

## 11. Symposium Energieinnovationen

„Alte Ziele – Neue Wege“

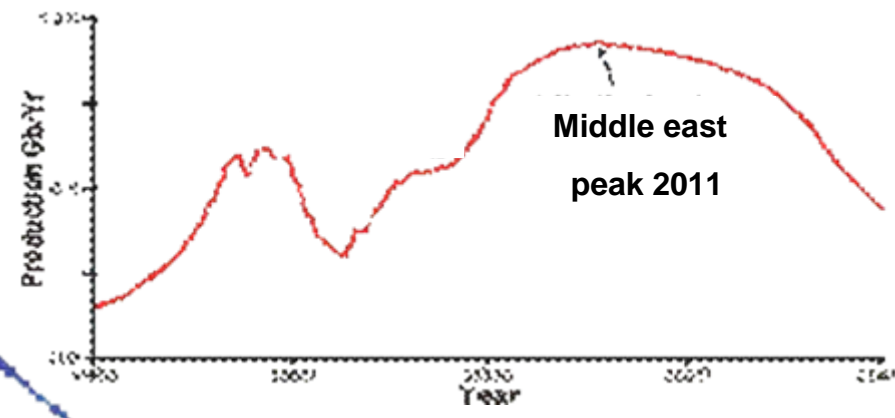
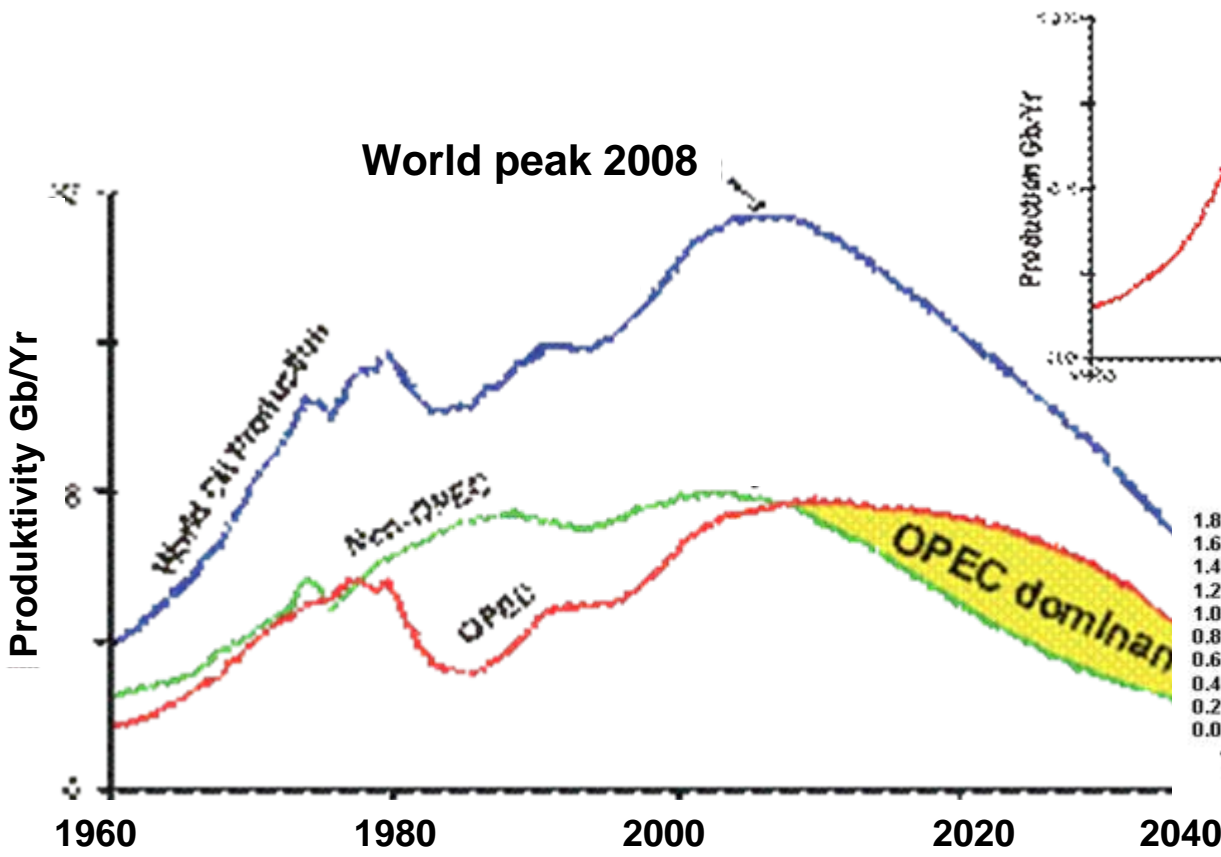
10. bis 12. Februar 2010, Graz

# Zukunftsszenarien der Elektromobilität

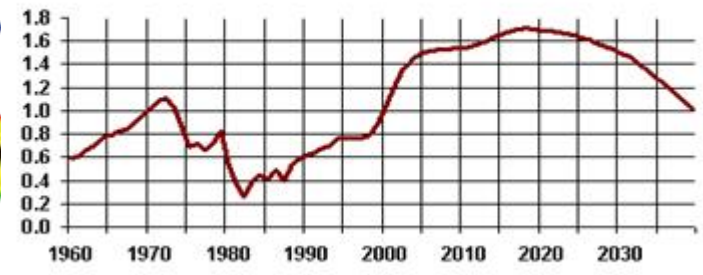
Univ.-Prof. Dr. Günther Brauner

TU Wien

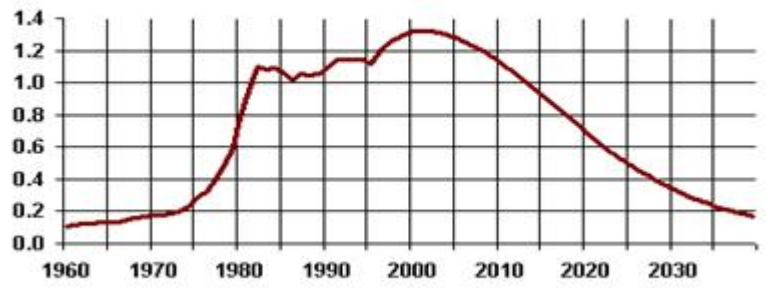
# World Peak Oil 2008 ?



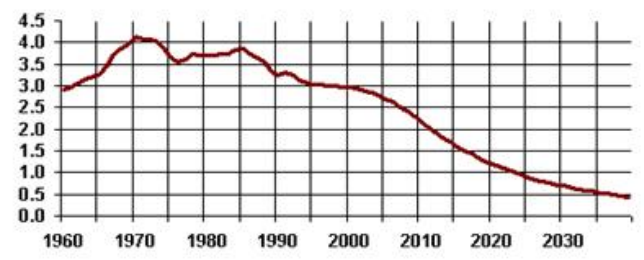
Kuwait



Mexico

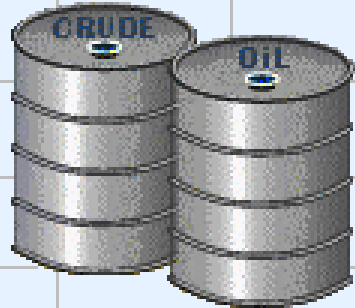
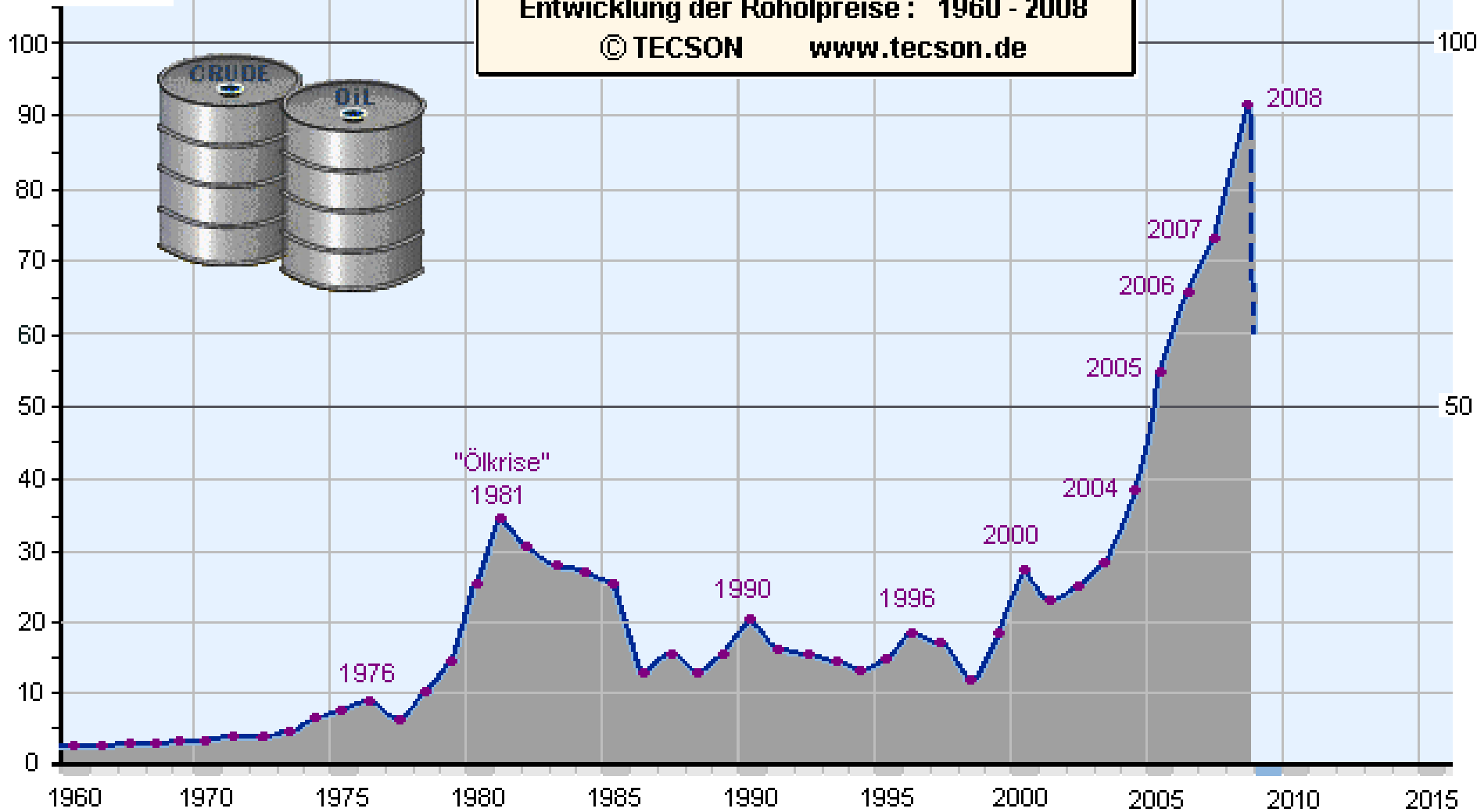


United States



# Ölpreise seit 1960

US-\$ / Barrel



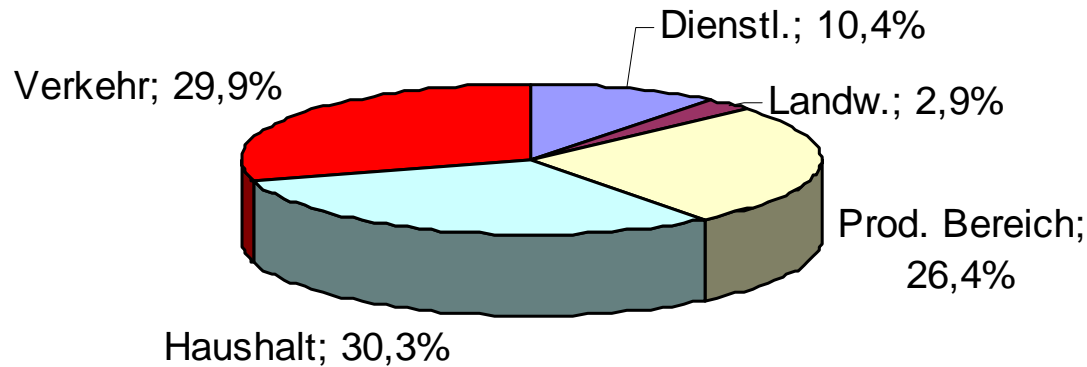
# Fossile Energieträger

- Monopol- bzw. Oligopolbildung
- Starke Zunahme des Bedarfs in China, Indien
- Geringe Abnahme des Ölbedarfs in Industrieländern
- (anlegbarer) Preis entsteht überwiegend ohne Wettbewerb
  
- Strategien zur Absicherung der fossilen Energieträger
  - Nabucco (OMV mit EU-Partnern)
  - LNG (mit EU-Partnern)
  - Speicherung (Baumgarten)
  - eigene Exploration (RAG OMV)
  - Beteiligung an Kohlekraftwerken in DE, PL, CZ

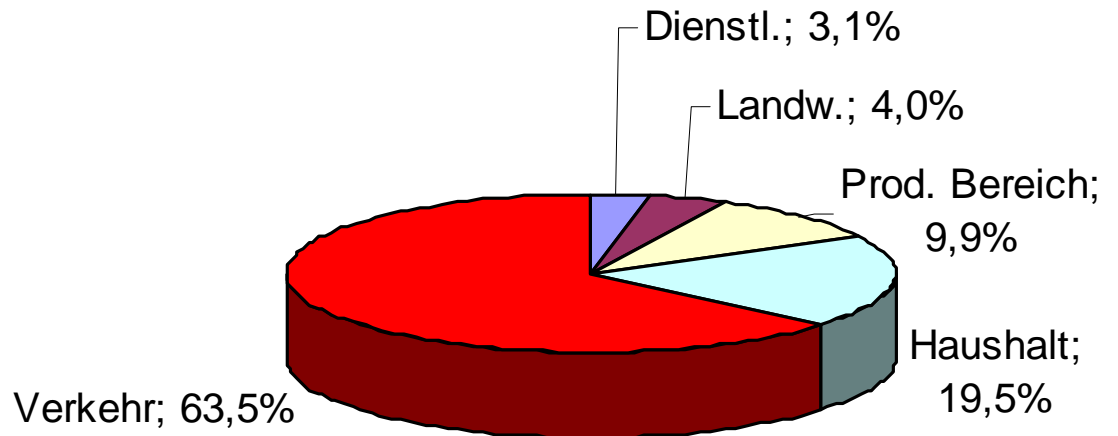
# Fossiler Energiebedarf in AT

[Statistik Austria]

## fossiler Endenergiebedarf nach Sektoren

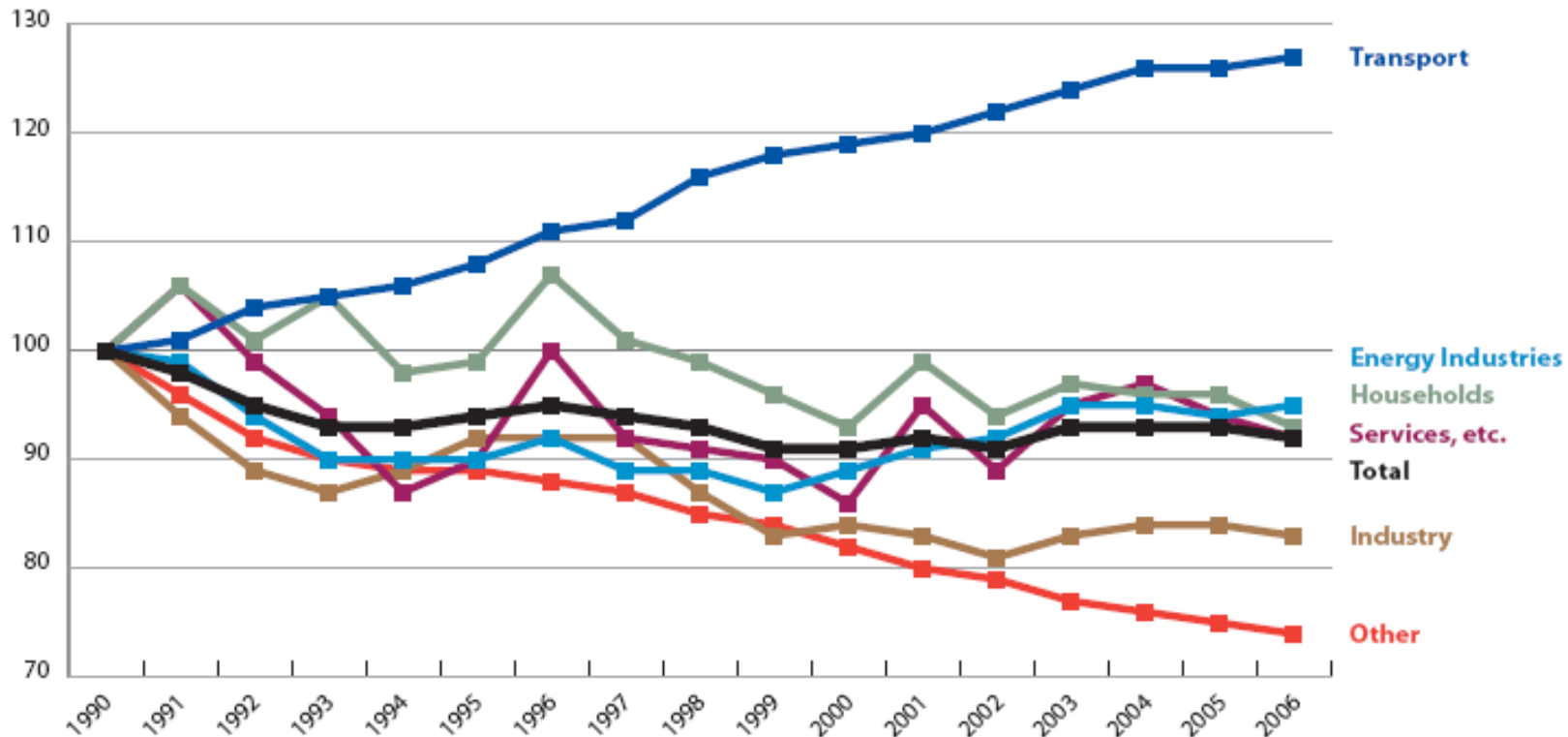


## Anteile an Mineralölprodukten



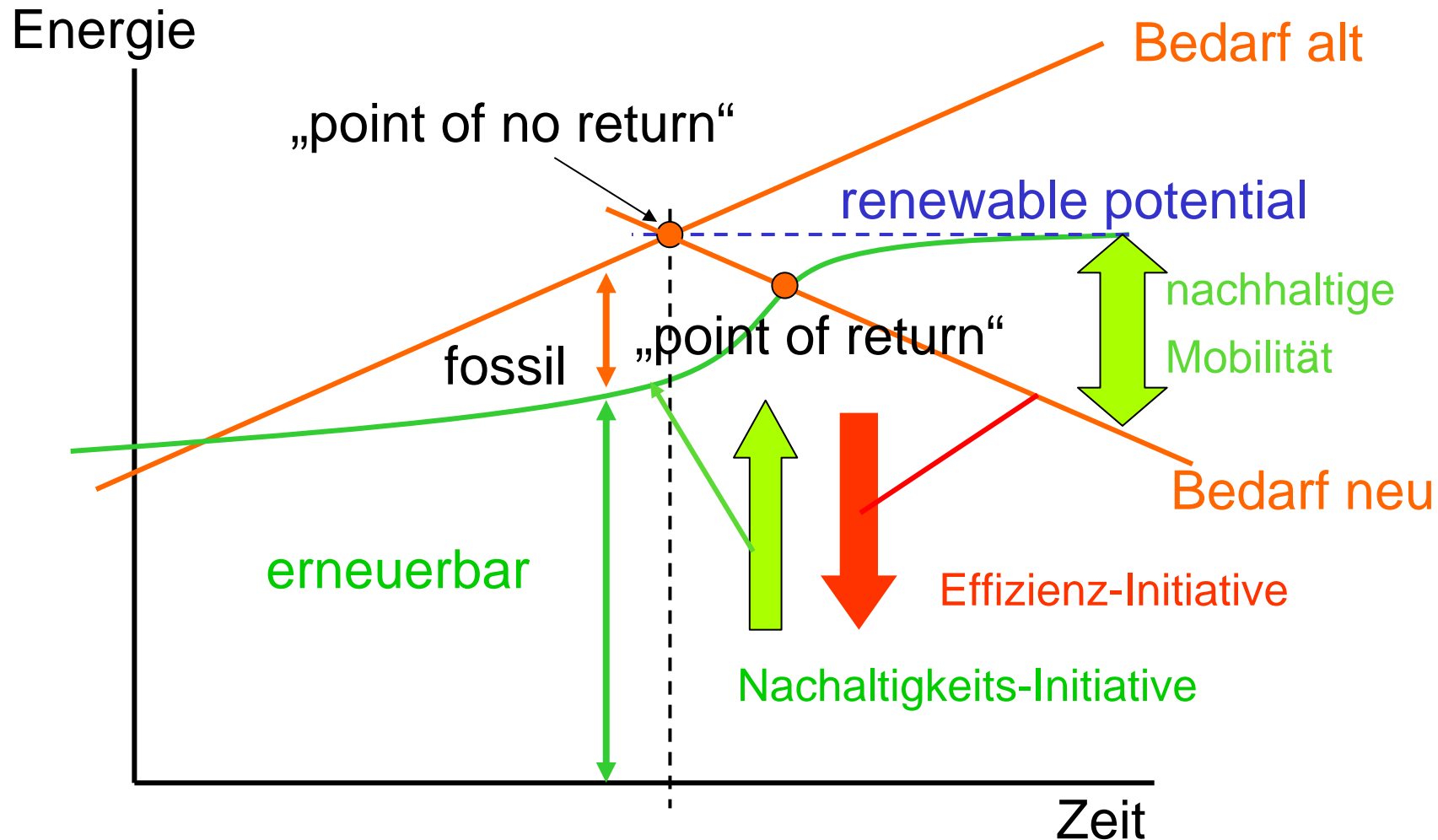
Ölbedarf: Verkehr besonders abhängig

## GHG-Emissions in EU-27 (1990=100%)



Source: EU energy and transport in figures — Statistical pocketbook 2009.

# Energie-Vision: „point of return“ zur nachhaltigen Energieversorgung durch Effizienz und Energiesparen erreichen



# Mögliche Energiestrategie im Bereich der Mobilität

- Minderung des Elektrizitätsbedarfs durch Effizienzsteigerung und Energieeinsparung um 10 % bis 2030
- Einführung der Elektromobilität mit einem hohen Anteil von über 50 % bis 2030

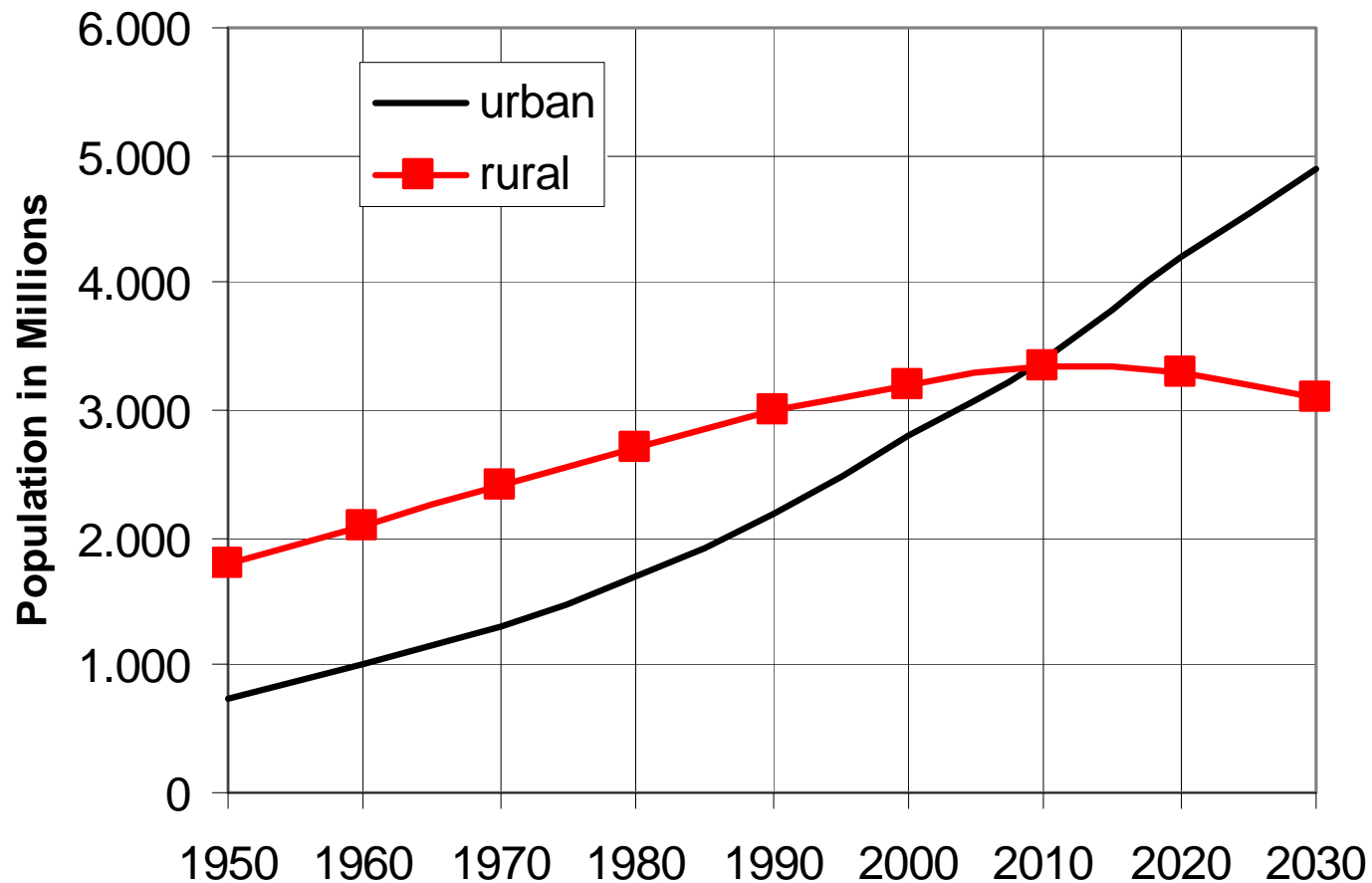
**Dies führt zu einer Minderung des Ölbedarfs und der aus dem Verkehr stammenden Emissionen um 50 % bis 2030 !**



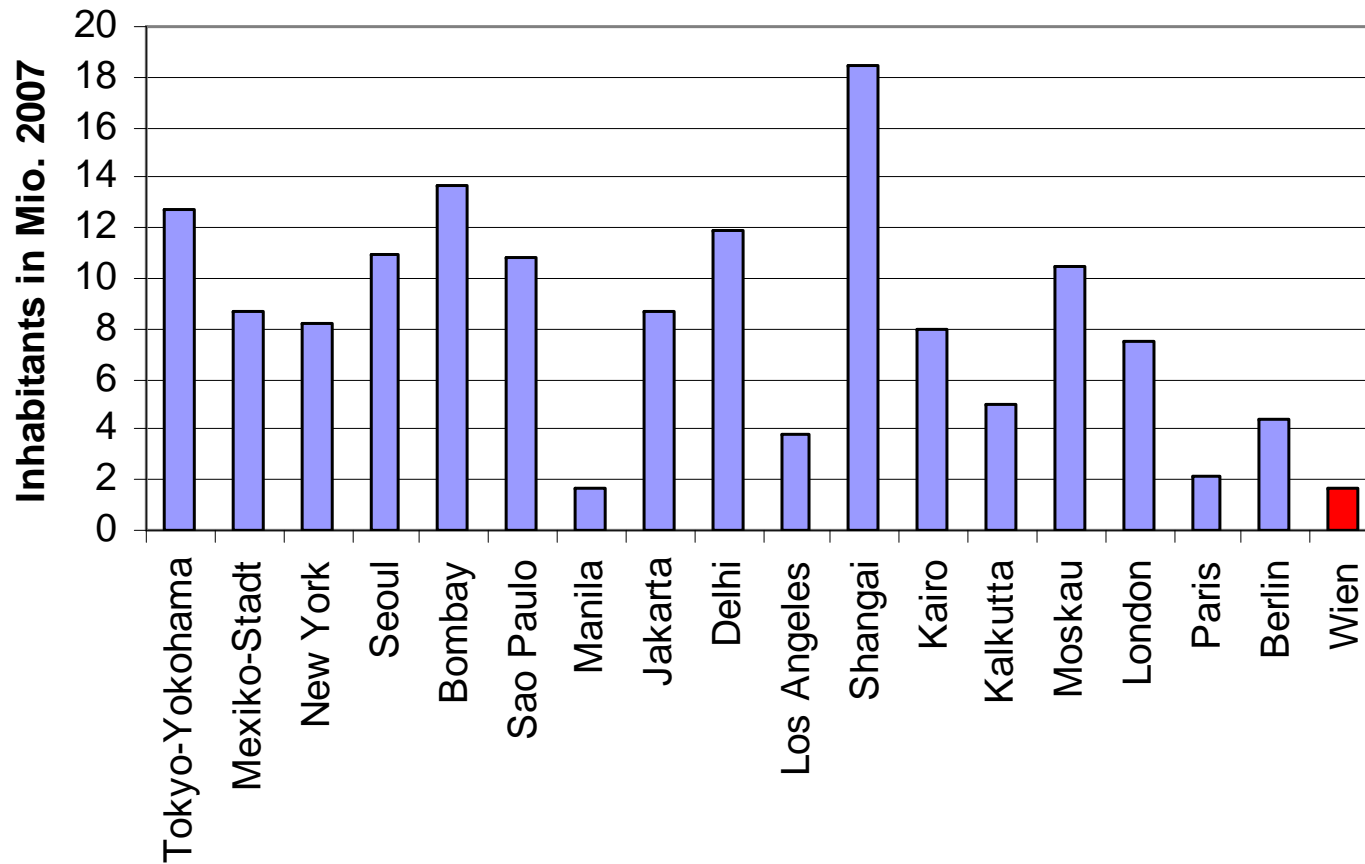
# Vision: Mobilität

- 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

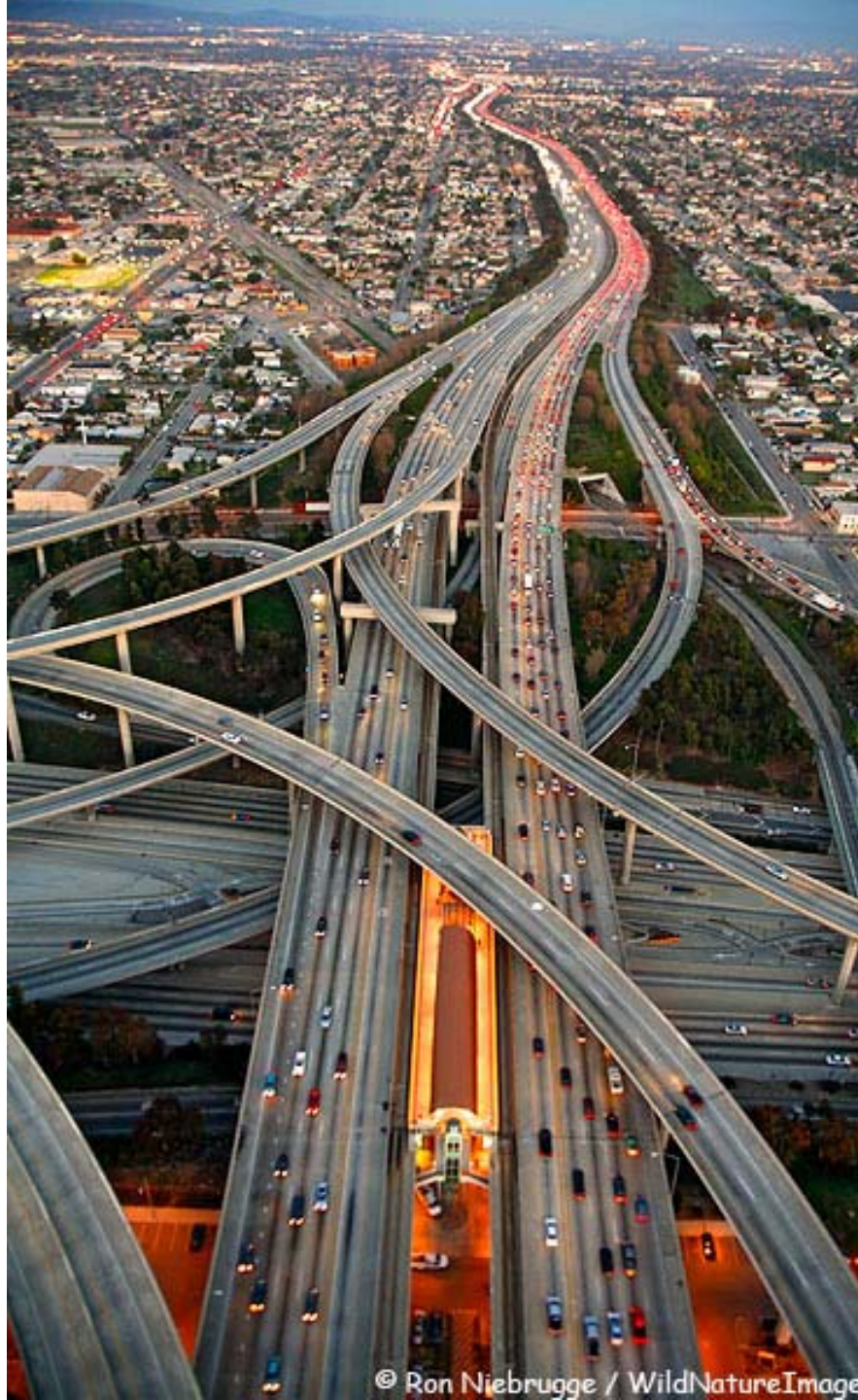




© Ron Niebrugge / WildNatureImages.com

Los Angeles down town





© Ron Niebrugge / WildNatureImages.

© Ron Niebrugge / WildNature

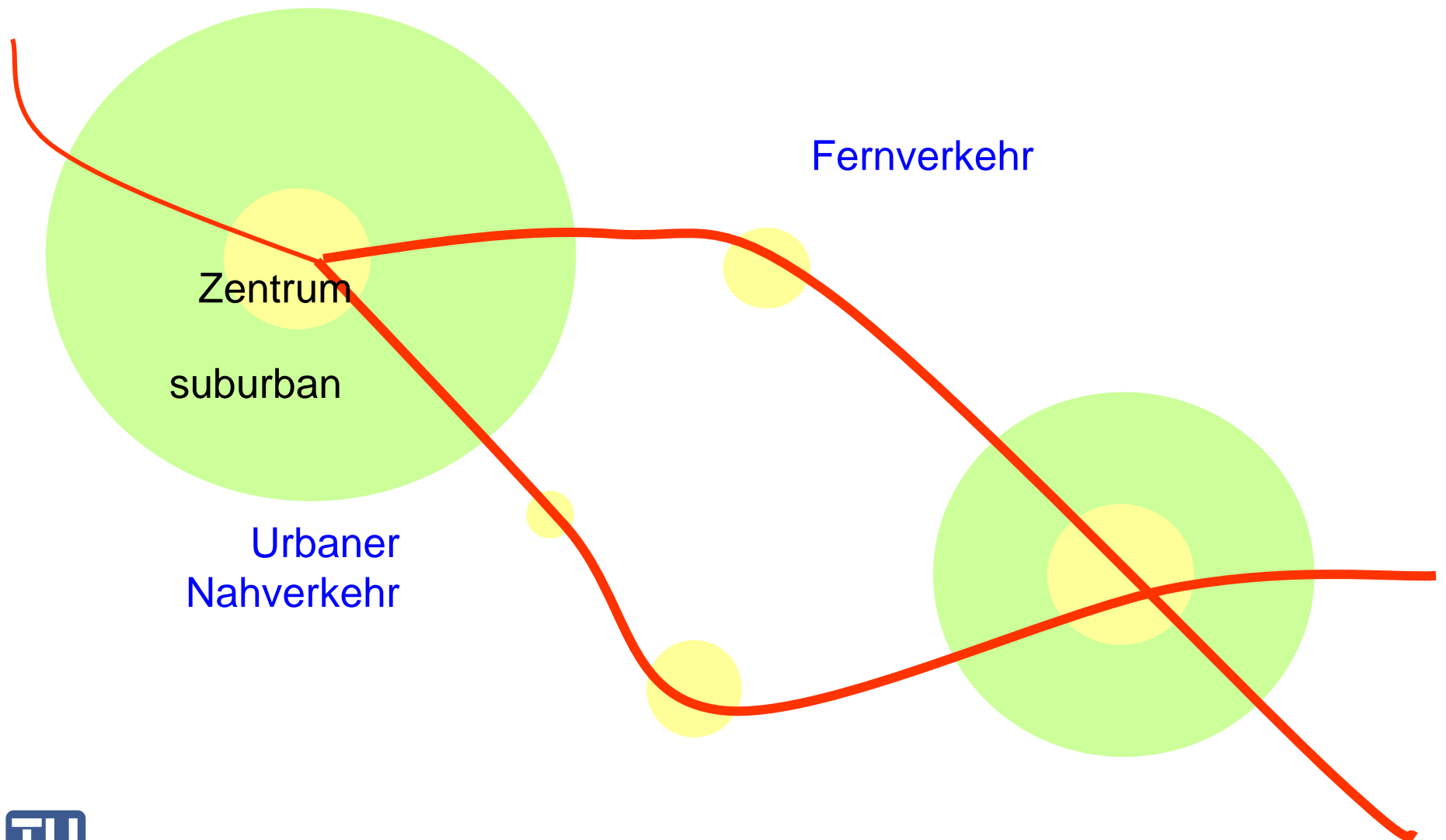


# Vergleich mit ÖPNV

- Verkehrsaufkommen Strasse  
je Fahrspur bei 20 km/h und 10 m Abstand 2.000  
Fahrzeuge (Personen) je Stunde: 2.000 P/h
- U-Bahn (70% Auslastung, 2 min-Takt): 12.000 P/h  
eine U-Bahnlinie entspricht 6 Fahrspuren (in einer  
Richtung)
- Straßenbahn, Bus 1.000 – 2.000 P/h  
eine Straßenbahnlinie entspricht 1 Fahrspur

Vollständiger Ersatz des ÖPNV in Wien erfordert etwa  
80 Fahrspuren im Zubringerverkehr !

# Kategorien des Verkehrs

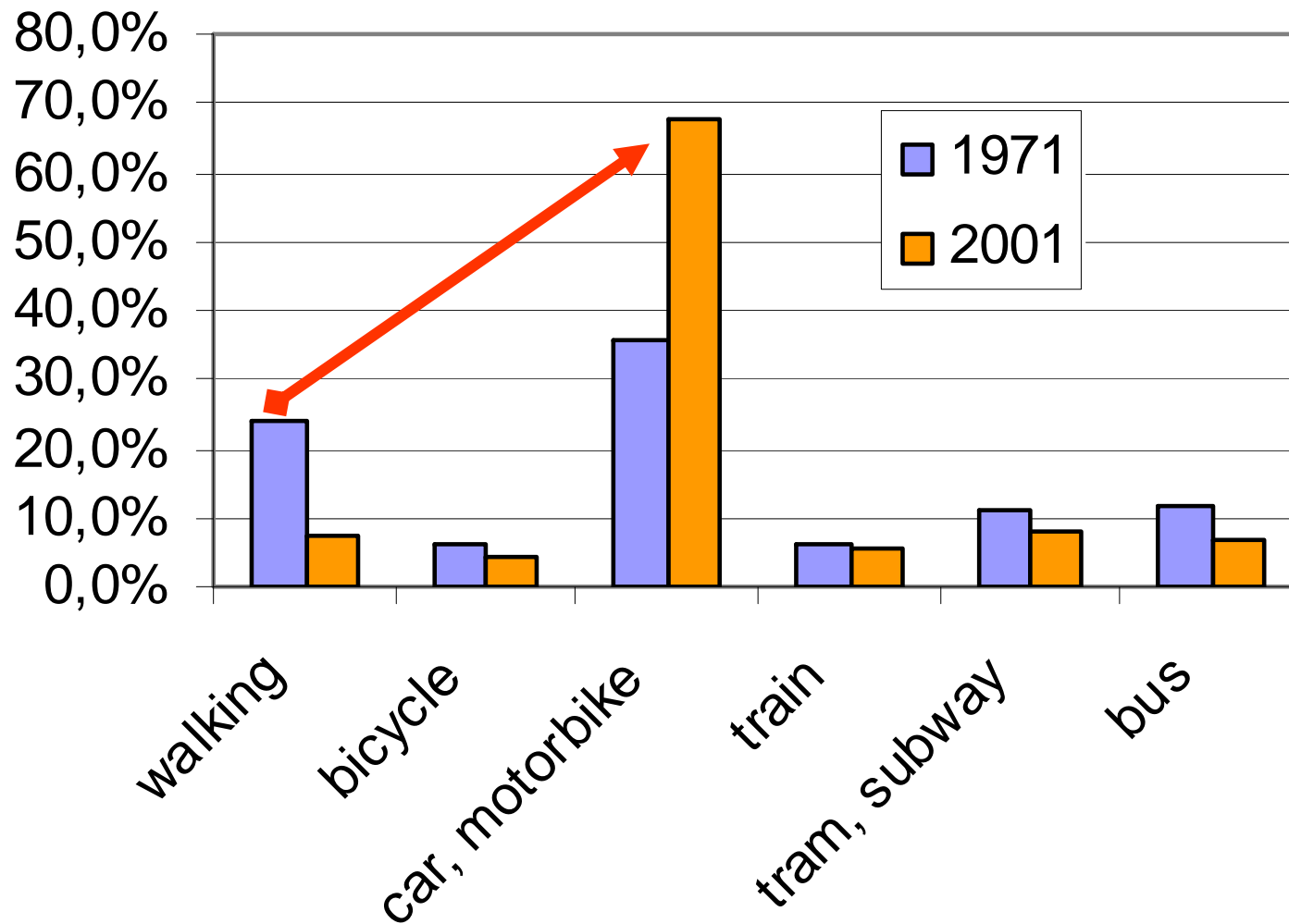


# Mobilität der Zukunft

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

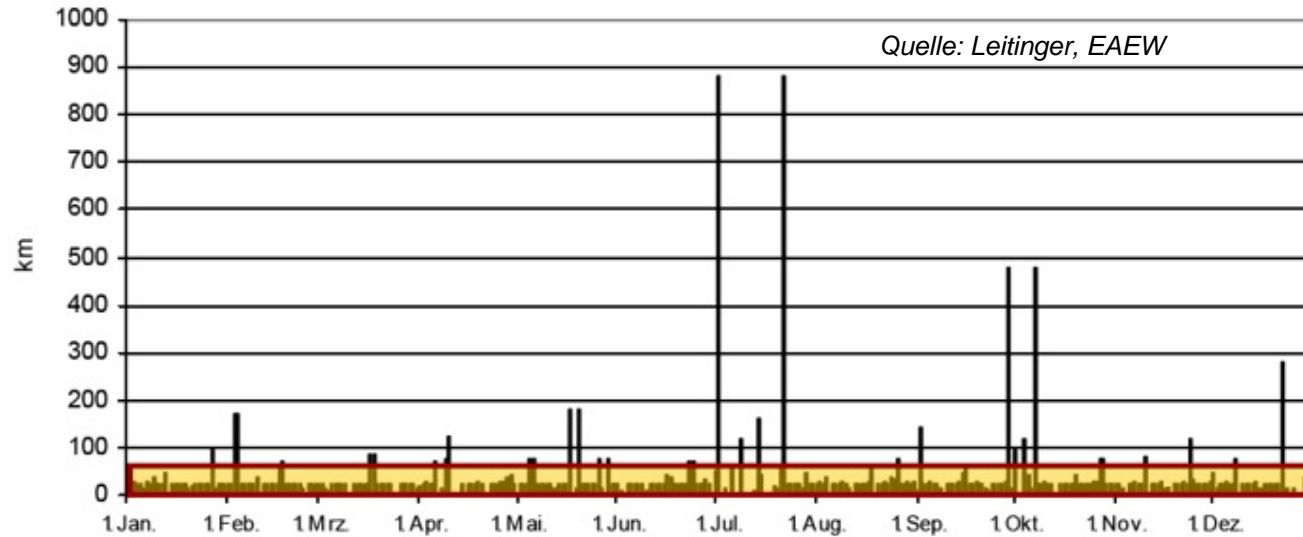
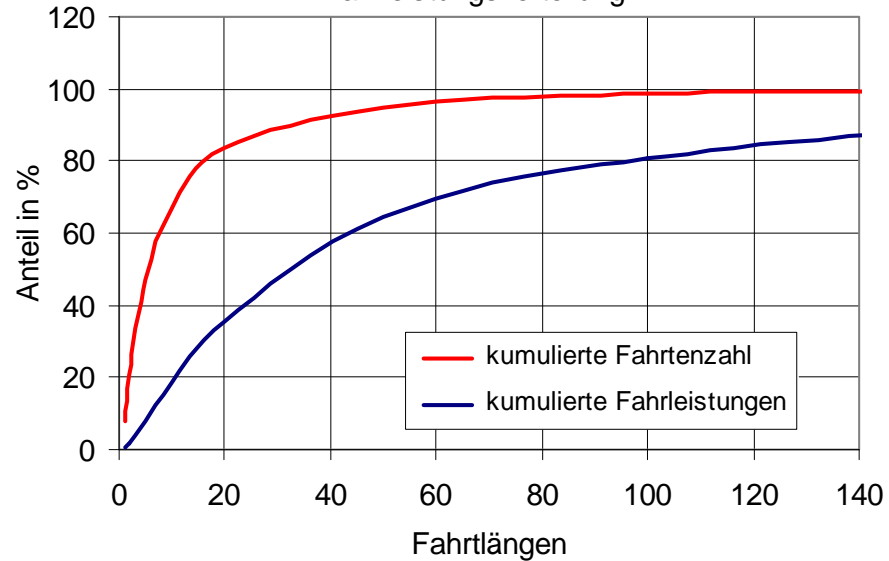


# Änderung des Mobilitätsverhaltens in Österreich 1971 bis 2001 [ÖSTAT]



## Jahresverteilungsfunktion des Individualverkehrs

Gegenüberstellung Fahrtenverteilung und Fahrleistungsverteilung



Quelle: Leitinger, EAEW

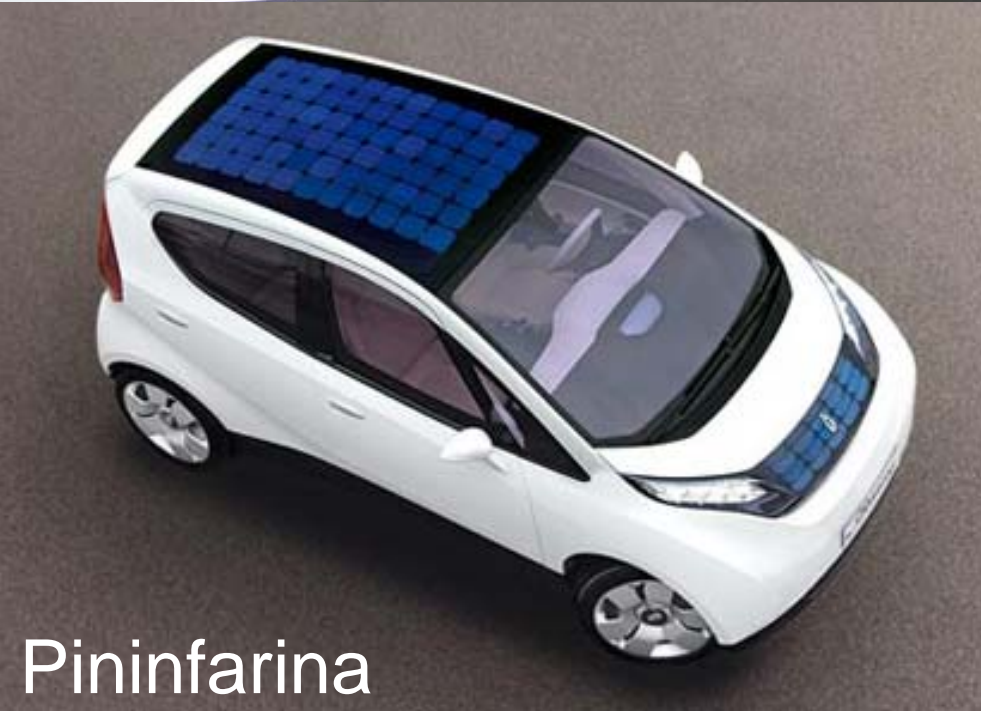
Schematische Darstellung nach MID 2001



E-smart



Nissan: Nuovo



Pininfarina



Honda

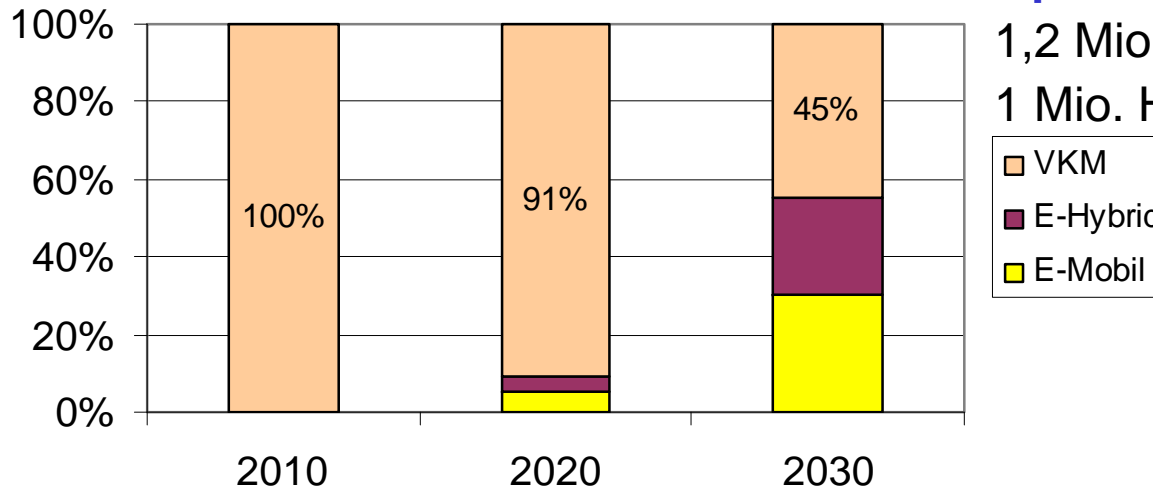
# AT-Marktdurchdringung der E-Mobilität

(100% = 500 Fahrz./1000 EW)

## Optimalszenario 2030

1,2 Mio. E-Mobile

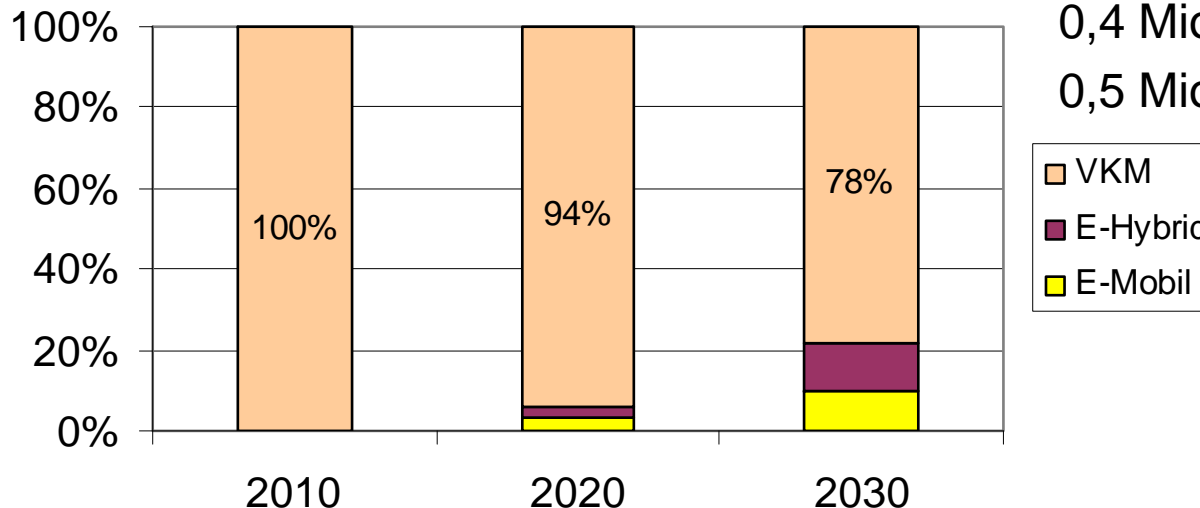
1 Mio. Hybrid



## Realszenario 2030

0,4 Mio. E-Mobile

0,5 Mio. Hybrid



# Energie Effizienz von Antrieben

(tank / battery to wheel)

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

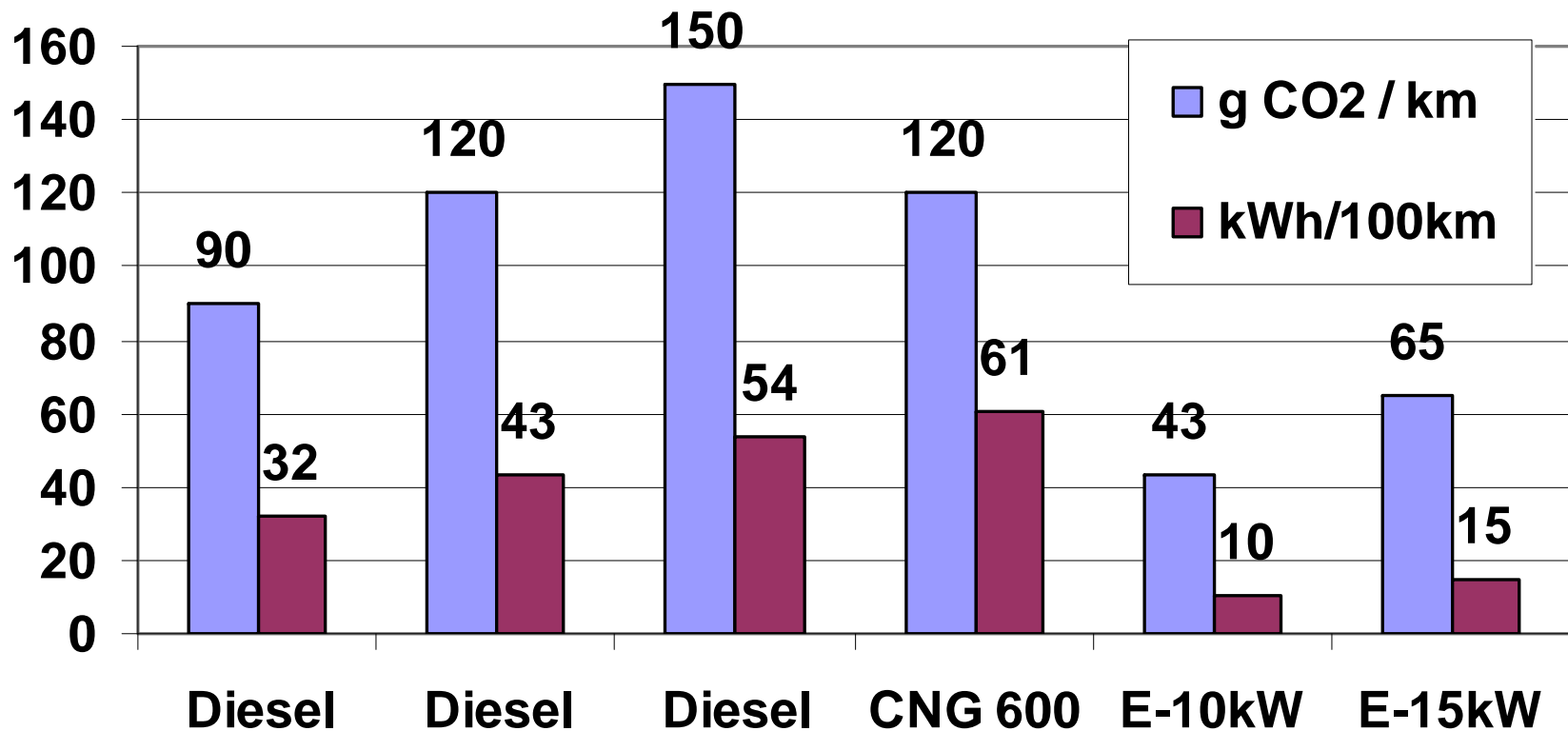
# Energieeffizienz: Tank to Wheel

| Verkehrsträger    | Energie-Bedarf kWh/100 km | Sitzplätze | Mittlere Auslastung % | Energie je Passagier kWh / 100 km | Energie je Passagier Liter* / 100 km |
|-------------------|---------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Flugzeug A320-200 | 3.500                     | 150        | 70                    | 33                                | 3,7                                  |
| ICE 200 km/h      | 3.700                     | 700        | 30                    | 18                                | 2,0                                  |
| Regionalbahn      | 1.800                     | 500        | 20                    | 18                                | 2,0                                  |
| U-Bahn            | 1.900                     | 600        | 21                    | 15                                | 1,7                                  |
| Bus               | 360                       | 40         | 20                    | 45                                | 5,0                                  |
| Pkw fossil        | 55                        | 4          | 30                    | 46                                | 5,2                                  |
| Hybrid-Auto       | 40                        | 4          | 30                    | 33                                | 3,8                                  |
| Elektrofahrzeug   | 18                        | 4          | 30                    | 15                                | 1,7                                  |

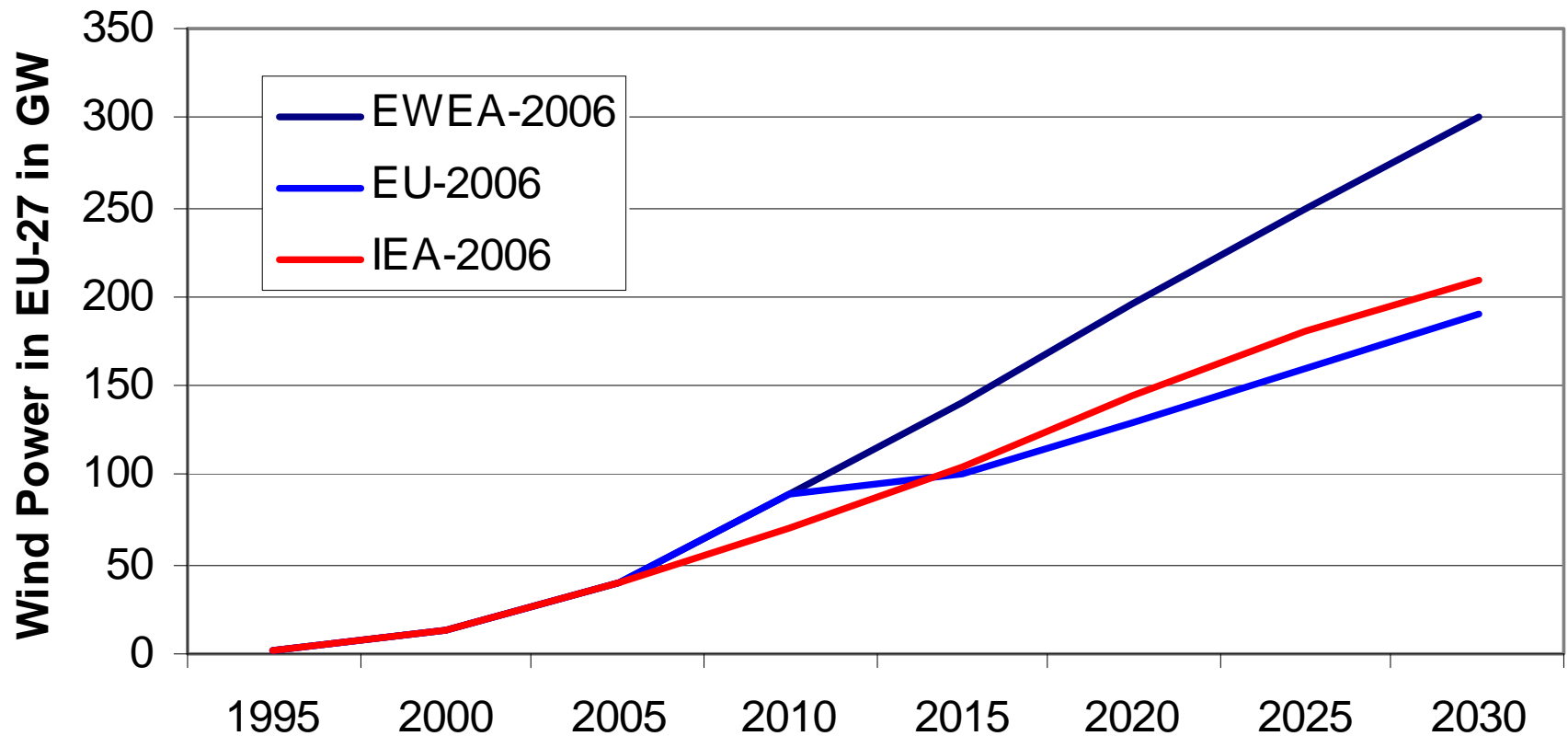
\*) 1 Liter Benzinäquivalent = 8,9 kWh

# Comparison. Diesel-car and E-vehicle (supplied with electricity from CC-power station).

$\eta(CC) = 60\%$ ,  $\eta(grid) = 95\%$ ,  $\eta(charging) = 80\%$ .  $\eta(total) = 45\%$ ,



# Prognose des Ausbaus der Windenergie in EU-27





# Windenergie

5MW, 2400h/a  
8.000 Fahrzeuge  
(10.000 km/a  
15 kWh/100 km)

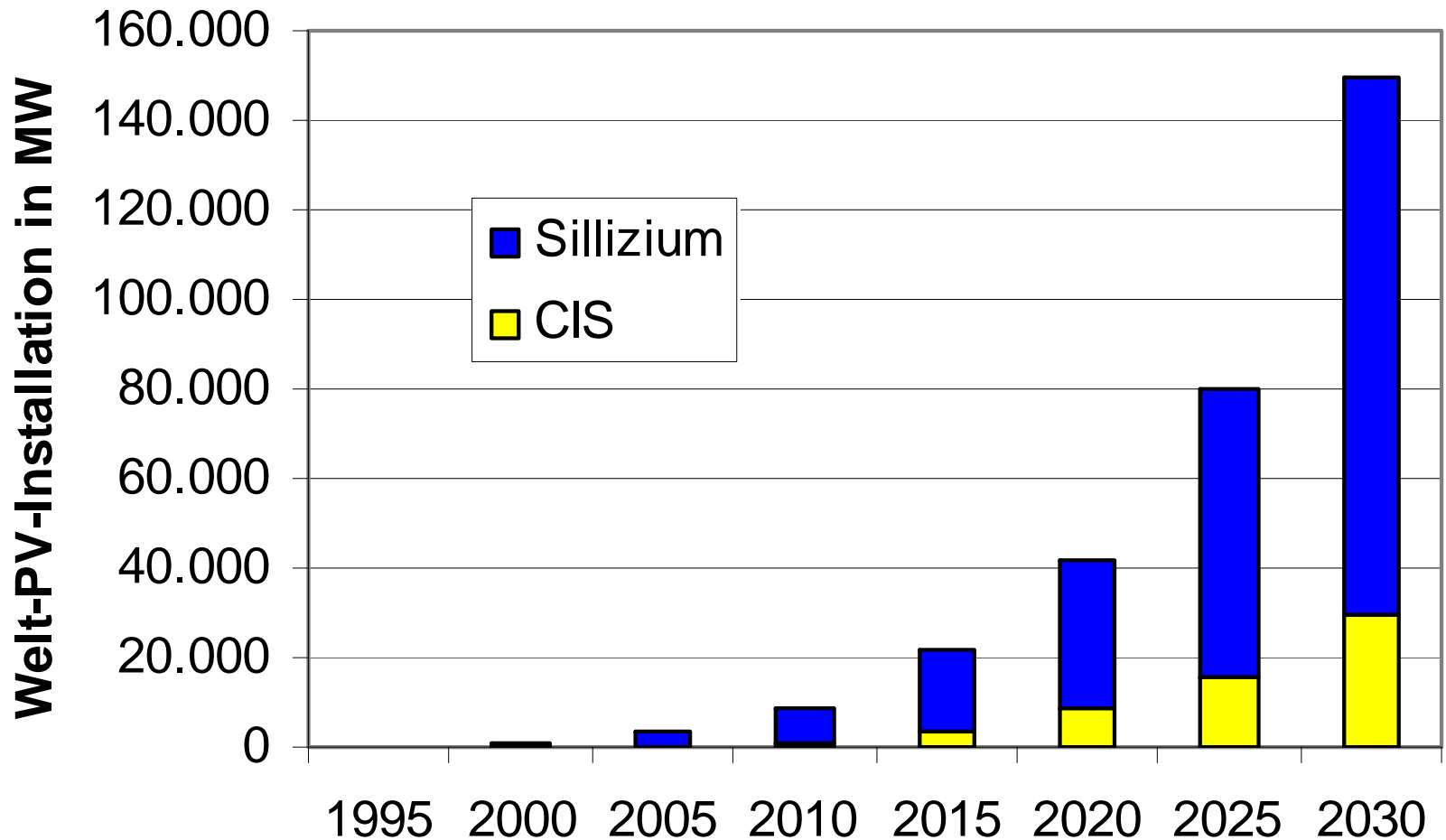
180 m

2MW, 2.000h/a  
2.500 E-Fahrzeuge  
(10.000 km/a  
15 kWh/100 km)

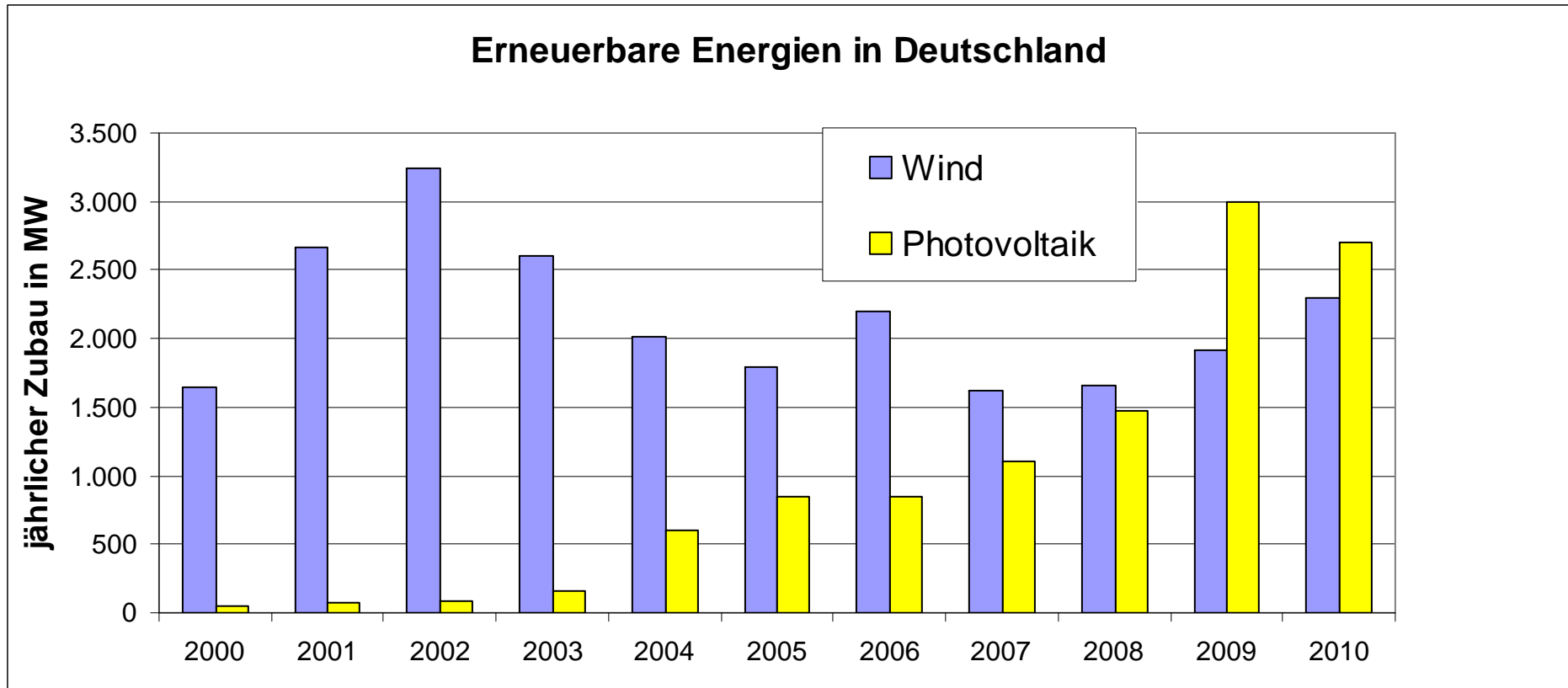


# Entwicklung der Welt-Photovoltaik

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



# Wachstumsraten von Wind und PV in D







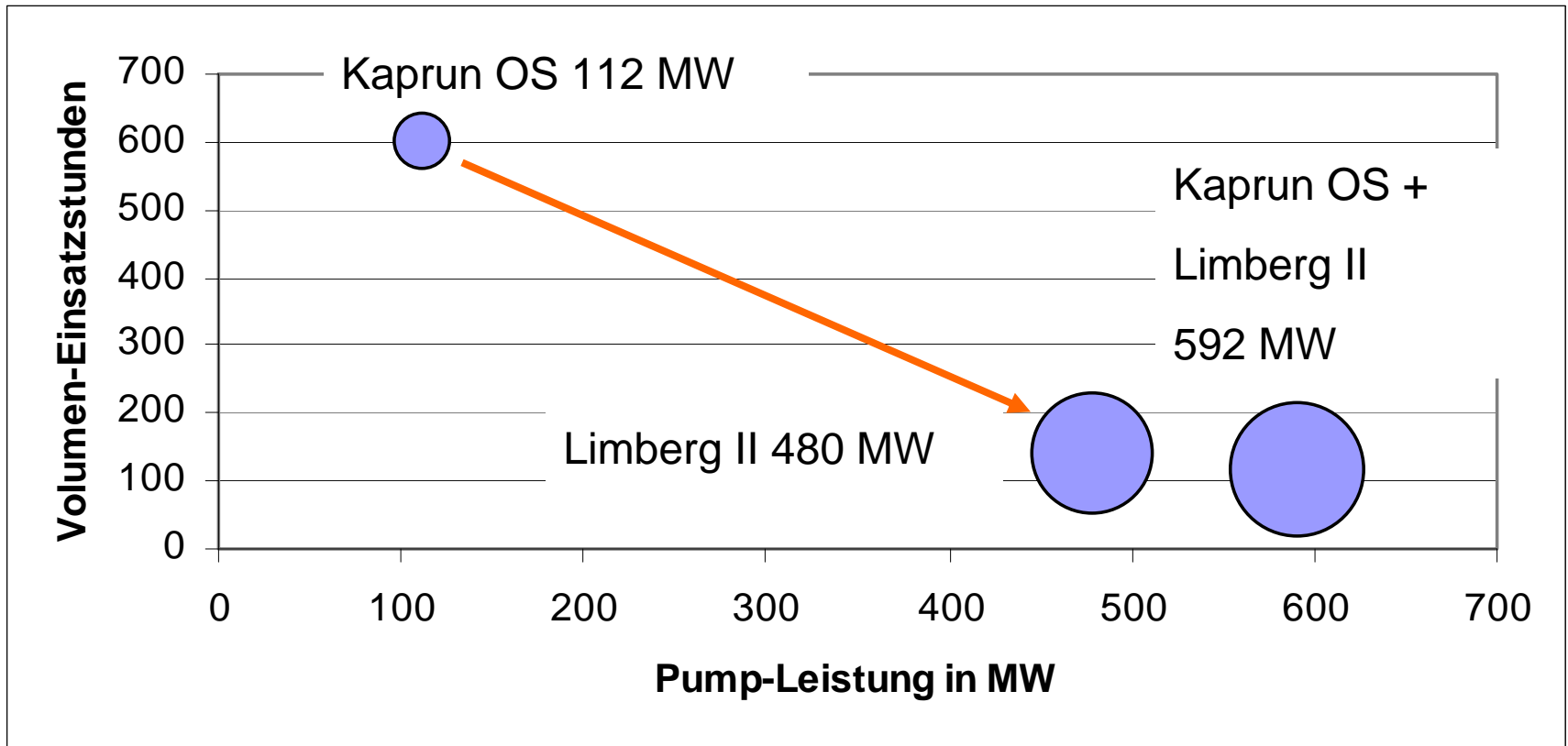
## Kaprun: Limberg II Pumpspeicher

Volumina 2 x 80 Mio. m<sup>3</sup>  
äqiv. zu 75.000 MWh

Pump-Turbine 2x240MW

Speicherinhalt entspricht  
3,1 Mio. E-Mobilen,  
Batterien mit je 24 kWh

# Tendenzen bei den Pumpspeichern: Vom Jahresspeicher zum Wochenspeicher



# Energiebereitstellung für die E-Mobilität: 10.000 km/a

AT: 500 E-Mobile je 1000 Einwohner. 15 % des Strombedarfs

| Quelle             | Wirkungsgrad | Volllaststunden pro Jahr | Installierte Leistung je Elektromobil | Bemerkung                            |
|--------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Photovoltaik       | 12 – 23 %    | 900                      | 2,5 kW                                | 20 – 25 m <sup>2</sup> PV je E-Mobil |
| Wind               | 30 – 45 %    | 2.000                    | 1,0 kW                                | 2 MW Wind für 2.000 E-Mobile         |
| Wasser (Freudenau) | 90 – 95 %    | 4.500                    | 0,5 kW                                | 170 MW Wasserkraft für 350.000 E-M.  |
| GuD-Kraftwerk      | 58 – 60 %    | 8.000                    | 0,25 kW                               | 350 MW-Anlage für 1,35 Mio. E-M.     |

# Modellregion Vorarlberg: VLOTTE (FFG 2009)



- 100 Elektrofahrzeuge bis Ende 2009 durch VKW
- Pannenhilfe durch ÖAMTC
- Forschungs-Kooperationspartner: TU Wien
  - Umfassendes Fahrzeug und Lademonitoring
  - Szenarien für die Ladelogistik
  - Energiewirtschaftliche Analyse
- Vorarlberg neben London und Paris derzeit bedeutendste Modellregion der Welt

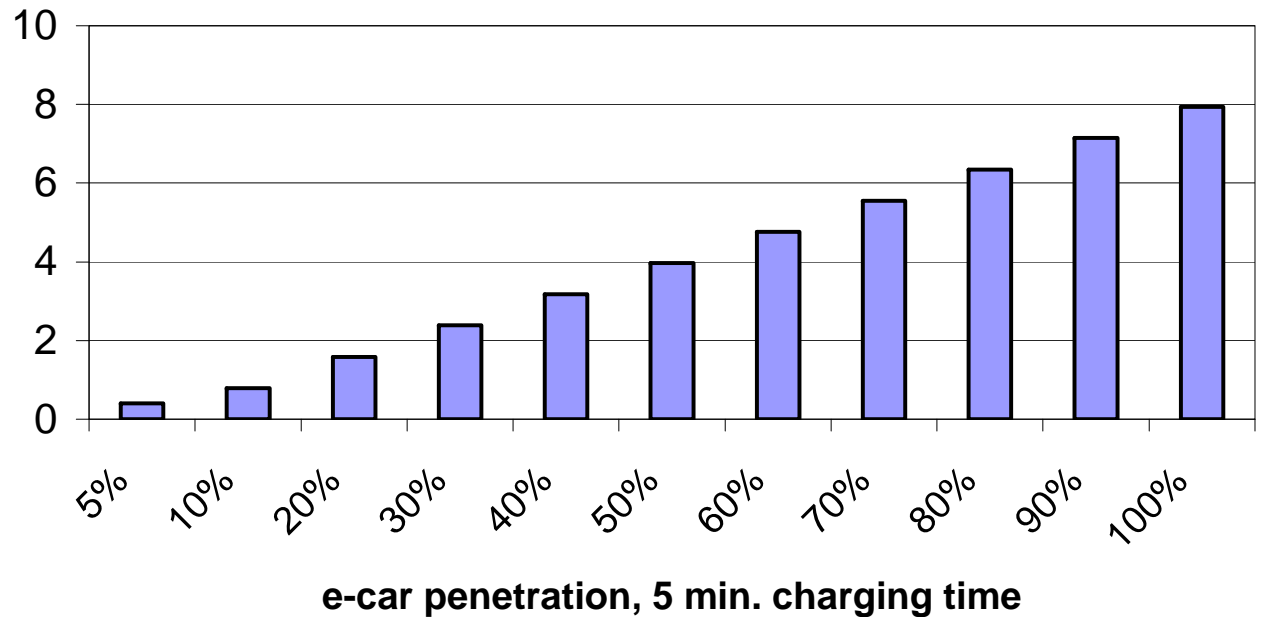
# Bedarf an Ladesäulen bei Schnellladung

heute 2800 Tankstellen in Österreich

Ladezeit 5 min., Aufenthaltszeit an Tankstelle 10 min.



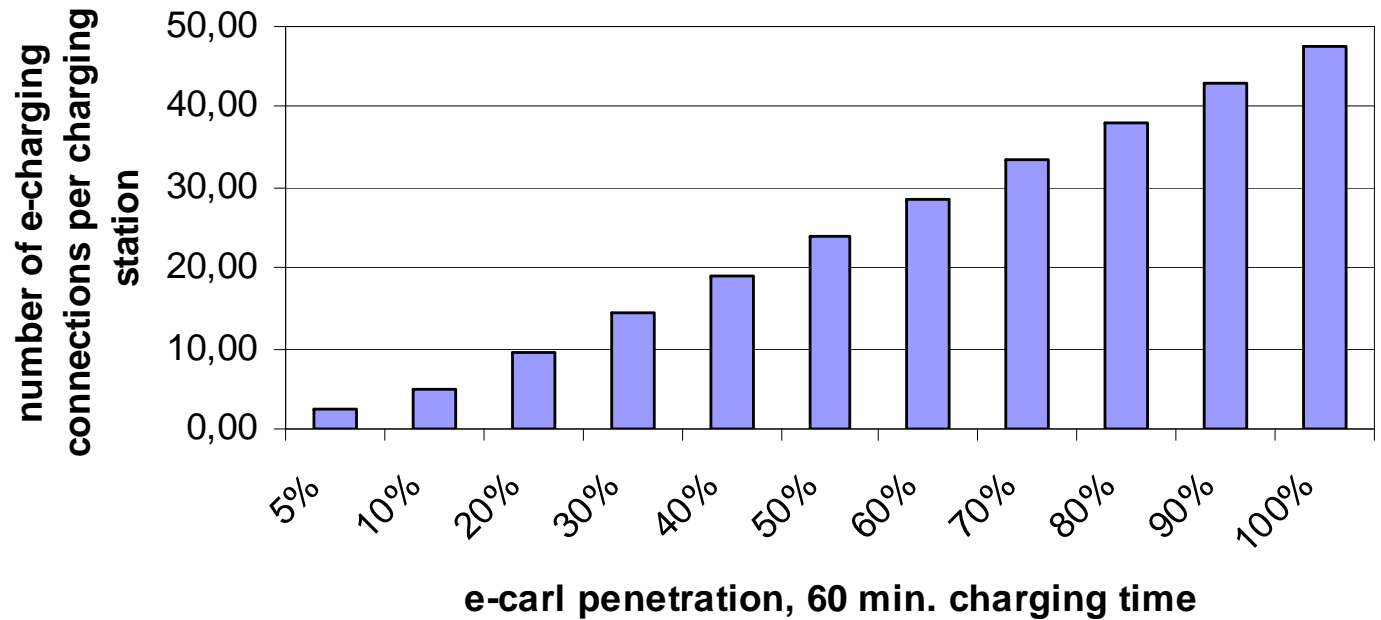
number of e-charging connections per charging station





# Bedarf an Ladesäulen bei 1-h-Ladung

heute 2800 Tankstellen in Österreich  
Ladezeit 55 min., Aufenthaltszeit 60 min.



# Methoden zur Batterieladung

- **Laden zu Hause**
  - Vorteil: keine öffentliche Ladesäulen erforderlich
  - Nachteil: Netzüberlastung am Abend
- **Laden zu Hause mit Ladungsmanagement**
  - Vorteil: Netzfrendlich, keine Überlastung
  - Nachteil: Ladung vorwiegend über Nacht.
- **Laden beim Parken**
  - Vorteil: solare Energie möglich, Reduktion der Abendspitze bei Laden.
  - Nachteil: öffentliche Ladesysteme und elektronische Zugangsberechtigung erforderlich.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

TU Wien  
Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft  
Gusshausstrasse 25/373

A-1040 Wien  
Tel: (01) 58801 37301, Fax: (01) 58801 37399  
g.brauner@tuwien.ac.at