

Elektromobilität

– Auswirkungen auf die Verkehrsstruktur – ein Weg aus der Krise?

Prof. Dr.-Ing. Gebhard Wulfhorst

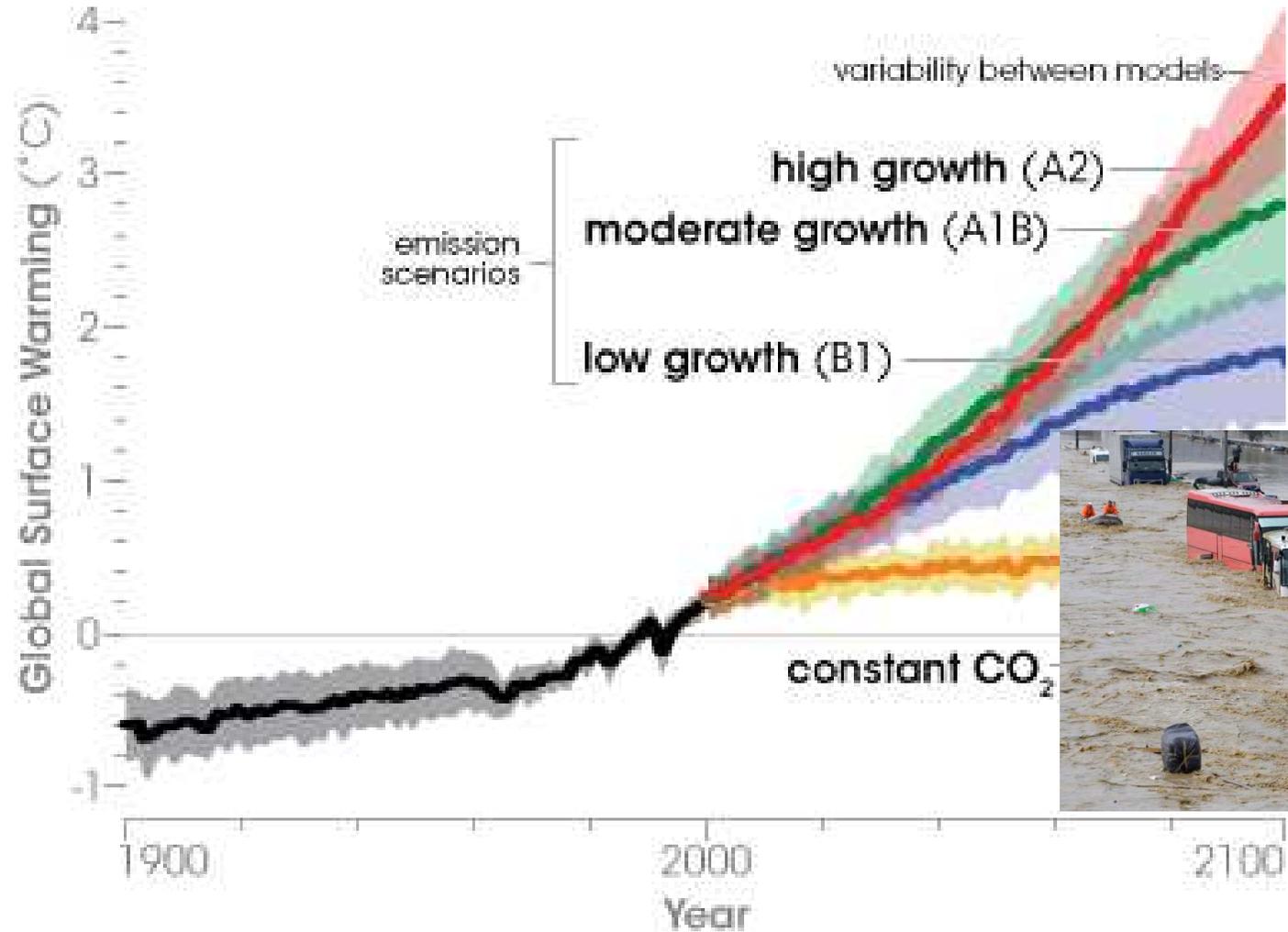
Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung
Technische Universität München

Energie & Kommune

Landkreiskonzepte – kommunale Energieversorgung – E-Mobilität
PV / Maisach, 30/06/2010



Klimakrise: globale Erwärmung - lokale Auswirkung



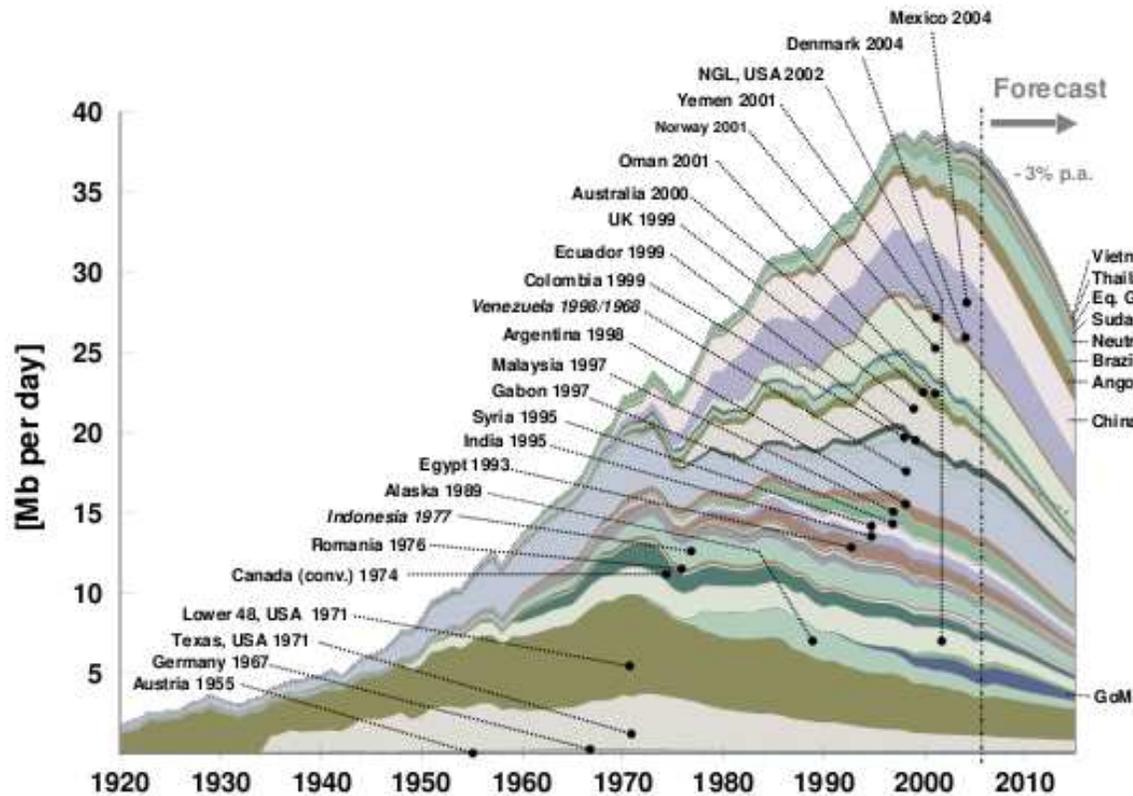
Istanbul 2009
Quelle: reuters/spiegel.de

IPCC scenarios Quelle: <http://www.epa.gov>

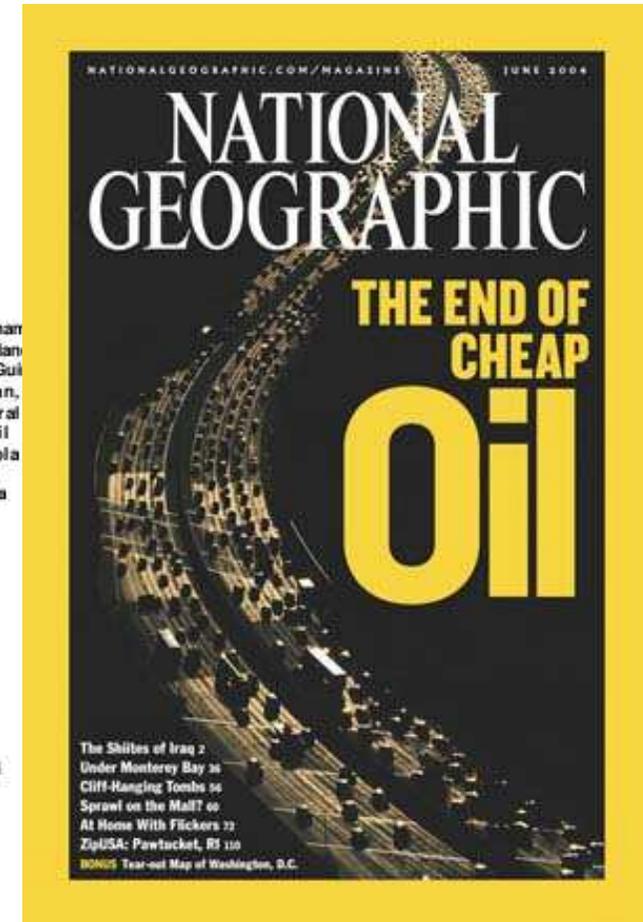


Ölkrise: Endlichkeit fossiler Energieträger

Figure 5: Oil producing countries past peak



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, 2007
 Source: IHS 2006; PEMEX, petrobras; NPD, DTI, ENS(Dk), NEB, RRC, US-EIA, January 2007
 Forecast: LBST estimate, 25 January 2007



Immobilien-/Finanz-/Wirtschaftskrise



The American Nightmare on Route 66
Quelle: www.handelsblatt.com



Börsencrash 2008
Quelle: www.welt.de

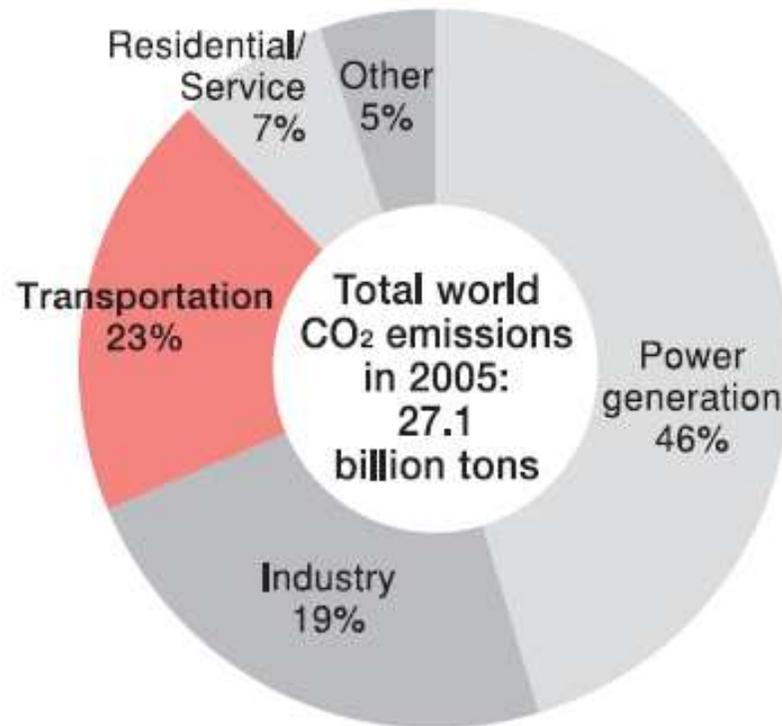


GM in Detroit geht in die Insolvenz
Quelle: ceoworld.biz



Energie und Klimawandel – der Verkehr ist wichtig

World CO₂ Emissions by Sector



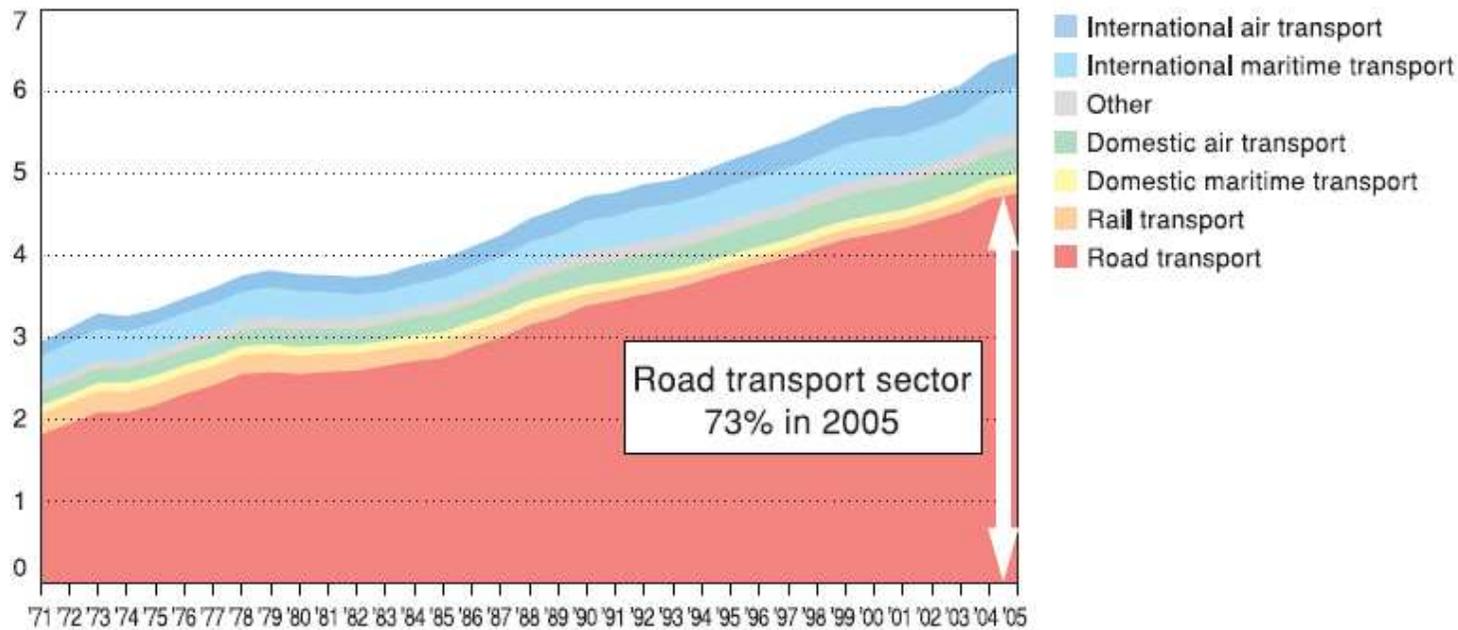
Source: CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2005, *International Energy Agency (2007)*



Energie und Klimawandel – Straßenverkehr

CO₂ Emissions in the Global Transport Sector

x 1 billion tons



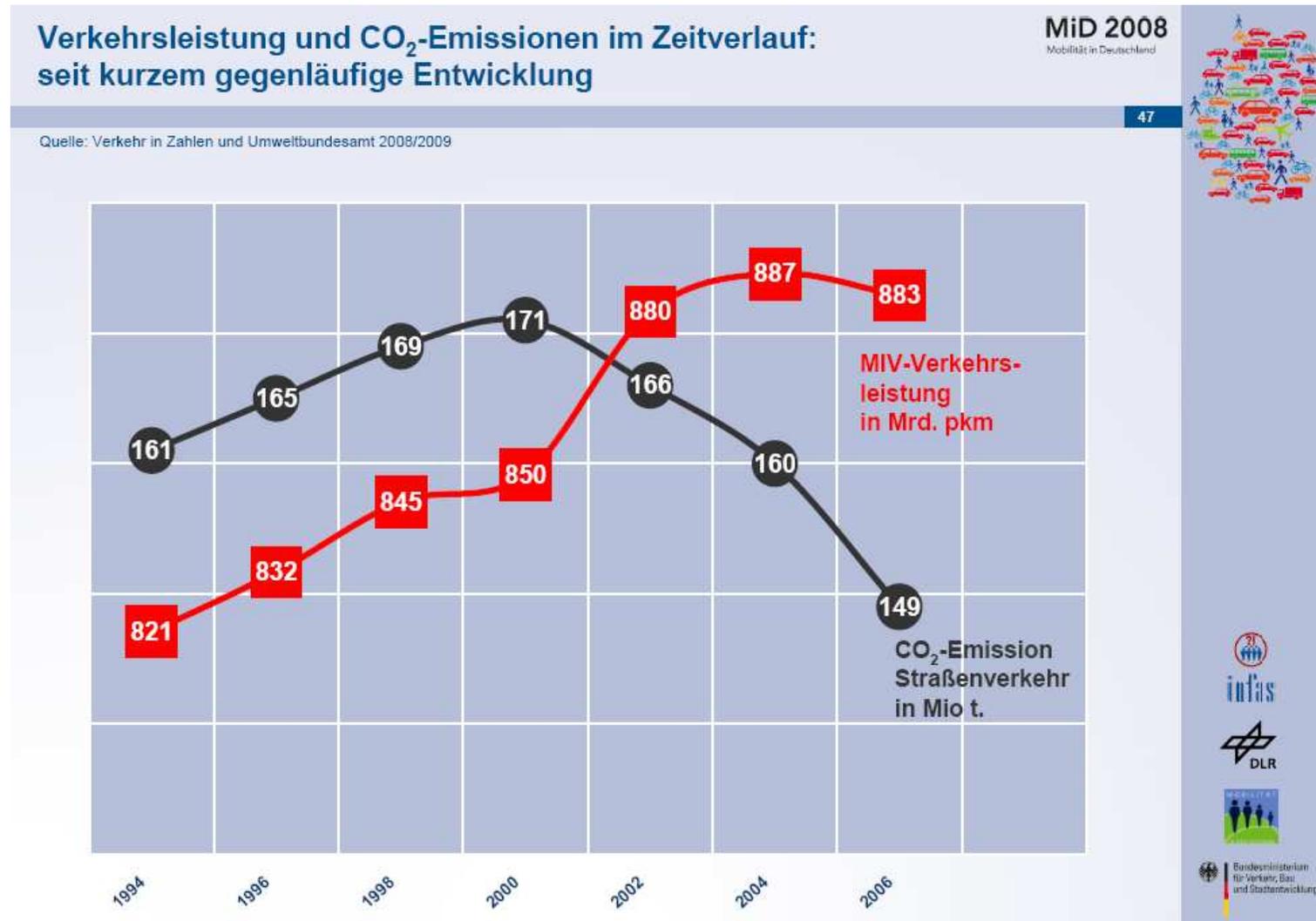
Notes: 1. The above emission volumes represent fuel combustion-generated CO₂ emissions only; they do not include electricity and heat end-use emissions.

2. "Other" includes CO₂ emissions from vehicles for off-road use, such as construction and ore transport equipment, and from oil/gas pipeline transport.

Source: CO₂ Emissions from Fuel Combustion 1971-2005, International Energy Agency (2007)



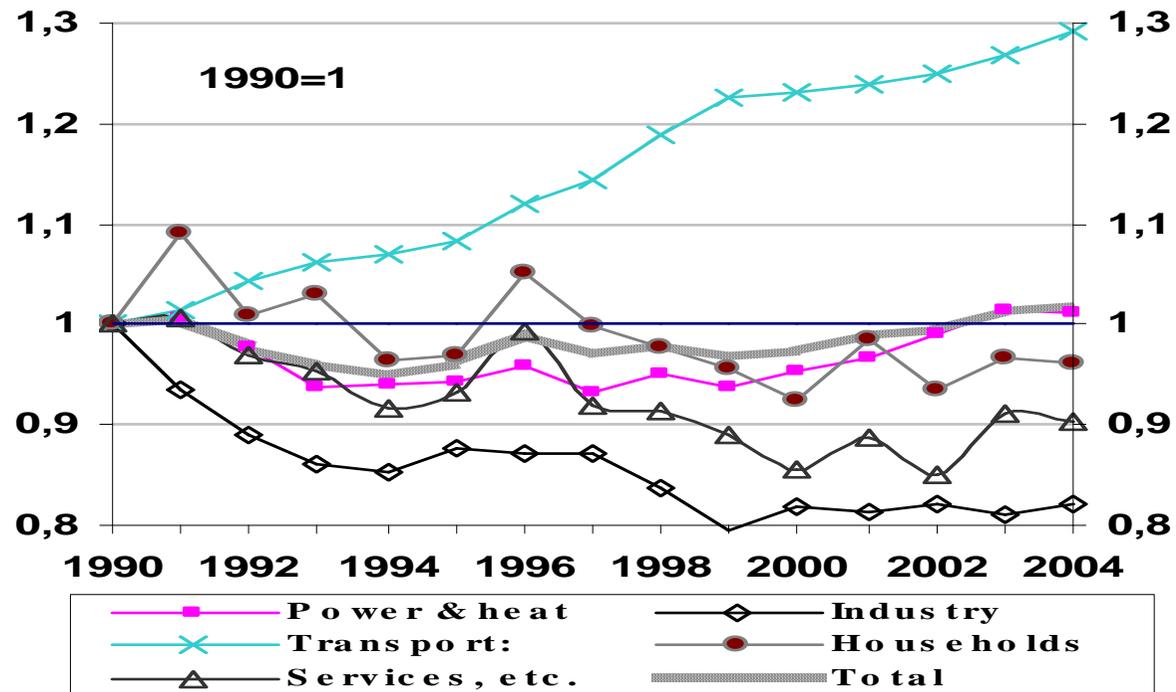
Verkehr, Energie, CO₂ – Effizienzgewinne?



Verkehr, Energie, CO₂ – Entwicklung bisher ...

Auf europäischer Ebene (EU 25)
71% des Treibstoffverbrauchs im Verkehr,
31% des Primärenergiebedarfs im Verkehr,
26% der CO₂ Emissionen im Verkehr

CO₂ emissions



Source: EU commission, Söllner, 2007



Energiebedarf im Verkehr – Einflussgrößen

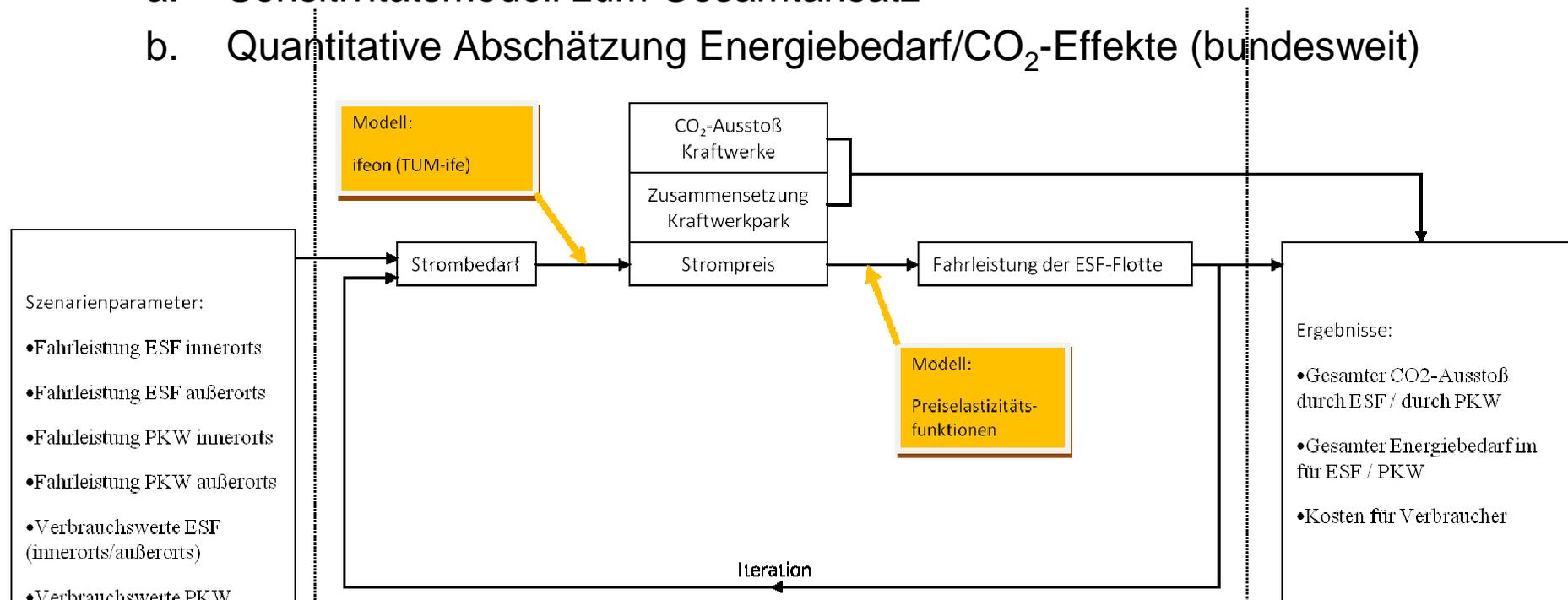
$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\text{Anzahl der mobilen Personen}} & \times & \boxed{\text{Anzahl der Wege pro Person}} & \times & \sum_m^{\text{alle Modi}} & \left(\begin{array}{c} \boxed{\text{Modal-Split-Anteil}_m} \\ \times \frac{1}{\boxed{\text{Besetzungsgrad}_m}} \\ \times \boxed{\text{Wegelänge}_m} \\ \times \boxed{\text{Energiebedarf Fahrzeug}} \end{array} \right) \end{array}$$

= gesamter Energiebedarf im (Personen-)Verkehr



Wirkungsabschätzung Elektromobilität

- Modellentwicklung “Energie und Verkehr” (Rainer Witzig, IGSSE)
 - a. Sensitivitätsmodell zum Gesamtansatz
 - b. Quantitative Abschätzung Energiebedarf/CO₂-Effekte (bundesweit)



Modellannahmen

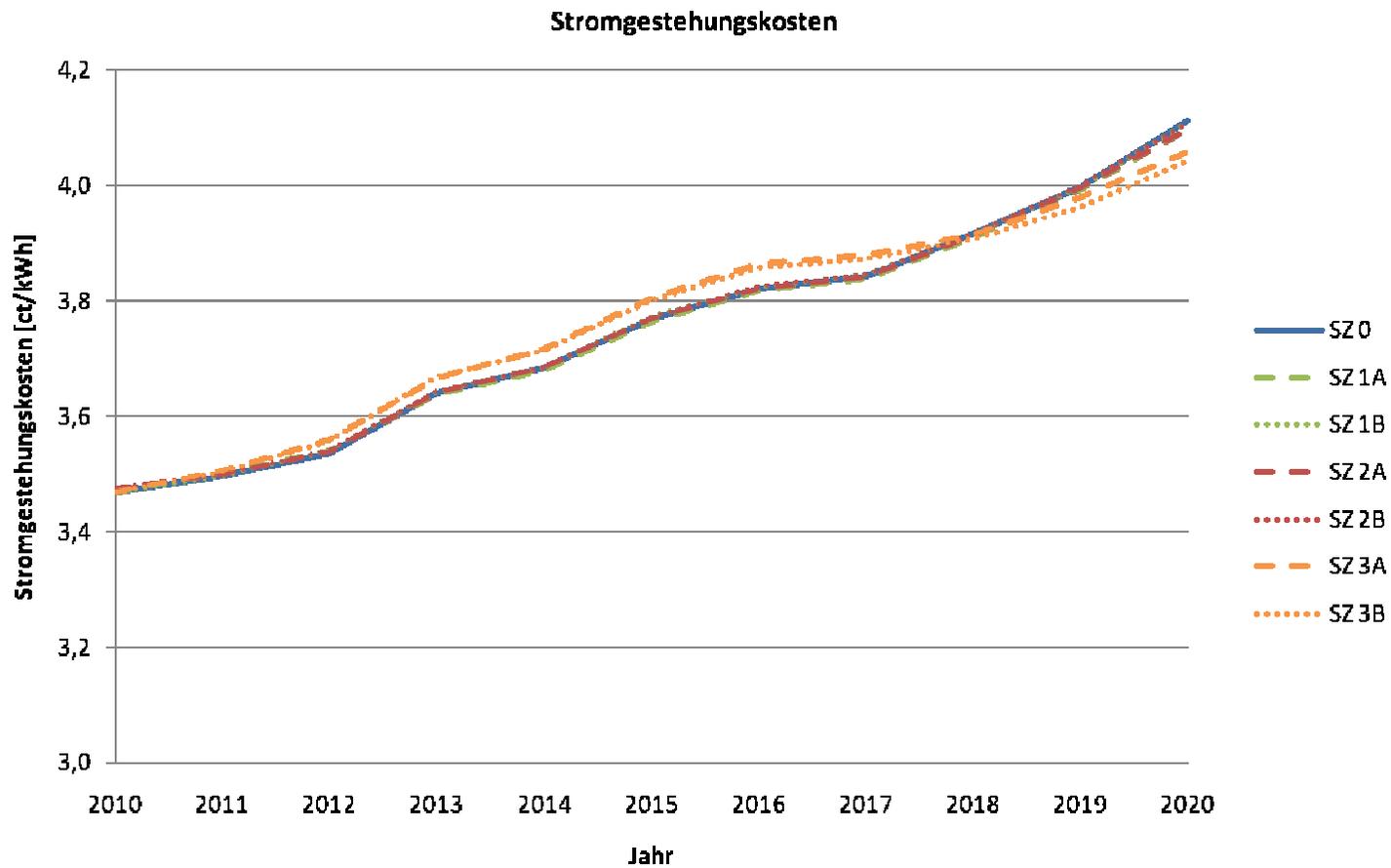
Scenario	Number of electric vehicles until 2020	Fuel price elasticity
0A	0	-0.55
0B	0	-0.05
1A	500,000	-0.55
1B	500,000	-0.05
2A	1,000,000	-0.55
2B	1,000,000	-0.05
3A	46,000,000	-0.55
3B	46,000,000	-0.05

3 Szenarien zur Anzahl von Elektrofahrzeugen bis 2020: 500.000 / 1 Mio / 46 Mio.
Bandbreite der Elastizität der Fahrleistungen gegenüber den Benzin-/Stromkosten

Benzinverbrauch (Flotte) - heute: innerorts:9,8 l/100km - außerorts:6,5 l/100km
Annahme für 2020: innerorts: 8,5 l/100km - außerorts: 5,7 l/100km

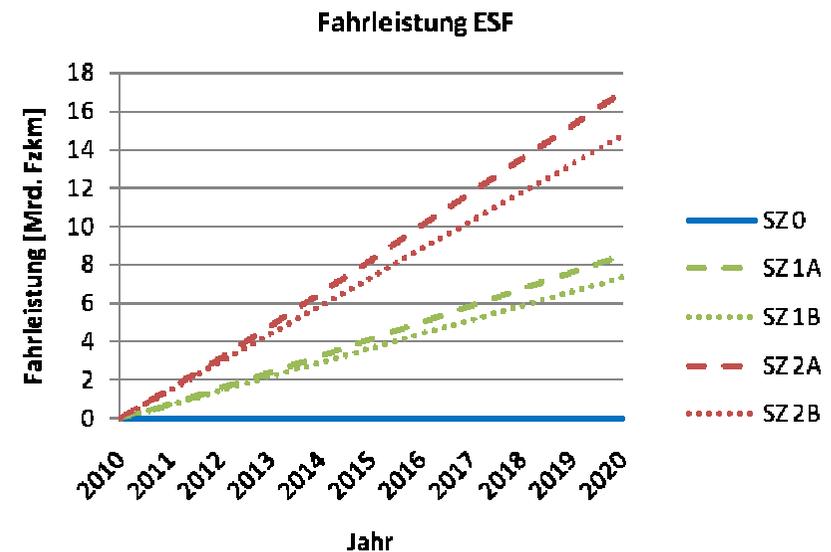
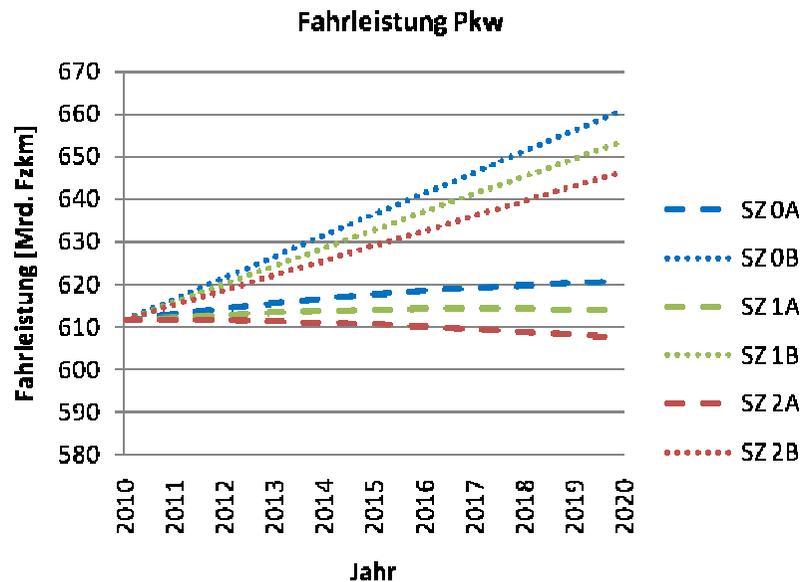


Energiekosten



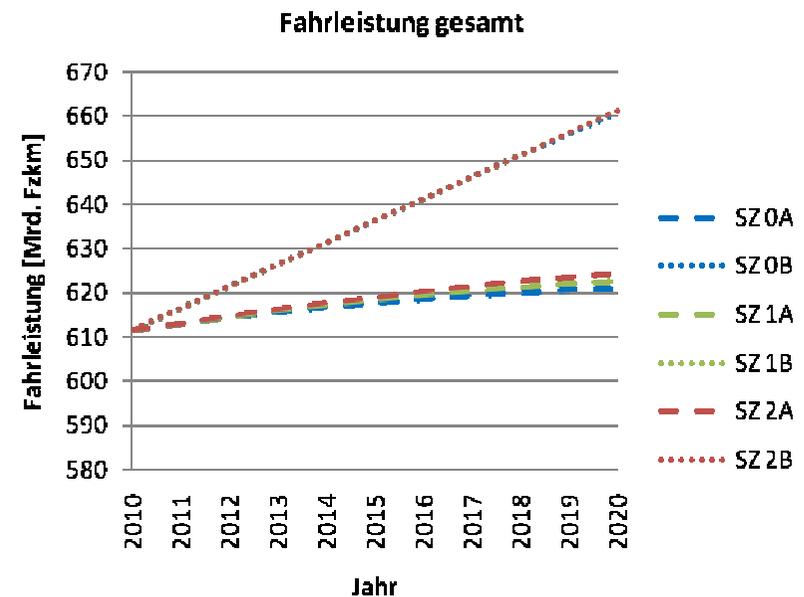
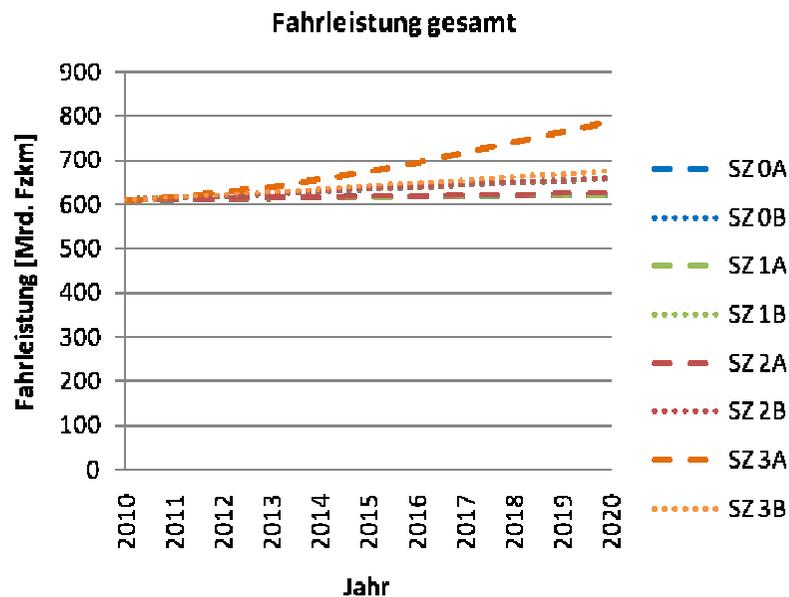
Entwicklung der Fahrleistungen – Pkw und Elektro

- Zusätzliche Fahrleistungen in Abhängigkeit von Kosten



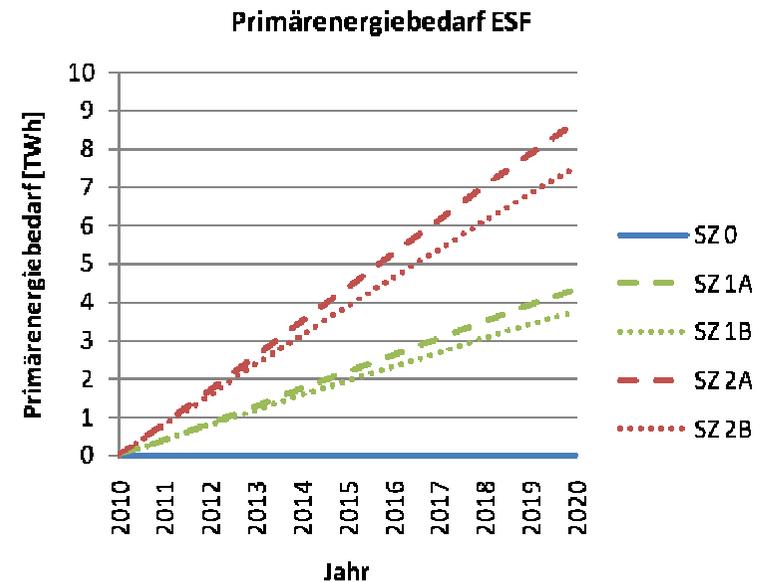
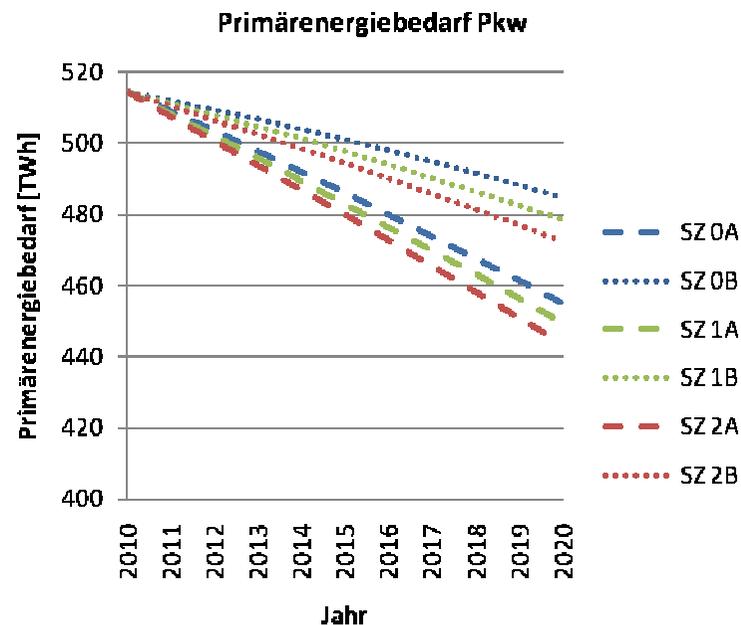
Entwicklung der Fahrleistungen - gesamt

- Risiko: zusätzlich induzierte Fahrten



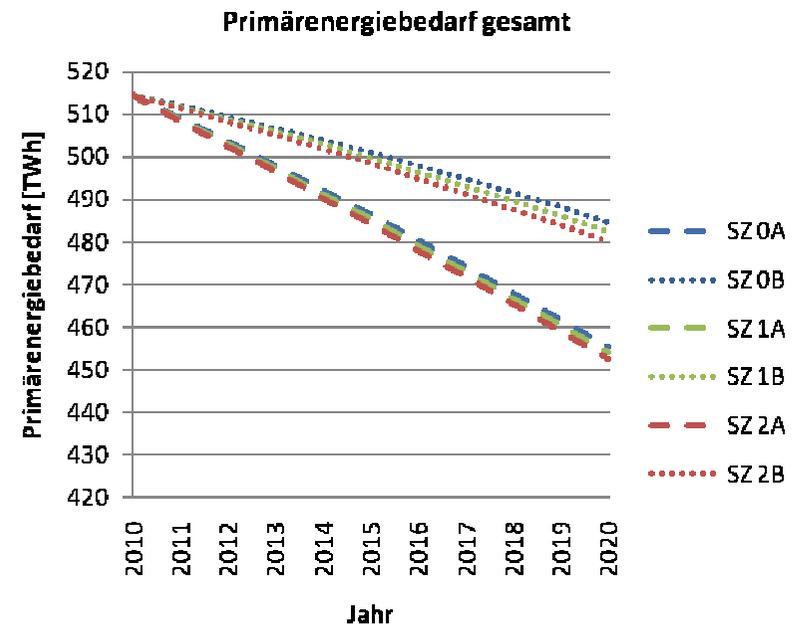
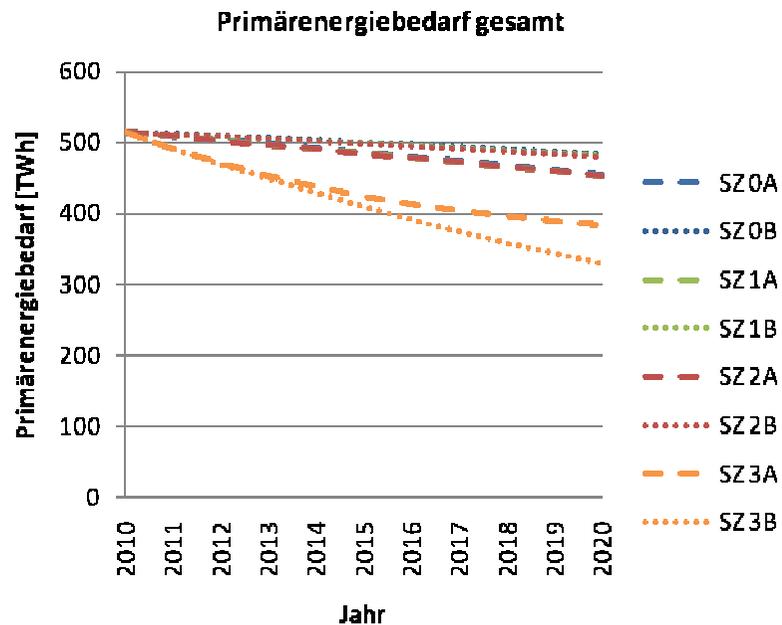
Energiebedarf Pkw und Elektroauto

- Marginaler zusätzlicher Energiebedarf im Strommarkt



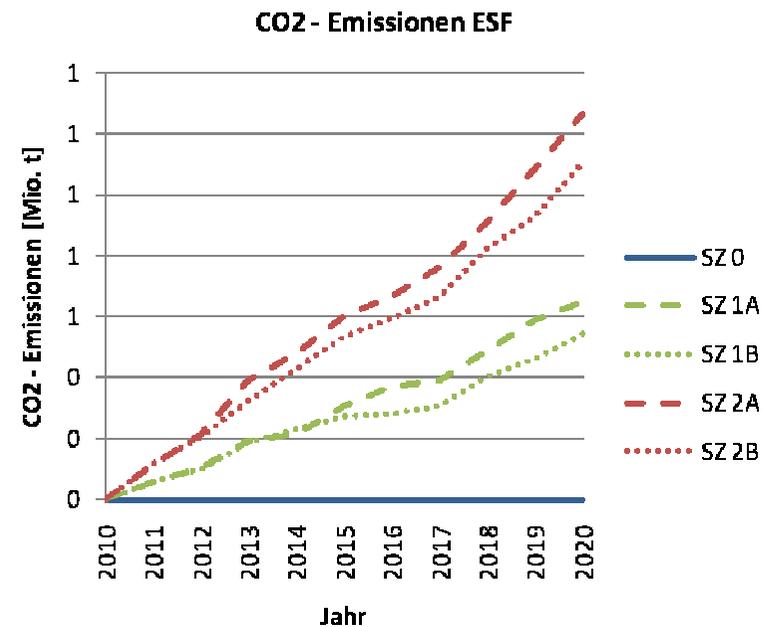
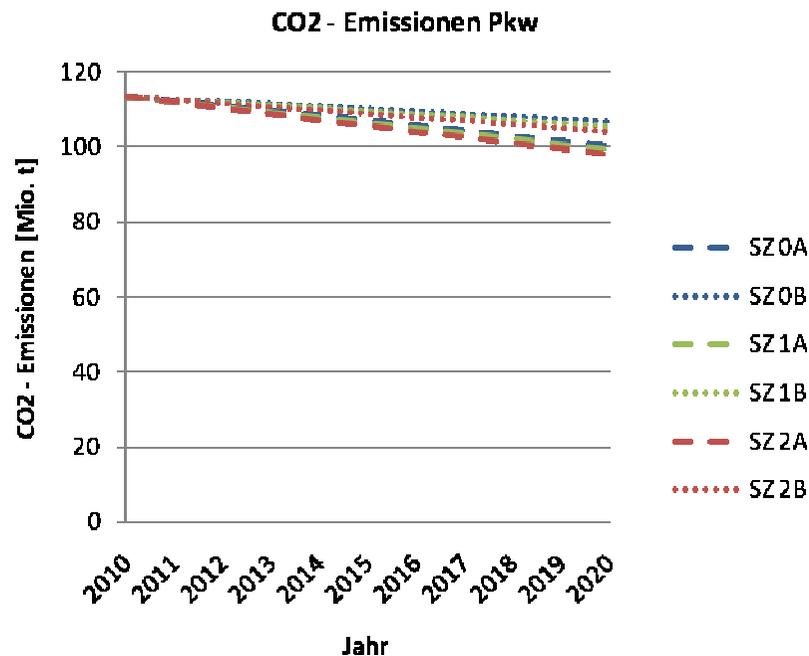
Primärenergiebedarf

- Keine deutliche Reduktion des Gesamtenergiebedarfs (außer im theoretischen Extremszenario "Vollsubstitution")



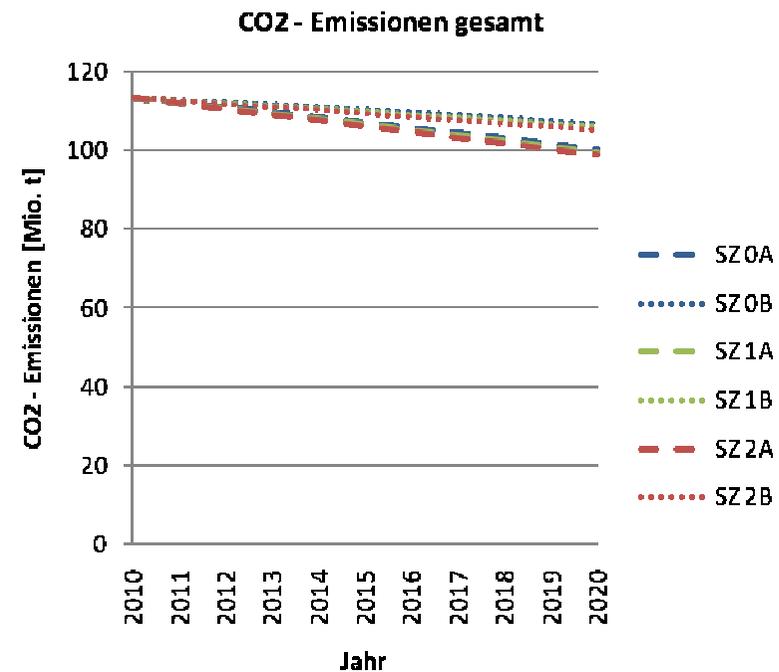
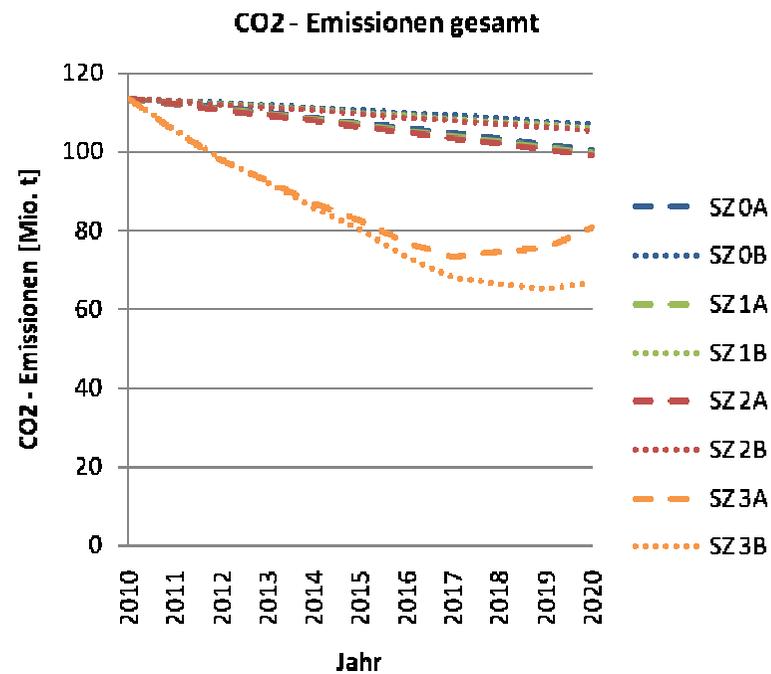
CO₂ Emissionen

- Auch Elektroautos verursachen CO₂-Emissionen (etwa 50% gegenüber konventionellem Antrieb, bei bundesweitem Strommix/Kraftwerkspark)

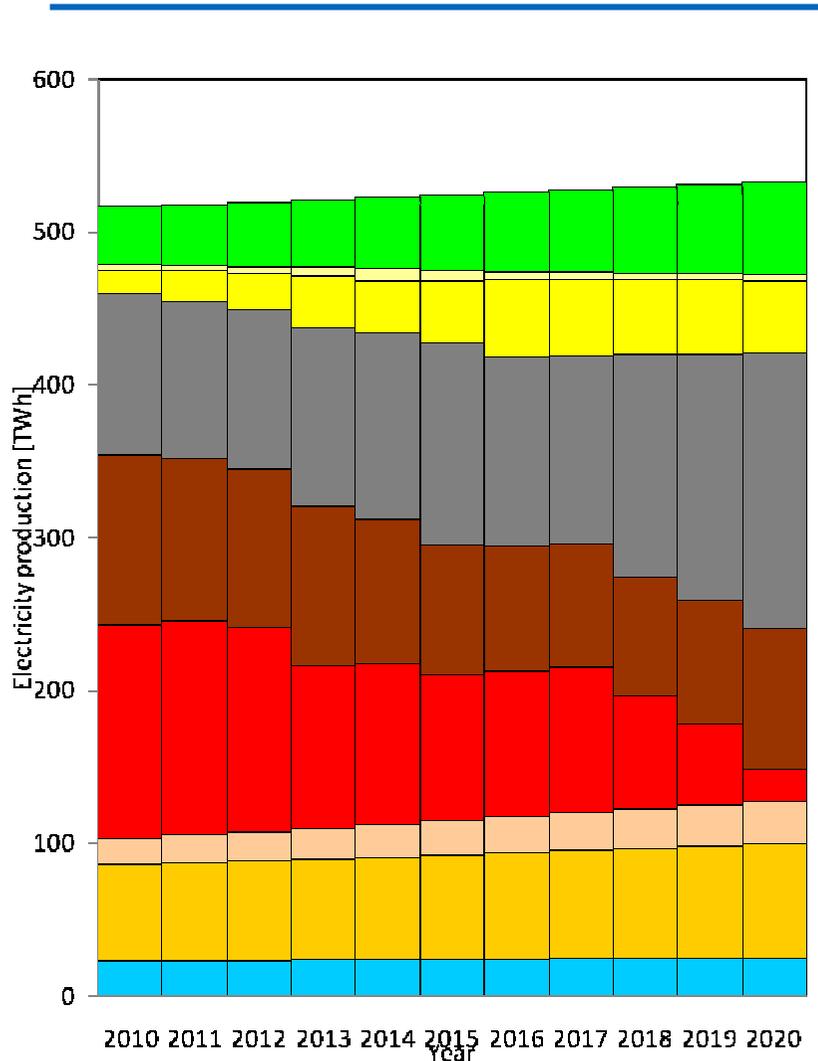


CO₂ Emissionen

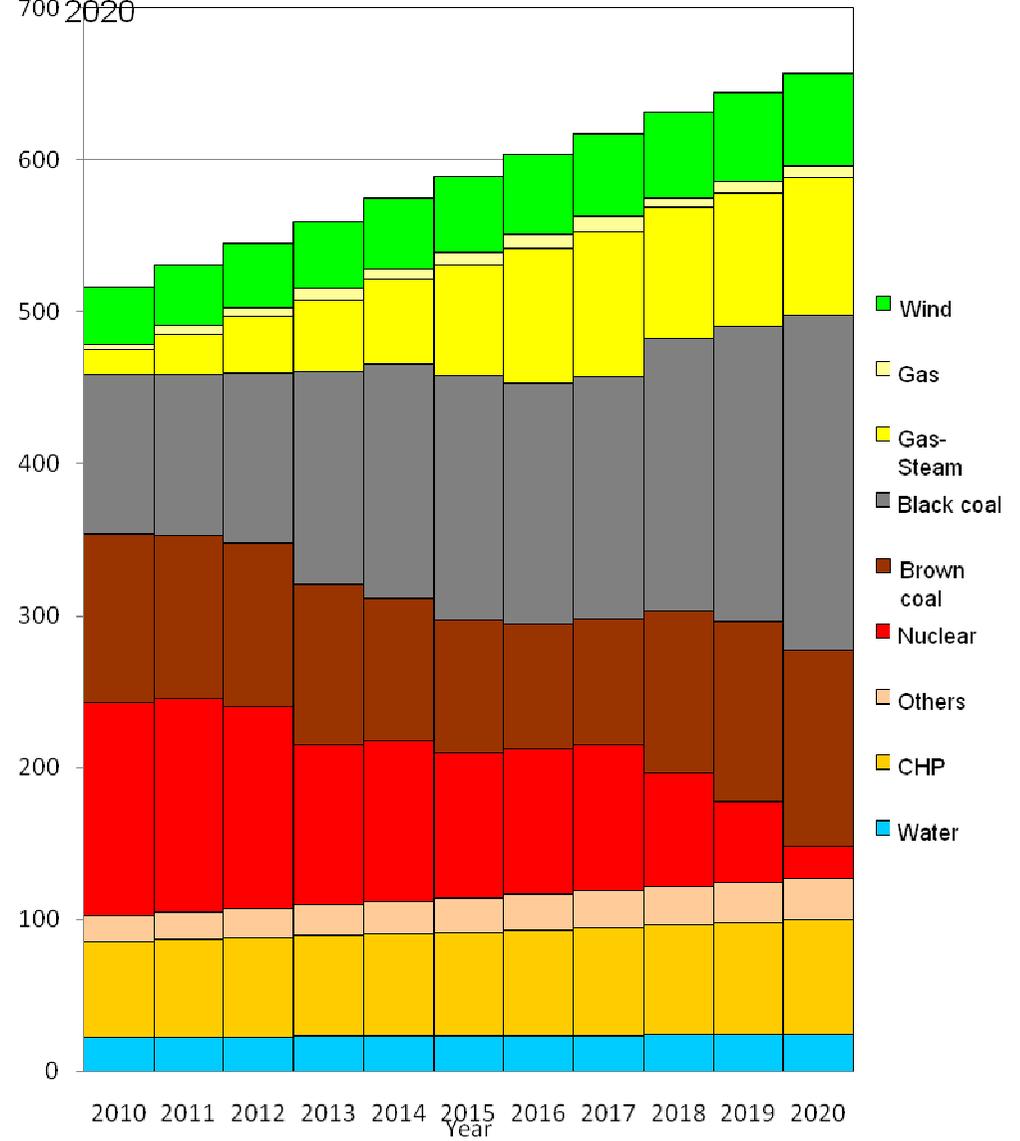
- CO₂ Reduktionspotenzial begrenzt
(im Straßenpersonenverkehr ca. 1,5% im “Merkel-Szenario,
bundesweit 1 Mio. Elektrofahrzeuge)



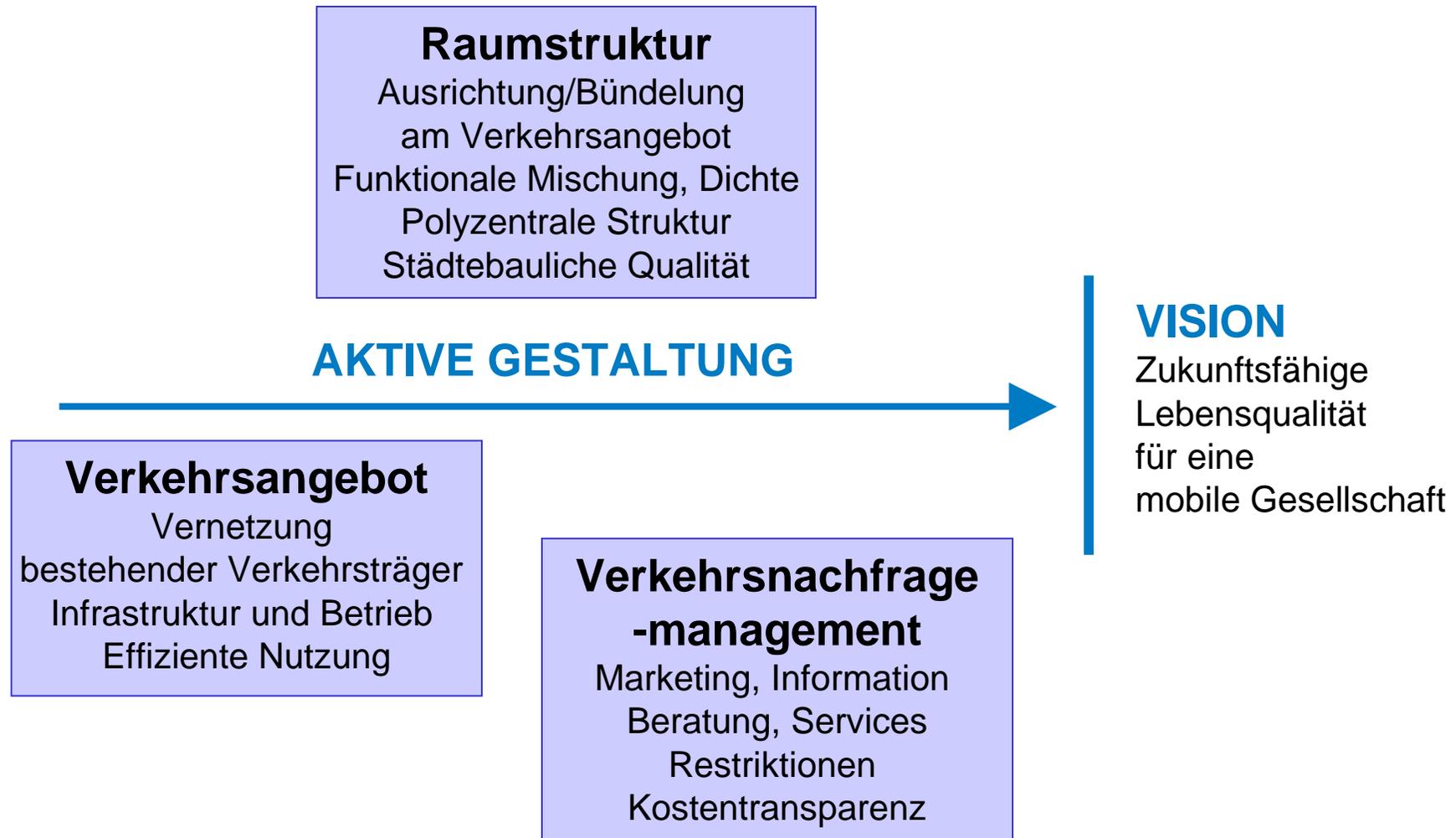
Szenario 1A – 500.000 Elektrische Straßenfahrzeuge in 2020



Szenario 3A – 46 Mio. Elektrische Straßenfahrzeuge in 2020



Elektromobilität als Baustein in Mobilitätskonzepten



Potenziale der Einbettung in der Region

- Peripherer, monofunktionaler Standort mit geringer Dichte
Oliver hat ein Haus in Kirchheim und arbeitet in GADA A8.
 - 7.00 h
mit dem Pkw nach Bergkirchen
(39 km Pkw, Stellplatz am Werk)
 - Nachmittags
Zahnarzttermin in München-Altstadt
(19 km Pkw, 4,50 € Parkgebühr ...)
 - Auf dem Heimweg:
Einkaufen in den Riem-Arkaden
(6 km + 13 km Pkw)
 - Am Abend geht er mit dem Hund
spazieren um frische Luft zu schnappen
- 75 km Pkw
- Energieverbrauch: 4,5 l Super (Golf) bzw. 20 kWh (Opel Ampera*)
- CO₂-Ausstoß: 10,5 kg CO₂ (140g/km) bzw. 2,9 kg CO₂ (38g/km) **- 72%**

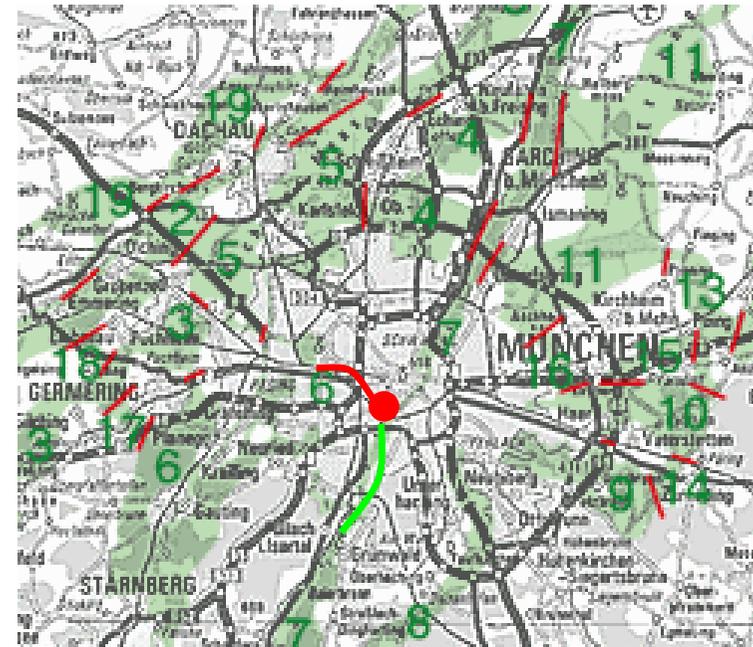


*Plug-In Hybrid ab 2011, Reichweite rein elektrisch 60km → Annahme Aufladung am Werk



Potenziale urbaner Mobilität (ÖPNV / Nahmobilität)

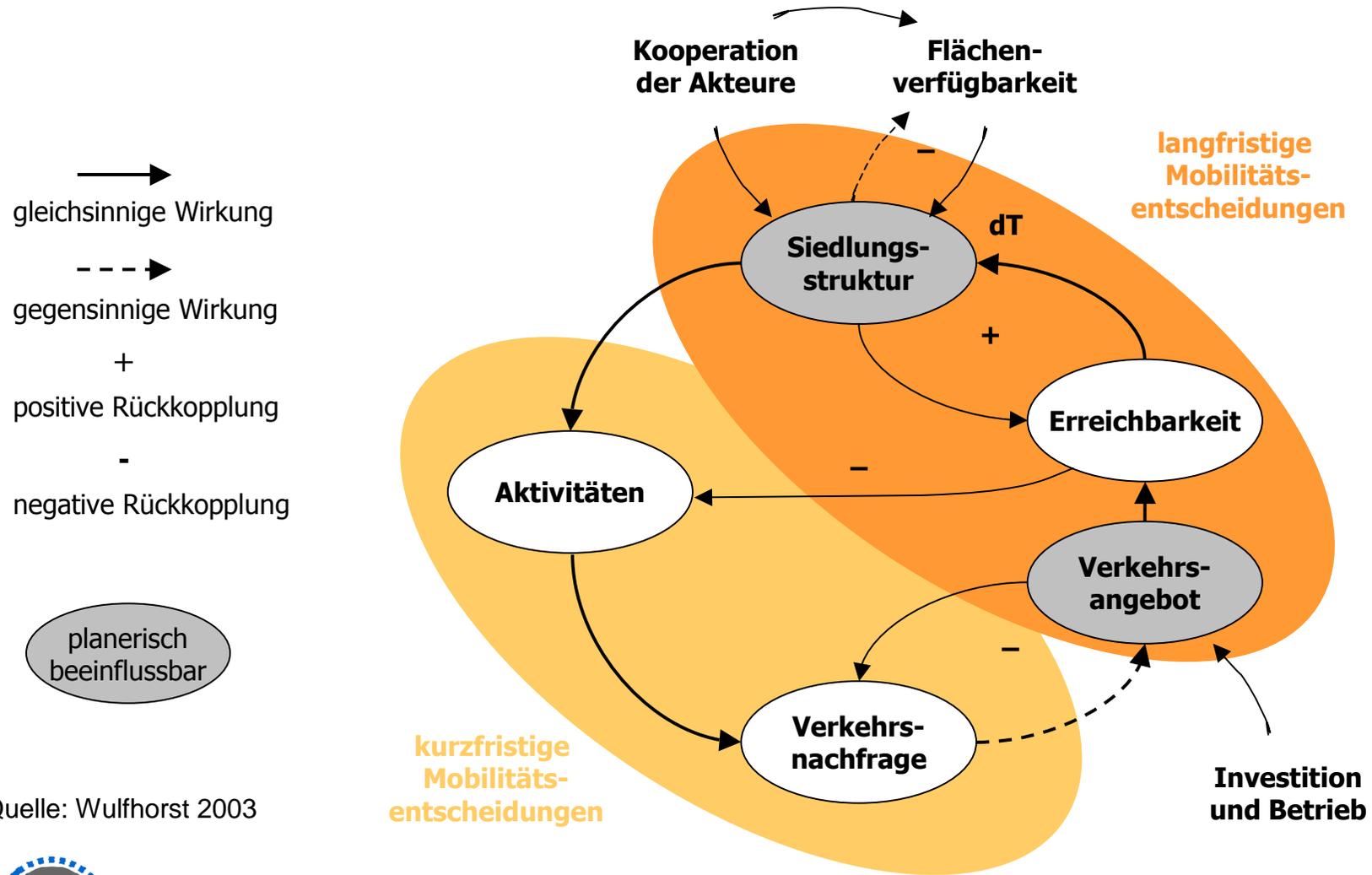
- Zentraler Standort, dicht, gemischt genutzt, ...
Michaela wohnt in der Isarvorstadt und arbeitet im Arnulfpark
 - 6.30 h Tram Line 17 zur Arbeit im Arnulfpark (Versicherung) (4 km Tram)
 - In der Mittagspause zur Post (in der Nähe des Büros, zu Fuß)
 - 16.30 h zurück nach Hause, unterwegs am Stachus Einkaufen (4 km Tram)
 - Am Abend fährt sie mit dem Rad an der Isar entlang in einen Biergarten (6 km)
- 8 km Tram
- Energieverbrauch: 1,4 kWh (+ 120 kcal ...)
- CO₂ Emissionen: 480 g CO₂ (Quelle: www.iwr.de)



Reduktion um 95%



Gesamtsystem gestalten



Quelle: Wulfhorst 2003



Potenziale und offene Fragen

1. Nachhaltige Elektromobilität?

Sozial: Sicherung der Mobilität nach “Peak Oil” – v.a. im suburbanen Raum

Ökonomisch: Wettbewerbsfähige Geschäftsmodelle (Nutzer/System)

Ökologisch: Reduktionspotenziale Lärm, Feinstaub, CO₂

2. Rolle der Elektromobilität im Motorisierten Individualverkehr:

Potentiale und Risiken – Nutzerverhalten bei unterschiedlichen

Preissituationen (Batterie-Leasing; Flatrate für den Strom, ...)

Potenziale innovativer Mobilitätsservices (Car Sharing; Public Car Services)

5. Wechselwirkungen zwischen dem neuen **Verkehrsangebot** und dem

Mobilitätsverhalten langfristig (Image und Präferenzen;

Motorisierung/Mobilitätsservice; Standortentscheidungen; ...) und

kurzfristig (v.a. Zielwahl, Verkehrsmittelwahl)



Potenziale und offene Fragen

5. Elektromobilität als Baustein in einem integrierten urbanen Verkehrssystem

Stärken und Schwächen, Entwicklungsperspektiven
(Elektroauto/Hybrid; Pedelecs, E-bikes, Hybridbus, ...) in Ergänzung zum Öffentlichen Verkehr; Verknüpfung zur Nahmobilität

6. Kommunalisierung von Mobilitätsservices – Integration mit Energieversorgern

Nutzung der Elektrofahrzeuge als Puffer für erneuerbare Energien (smart-grid) ...

7. Integration der **Infrastruktur für Elektromobilität in das städtische Umfeld**: Standorte, Anzahl, Gestaltung von Ladestationen (Batteriewechselstationen?) im privaten und öffentlichen Raum; Netzzugang im urbanen Bereich (ohne privaten Stellplatz)

8.



First selection of project ideas

Climate KIC / Electric mobility

8. **Assessment** methods and **life-cycle analysis** of electric vehicles:
The potential and limits of electric mobility with respect to sustainability criteria have to be taken in account for a pro-active policy and respective planning mechanisms (objectives; strategies; actions)
9. Concepts for **e-mobility in megacities** (e.g. public e-car rental stations, car-sharing concept, private vehicles) – potentials and requirements
10. Stated preference survey on the **potential number and utilisation** of electric vehicles: motorisation rates; trip purposes; travel demand patterns in function of transport costs
11. **Mobility pricing schemes**: concept and implementation of differentiated charging / route guidance
12. **Mobile Communication** (car2x/car2phone/car2infrastructure): Location / availability of charging stations, capacity of battery with the objective of optimising route planning/usability of electric vehicles
13.



Dran bleiben ...

Institut für Verkehrswesen

Lehrstuhl für
Verkehrstechnik

(Prof. Dr.-Ing.
Fritz Busch)

Fachgebiet für
Siedlungsstruktur und
Verkehrsplanung

(Prof. Dr.-Ing.
Gebhard Wulfhorst)

Lehrstuhl und
Prüfamt für
Verkehrswegebau

(Prof. Dr.-Ing.
Stephan Freudenstein)

Interdisziplinäre Projektgruppe Mobilität und Verkehr - mobil.TUM
(Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike)

gebhard.wulfhorst@tum.de

