



SCIENCE-D@Y 2009

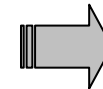
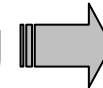
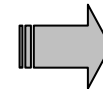
„Wege aus der Krise – die Zukunft durch nachhaltiges Wirtschaften gestalten“  
am 9. November 2009 in Hannover

# **(Auto)mobilität – Verkehr der Zukunft oder: Wie kann Mobilität ökologisch nachhaltiger gestaltet werden?**

Ulrich Höpfner  
Fachbereich “Verkehr und Umwelt”  
ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

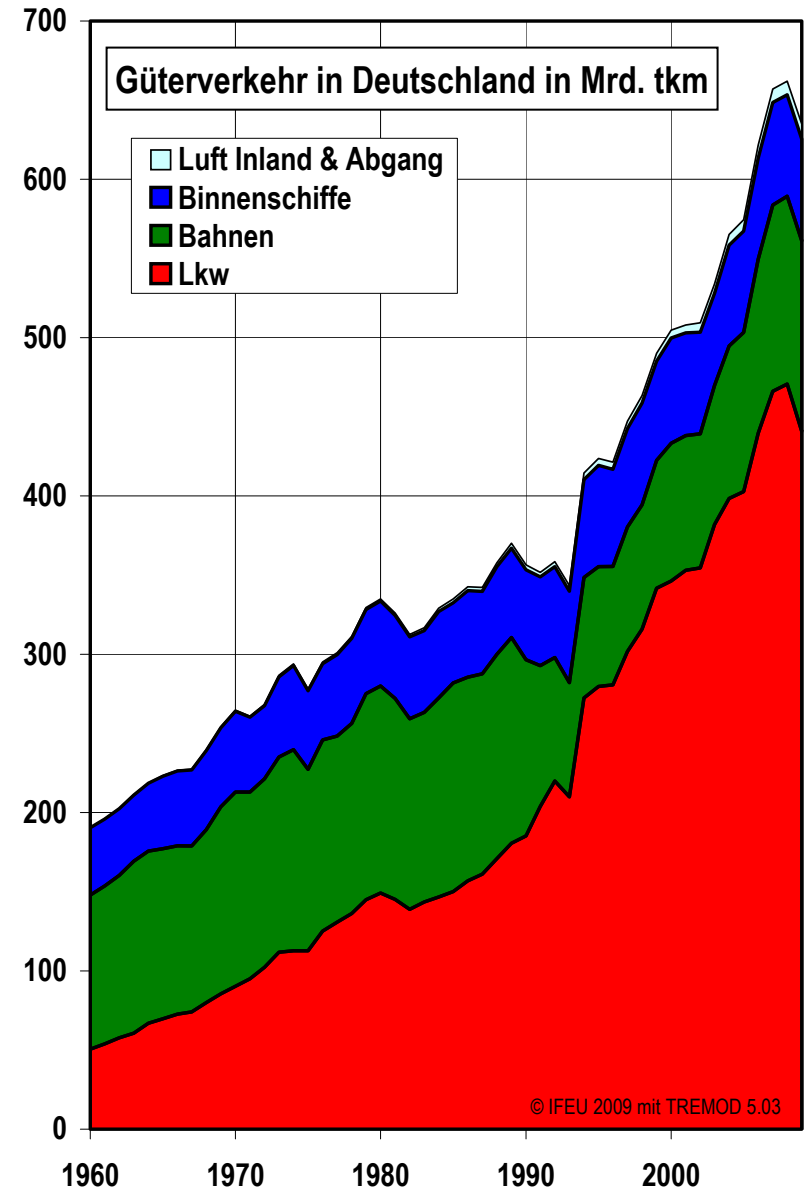
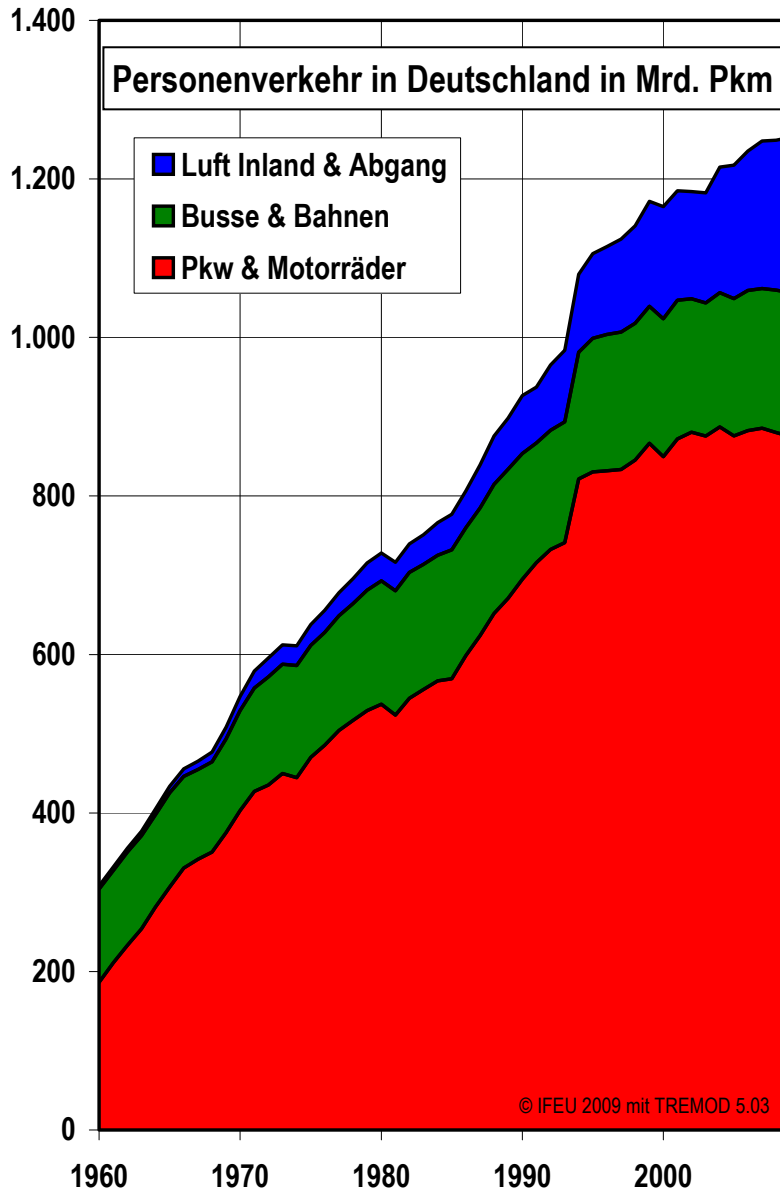
## Motorisierter Verkehr beeinträchtigt Mensch und Umwelt:

- Belastung der Luft mit Schadstoffen
- Klimarelevante Emissionen
- Verbrauch endlicher Ressourcen
- Lärmbelastung
- Flächeninanspruchnahme, Nutzungsabwertung
- Flächenzerschneidung

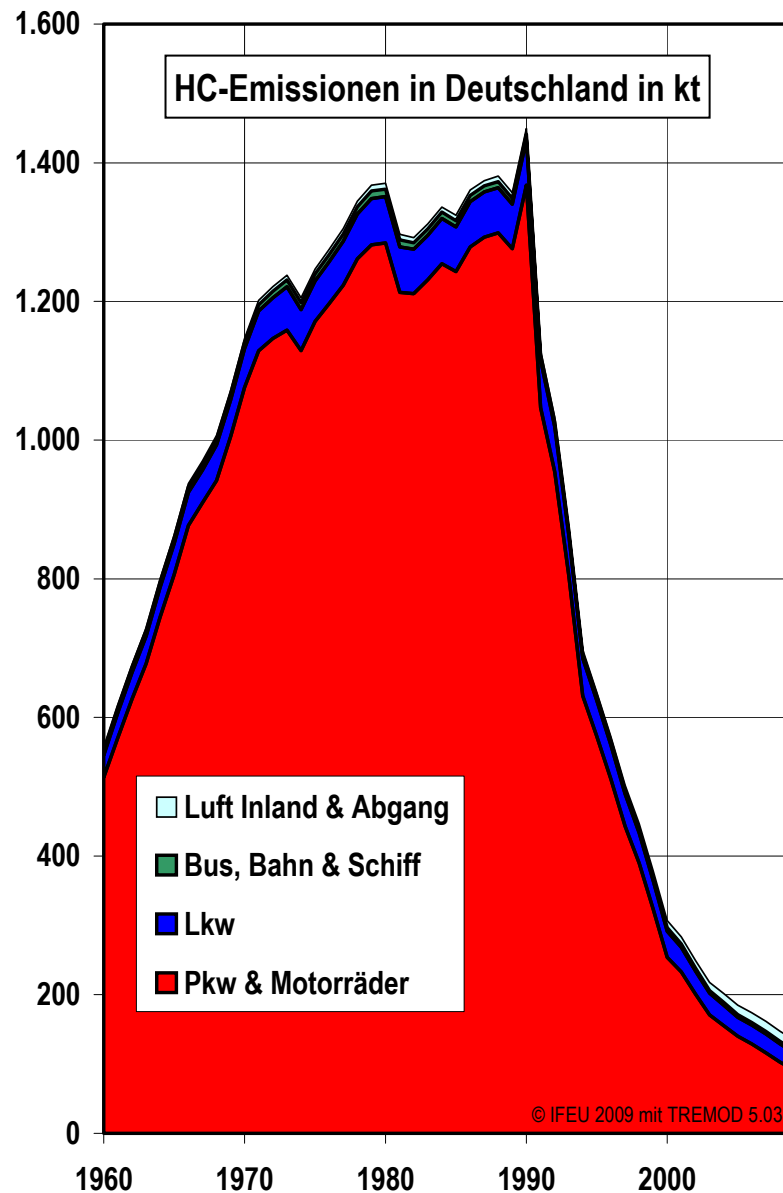
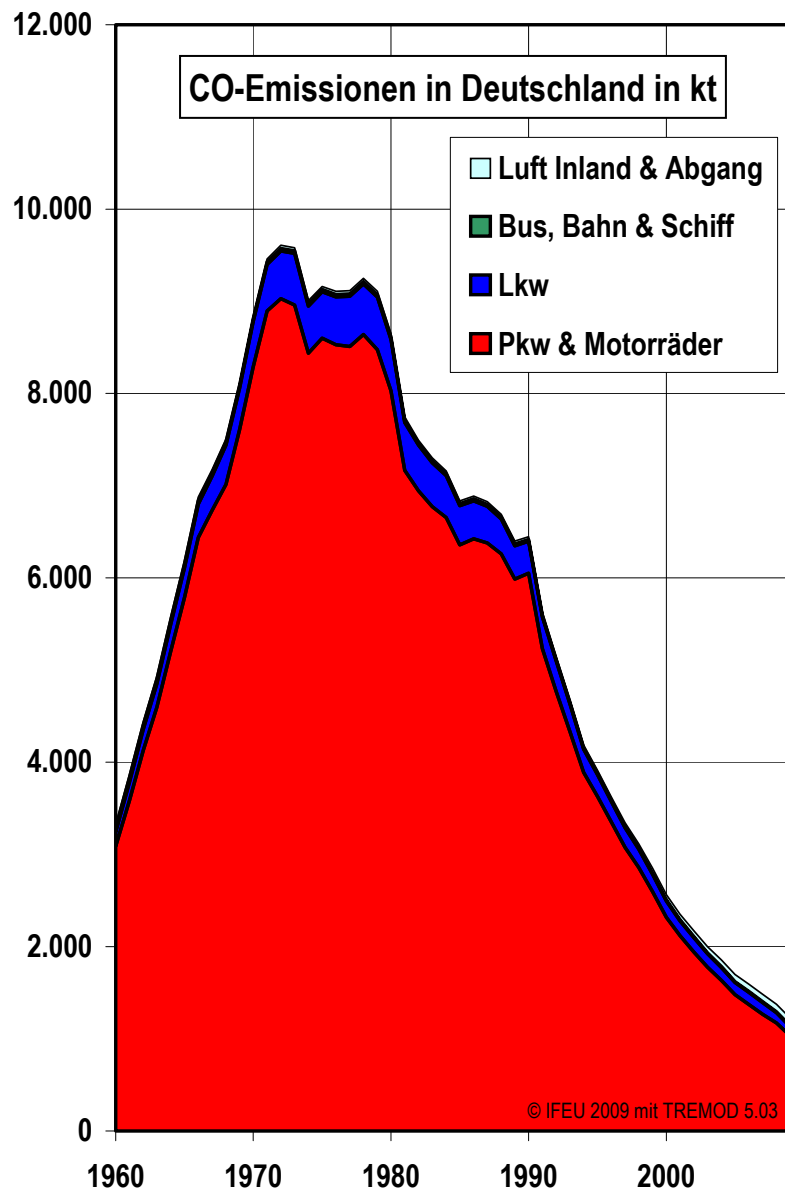


**In diesem  
Übersichts-  
referat nicht  
behandelt**

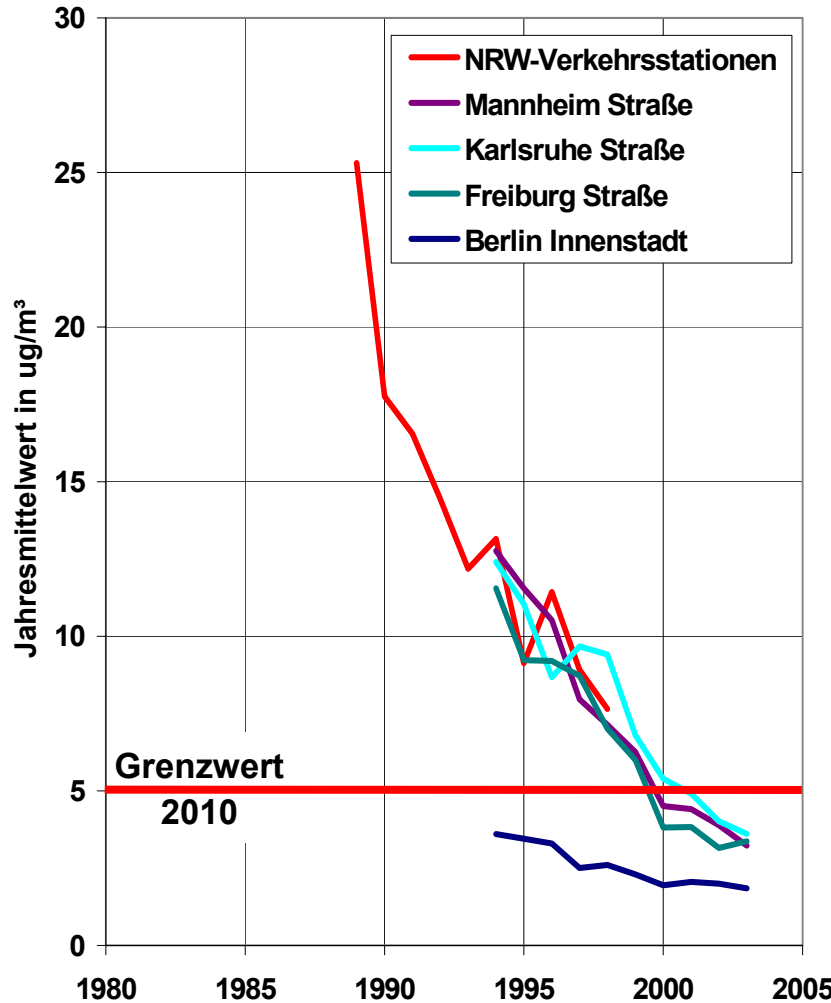
## 1. Die Verkehrsleistungen sind drastisch angestiegen



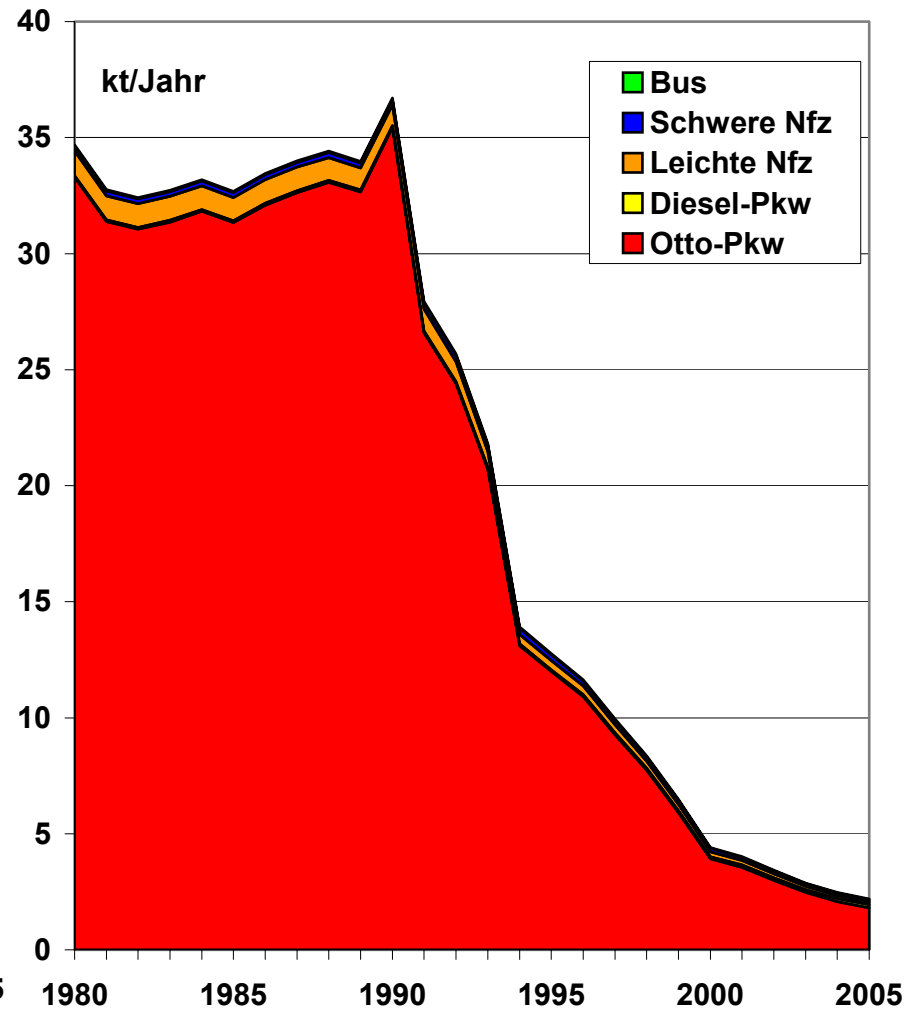
## 2. Die Luftschadstoffe CO und HC sind heute sehr gering



## Benzol-Innerortsimmisionen

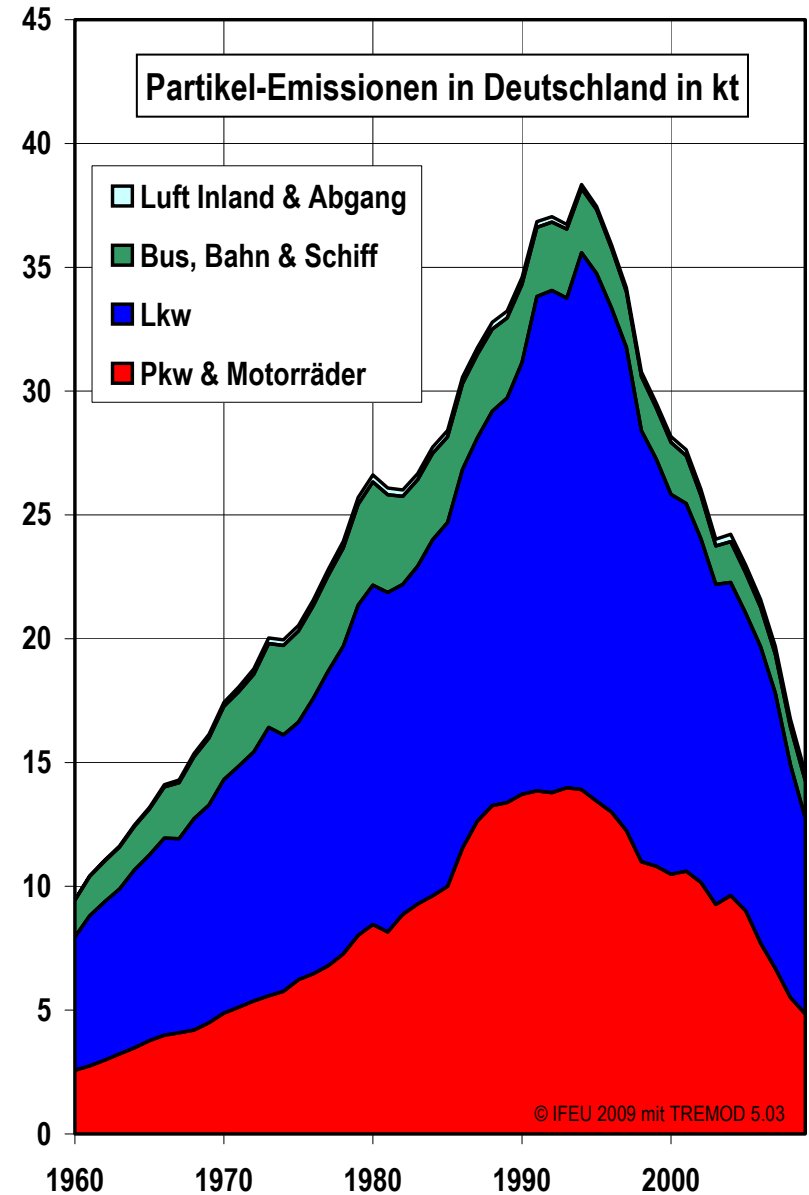
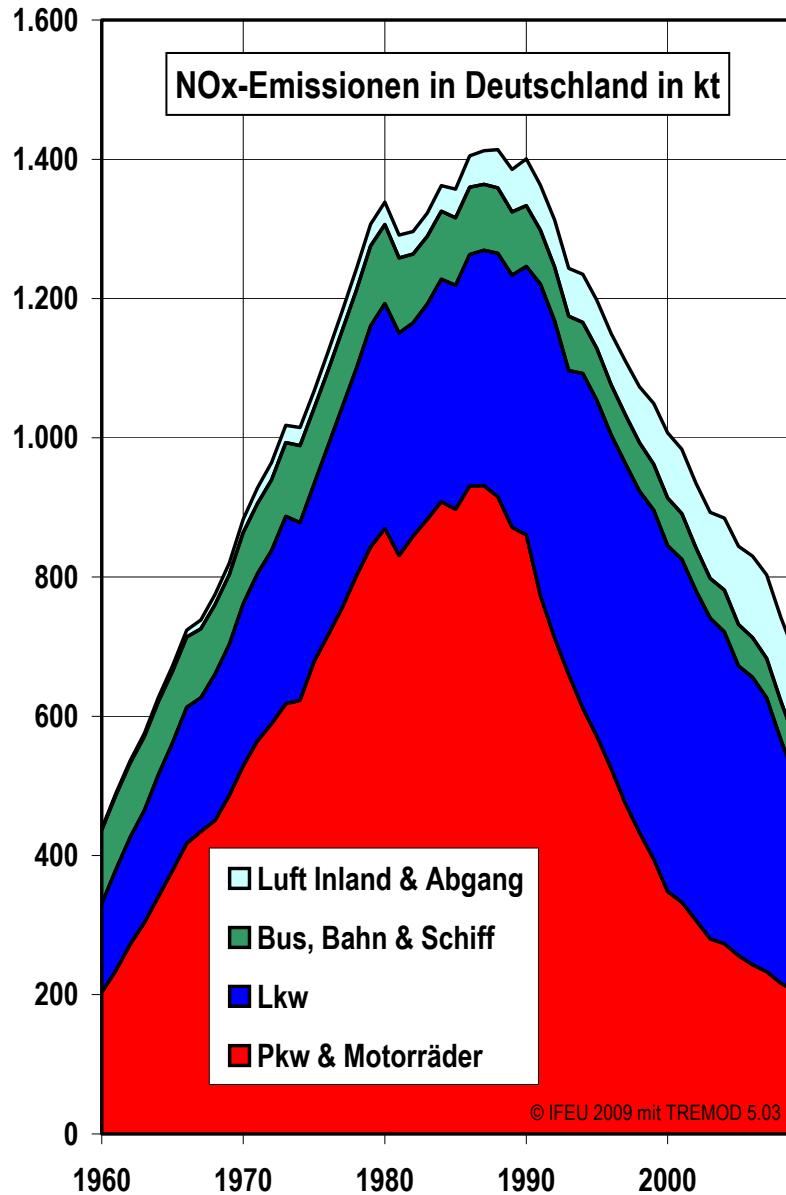


## Benzol-Innerortsemissionen

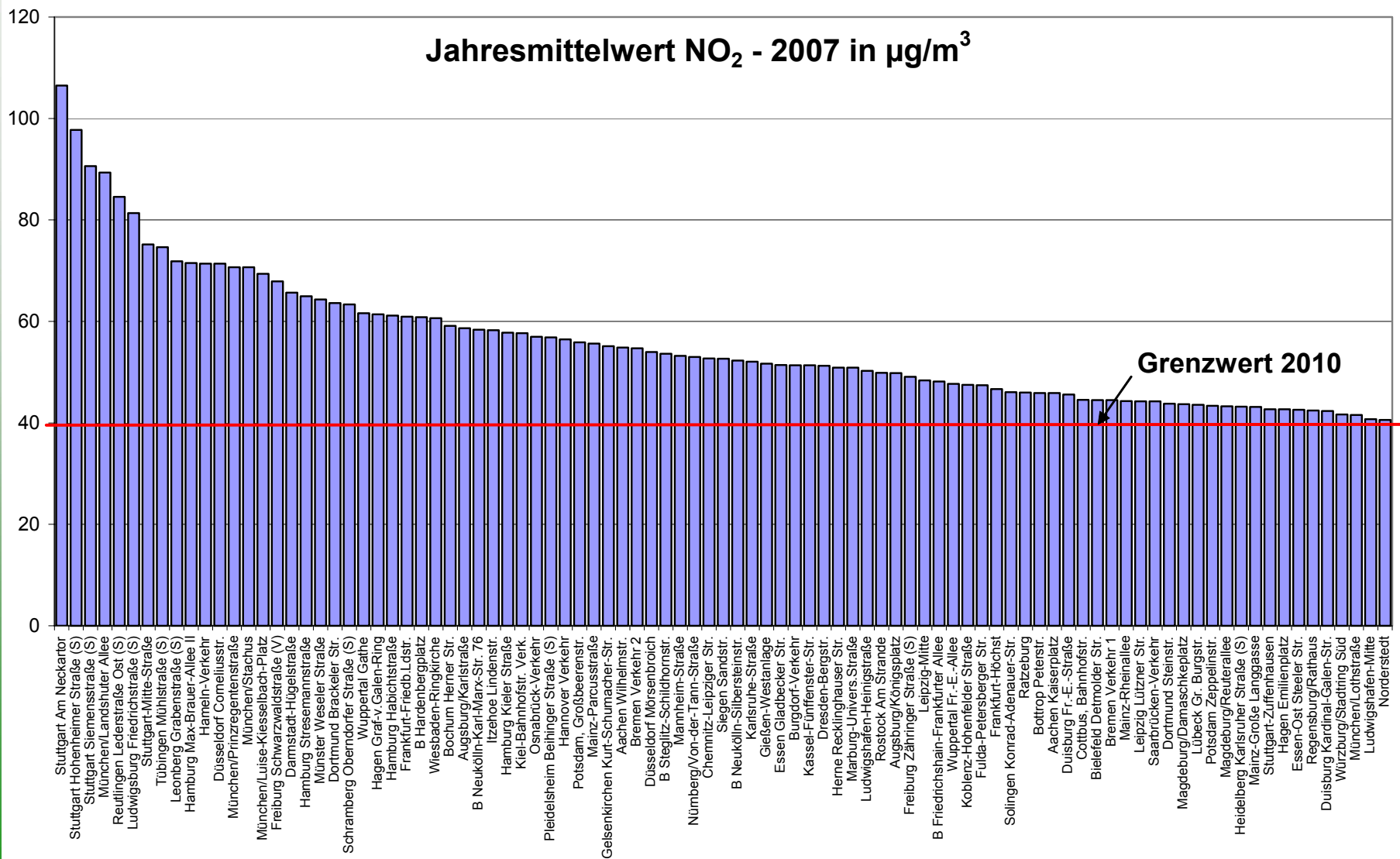


Quelle: IFEU 2005 nach verschiedenen Quellen;  
Emissionsberechnungen: IFEU mit TREMOD

## 3. Die Luftschadstoffe NOx und Partikel bereiten noch Probleme



## Überschreitung des Grenzwertes an ca. 100 Mess-Stationen

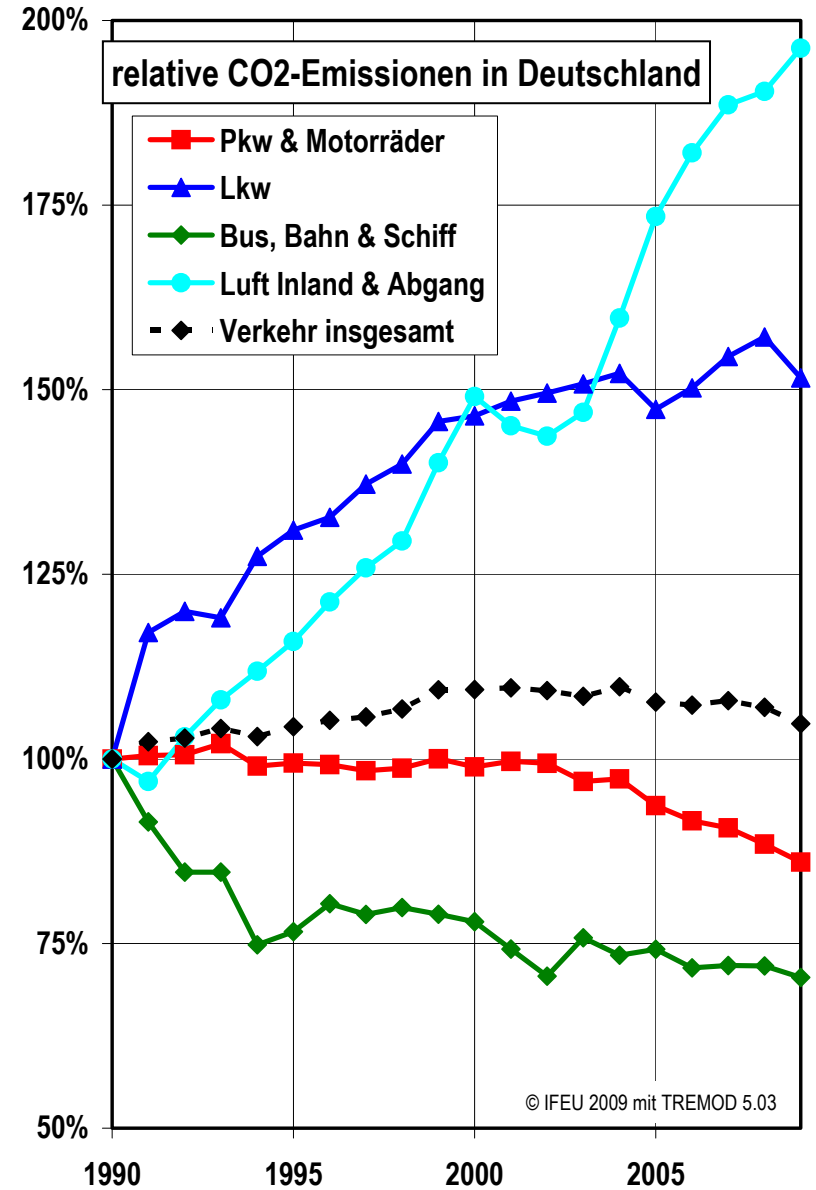
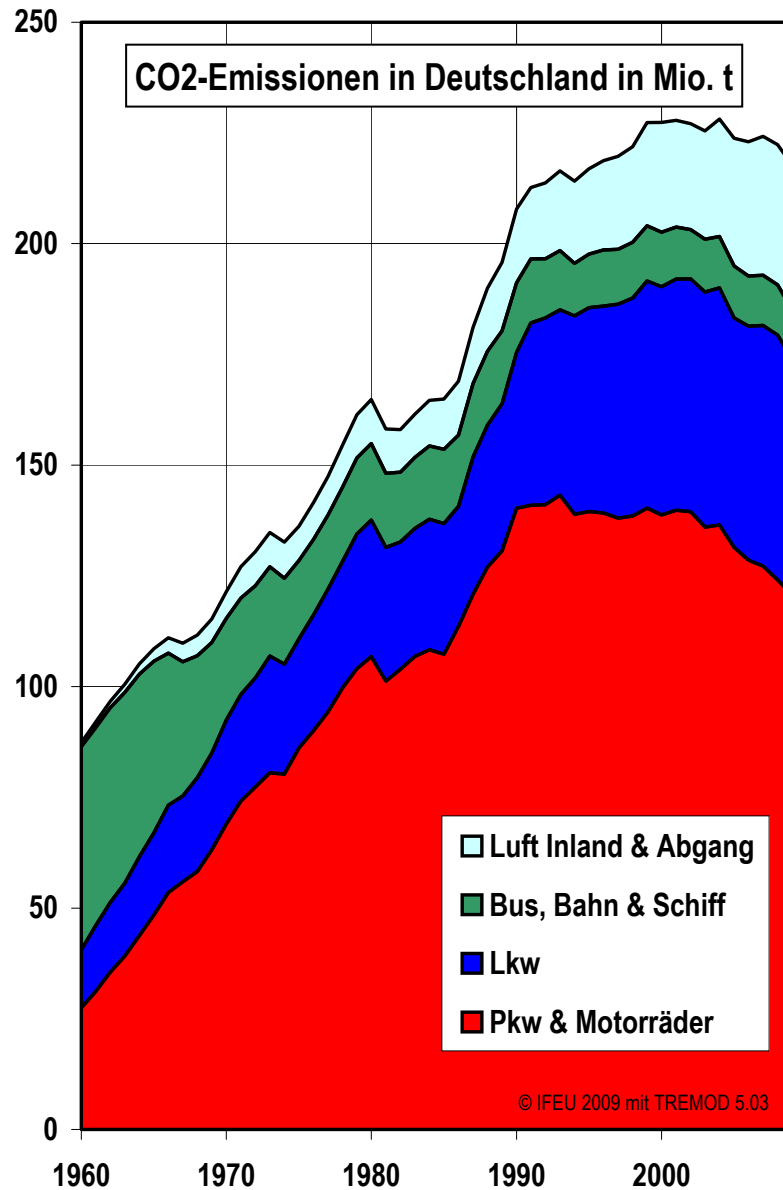


## **Fazit 1: Eine Entkoppelung zwischen Verkehrsleistung und Luftschadstoffen hat stattgefunden – neue Grenzwerte werden es richten:**

- Die Ursachen für die Zunahme liegen im Anstieg der Verkehrsleistung, der Verlagerung auf die Straße und den hohen spezifischen Emissionen der Kfz
- Die Ursachen für den Rückgang liegen in den technischen Minderungen am Fahrzeug.
- Bei Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HC) sind die heutigen Luftqualitätsziele längst erreicht.
- Bei Stickstoffdioxid (NO<sub>x</sub>) und Partikeln gibt es noch einiges zu tun. Die weitere Absenkung der Luftbelastung ist mit den aktuellen und bevorstehenden EU-Grenzwerten absehbar.
- Eine ökologische Nachhaltigkeit wird wohl auch mit konventionellem Antrieb erreicht.
- Das Null-Emissions-Auto (Batterie-elektrisch; Brennstoffzelle) hat hierbei prinzipielle Vorteile, kommt aber für heutige Probleme zu spät.

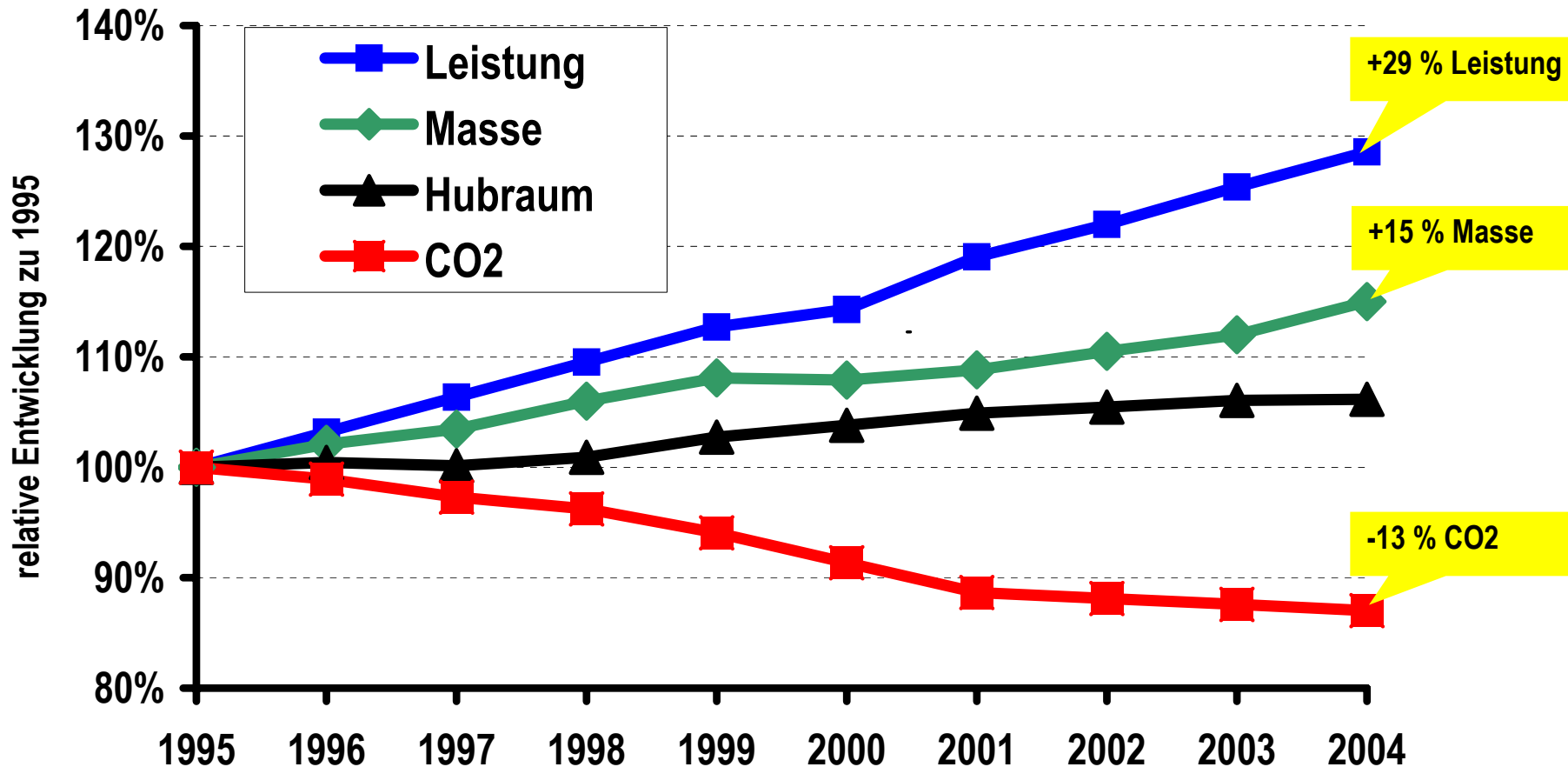


## 4. Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen erst jetzt langsam zurück

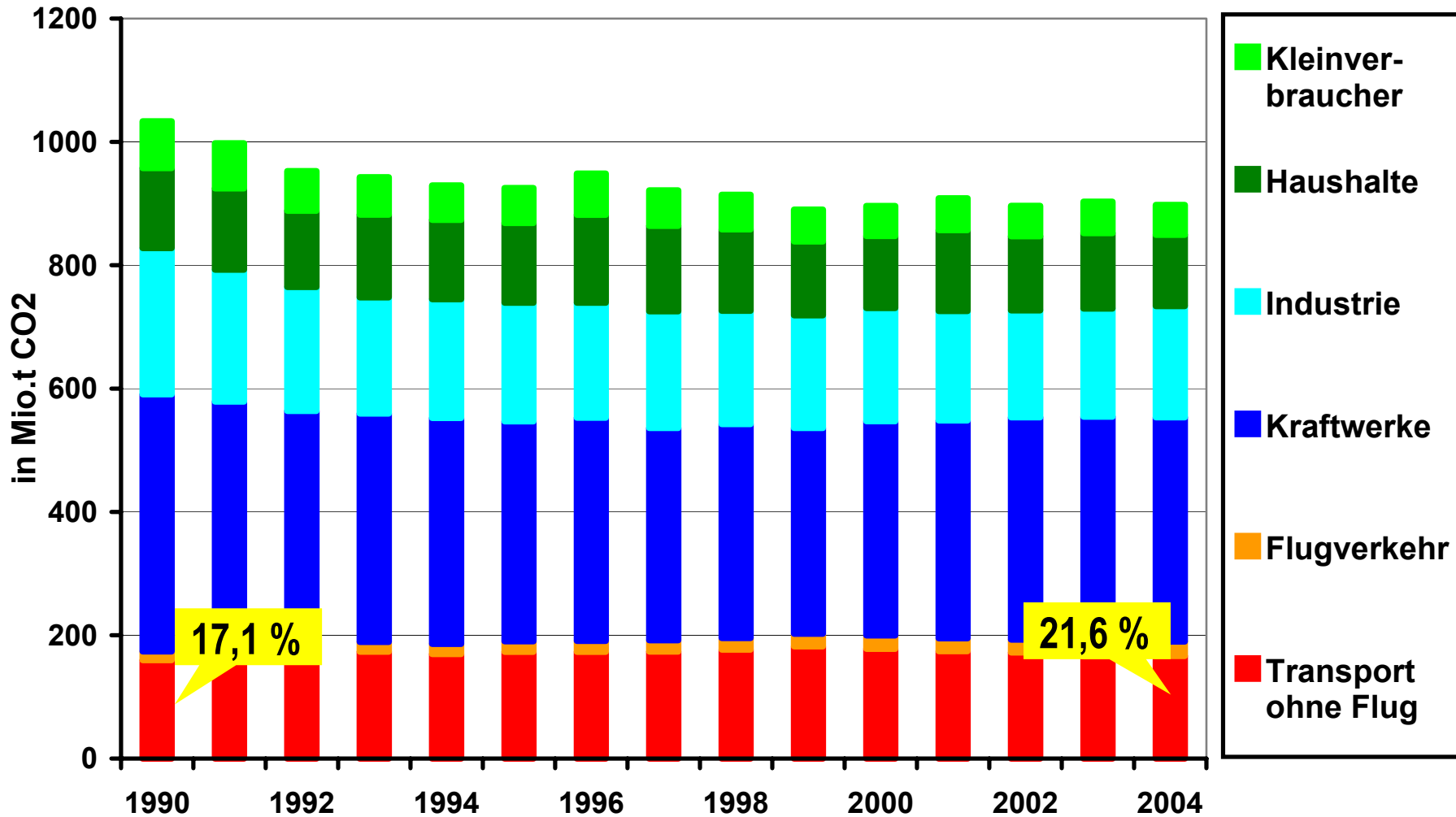


# CO<sub>2</sub>-Testzyklus-Emissionen neuer Pkw 1995 – 2004

Seit 1995 stiegen Masse und Leistung der Pkw an – die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigten einen geringen Rückgang, der hauptsächlich durch die Nutzung von Diesel-Pkw erreicht wurde



# Deutschland: Direkte CO2-Emissionen nach Sektoren



Industrie: Verarbeitendes Gewerbe & Prozesse; Kleinverbraucher: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Militär; Flugvk. inkl. Abgang, ohne Seeschiff

## **Fazit 2: Eine Entkoppelung zwischen Verkehrsleistung und CO<sub>2</sub>-Emissionen hat kaum stattgefunden – sehr hoher Handlungsbedarf:**

- Die Ursachen für die Zunahme liegen im Anstieg der Verkehrsleistung, der Verlagerung auf die Straße und den hohen spezifischen Emissionen der Kfz
- Die Ursachen für den geringen Rückgang liegen in den geringen technischen Minderungen am Fahrzeug, die bislang durch höheres Gewicht, höhere Leistung, mehr Komfort teilweise kompensiert wurden.
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des motorisierten Verkehrs verursachen mehr als 20 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands. Verkehr einziger Sektor mit keiner bzw. geringer Reduktion.
- Sehr hoher Handlungsbedarf zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Energieverbrauchs.
- **Priorität: Pkw (noch größter Einzelverursacher im Verkehr); Lkw (zweit größte Einzelquelle, hohe Verkehrsleistungszuwächse erwartet); Flugverkehr (höchste Steigerungsraten erwartet).**

**Kein Königsweg, aber viele Möglichkeiten zur Reduktion von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs:**

- 1. das Verkehrsmittel *seltener* nutzen,**
- 2. ein *anderes, CO<sub>2</sub>-günstigeres* Verkehrsmittel nutzen,**
- 3. das selbe Verkehrsmittel *effizienter* nutzen,**
- 4. ein *technisch effizienteres* und somit CO<sub>2</sub>-günstigeres Verkehrsmittel nutzen,**
- 5. ein Verkehrsmittel mit einer *CO<sub>2</sub>-günstigeren Antriebsenergie* nutzen.**

**Werden die Reisen weniger, werden die Transportentfernungen kürzer, sinkt die Umweltbelastung**

**Beispiele für „Weniger Reisen/Transportieren“:**

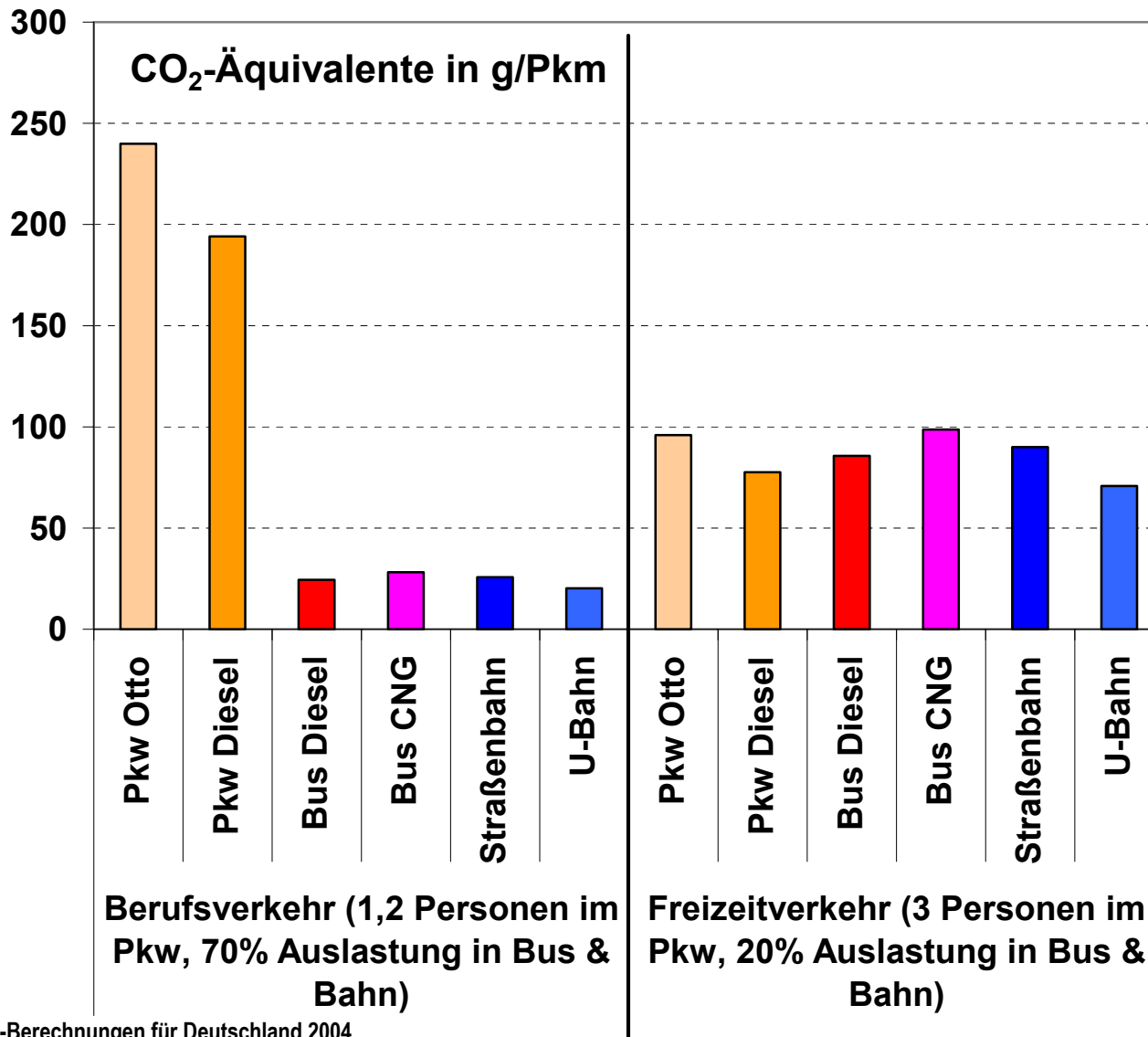
- Ist die Reise/der Transport notwendig  
(Wochenende in New York; im Februar Erdbeeren aus Marokko)
- Kann die Reise durch Chat-Groups, Telefon- oder Videokonferenzen ersetzt werden

**Beispiele für „Kürzer Reisen/Transportieren“:**

- Urlaub in der Südsee vs. Europa; Ort des Treffens nach geringster Entfernung aller Teilnehmer optimieren
- Kürzere Transporte durch Produktwahl: Mineralwasser aus Italien; Äpfel aus Neuseeland; Wein aus Australien

## (2) Beispiele: CO<sub>2</sub>-günstigeres Verkehrsmittel nutzen

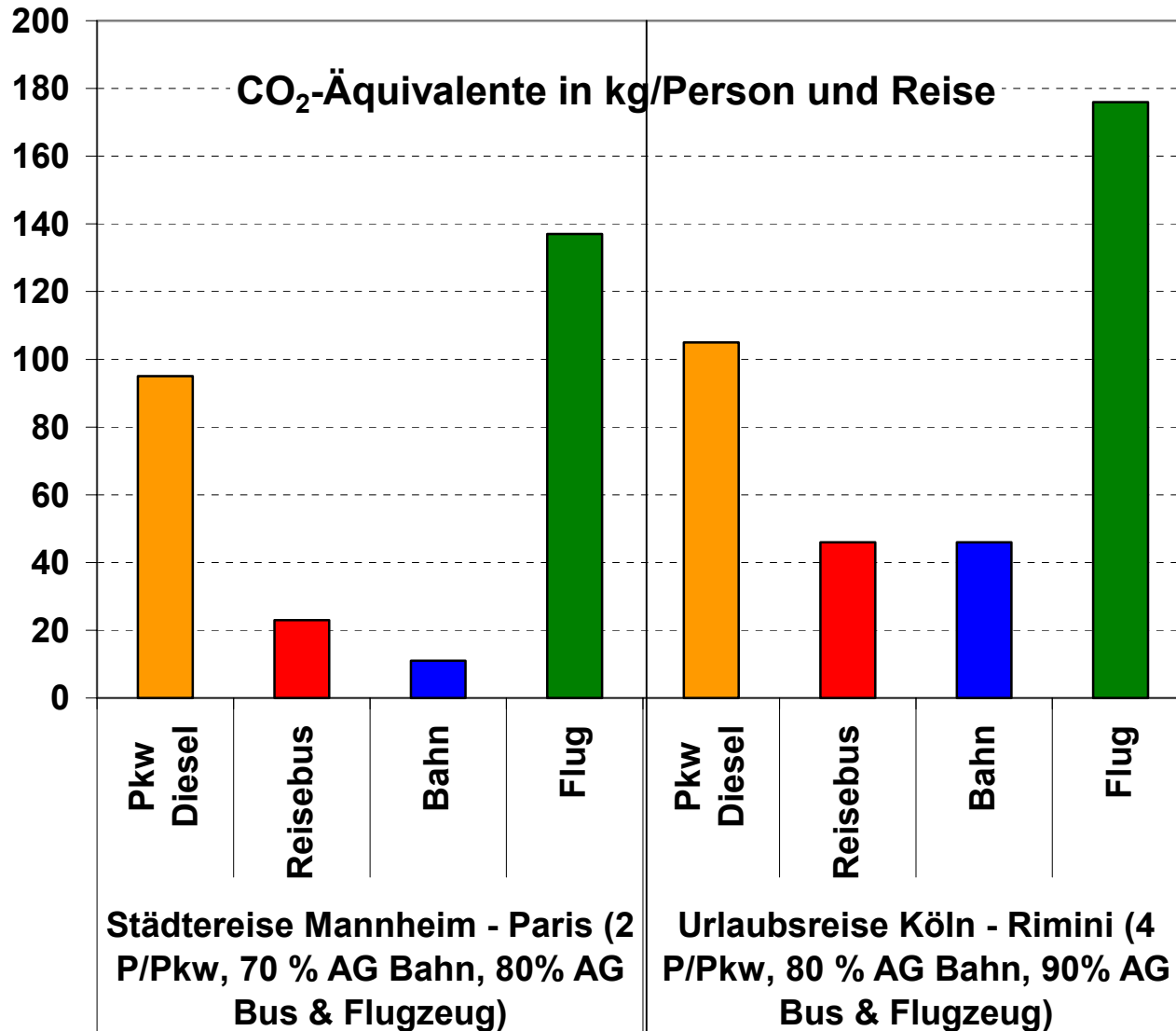
Personennahverkehr: Bahnen und Busse sind besser, wenn die Auslastung stimmt (Berufs-, Freizeitverkehr)



Quelle: IFEU-Berechnungen für Deutschland 2004

## (2) Beispiele: CO<sub>2</sub>-günstigeres Verkehrsmittel nutzen

### Personenfernverkehr: Bahnen und Busse sind immer besser als Pkw und Flugzeug (Städte-, Urlaubsreise)

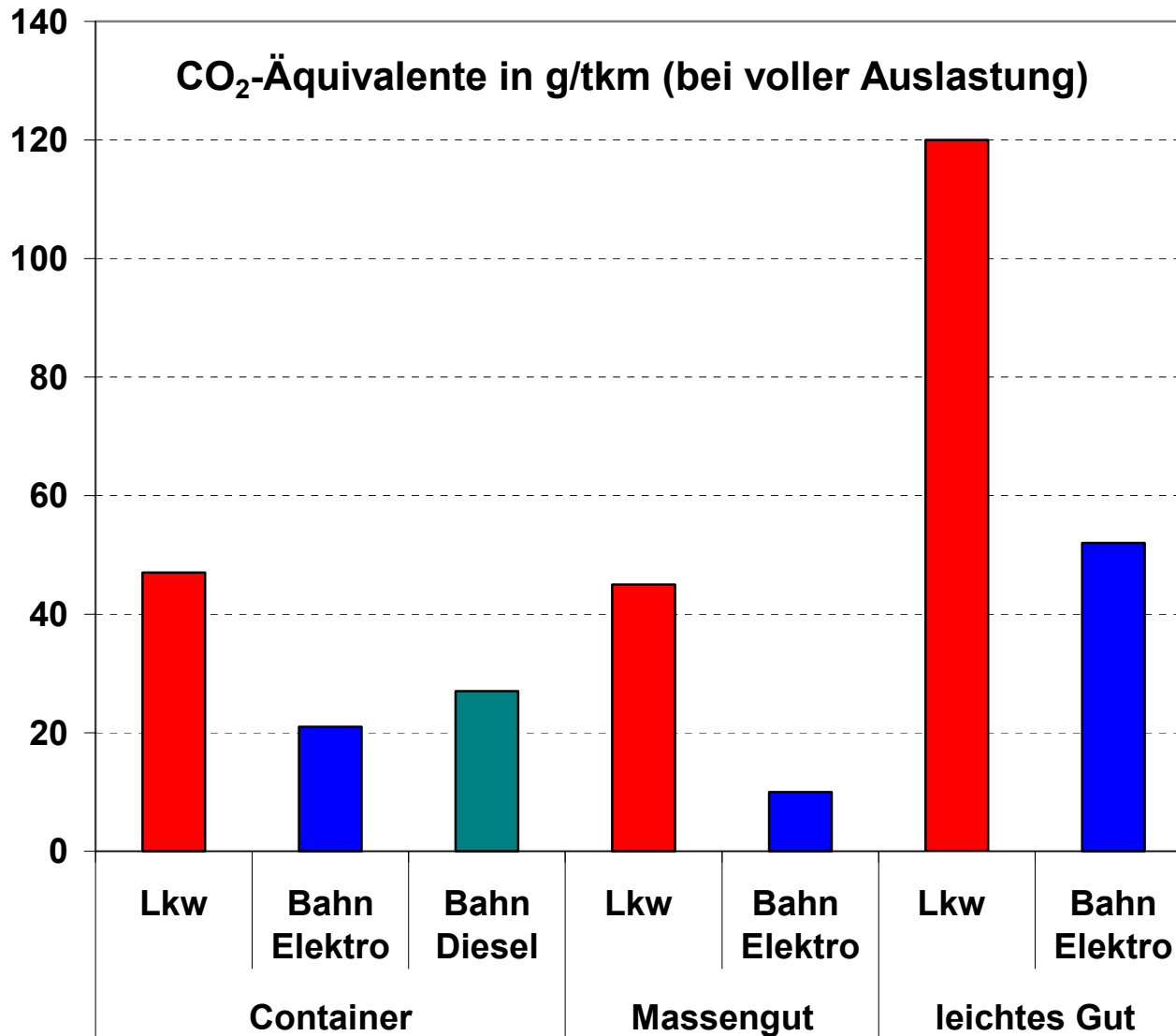


Quelle: IFEU-Berechnungen für Deutschland 2004



## (2) Beispiele: CO<sub>2</sub>-günstigeres Verkehrsmittel nutzen

### Güterfernverkehr: Bahn immer besser als die Straße



#### Das vorhandene/beabsichtigte/mögliche Verkehrsmittel *effizienter, d.h. CO<sub>2</sub>-günstiger* nutzen

##### Beispiele Pkw-Verkehr:

- **Verbesserung der Auslastung (Fahrgemeinschaften; Mobilitätszentralen)**
- Effizientere, angepasste **Fahrweise** (EcoDrive) [5 – 20%]
- **Langsameres** Fahren (freiwillig, **Tempolimit**) [5 – 20%]
- **Verzicht auf Zuladung** und Aufbauten [bis 10%]
- Verwendung von **Leichtlauföl/Leichtlaufreifen/korrekt**er Reifendruck [5 – 10%]

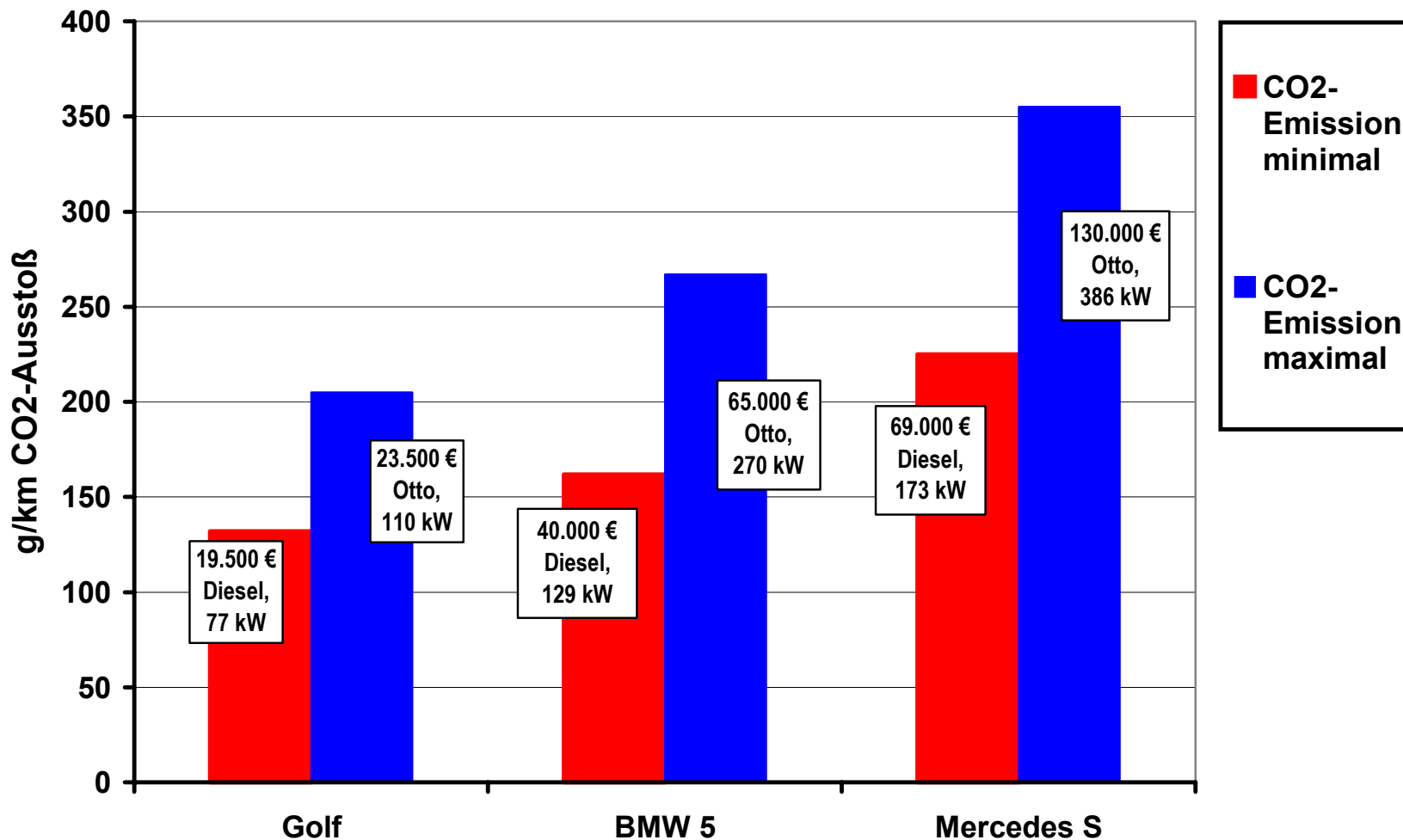
##### Beispiele Lkw-Verkehr:

- Verbesserungen wie oben (von Fahrweise bis Leichtlauföle)
- Verbesserung der Fahrtrouten (Routen-, Tourenplaner)
- Logistikzentralen (Bündelung von Transporten; Wahl der effizientesten Fahrzeuggröße)

# (4) Beispiel: *Technisch effizienteres Verkehrsmittel nutzen*

Es gibt große Unterschiede innerhalb der Modelle und Modellreihen:

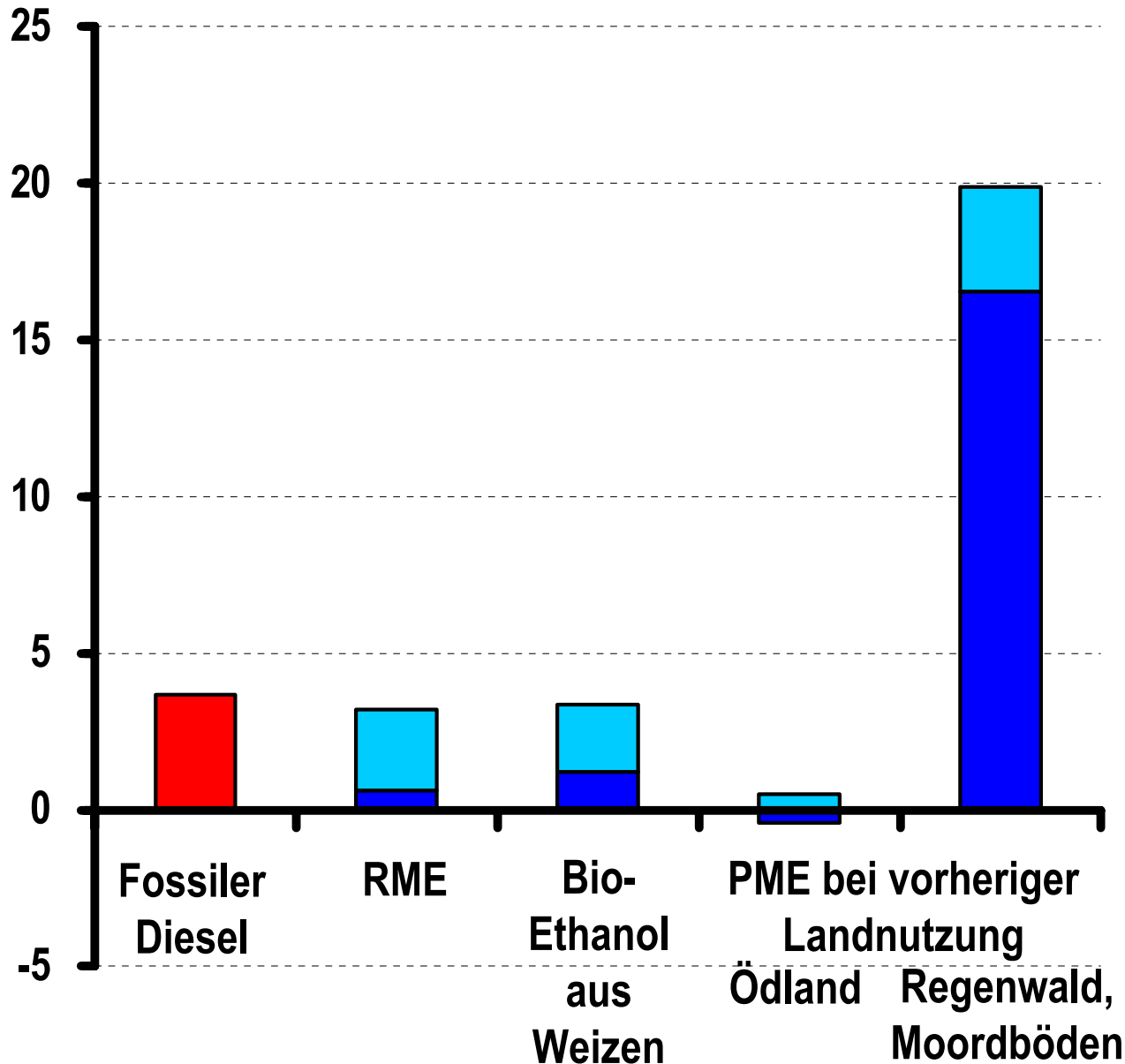
### CO2-Emissionen und Preise ausgewählter Fahrzeugmarken



- Kraftstoffe aus **Anbau-Biomasse** können fossiles CO<sub>2</sub> einsparen; **allerdings:**
  - Klimagasbilanz nicht immer positiv
  - Anbauflächen begrenzt
  - Konkurrenz mit Nahrungsmittelerzeugung
  - Konflikt mit anderen Umwelt- und Naturschutzzielen
  - Konflikt mit sozialen Aspekten
  - Konkurrenz zu anderen energetischen Nutzungen
  - Deshalb: Strenge Umweltstandards („Zertifizierung“) sind unverzichtbar
  - Aktuelles Moratorium wegen Ethanol-Beimischung in D; auf EU- und D-Ebene Überprüfung der ehrgeizigen Ziele und Bedingungen
- Kraftstoffe aus **Abfall-Biomasse** sind mengenmäßig begrenzt, aber wenig bedenklich; haben in stationären Anwendungen größere Effizienz
- Kraftstoffe aus **Ganzpflanzen** („Biofuels der 2. Generation“) könnten günstiger sein. Verfahren noch in der Entwicklung.

# (5) Beispiel: CO<sub>2</sub>-günstigere Antriebsenergie

## Klimagasemissionen bei der Herstellung von Biodiesel (verschiedene Alternativen)



## Elektro-Mobilität

- **Arten der Elektrifizierung der Fahrzeuge:**
  - **Micro-Hybrid** (Start-Stopp-Funktion)
  - **Mild-Hybrid** (Integrierter Startergenerator für Anfahren; Bremsenergienutzung)
  - **Full-Hybrid** (größere Batterie; zusätzlich Anfahren und Beschleunigen; Wirkungsgradverbesserung des Verbrennungsmotors; autarkes elektrisches Fahren)
  - **Plug-In Hybrid** (externe Ladefähigkeit der [größeren] Batterie) mit größerer Reichweite und Reichweitenverlängerung über konventionellen Antrieb/Brennstoffzelle
  - **Reines Batterie-betriebenes Fahrzeug**
  
- **Hybrid-Strategie:** durch zunehmende Hybridisierung Sammeln von Erfahrung, Kostendegression über Skaleneffekte; Erhöhung der Akzeptanz

## (5) Gute ökologische Gründe für Elektromobilität



- **Diversifizierung der Energieträgerbasis**  
→ alle Energieträger der Stromerzeugung werden nutzbar
- **Damit auch Nutzung CO<sub>2</sub>-armer Energieträger und Einsparung von CO<sub>2</sub>**
- **Lärmarmut, wirksam vor allem in innerstädtischen Verkehrssituationen, die vom motorischen Lärm geprägt sind**
- **keine Emissionen von Luftschadstoffen vor Ort**
- **bei Ersatz von konventionellen Fahrzeugen Verbesserung der Luftqualität**
- **grundsätzliche Vermeidung von Emissionen bisher unbekannter Toxizität**

# (5) Relativierende Gründe für Elektromobilität



- Es gibt genügend elektrische Verkehre, die mit CO<sub>2</sub>-ärmerem Strom betrieben werden können
- Keine Garantie für CO<sub>2</sub>-armen Strom!
- Die Lärmsituation wird durch das Abrollgeräusch und Lkw und Busse geprägt
- neue Pkw haben sehr niedrige Emissionen
- Elektro-Pkw kommen für Verbesserung der Luftqualität zu spät



- CO<sub>2</sub>-Einsparung durch effizientere und leichtere Pkw ist schneller und billiger
- Reichweite wird wegen geringer Speicherdichte und hoher Kosten immer gering bleiben



## (5) Beispiel: CO<sub>2</sub>-günstigere Antriebsenergie

- **Elektro-Mobilität hat bei Berücksichtigung der Infrastruktur**
  - **keine CO<sub>2</sub>-Vorteile**, wenn mit heutigem Strommix betrieben
  - **geringe Nachteile** mit Strom aus zusätzlichen Kohlenkraftwerken
  - **nur Sinn** mit Strom aus **erneuerbarer Energie** (CO<sub>2</sub>-Einsparung 95 %)
  - verdrängt mit der EE-Nutzung keine Anwendung mit höherem Substitutionspotenzial
  
- **Elektro-Mobilität**
  - ist vorerst kein zusätzlicher relevanter Stromkonsument: 10 Mio. Plug-In Hybrid-Pkw benötigen bei 3.000 km/a elektrisch 6 TWh Strom [= 1 % des heutigen Bruttostroms]
  - steht daher auch einem Ausstieg aus der Atomenergie nicht im Wege
  - soll und kann zusätzliche Quellen erneuerbaren Stroms erschließen, die bisher im stationären Sektor finanziell nicht darstellbar sind. Dann ist von staatlicher Seite auch fiskalische Förderung und Anerkennung bei der Grenzwertkurve gerechtfertigt.
  
- **Elektro-Mobilität heute**
  - Sehr hohe politische/firmenpolitische Aufmerksamkeit für (Teil)-Elektifizierung
  - Sehr viele internationale Aktivitäten (USA, Frankreich!)
  - **Allerdings:** erneute Gefahr der Übertreibung statt Lernen aus den Dämpfern der Euphorie-Wellen Wasserstoff/Brennstoffzelle und Biotreibstoffe

- Ja – das geht!
- Bei den Luftschadstoffen hat es (fast) geklappt; zunehmende Elektrifizierung wird Freiheitsgrade schaffen
- Bei CO<sub>2</sub>-Emissionen kein Königsweg, aber viele Möglichkeiten wie
  1. das Verkehrsmittel *seltener* nutzen,
  2. ein *anderes, CO<sub>2</sub>-günstigeres* Verkehrsmittel nutzen,
  3. das selbe Verkehrsmittel *effizienter* nutzen,
  4. ein *technisch effizienteres* und somit CO<sub>2</sub>-günstigeres Verkehrsmittel nutzen,
  5. ein Verkehrsmittel mit einer *CO<sub>2</sub>-günstigeren Antriebsenergie* nutzen.