

$$\omega = \frac{v}{r} (1 + s_B) = \frac{v}{r} s^*$$



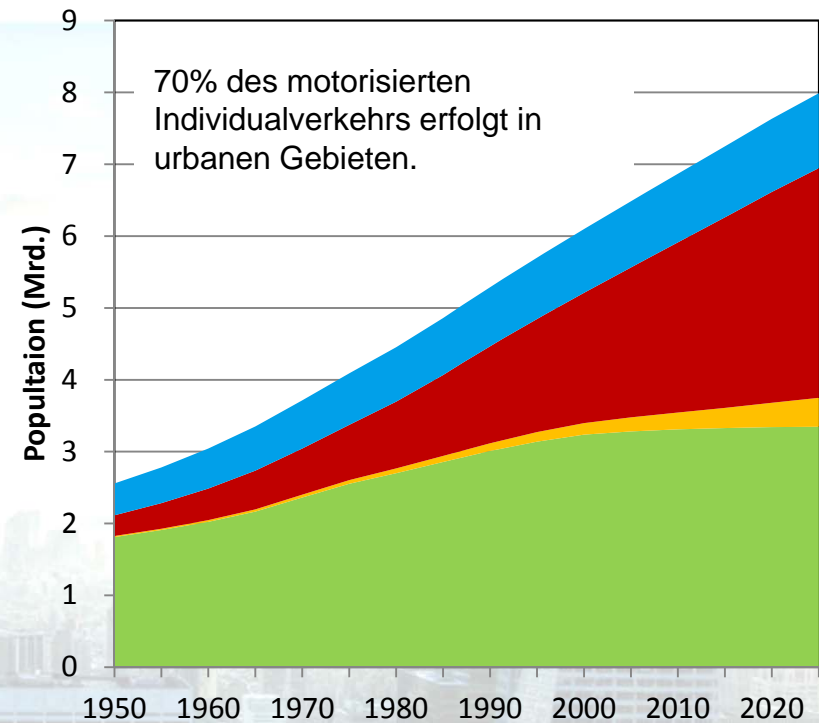
Roadmap Elektromobilität: was wir aus Life-Cycle Betrachtungen und Nutzerverhalten lernen können

E-Motion-Days, Innsbruck 20. - 21. Okt. 2016

Einleitung



Entwicklung der Weltbevölkerung



- population in congested areas, more developed regions (bio.)
- population in congested areas, less developed regions (bio.)
- population in congested areas, least developed regions (bio.)
- population rural (bio.)

Quellen: Brinkhoff, UNDESA, EU Transport in Figures, www.verbraucherfuersklima.de

Vereinbarung zur Reduktion der CO₂-Emissionen, Flottenverbrauch EU



- Durchschnittl. CO₂- Flotten Emissionen: **2012 ca. 160 Gramm pro km**
- Flottenemissionen Neufahrzeuge: **2015: 130 g/km.**
- Weitere Reduktion: **2020: 95 g/km.**
- Bei Verletzung dieser Grenzwerte: **Strafzahlungen** durch OEM.
- <http://www.acea.be>

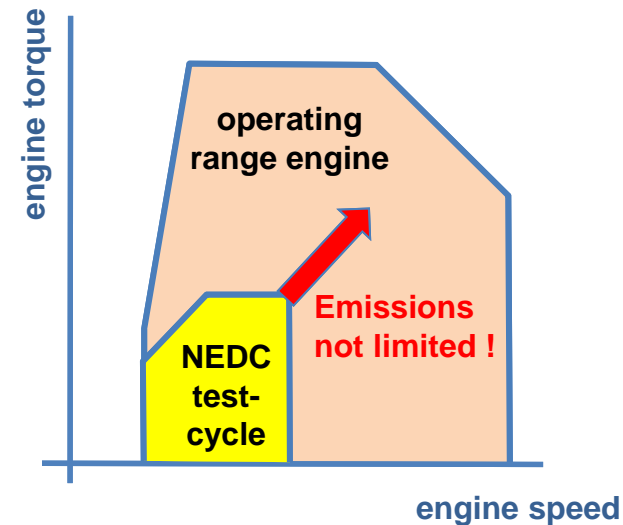
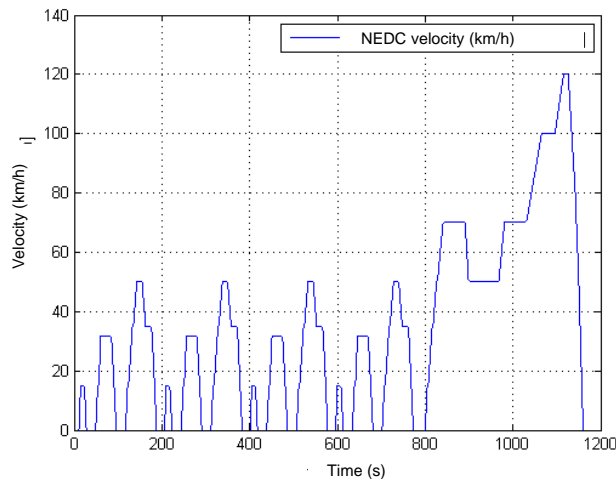
=>>>> Das bedeutet **eine Reduktion von ca. 40% in 8 Jahren**

Wie kann das funktionieren?

Vereinbarung zur Reduktion der CO₂-Emissionen, Flottenverbrauch EU

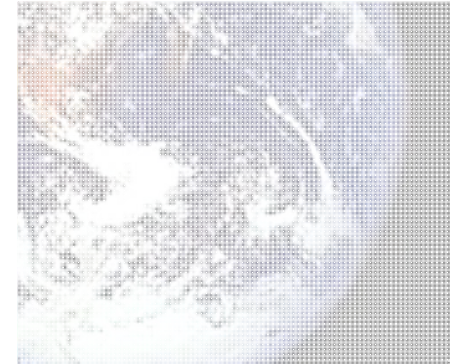


- Die **Emissionsgrenzwerte basieren auf standardisierten Testzyklen:** für CO₂ Flottenemissionen gilt NEDC bis 2020.

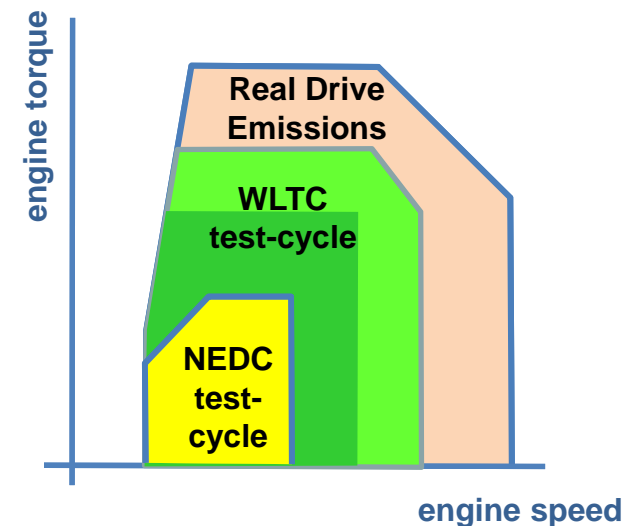
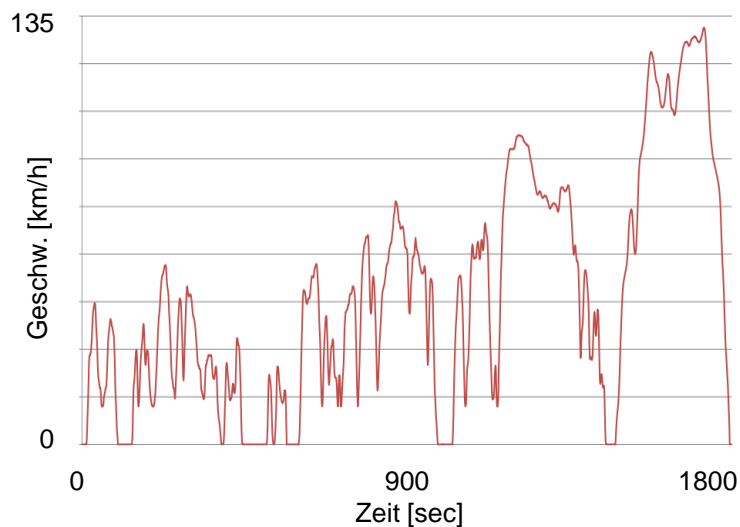


- Elektrifizierung und Hybridisierung:** nur CO₂ aus Fahrzeug-Abgas wird berücksichtigt.

Vereinbarung zur Reduktion der CO₂-Emissionen, Flottenverbrauch EU



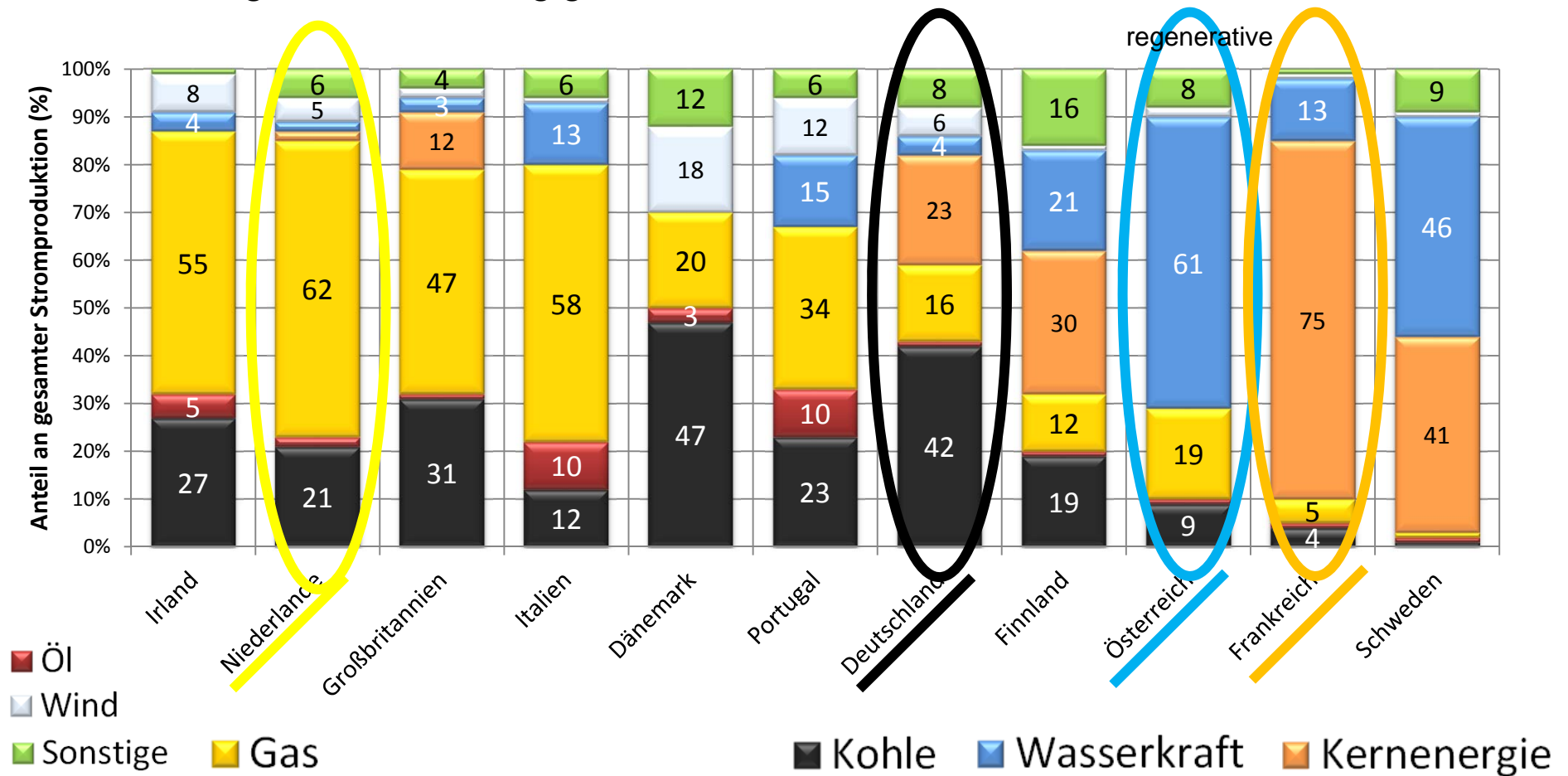
- Deutliche Verschärfung für **Schadstoffe** (NO_x, C_xH_x) ab **2016/17: WLTC-Zyklus und Real Drive Emissions**



- Geplant ab 2020: WLTC auch für CO₂, bei gleichbleibendem Grenzwert 95 g/km. Verschärfung für Realemissionen.
- Weiterhin: Emissionen **“Tank to Wheel “**(Fahrzeugabgas)

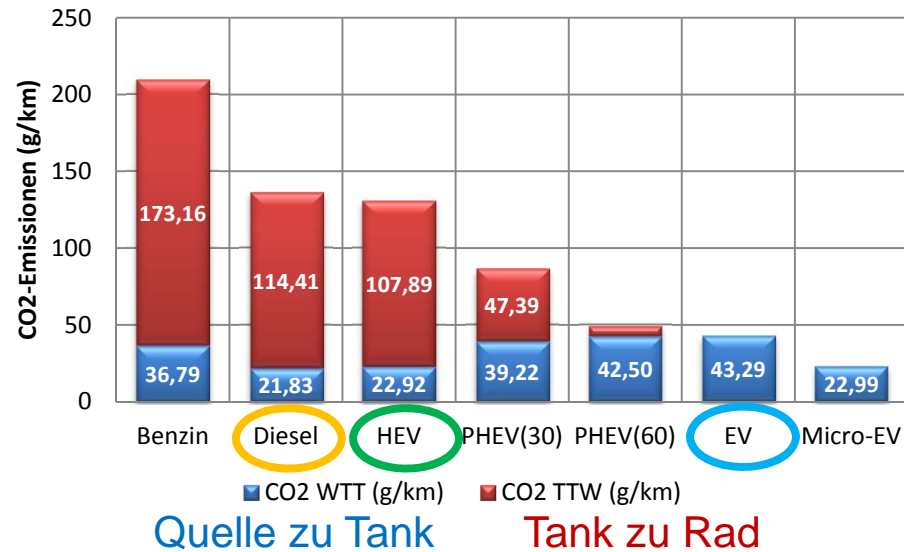
Anteil der elektrischen Energieerzeugung in EUROPA

Die Erzeugung von elektrischer Energie aus erneuerbaren Ressourcen ist die Basis für nachhaltige und unabhängige Mobilität.



CO₂ Emissionen PKW

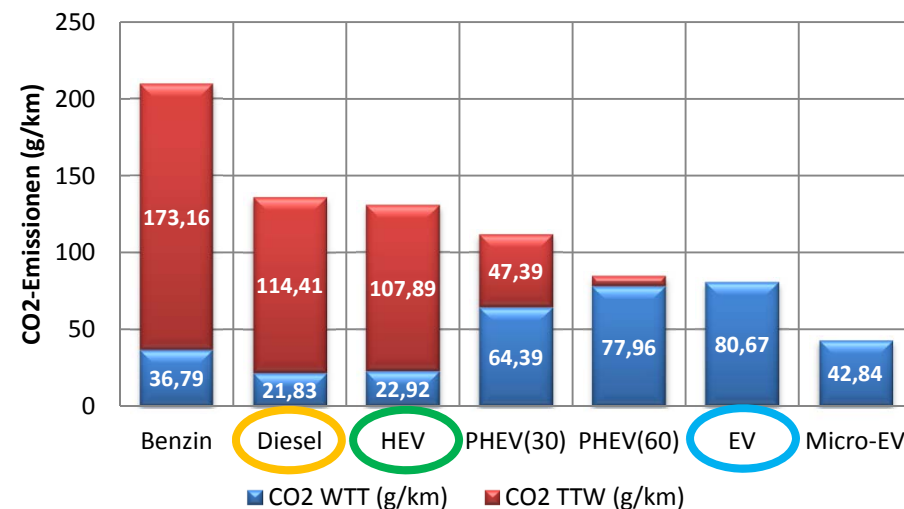
Energiemix Österreich



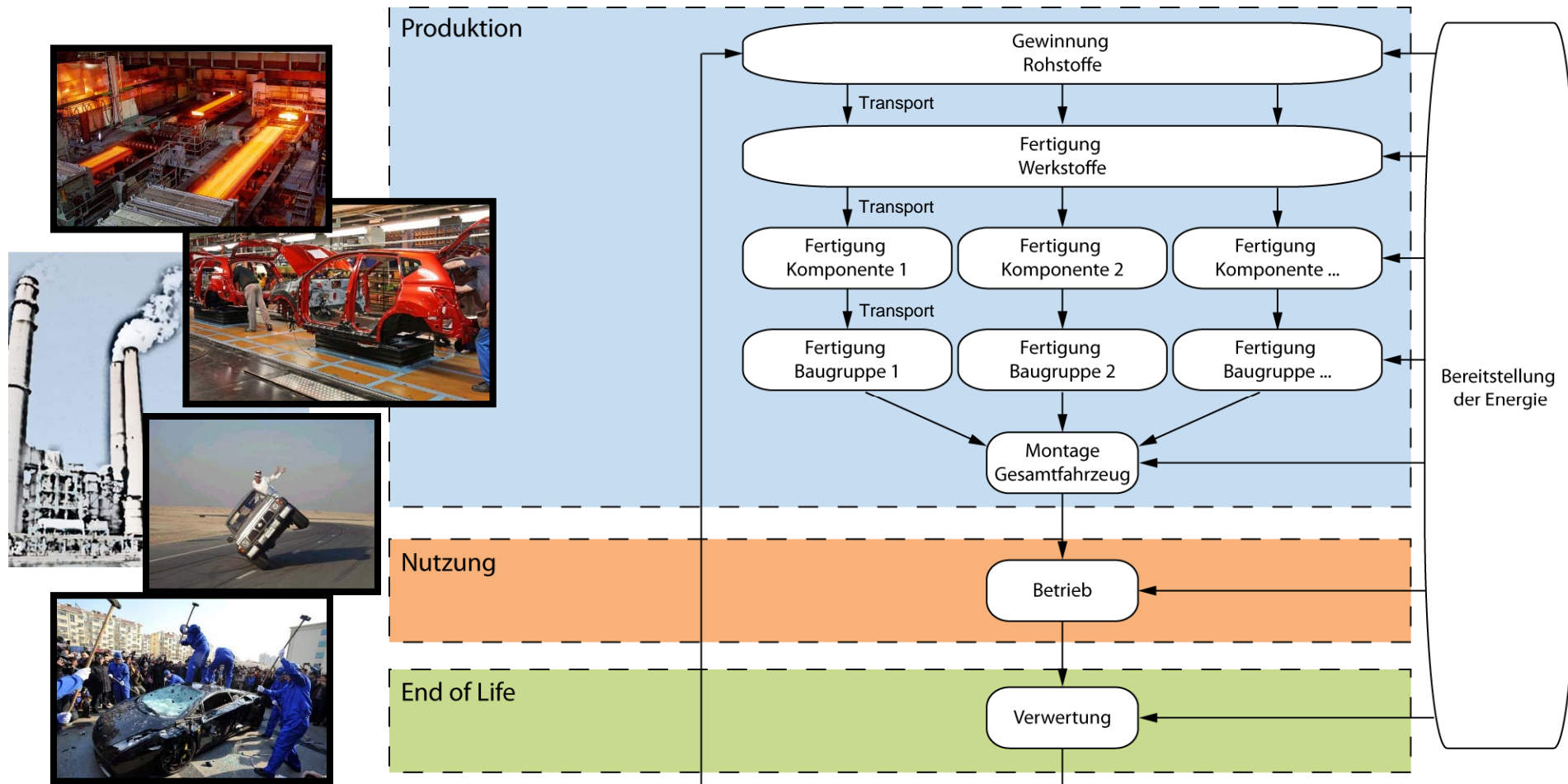
Für Fahrmuster „Kurzstrecke“ (hauptsächlich im Stadtverkehr), d.h. man könnte alles elektrisch fahren

- Diesel** Diesel-PKW
- HEV** Vollhybrid
- PHEV (30) Plug In-Hybrid (el. Reichweite 30 km)
- PHEV (60) Plug In-Hybrid 60 (el. Reichweite 60 km)
- EV** E-Fahrzeug, 4-Sitzer
- Micro-EV Elektrofahrzeug, 1-er

Energiemix EU

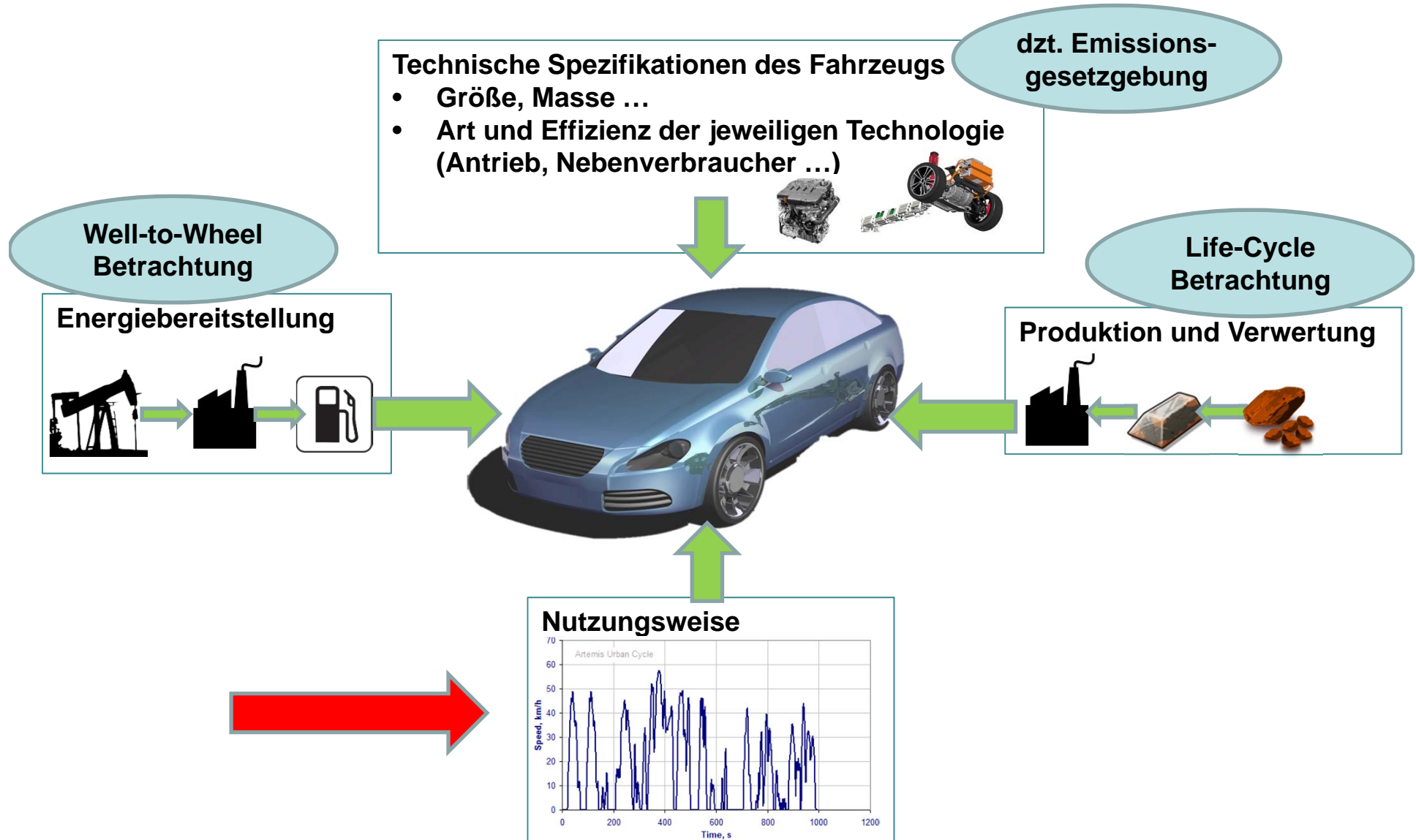


LCA - Life Cycle Assessment



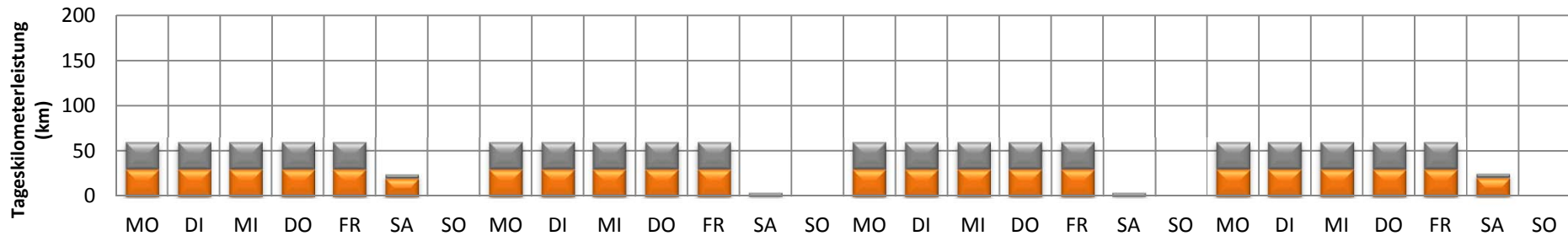
Bildquellen: www.bearing-news.com, www.carmagazine.co.uk, <http://www.bbc.co.uk/news/world-12759961>, www.airliners.net

Reale Emissionen von Mobilität werden auf 4 Ebenen verursacht

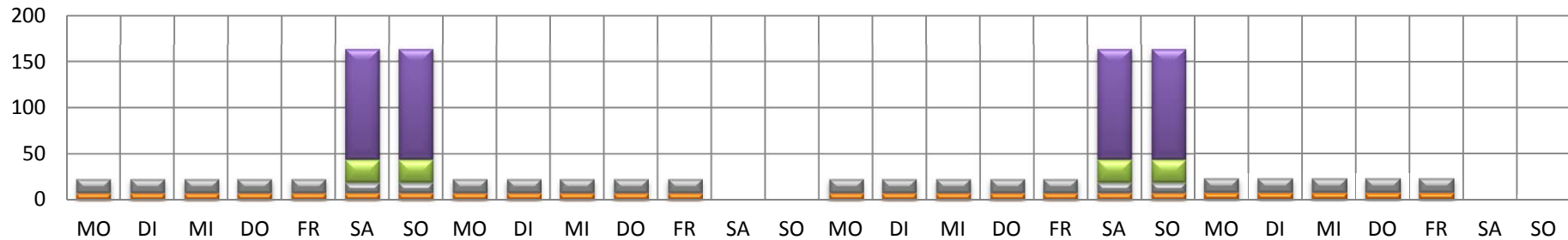


Eine weitere wichtige Dimension: Einfluss der Nutzungsweise

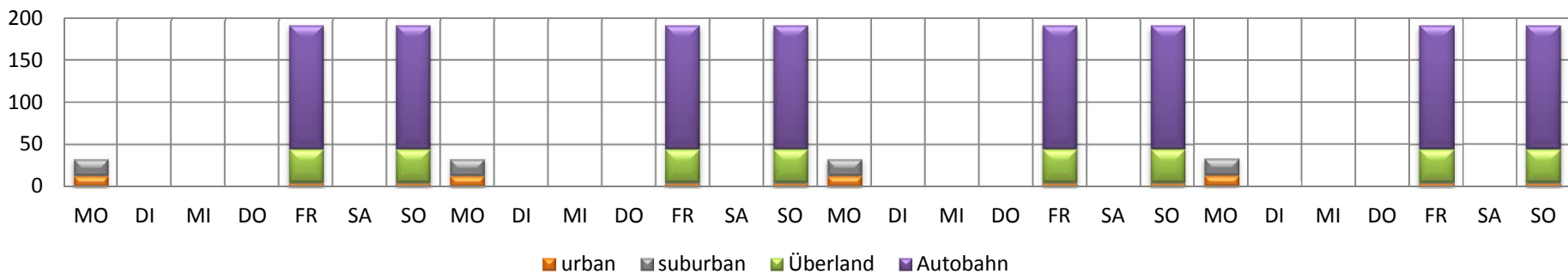
Täglicher Stadtverkehr



Stadtverkehr mit Wochenendausflügen (50% Landstraßen und Autobahn)

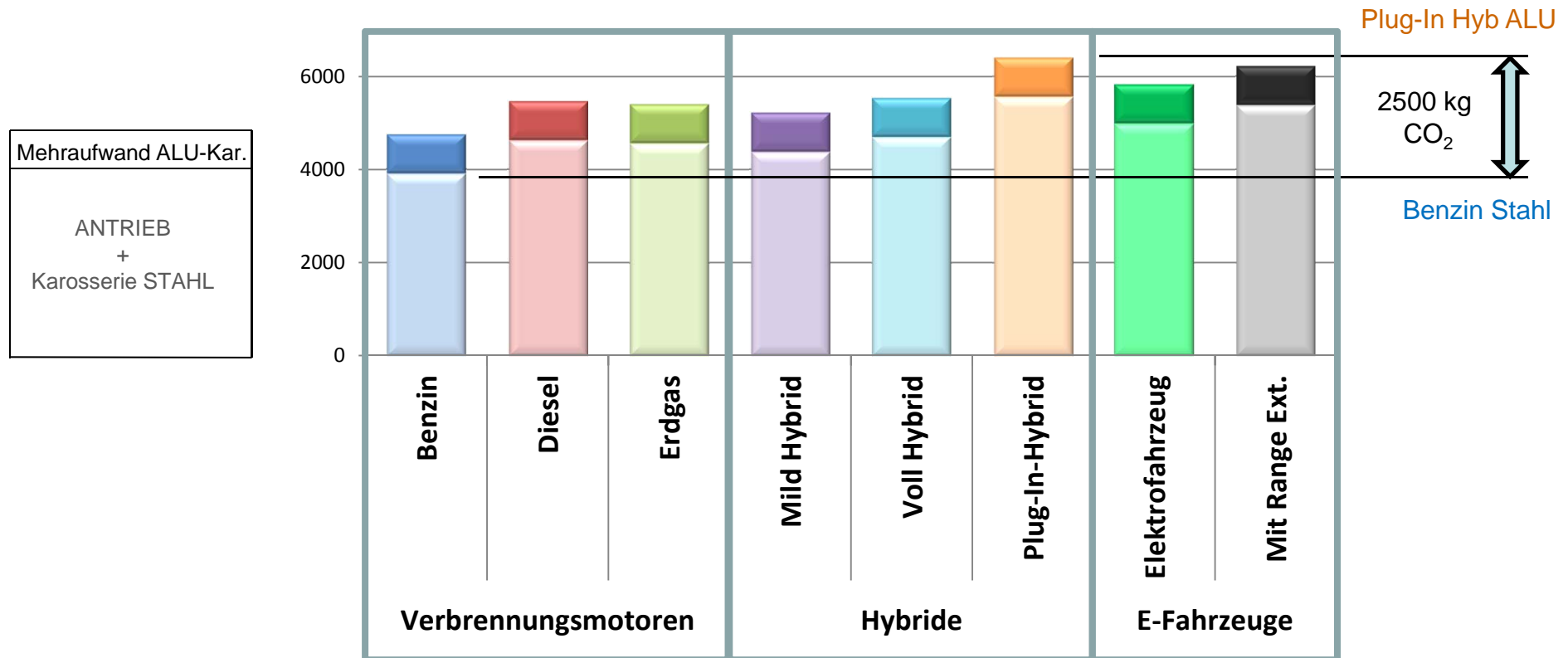


WochenpendlerIn/ LangstreckenfahrerIn (95% Landstraßen und Autobahn)



urban suburban Überland Autobahn

Startwert CO₂-Emissionen (kg): Produktion Antrieb + Karosserie

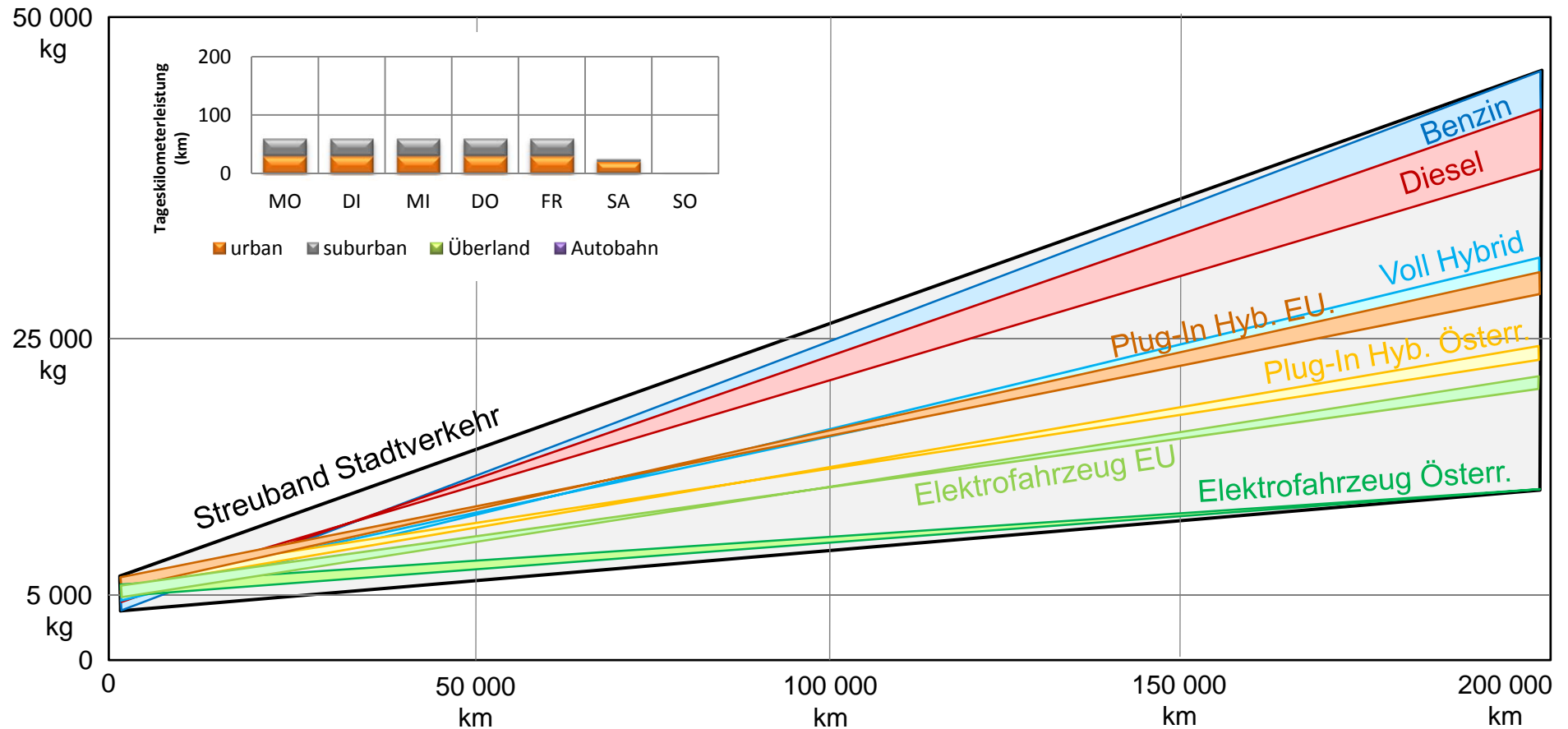


*) durchschnittliches österr. Fahrzeug: C-Segment („Golf-Klasse“), E-Fahrzeug 140 km Reichweite, Plug-In Hybrid 30 km elektrische Reichweite, Hybride auf Basis Benzin-Motor

**) Stahlkarosserie 400 kg, Alukarosserie 240 kg, Strommix EU

**) alle weiteren Produktionsprozesse: Parallelverschiebung der Balken

CO₂-Emissionen (kg): Stadtverkehr



- *) Erdgas etwa gleich wie Diesel: 24% Vorteil aus chem. Zusammensetzung kompensiert durch Otto-ähnliche Verbrennung und Kompression zur Speicherung
- ***) E-Fahrzeug mit Range Extender etwa gleich wie reines E-Fahrzeug: Range Extender kommt nicht zum Einsatz

Handlungsempfehlung Österreich

Szenario europ. OEM 2025:

- ca. 10% BEV
- ca. 10% PHEV

2015 2020 2025 +

Urbaner Verkehr:

Elektrifizierung „Zweitwagen“ & Verteilerverkehr, Ladepunkte in 220/380 V in allen Parkzonen – öffentl. & privat (Supermarkt, ...)

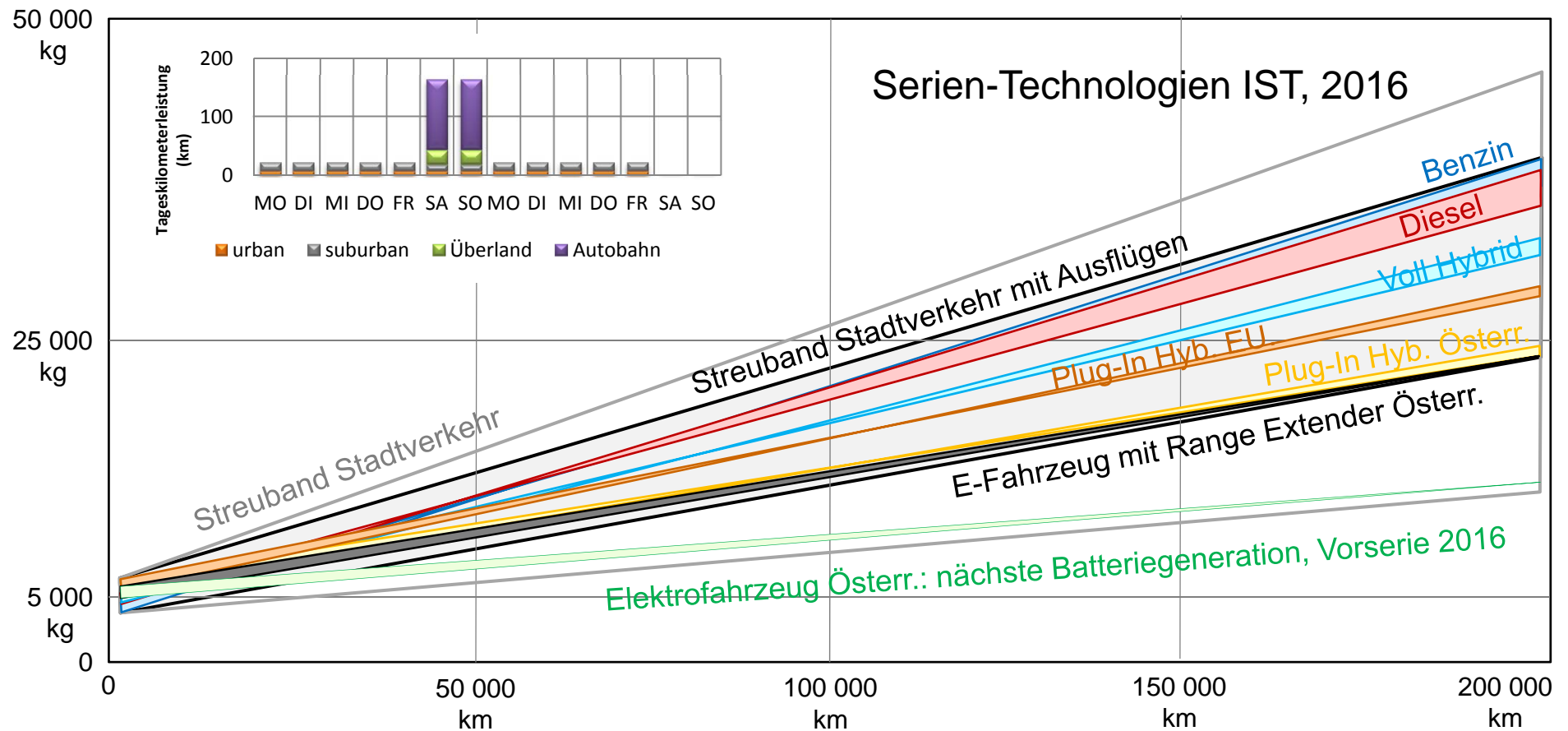
Notiz:

- Umfrage USA: Bevölkerung will, wenn im öffentlichen Bereich geladen wird, hauptsächlich Schnellladen.
- 220 V wird im öffentlichen Raum kaum genutzt, wenn Schnellademöglichkeit vorhanden.
- 380 V bis 44 kW Ladeleistung Kompromiss aus Kosten Ladestation, Verfügbarkeit el. Anschlussleistung und Ladezeit => bei jedem „Supermarkt“ möglich.

Voraussetzung: Ausbau regenerativer Energie, kompetitive BEV / PHEV



CO₂-Emissionen (kg): Stadtverkehr mit Ausflügen



*) reines E-Fahrzeug IST-Technologie NICHT dargestellt: Reichweitenproblem, ausgenommen sehr teure Luxusfahrzeuge

***) nächste Batteriegeneration, Vorserie 2016: ca. 50% mehr Reichweite als bisherige vergleichbare Fahrzeuge bei ca. gleichem Bauraum & gleiches Gewicht (Bsp. Herstellerangabe 300 km), verbessertes Laden 380V/11kW – Volladung in ca. 3 h.

Handlungsempfehlung Österreich

Szenario europ. OEM 2025:

- ca. 10% BEV
- ca. 10% PHEV

2015 2020 2025 +

Urbane Verkehr:

Elektrifizierung „Zweitwagen“ & Verteilerverkehr, Ladepunkte in 220/380 V in allen Parkzonen – öffentl. & privat (Supermarkt, ...)

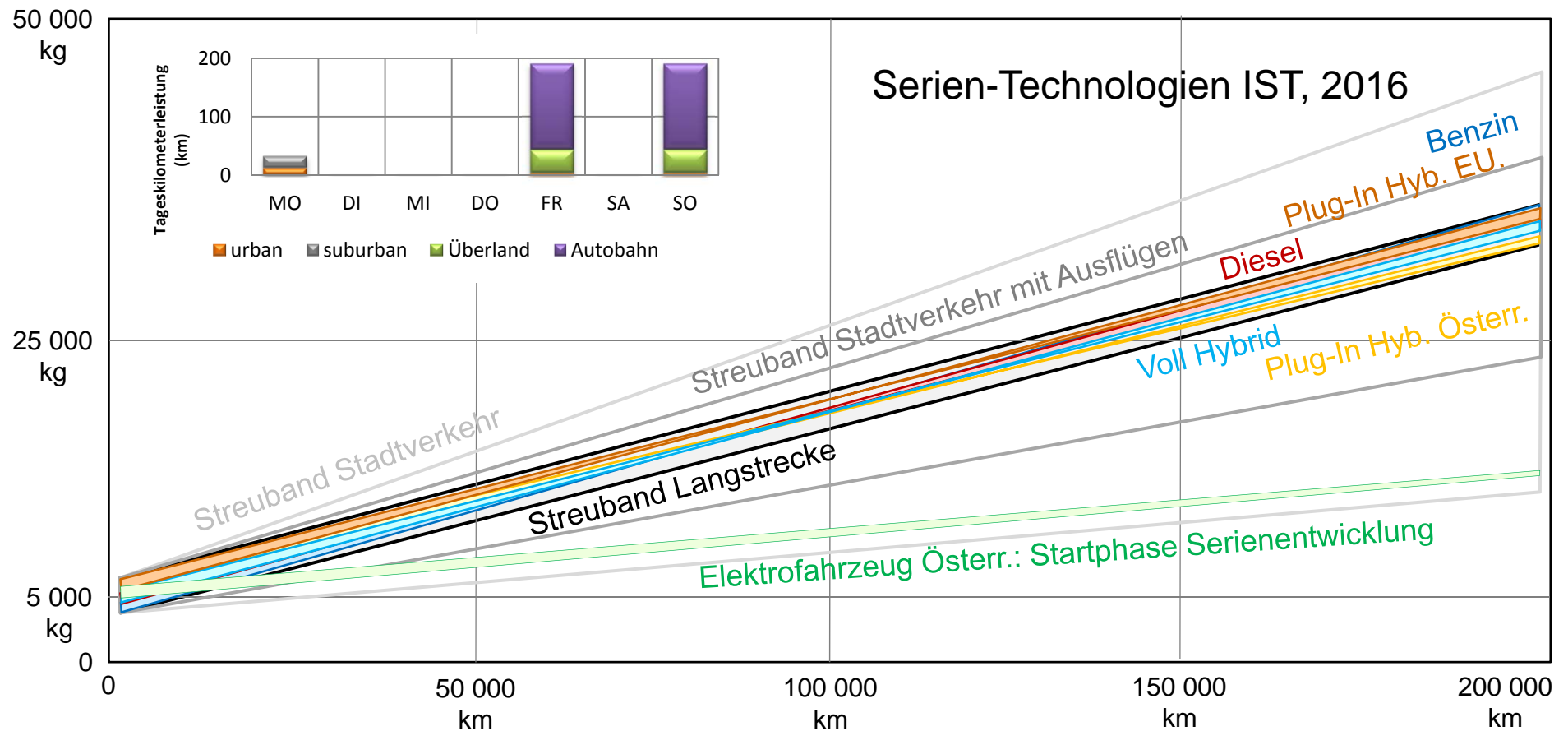
Naherholungsgebiete, städtisches Umfeld (bis ca. 100km), Überland:

220/380 V Ladepunkte in typischen Erholungszonen, Skigebiete, Badeseen, Bergsteigerparkplätze, Ausflugs-gasthöfe, Ortszentren, ...

Voraussetzung: Ausbau regenerativer Energie, kompetitive BEV / PHEV



CO₂-Emissionen (kg): Langstrecke



*) reines E-Fahrzeug IST-Technologie, NICHT dargestellt: Reichweitenproblem

***) E-Fahrzeug mit Range Extender IST-Technologie NICHT dargestellt: technisch wenig sinnvoll

***) E-Fahrzeuge in Startphase Serienentwicklung: 700-800V Systeme, etwa doppelte Reichweite als derzeitige vergleichbare Fahrzeuge + Elektrifizierung Prämiumsegment, Reichweiten Herstellerangaben erwartet bei 400 – 500(+) km

Handlungsempfehlung Österreich

Szenario europ. OEM 2025:

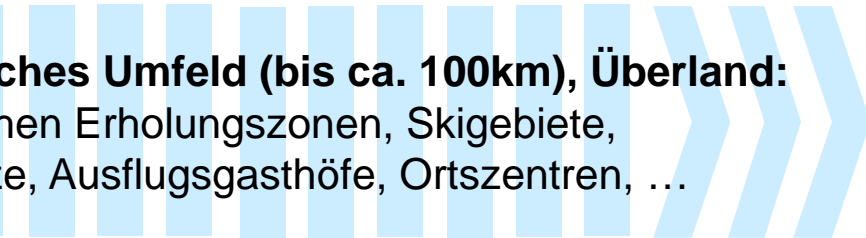
- ca. 10% BEV
- ca. 10% PHEV

2015 2020 2025 +

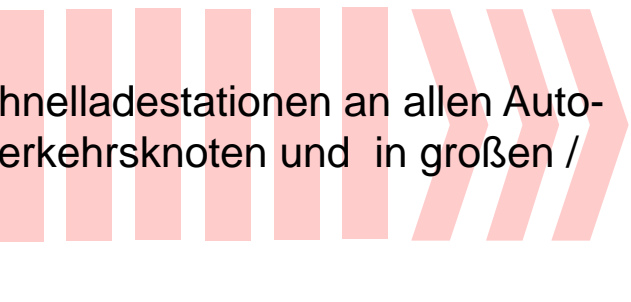
Urbaner Verkehr:
Elektrifizierung „Zweitwagen“ & Verteilerverkehr, Ladepunkte in 220/380 V in allen Parkzonen – öffentl. & privat (Supermarkt, ...)



Naherholungsgebiete, städtisches Umfeld (bis ca. 100km), Überland:
220/380 V Ladepunkte in typischen Erholungszonen, Skigebiete, Badeseen, Bergsteigerparkplätze, Ausflugs-gasthöfe, Ortszentren, ...



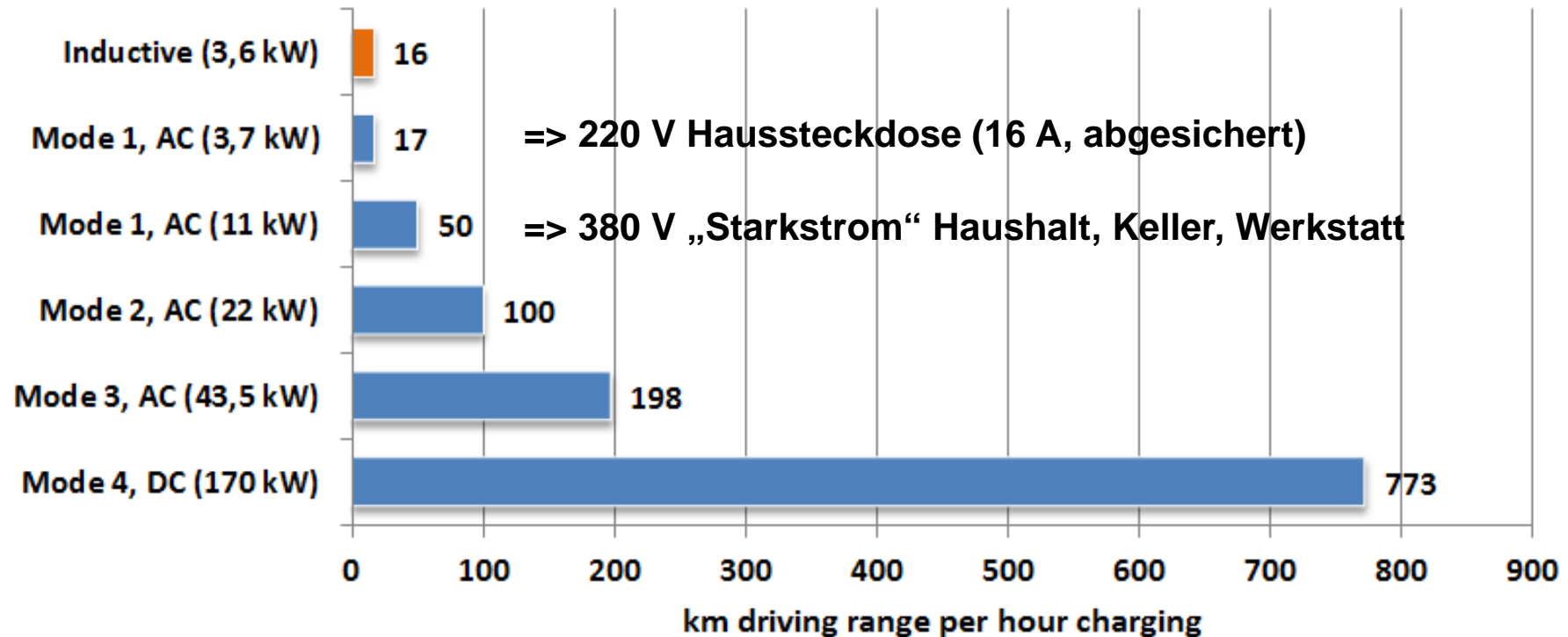
Langstrecke:
380 V in neuen privaten Garagen, 2-3 DC Schnelladestationen an allen Autobahntankstellen, DC-Schnellladezentren an Verkehrsknoten und in großen / mittleren Städten, ...



2015 2020 2025 +

Voraussetzung: Ausbau regenerativer Energie, kompetitive BEV / PHEV 

Problematik Laden



- Bsp.: 43 KW AC Schnellladen: 1 Std / 200 km
 - Bsp.: Tanken Diesel/Benzin: 5 min / 800 km (12 Fahrzeuge / Std)
- } 50-fache Anzahl an Ladestationen im Vgl. zu Zapfsäule
- Hochleistungs-Schnellladen erfordert schwere steife Kabel

*) 2016, max. Schnellladung: „Tesla Model S“: kurzfristig bis 85 kW, dann Reduktion der Ladeleistung

Problematik Wasserstoff

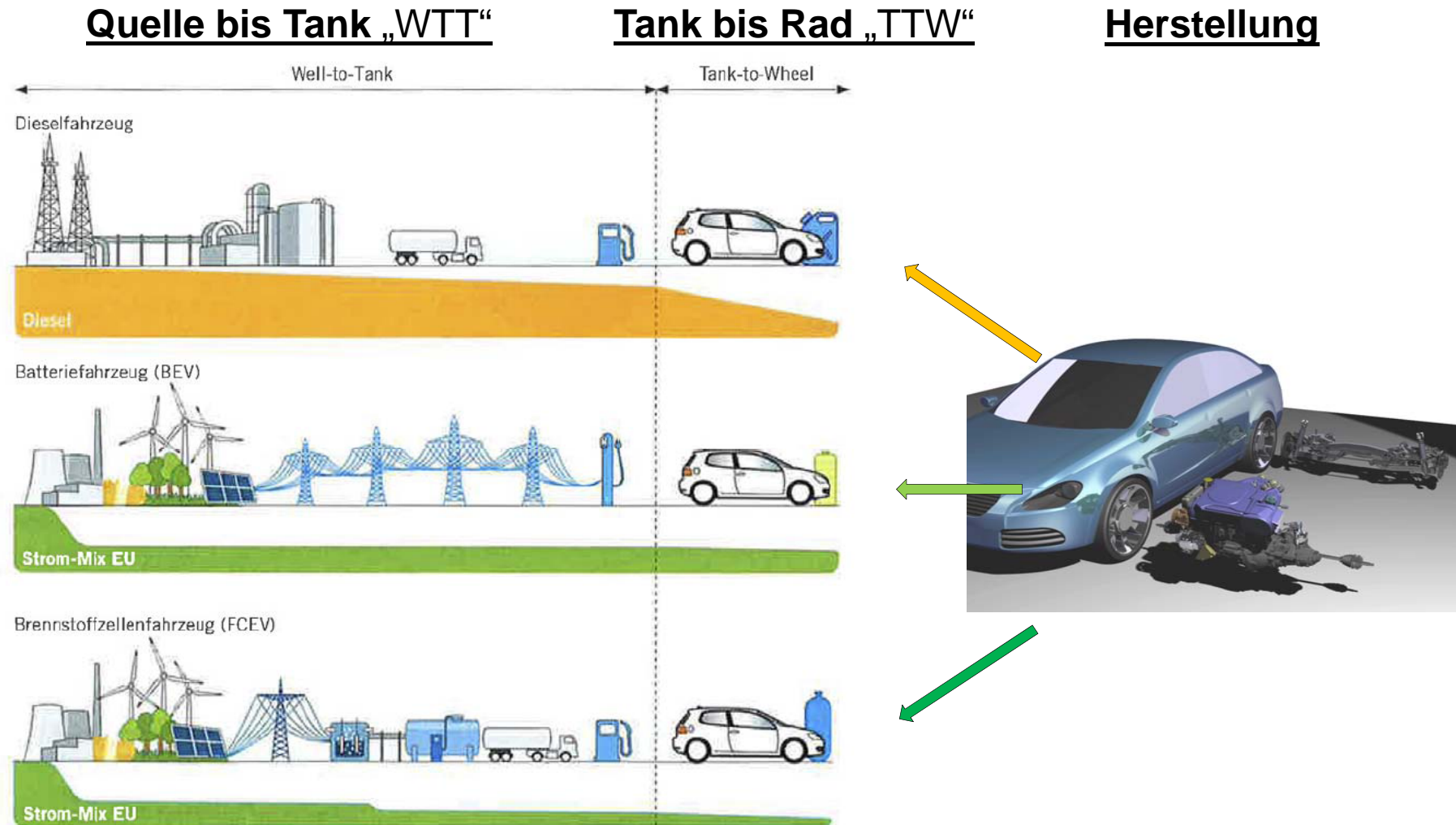
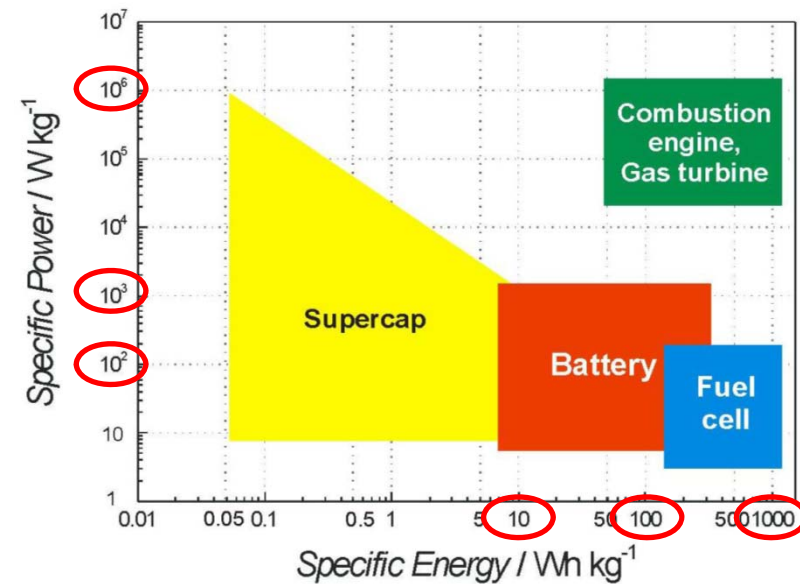


Bild 5: Wirkungsgradketten verschiedener Antriebe (exemplarisch) [MTZ 2/2012]

Problematik Wasserstoff

- Brennstoffzellenfahrzeug = E-Fahrzeug. "FCEV"
- Problemstellen Brennstoffzelle
 - Startverhalten
 - hohe spez. Energiedichte, geringe spez. Leistung
 - teuer (Platin)
 - Batterie als Puffer f. Leistungsspitzen



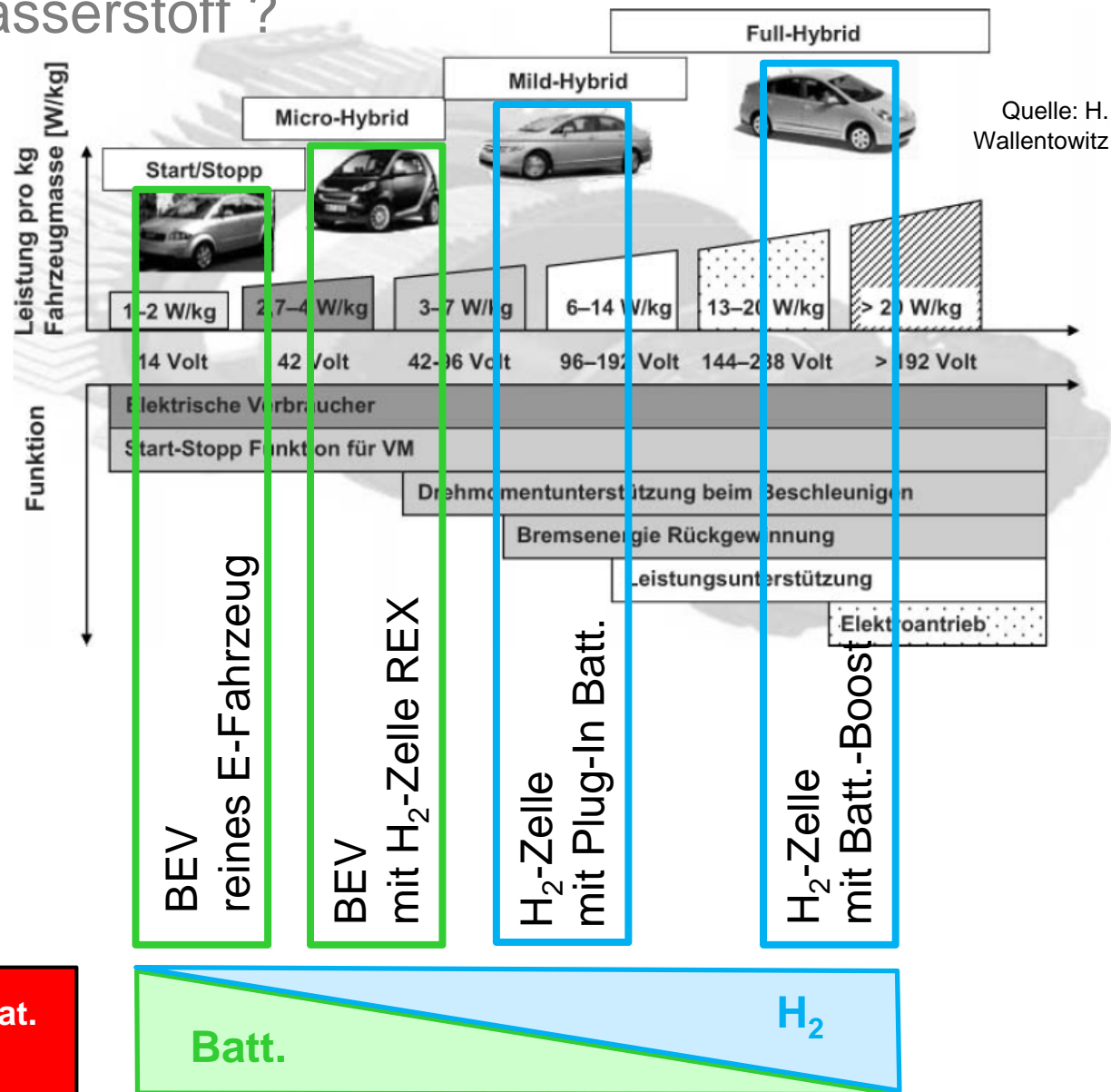
Quelle: M. Schmuck, VARTA

- Szenario:
 - Brennstoffzelle mittelfristig dann sinnvoll, wenn der politische Wille besteht, auch Langstrecke (Tank-to-Wheel) emissionsfrei zu fahren.
 - Wenn überschüssige regenerative elektrische Energie zur Verfügung steht (räumlich, zeitlich). Beispiel Windstrom in Norddeutschland.
 - Problem: Rentabilität: wie gut ist H₂-Erzeugung auslastbar, wie hoch ist Preis dieser Energieform?

Mögliches Szenario Wasserstoff ?

„Elektrifizierungs“-
-grad VKM-Hybride

„Hydrogenisierungs“-
-grad BEV-Hybride ?



Voraussetzung: Ausreichend regenerat. Energie, kompetitive H₂-Zelle

Conclusions

✚ **Real Emissionen** sind bestimmt durch 4 Ebenen:

- Technische Spezifikationen (Status Abgas- & Co₂ Gesetzgebung), Energieerzeugung, Life-Cycle und **NUTZUNGSWEISE**

✚ **Empfehlungen CO₂-Reduktion Österreich:**

- Expliziter CO₂-Gewinner urban: Batterieelektrische Fahrzeuge und Plug-In Hybride
- Je mehr Langstrecke: Batterie => VKM Hybridisierung
- Sehr langfristig ??: Batterie => H₂-Zelle Hybridisierung

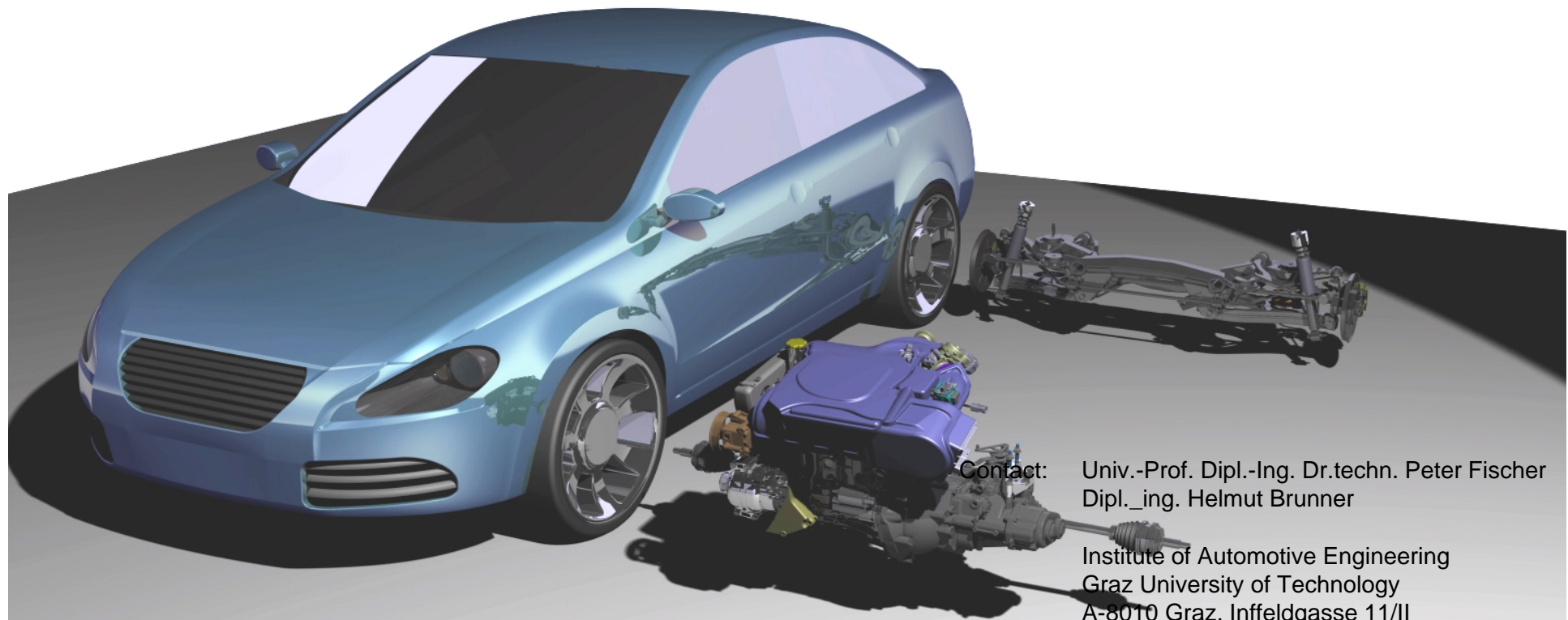
✚ Schlüssel-Technologie zur CO₂-Reduktion: primär **VERSORGUNG** mit **ERNEUERBARER** Energie .

- Schrittweise mit Elektrifizierung dort beginnen, wo größter Benefit: urbaner Verkehr; Fahrzeuge die viel „Stehen“ und kurz Fahren (Ladeproblematik, Ladeinfrastruktur, Kaltstartemissionen VKM)

✚ Leichtbauwerkstoffe sind aus CO₂-Sicht primär für urbane Fahrzeuge und konventionelle Verbrennungskraftmotoren empfehlenswert (Benzin, Diesel).

- Leichtbau für E-Fahrzeuge hauptsächlich aus Gründen Reichweite & Fahrspaß.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Univ.-Prof. Dr. techn. Peter Fischer
DI Helmut Brunner

TU Graz, Institut für Fahrzeugtechnik

Contact: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter Fischer
Dipl. Ing. Helmut Brunner

Institute of Automotive Engineering
Graz University of Technology
A-8010 Graz, Inffeldgasse 11/II
p. +43 (0) 316 873 35201
f. +43 (0) 316 873 35202
peter.fischer@tugraz.at
helmut.brunner@tugraz.at
www.ftg.tugraz.at