
- Erneuerbare Energie können nur langsam wachsen
  - Investitionskapital
  - Produktionskapazitäten
  - Ressourcen

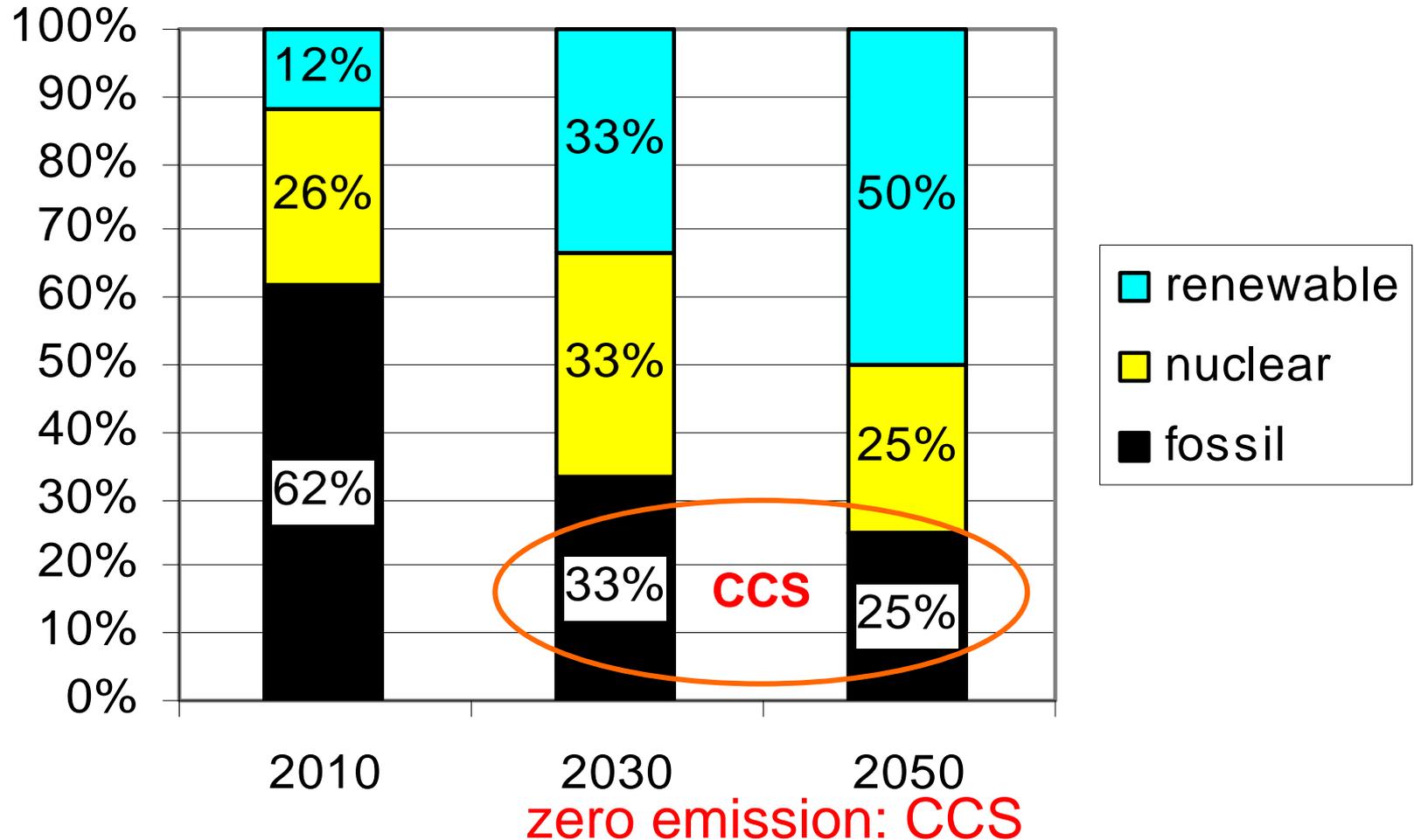
# Energiesituation heute



# Zukunftsstrategie Energie in AT ?



# Strategie Deutschland ?



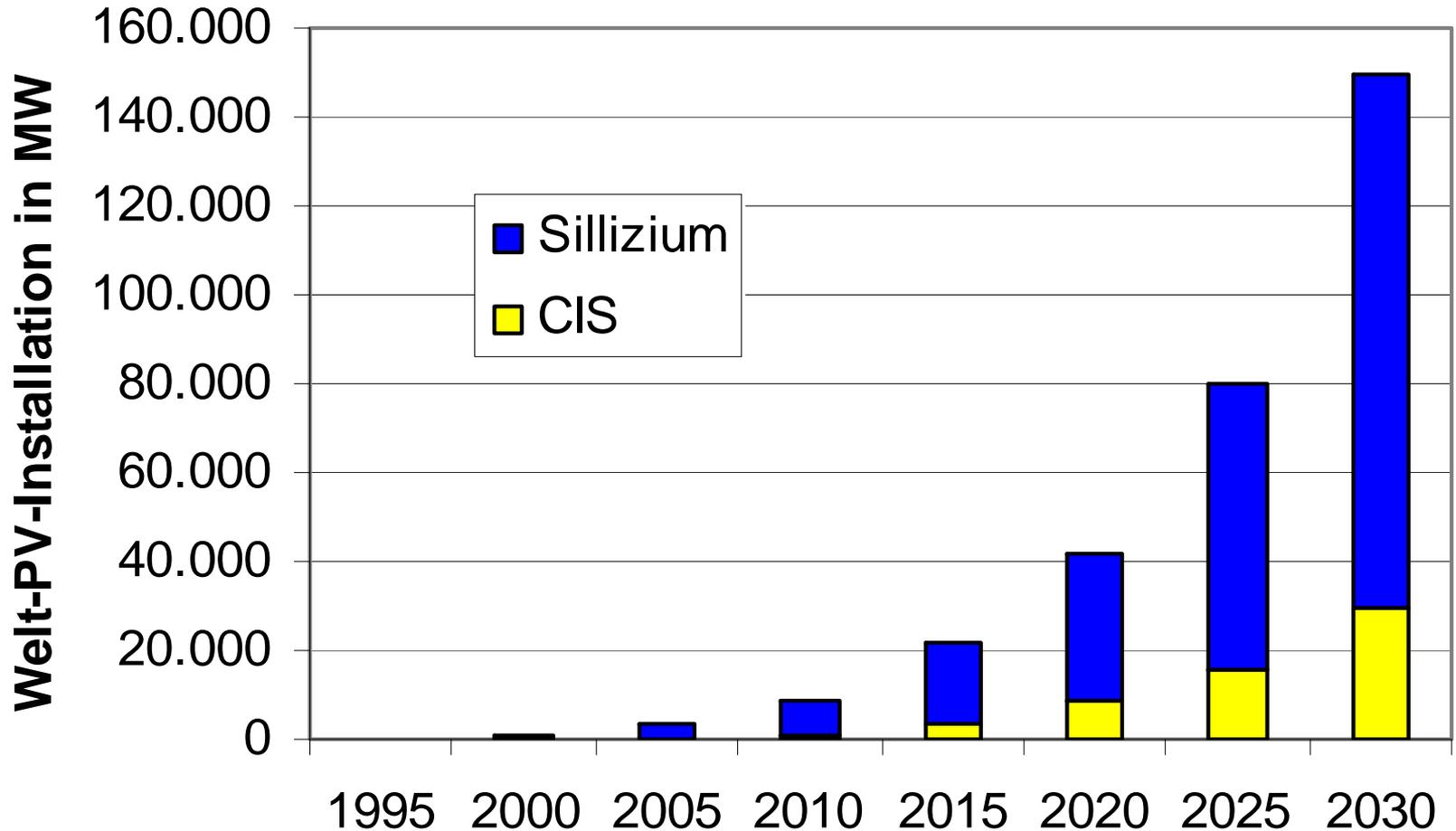
# Österreichische Strategien zur Erhöhung des Anteils der regenerativen Energien 2050

- Ausbau der Wasserkraft von 38 auf 45 TWh (9 Mrd.€/7 TWh)  
Investitionskosten  
(dies sind 7 TWh von noch nutzbaren 13 TWh)
- Ausbau der Windkraft von 2 TWh auf 6 TWh (4 Mrd.€/ 4 TWh)  
(Ausschöpfung des Potenzials mit 5 MW-Anlagen)
- Ausbau der Solarenergie (PV) auf 20 TWh (100 Mrd.€/20 TWh)  
(Dachflächen in AT 140 km<sup>2</sup>, Fassadenflächen 50 km,  
davon müssen 50 % für PV genutzt werden !)

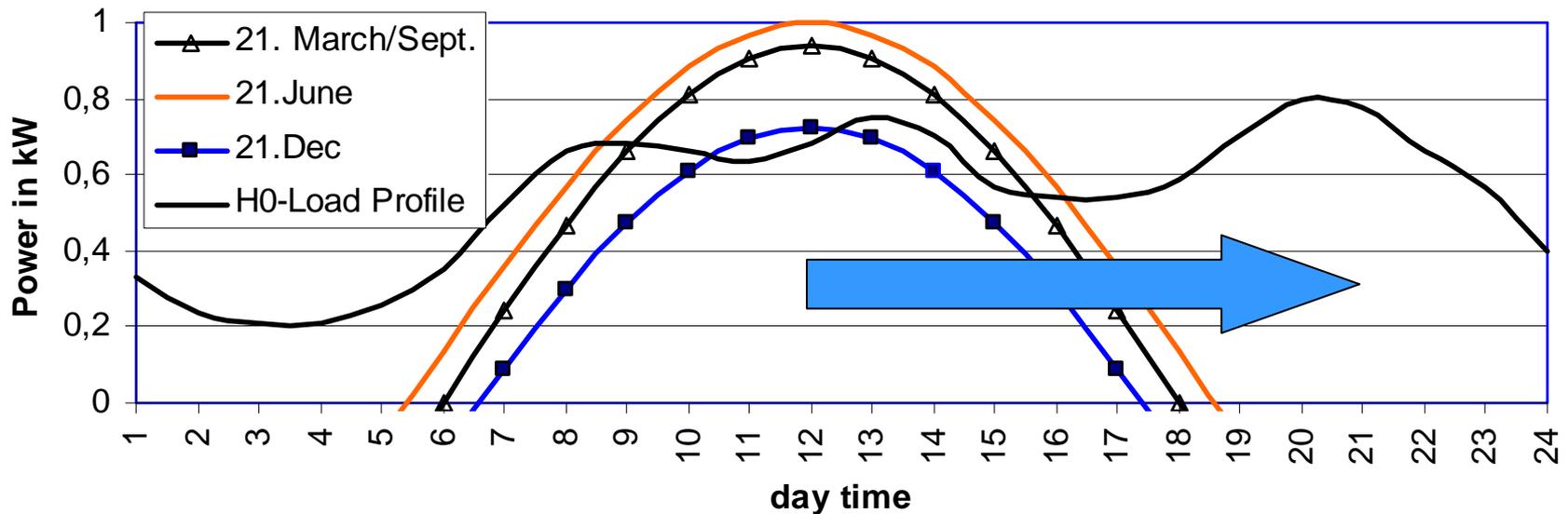
Das regenerative Potenzial der Elektrizität beträgt: 50-70 TWh

# Entwicklung der Welt-Photovoltaik

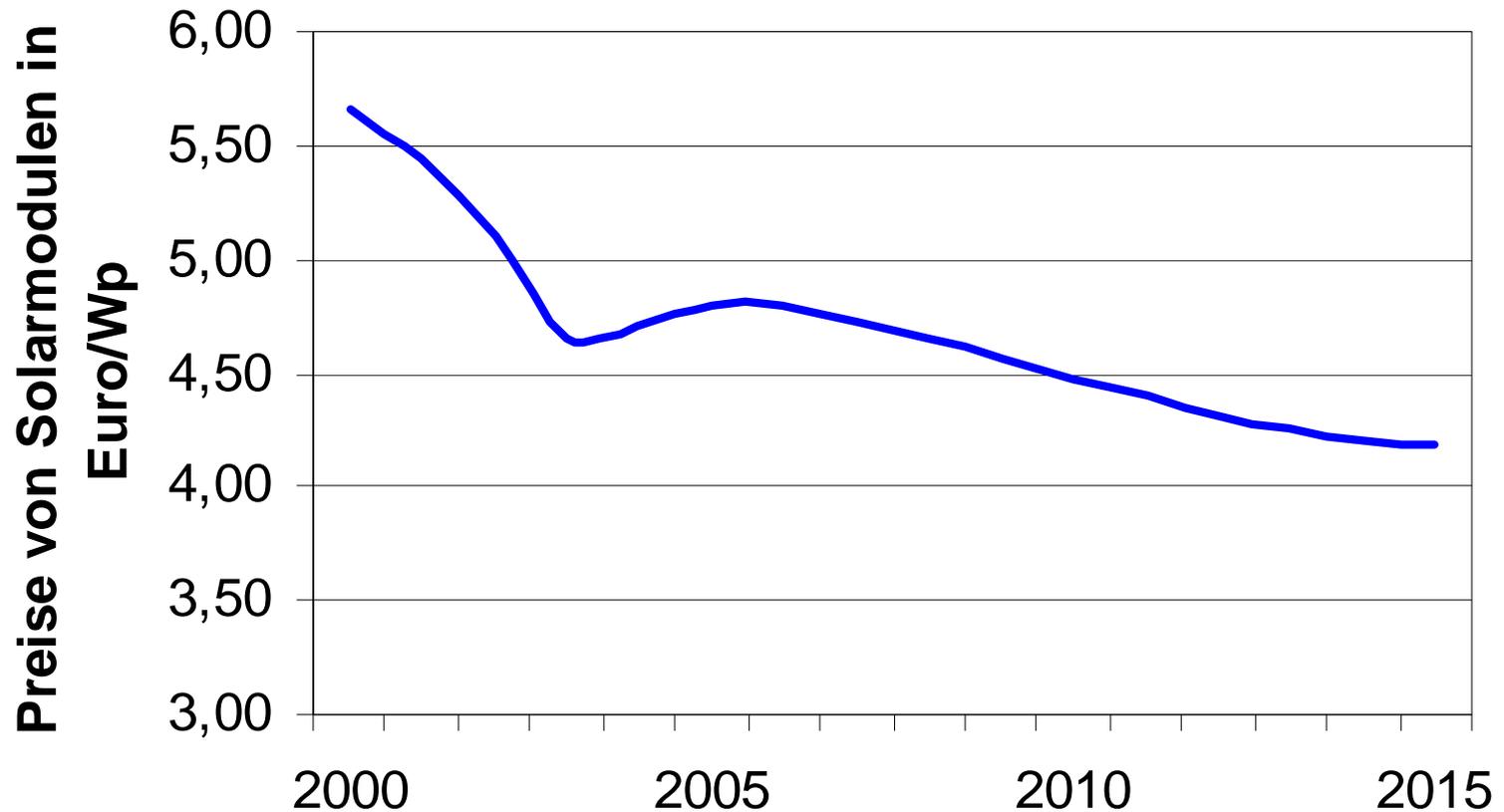
2008: Installierte Kapazität 10 GW, Fertigungskapazität 12 GW/a



# Solarer Tagesgang und Haushaltsprofil (H0-Last-Profil)

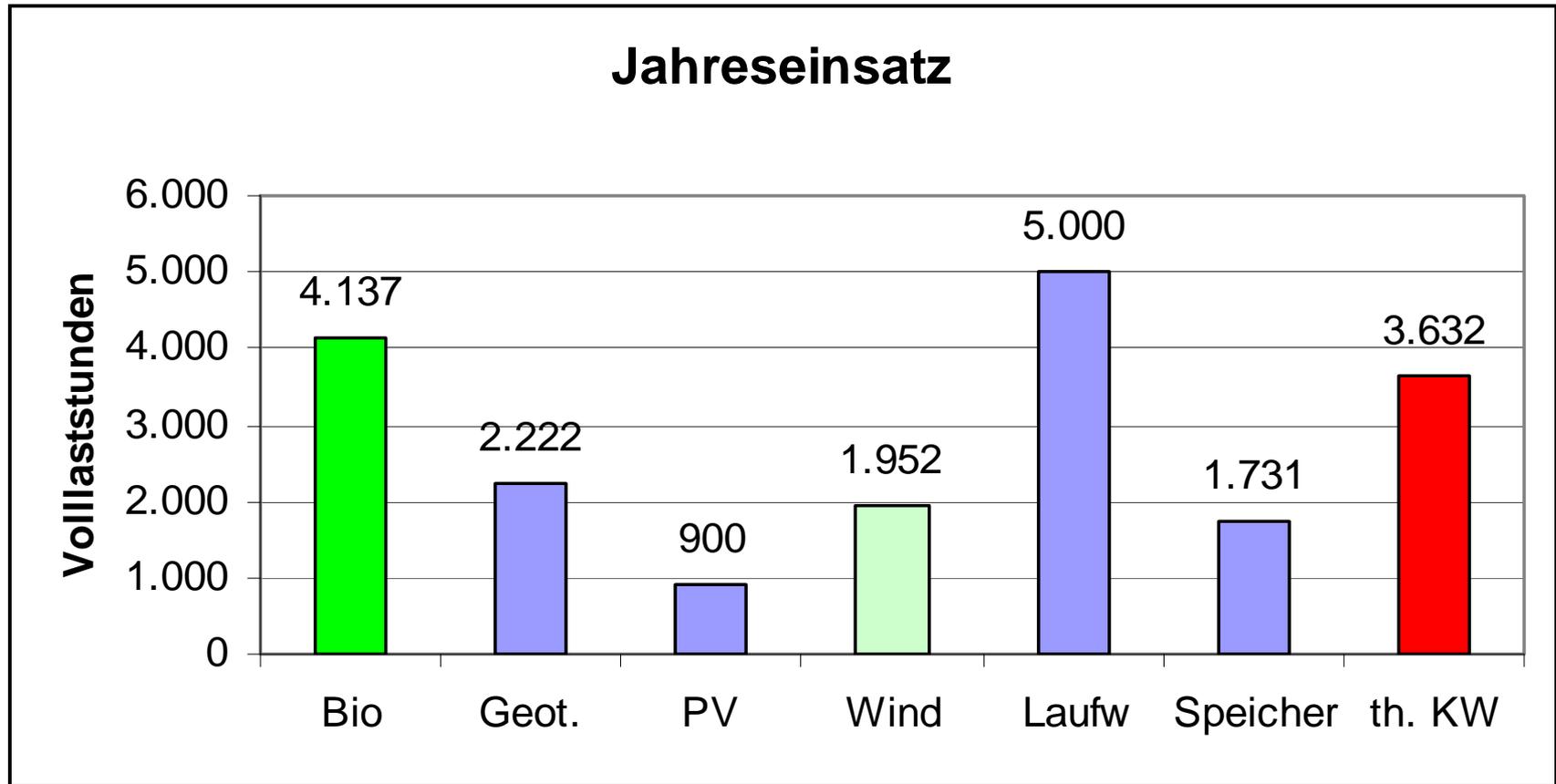


# Kosten von Solarmodulen in €/W



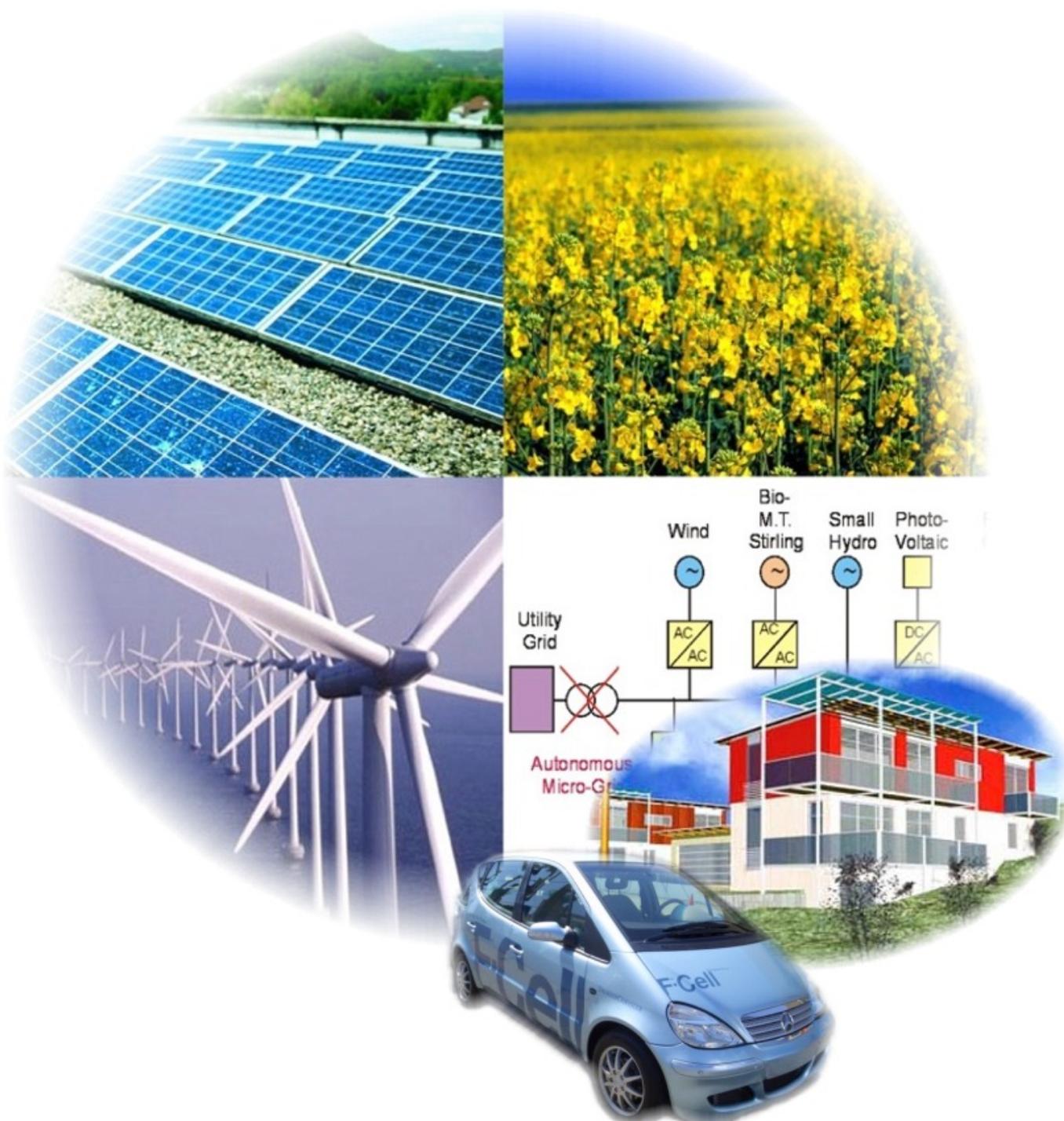
# Jahres-Volllaststunden in AT

(Quelle: e-control 2007)



# ADRES

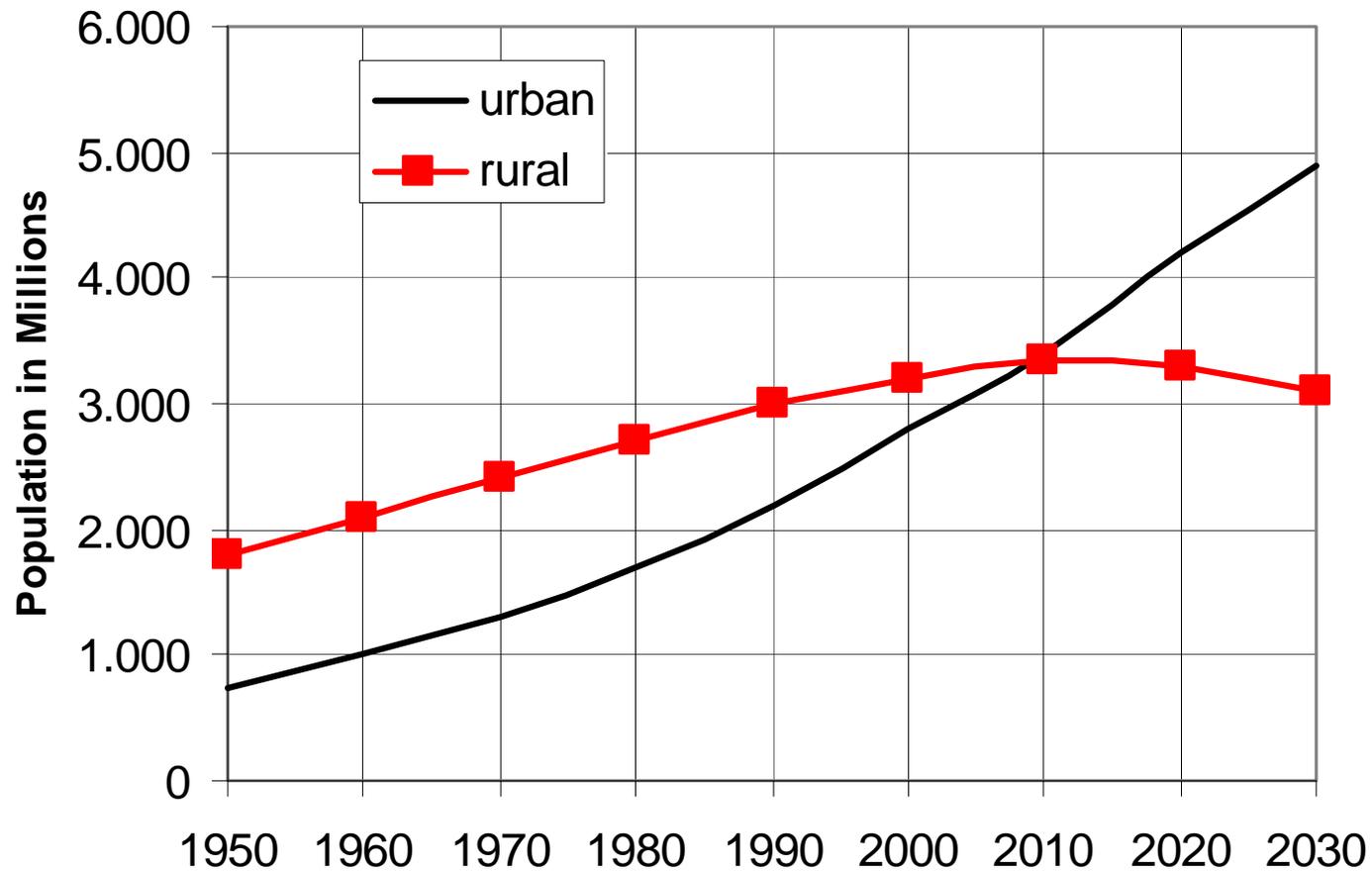
Autonome  
Dezentrale  
Regenerative  
Energie  
Systeme



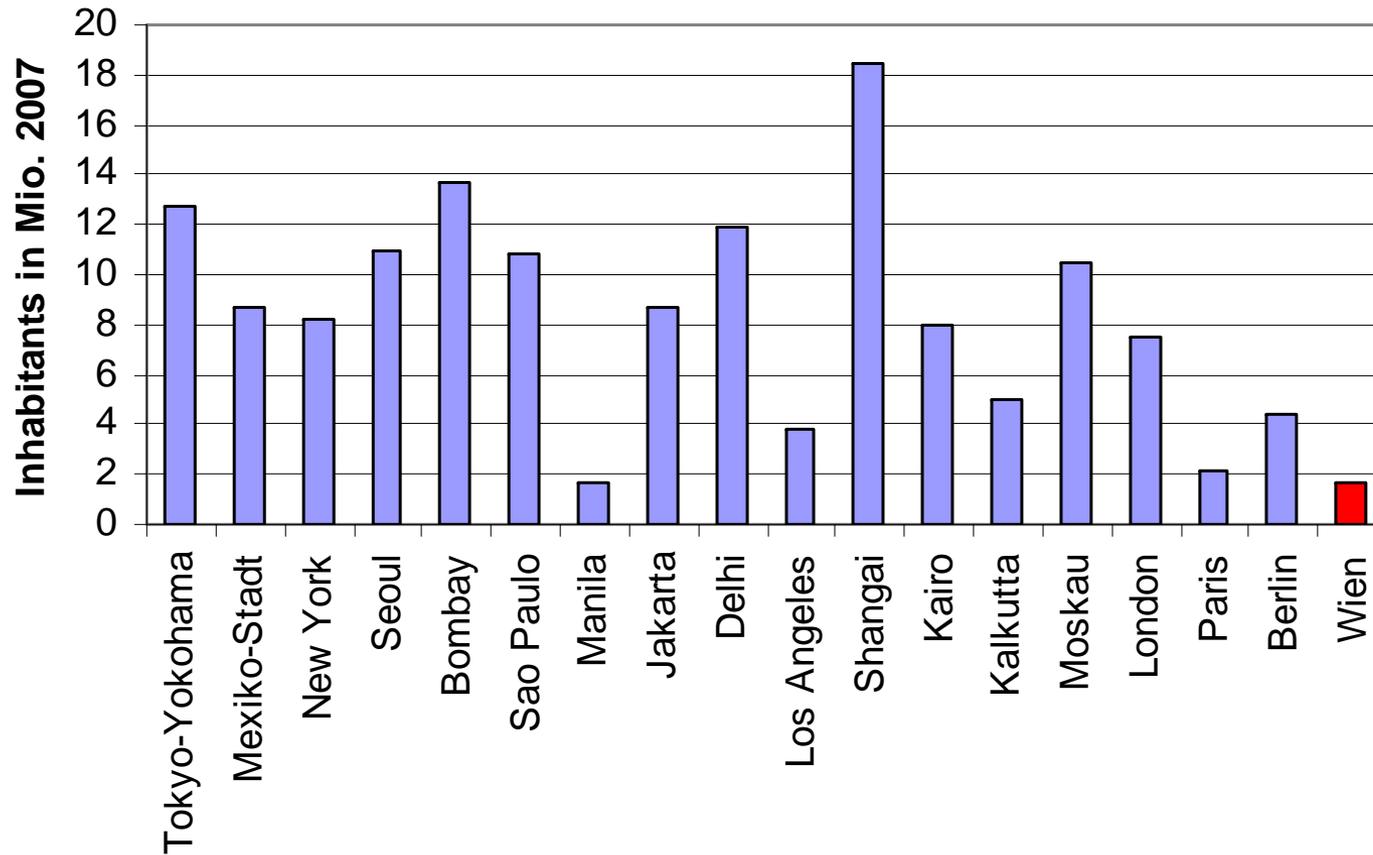
# Elektrische Mobilität mit Kleinfahrzeugen

- Megacities der Zukunft
- Spezifischer Energiebedarf für Mobilität
  - Nahverkehr im suburbanen Bereich
  - Fernverkehr
- Nachhaltige Mobilität
- Ladelogistik und E-Tankstellen
  - Nahverkehr E-Vehicle
  - Fernverkehr E-Vehicle

# Entwicklung der Welt-Siedlungsstrukturen



# Mega Cities 2007

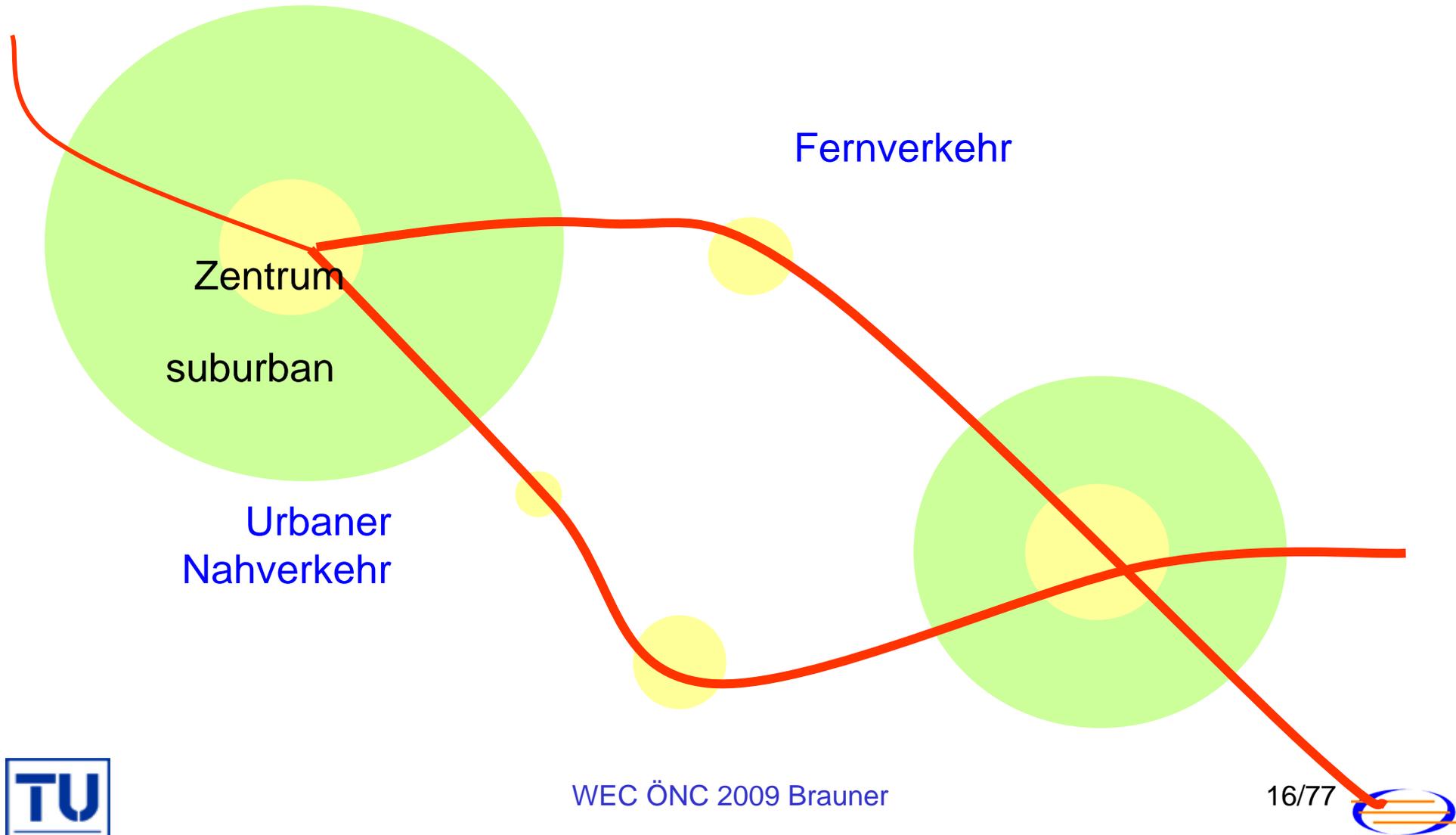




© Ron Niebrugge / WildNatureImages

© Ron Niebrugge / WildNatureImages

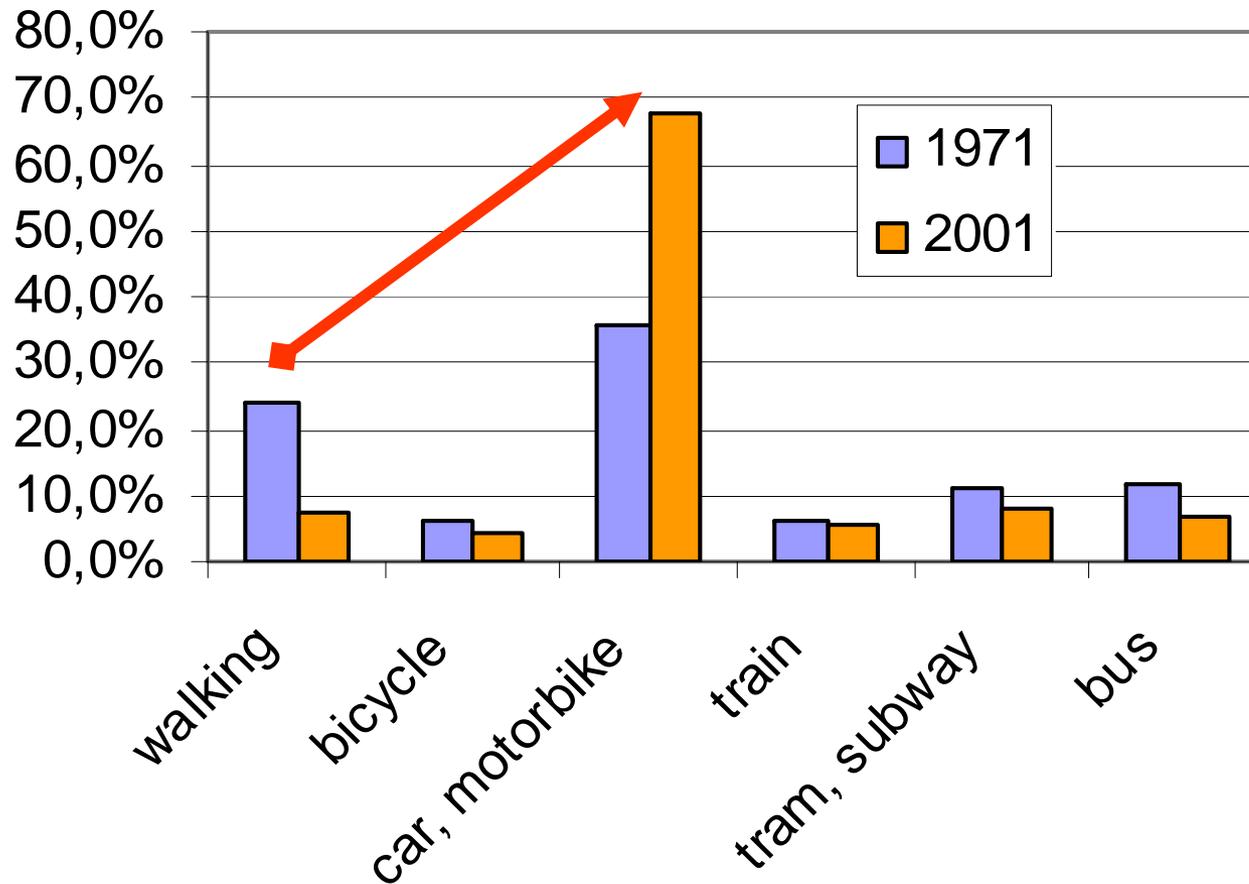
# Kategorien des Verkehrs



# Mobilität der Zukunft

- Zentren der Megacities
  - Fußgänger
  - U-Bahn, Straßenbahn, Bus
  - Kleine Elektrofahrzeuge (Fahr-Genehmigung)
- Suburbaner Bereich der Megacities
  - Kleines E-Fahrzeug oder konventionelles Auto
  - Bus
- Fernverkehr
  - konventionelles oder Hybrid-Fahrzeug
  - Elektrofahrzeug (Batterie-Austausch, Schnellladung)
  - Hochgeschwindigkeits-Bahn

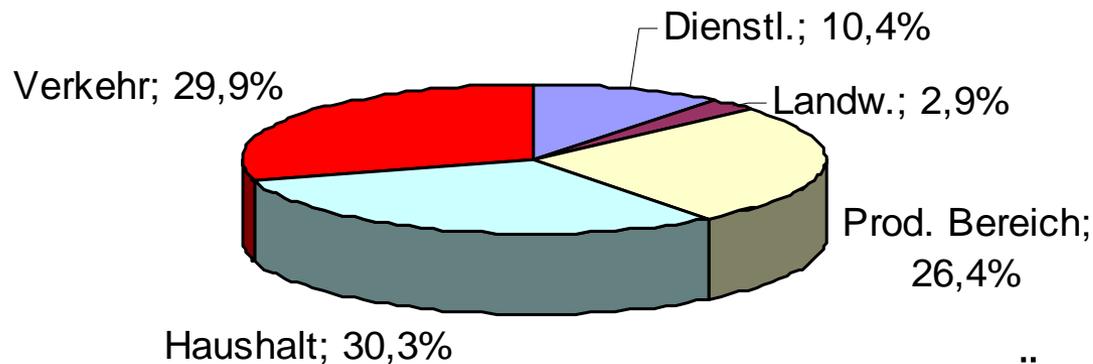
# Änderung des Mobilitätsverhaltens in Österreich 1971 bis 2001 [ÖSTAT]



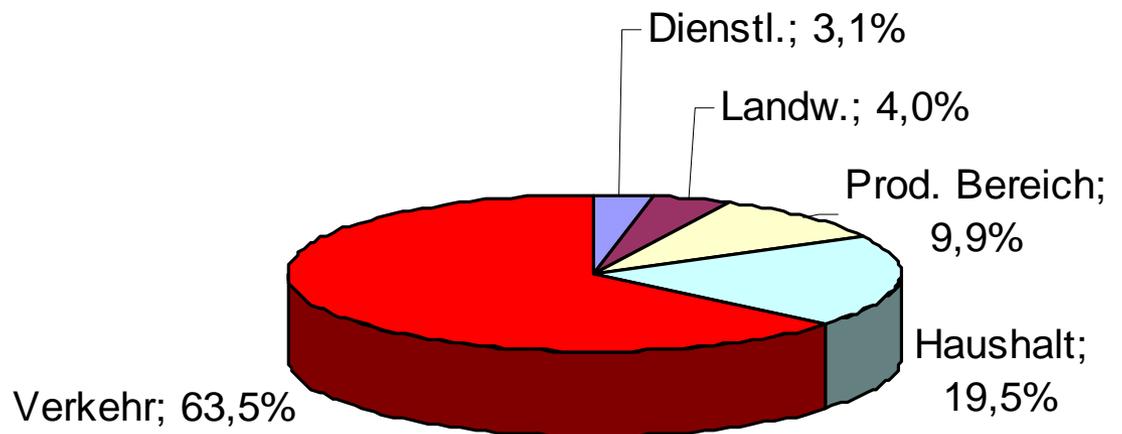
# Fossiler Bedarf des Verkehrs

[Statistik Austria 2005]

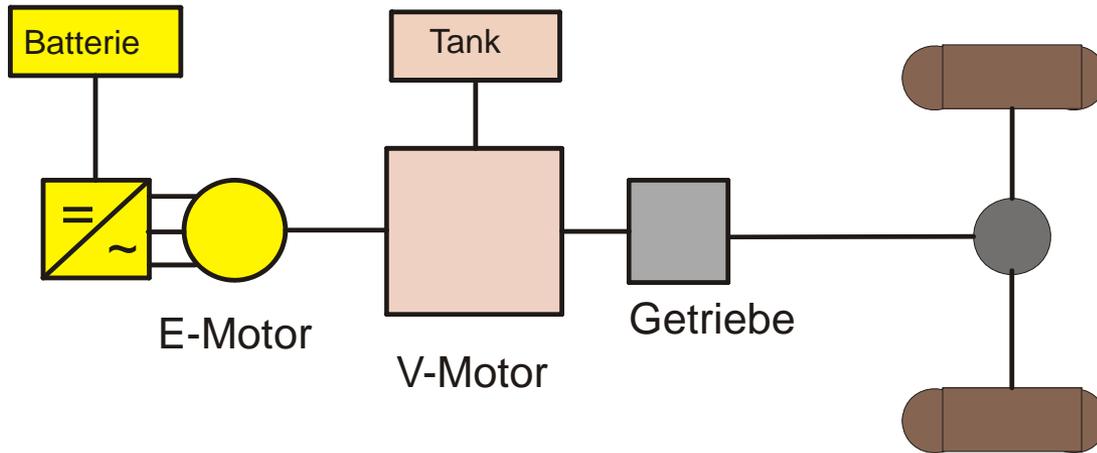
## Anteil am Endenergiebedarf



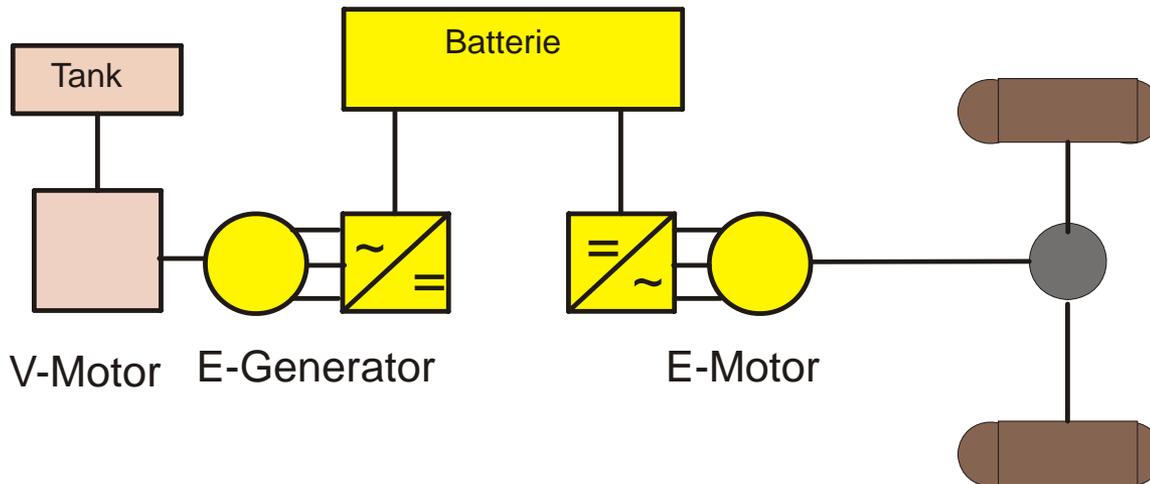
## Anteil am Öl



# Elektro-Antriebskonzepte



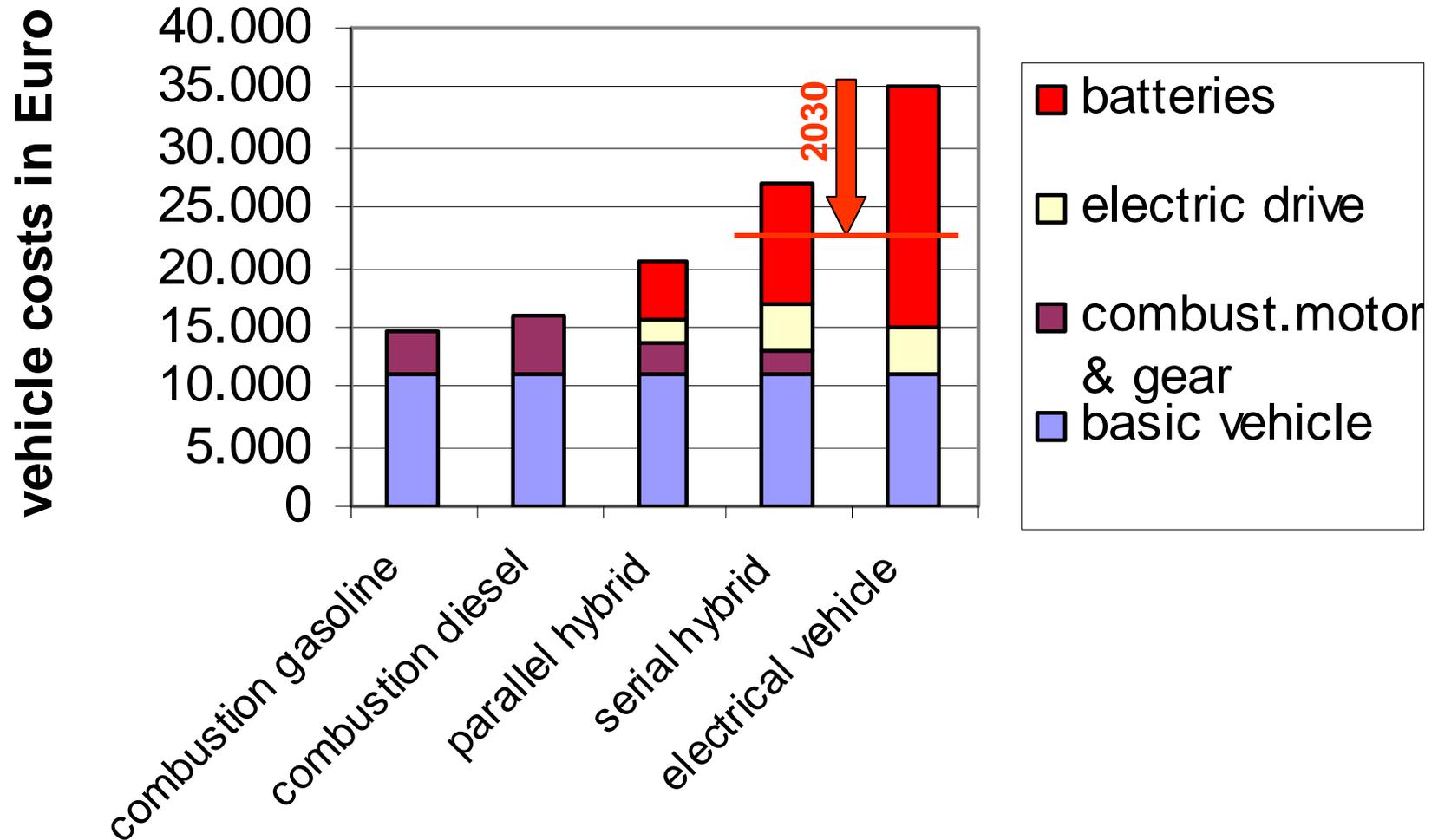
Paralleler Hybrid



Serieller Hybrid

# Fahrzeugkosten (Mittelklasse)

Li-Ion Batteriepreis verringert sich auf 40 % innerhalb von 10 Jahren



Source: AVL List / Kloess TU Wien



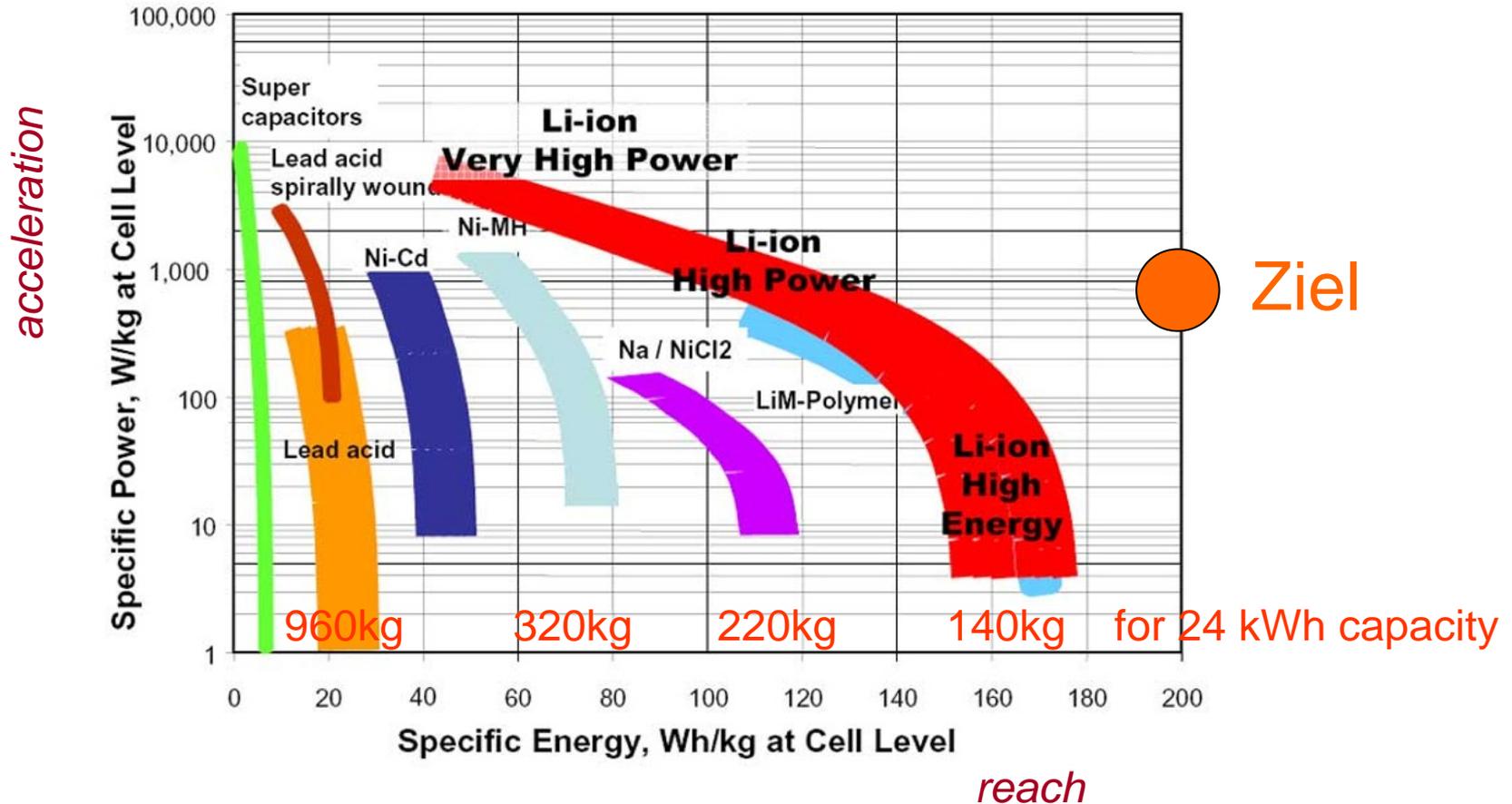
# Energie Effizienz von Antrieben

(tank / battery to wheel)

Motor	Antriebseffizienz	Mittlere Effizienz (European drive cycle)
Benzinmotor	25 – 28 %	15 %
Dieselmotor	35 – 37 %	20 %
Elektrischer Antrieb	60 – 80 %	50 %

# Batterie Technologien

density of power and energy [SAFT Batteries]



targets: > 1000 W/kg; >200 Wh/kg; 300-450 €/ kWh



# Elektrochemie der Li-Ion Technologie

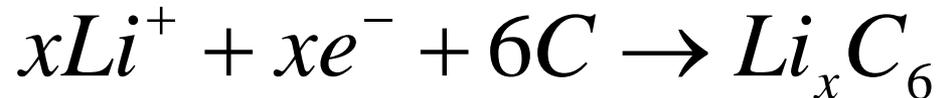
- Negative Elektrode (während Entladung) ist Anode  
Material Carbon (Li-Ion wird aus Anode bewegt)
- Positive Elektrode (während Entladung) ist Cathode  
Material Metalloxid (Li-Ion wandert in Cathode)
- Elektrolyt ist ein organisches Polymer mit Lithiumsalz  
getränkt
- Ladung: Li-Ion aus Cathode wandert in Anode

## Elektrochemie beim Laden

Reaktion an Cathode beim Entladen



Anodenreaktion beim Laden



 Entladungs-Reaktion

## Characteristic von Li-Ion Batterien

Material	Mittlere Entladungs-Spannung	Gravimetrische Kapazität
$\text{LiCoO}_2$	3,7 V <i>4,2 V full</i>	140 W/kg
$\text{LiMnO}_2$	4,0 V	100 W/kg
$\text{LiFePO}_4$	3,3 V	120 W/kg
$\text{LiFePO}_4\text{F}$	3,6 V	115 W/kg

# Kapazitätsverlust bei Lagerung

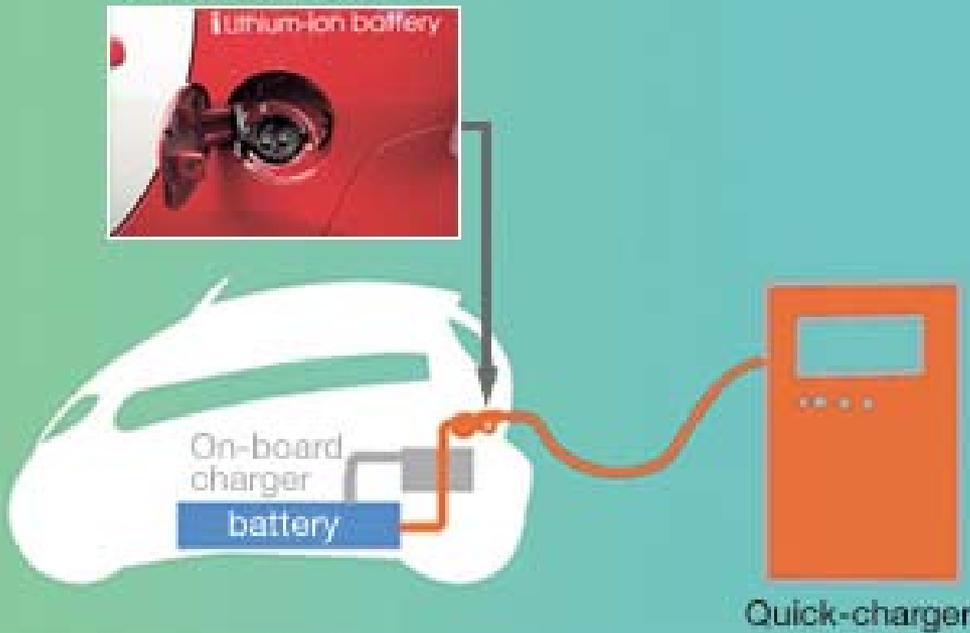
Lagerungs- Temperatur	bei 40 % Ladung Verlust pro Jahr	bei 100 % Ladung Verlust pro Jahr
0°C	2 %	6 %
25°C	4 %	20 %
40°C	15 %	35 %
60°C	25 %	80 % (6 Monate)

Household Charger plug



Ladeprinzipien  
Haushalt:  
max. 11 kW, typ. 3 kW  
max. 16 A, 3-phasig  
typ. 4h Ladezeit

Quick-charger plug



Schnellladung:  
22 kW  
max. 32 A, 3-phasig  
typ. 1h Ladezeit

# Ladestrategien der Zukunft

- Fahrzeuge sind zu 95% der Zeit geparkt
- Intelligente Ladestrategien bei Parken gehört die Zukunft
- Das Elektrofahrzeug ist der Speicher für regenerative Energie in den Aktivhaus-Siedlungen der Zukunft

# Mobilität begann mit dem elektrischen Antrieb Lohner-Porsche 1900 (TMW Vienna)

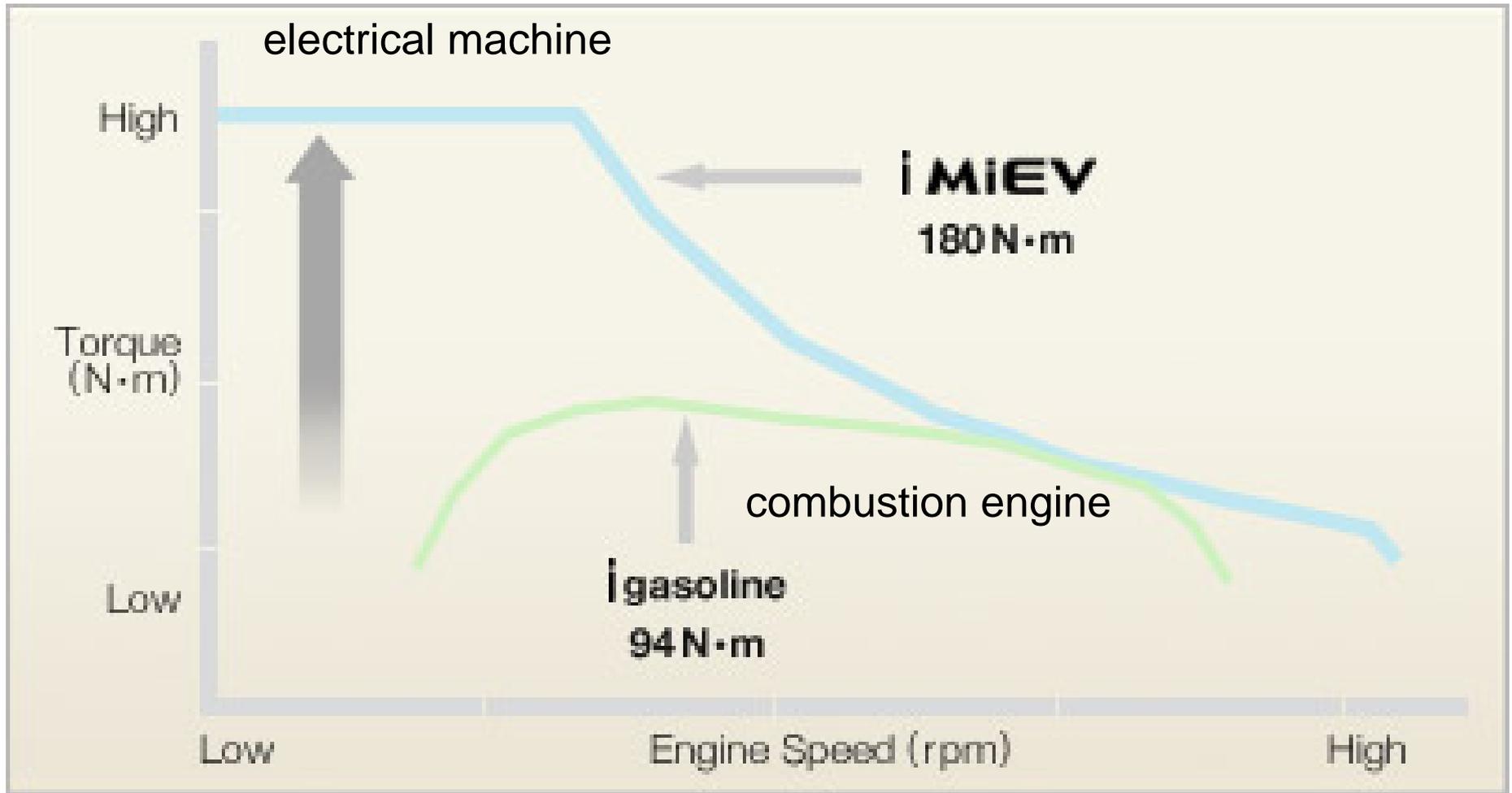


2 kW Randnaben  
Motoren je 115 kg

# „Active Wheel“ [Michelin] 30 kW Radnabenmotor: 5 kg (60 kW für 20 Sekunden!)



# Elektromotor versus Verbrennungsmotor



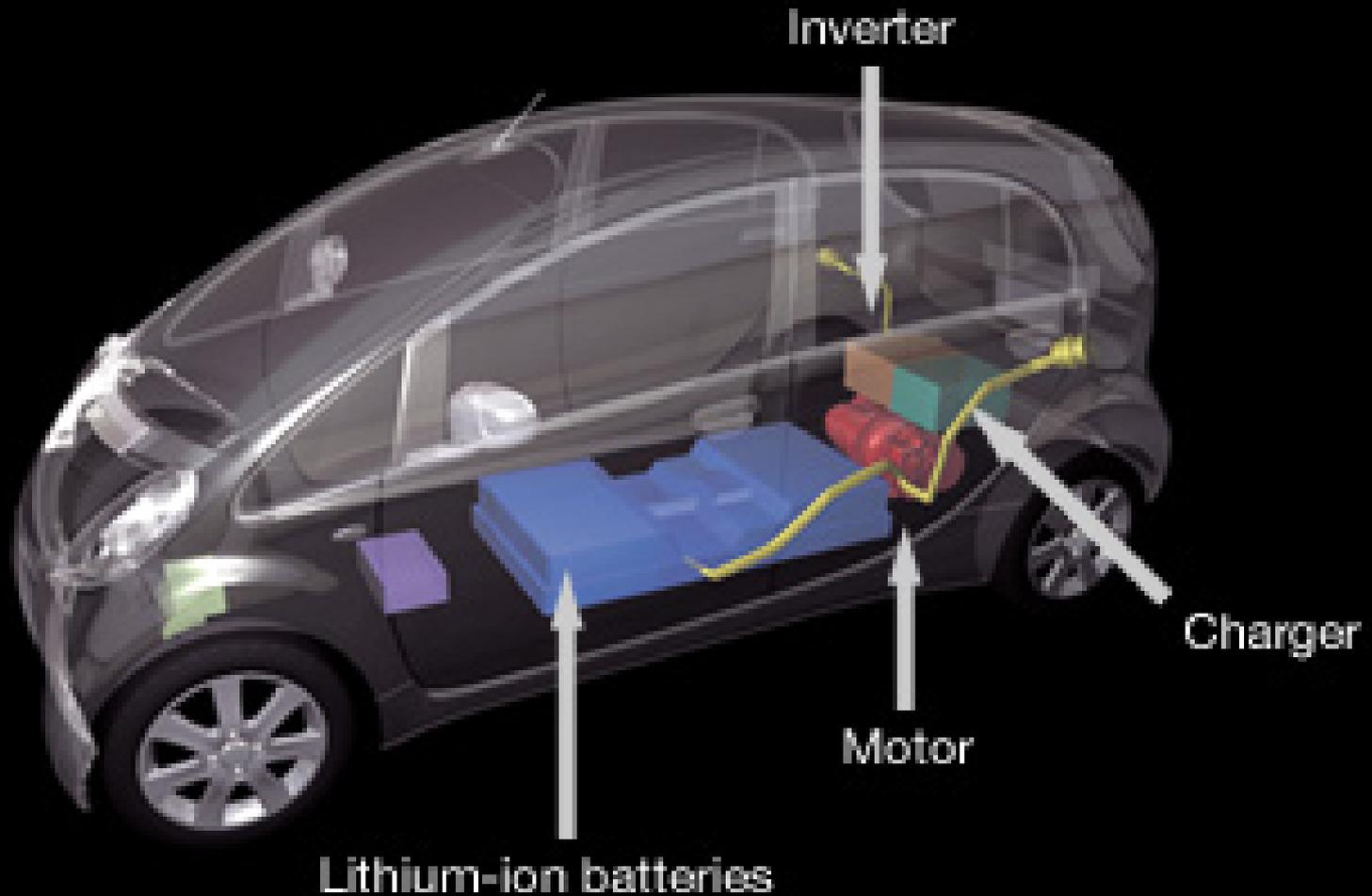
# Smart Electric (Brabus)



# Nissan Nuvu



## i MiEV (Mitsubishi)



# Battery Pack and Batterie-Module



Battery Pack

Battery Module  
about 100 Modules

Autoelektriker der Zukunft:

Arbeiten unter Spannung wie im  
Niederspannungsnetz (aber D.C.)

Besondere Schutzkleidung erforderlich





### **Smart fortwo ev (Mercedes)**

E-Motor: 30 kW

Consumption: 12 kWh/100 km

Max. speed: 112 km/h

Reach: 115 km

Battery: ZEBRA (NaCl + Ni)

Charging time: 3,5 h (30 to 80 %)

Full loading: 8 h (15,5 kWh)



### **iMiEV Switch (Mitsubishi)**

Consumption: 10 kWh/100 km

Max. speed: 160 km/h

Reach: 160 km

Battery: Li Ion

Source: TU Wien, Leitinger

	Smart fortwo coupe pulse Konventionelle Benzinausführung	Smart fortwo ev <b>Elektrofahrzeug</b>
		
km / year	10.000	10.000
motor	45 kW gasoline	30 kW electrical
Energy density	8,9 kWh / liter	
Fuel per100km	4,7 liter	12 kWh / (eq. 1.1 liter)
kWh / 100 km	42	12
Relation kWh/km	3,5	1,0
CO <sub>2</sub> emissions	1110 kg / a	20 kg / a hydro power
		540 kg / a European mix
Relation CO <sub>2</sub>	55	1 .. 27

Source:  
TU Wien  
Leitinger

# Elektrisches Nahverkehrsmobil

- Mittlere einfache Entfernung in Österreich 12 – 17 km
- Energiebedarf für Mobilität: 4 kWh/d (35 km)  
(1.800 kWh/a, eta-Ladung: 0,8)
- Typischer Elektrizitätsbedarf eines Haushalts:
  - 3500 - 4000 kWh/a oder 9,5 – 11 kWh/d
  - Mobilität stellt 50 % des Bedarfs dar
- Zwei Elektrofahrzeuge verdoppeln den Elektrizitätsbedarf eines Haushalts
- Zwei Elektrofahrzeuge sparen 20 kWh/d (fossile Treibstoffe)
- Vollständige Mobilität mit E-Cars: 4 Mio. E-Cars entspricht 5 TWh, dies ist etwa 10 % des heutigen Elektrizitätsbedarfs

# Nachhaltige Energieversorgung für die E-Mobilität

- Wasserkraft
- Windenergie
- Photovoltaic
- (Bio-Elektrizität)

# Bilder über Elektrofahrzeuge vom Internationalen Automobilsalon in Genf 2009

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!  
[brauner@ea.tuwien.ac.at](mailto:brauner@ea.tuwien.ac.at)