

**ifmo-studien**

**Institut für Mobilitätsforschung (Hrsg.)**

Eine Forschungseinrichtung der BMW Group

**ifmo**

## **Mobilität 2025**

Der Einfluss von Einkommen, Mobilitätskosten und Demografie

### **Anhang 3: Die Mobilitätskosten im Jahr 2025**

#### **Verfasser**

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin:**

Dr. Manfred Horn

Dr.-Ing. Uwe Kunert (Leitung)

Dipl.-Volksw. Dominika Kalinowska

Dipl.-Soz. Jutta Kloas

Dipl.-Volksw. Richard Ochmann

Dr. Erika Schulz



#### **Beratung durch:**

##### **Deutsche Bank Research**

Stefan Schneider, Leiter Macro Trends

Ingo Rollwagen, Senior Analyst Macro Trends

##### **Johannes-Gutenberg-Universität Mainz**

Prof. Dr. Dr. h. c. Stefan Hradil, Institut für Soziologie

##### **BMW Group München**

Dr. Josef Köster, Markt- und Trendforschung

##### **Institut für Mobilitätsforschung (Hrsg.):**

Dr. Irene Feige (Projektleitung)

Berlin, April 2008



## Vorbemerkung

Im Jahre 2005 hat das Institut für Mobilitätsforschung qualitative Szenarien zur Zukunft der Mobilität veröffentlicht, die auf unterschiedlichen Rahmensetzungen zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung beruhen.<sup>1</sup> Ende 2006 wurde das DIW Berlin beauftragt, in Anlehnung an die Annahmen des Szenarios „Mobilität braucht Aktion“ die Entwicklung der Mobilität bis zum Jahr 2025 zu quantifizieren. Ziel war es aufzuzeigen, wie sich angesichts der Alterung der Bevölkerung bei einer günstigen wirtschaftlichen Entwicklung sowie der erwarteten Veränderung der Kosten der Mobilität sowohl die Konsumausgaben der privaten Haushalte für Verkehrsleistungen als auch das Mobilitätsverhalten entwickeln werden.

Bei der Quantifizierung der qualitativen Vorgaben konnte auf vielfältige Vorarbeiten des DIW Berlin aufgebaut werden. Genannt seien hier die Vorausschätzungen der demografischen Entwicklung, die Analysen zur Entwicklung der Konsumstrukturen bei einer alternden Bevölkerung und vor allem die Analysen mit Hilfe der vom DIW und infas durchgeführten Erhebung Mobilität in Deutschland 2002.

Die Ergebnisse der Vorausschätzungen sind zusammenfassend im Bericht „Mobilität 2025: Der Einfluss von Einkommen, Mobilitätskosten und Demografie“ veröffentlicht. Die ausführlichen Einzelanalysen sind in den Materialien zu diesem Bericht erschienen. Sie umfassen vier Bände:

API: Demografie, Erwerbsbeteiligung und Bildung im Jahr 2025

APII: Einkommen der privaten Haushalte im Jahr 2025

APIII: Die Mobilitätskosten im Jahr 2025

APIV: Entwicklung des Konsums der privaten Haushalte bis 2025

In dem hier vorgelegten AP III wird der bisherige Verlauf der Mobilitätskosten analysiert und eine zukünftige Entwicklungsmöglichkeit bis 2025 vorausgeschätzt.

---

<sup>1</sup> Vgl. ifmo (2005).

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Komponenten der Kraftstoffpreise.....	2
<b>2</b>	<b>Ölpreis und Produktpreise .....</b>	<b>3</b>
2.1	Rohölpreise und Produktpreise .....	3
2.2	Bestimmungsfaktoren der Preisentwicklung für Rohöl (in US-Dollar) .....	5
2.2.1	Übersicht.....	5
2.2.2	Dynamik des Wirtschaftswachstums.....	5
2.2.3	Einkommens- und Preiselastizität der Ölnachfrage.....	6
2.2.4	Verfügbarkeit von Ressourcen und von Produktionskapazitäten.....	8
2.2.5	Zur Rolle der OPEC .....	11
2.2.6	Auswirkungen der Klimapolitik auf die Ölnachfrage .....	12
2.3	Aktuelle Prognosen bzw. Szenarien zur Entwicklung der Rohölpreise.....	15
2.4	Ableitung der Mineralölimportpreise und der Kraftstoffpreise .....	16
2.4.1	Übersicht.....	16
2.4.2	Entwicklung der Wechselkurse .....	16
2.4.3	Annahmen zur Entwicklung der Inflation .....	17
2.4.4	Annahmen zur Entwicklung der Preisrelationen zwischen Rohöl- und Kraftstoffimportpreisen .....	18
2.4.5	Annahmen zur Entwicklung von Vertriebsmargen und Steuern.....	18
<b>3</b>	<b>Abgaben auf Kraftstoffe und Kraftfahrzeuge .....</b>	<b>19</b>
3.1	Trends und Zielsetzungen in der EU .....	19
3.2	Trends der Abgaben in Deutschland.....	24
<b>4</b>	<b>Alternative Kraftstoffe .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Kraftstoffeffizienz der Personenkraftwagen.....</b>	<b>31</b>
5.1	Kraftstoffverbrauch und Effizienzverbesserungen bei Pkw von 1991 bis 2005.....	33
5.2	Vorgesehene und nach dem heutigen Stand mögliche künftige Effizienzverbesserungen .....	35
<b>6</b>	<b>Kostenentwicklung der Autonutzung.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>Kostenentwicklung der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel .....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>Entwicklung der Mobilitätskosten.....</b>	<b>61</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>64</b>

## Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tabelle 2-1	<b>Übersicht über aktuelle Ölpreisszenarien in US-Dollar/Barrel (Preisbasis 2005)</b> .....	15
Tabelle 2-2	<b>Ableitung der Preise für Benzin und Diesel</b> .....	19
Tabelle 5-1	<b>Auswirkungen verbesserter Benzin-, Diesel- und Hybrid-Technik auf die Kosten von Kleinwagen – Kraftstoffpreise mit deutschen Verbrauchs- und Umsatzsteuern</b> .....	41
Tabelle 5-2	<b>Auswirkungen verbesserter Benzin-, Diesel- und Hybrid-Technik auf die Kosten von Kleinwagen – deutsche Kraftstoffpreise ohne Verbrauchs- und Umsatzsteuern</b> .....	42
Tabelle 8-1	<b>Mobilitätskosten 2003 und 2025</b> .....	62
Abbildung 1-1	<b>Zusammensetzung der Verbraucherpreise, März 1999 und Juli 2006 in €cents/Liter</b> .....	3
Abbildung 2-1	<b>Spotpreise in Nordwesteuropa in €cents/Liter</b> .....	4
Abbildung 2-2	<b>Vermutete Ressourcen nach Gewinnungskosten (ohne CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten)</b> .....	9
Abbildung 2-3	<b>Auswirkungen unterschiedlicher Klimastrategien auf die Rohölpreise</b> .....	14
Abbildung 3-1	<b>Steueraufkommen der Personenkraftwagen</b> .....	25
Abbildung 3-2	<b>Abgaben je Personenkraftwagen nach Abgabearten</b> .....	26
Abbildung 3-3	<b>Abgaben je Personenkraftwagen</b> .....	27
Abbildung 5-1	<b>Entwicklung der Komponenten des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland</b> .....	33
Abbildung 5-2	<b>Beitrag von Komponenten des Kraftstoffverbrauchs zur Verbrauchsstabilisierung 1991 bis 2005 – in Mrd. Liter</b> .....	35
Abbildung 5-3	<b>Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen neu zugelassener Pkw</b> .....	37
Abbildung 5-4	<b>Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs neu zugelassener Pkw</b> .....	38
Abbildung 5-5	<b>Durchschnittsverbrauch Personenkraftwagen</b> .....	39
Abbildung 6-1	<b>Kostenstruktur Neufahrzeuge</b> .....	44
Abbildung 6-2	<b>Kostenstruktur Bestandsfahrzeuge</b> .....	46
Abbildung 6-3	<b>Kraftstoffpreise und Steuern, nominal</b> .....	48
Abbildung 6-4	<b>Kraftstoffpreise und Steuern, real (Preisbasis 2000)</b> .....	48
Abbildung 6-5	<b>Durchschnittsverbrauch Personenkraftwagen</b> .....	49
Abbildung 6-6	<b>Reale Pkw-Kraftstoffkosten pro 100 km (Preisbasis 2000)</b> .....	50

Abbildung 6-7 <b>Preisindices im Verkehr (Kraftfahrer-Preisindex) 1991 = 100</b> .....	51
Abbildung 6-8 <b>Preisindices im Verkehr (Kraftfahrer-Preisindex) 1991 = 100</b> .....	51
Abbildung 7-1 <b>Kostenstruktur VDV Betriebe</b> .....	58
Abbildung 7-2 <b>Einnahmen ÖSPV</b> .....	59
Abbildung 7-3 <b>Einnahmen DB AG</b> .....	59
Abbildung 7-4 <b>VDV Erträge im Personenverkehr</b> .....	60
Abbildung 7-5 <b>Preisindices ÖV</b> .....	60
Abbildung 8-1 <b>Preisindices im Verkehr (1991 = 100)</b> .....	61

# Die Entwicklung der Mobilitätskosten

## 1 Einleitung

Die Entwicklung der Mobilitätskosten stellt eine wesentliche Determinante für die Verkehrsnachfrage und für die relative Attraktivität der Verkehrsträger dar. Im Folgenden werden die wesentlichen Komponenten der Mobilitätskosten analysiert.<sup>2</sup> Für diese Komponenten werden die Bestimmungsfaktoren und künftige Entwicklungsmöglichkeiten dargelegt. Diese Überlegungen münden in ein Szenario der Mobilitätskosten, das dem Konsens unter wichtigen Prognoseinstituten (Öl- und Kraftstoffpreise) und den Einschätzungen des DIW sowie des begleitenden Teams entspricht.

Als die wesentlichen Komponenten der zu betrachtenden Kostenentwicklung werden gesehen:

- Die Produktpreise für Kraftstoffe,
- die politische Komponente der Verbraucherpreise für Kraftstoffe, d.h. Mineralölabgaben und Umsatzsteuer,
- die Durchdringung des Marktes mit alternativen Kraftstoffen bzw. Antrieben in Abhängigkeit von der Preisentwicklung für konventionelle und alternative Kraftstoffe, dem technischen Fortschritt und von politischen Vorgaben und Initiativen,
- die von der Preisentwicklung und von regulatorischen Vorgaben und von der Wettbewerbssituation getriebene Steigerung der Energieeffizienz der Fahrzeugflotte,
- die aus speziellen Nutzerentgelten (z.B. Straßenbenutzungsgebühren) resultierenden zusätzlichen Kosten für den Straßenverkehr,
- die Preiseffekte durch mehr Wettbewerb aber auch weniger Subventionen im öffentlichen Nah- und Fernverkehr, und
- die generelle Entwicklung der Kosten für Fahrzeuganschaffung und -unterhalt (z.B. Einführung von Billigautos am deutschen Markt, Änderung der Kfz-Steuer, Neugestaltung des Leasing bzw. Innovationen im Bereich des Mobilitätsmanagements).

---

<sup>2</sup> Entsprechend der Zielsetzung der Gesamtstudie geht es hier um die Kosten im Personenverkehr ohne den Luftverkehr, vgl. Kunert et al. 2008.

Im Folgenden werden Überlegungen zu den Bestimmungsfaktoren und Entwicklungsmöglichkeiten einiger dieser Kostenkomponenten dargelegt. Zur Einordnung von einzelnen Komponenten der Mobilitätskosten können folgende Anhaltspunkte dienen:

- Im Mittel gibt ein privater Haushalt in Deutschland monatlich etwa 350 Euro oder 16 % seines Konsumbudgets für Verkehrszwecke aus, hiervon etwa 10 % für Verkehrsdienstleistungen (ÖV etc.), etwa 90 % für Ausgaben, die im Zusammenhang mit Autobesitz und -nutzung stehen, von denen wiederum rund ein Drittel auf die Fahrzeuganschaffung entfallen (EVS 2003).
- Im Durchschnitt kostet die motorisierte Mobilität (ÖV und Auto) die Nutzer etwa 18 Cent je Personenkilometer (fixe und variable Kosten). Die Differenz für die Nutzergruppen ist allerdings groß: Bei der Autonutzung sind es über 20 und für die Nutzer öffentlicher Verkehrsmittel unter 10 Cent je Personenkilometer.
- Die variable Kostenkomponente Kraftstoff hat für das Segment Neufahrzeuge bei durchschnittlicher Nutzungsintensität im Mittel einen Anteil an den Gesamtkosten von etwa einem Viertel, etwa ein Drittel davon (oder weniger als 10 % der Gesamtkosten für Autobesitz und -nutzung) macht der reine Produktpreis (ohne Steuern) aus. Wegen der geringeren Bedeutung des Wertverlustes für die gesamte private Pkw-Flotte haben die Kraftstoffkosten insgesamt einen Anteil von etwa 30 %, der Kraftstoff vor Steuern von etwa 10 % (Datenstand 2003).

## 1.1 Komponenten der Kraftstoffpreise

Die Kraftstoffpreise in Deutschland lassen sich in die Komponenten „Einstandspreise der Produkte“ sowie „Steuern“ und „Margen“<sup>3</sup> (Transport-, Vertriebs- und Verwaltungskosten, Provisionen und Gewinn) zerlegen (Abbildung 1-1). Die Einstandspreise der Raffinerien und Händler werden maßgeblich durch die Produktpreise auf den internationalen Spotmärkten bestimmt, die Endverbraucherpreise auch durch Steuern.

Im März 1999 machten die Einstandspreise von Kraftstoffen mit 9 €cents/Liter nur etwas mehr als ein Zehntel (Superbenzin) bzw. ein Sechstel (Diesel) der von den Verbrauchern zu zahlenden Endpreise von knapp 80 bzw. 56 €cents/Liter aus, auf Steuern entfiel mit 61 €cents

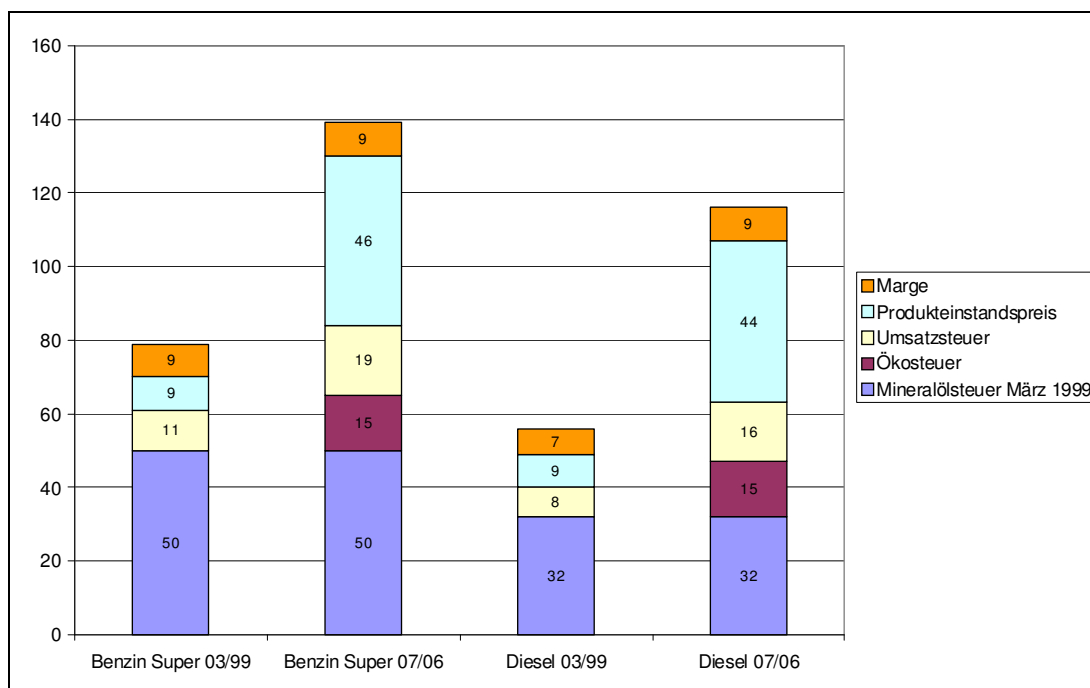
---

<sup>3</sup> Die Produktmarge ist nicht mit der Raffineriemarge zu verwechseln.



(Superbenzin) bzw. 40 €cents (Diesel) mehr als zwei Drittel des Endpreises. Bis Mitte 2006 haben sich die Einstandspreise der Produkte aufgrund des Preisschubs an den Ölmärkten auf 46 (Superbenzin) bzw. 44 €cents/Liter (Diesel) nahezu Verfünffacht, die Steuern sind aufgrund der Einführung der Ökosteuern und der preisinduziert erhöhten Umsatzsteuer – gestiegen, ihr Anteil am Endverbraucherpreis hat aber im Vergleich zum Stand im Jahr 1999 abgenommen.

Abbildung 1-1  
Zusammensetzung der Verbraucherpreise, März 1999 und Juli 2006 in €cents/Liter



Quelle: Bundesministerium der Finanzen: Zusammensetzung der Benzin-, Diesel- und Heizölpreise. Berlin, 30. August 2006.

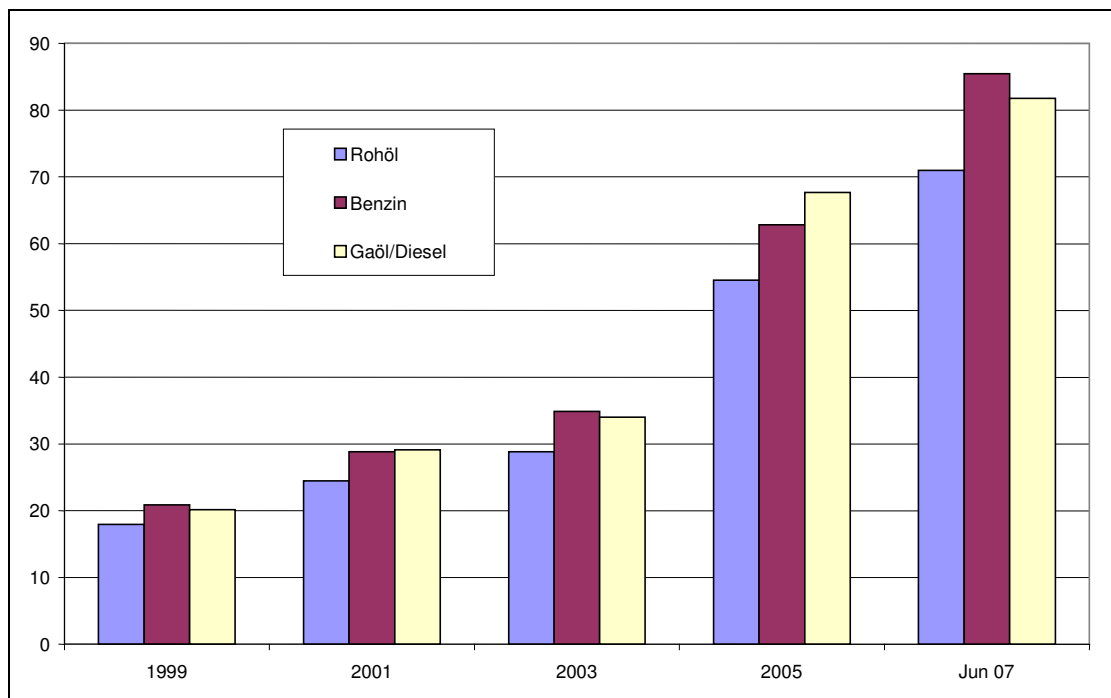
## 2 Ölpreis und Produktpreise

### 2.1 Rohölpreise und Produktpreise

Mineralölprodukte werden in Deutschland sowohl aus Rohöl erzeugt als auch importiert. Aus der Differenz zwischen den Preisen, die Raffinerien für das eingesetzte Rohöl bezahlen müssen, und den Preisen, die sie für Mineralölprodukte erzielen können, ergibt sich die Raffine-

riemarge. Sowohl ihre Einstandspreise für Rohöl als auch ihre Verkaufspreise werden durch Spotpreise auf den internationalen Märkten bestimmt – für Raffinerien und Händler in Deutschland ist der Markt in Rotterdam (Nordwesteuropa, NWO) maßgeblich (Abbildung 2-1).<sup>4</sup> Im Zeitraum von 1999 bis 2006 wurde auf diesem Markt Rohöl zu Preisen gehandelt, die knapp 80 bis 90 % der Spotpreise für Kraftstoffe entsprachen. In Juni 2007 lag der Spotpreis für Brent-Rohöl bei 71, für Benzin bei 82 und Gasöl/Diesel bei 82 €cents/Liter. Die Spanne zwischen Kraftstoff- und Rohölpreisen lag zu diesem Zeitpunkt etwa fünfmal so hoch wie im Jahresdurchschnitt 1999.

Abbildung 2-1  
**Spotpreise in Nordwesteuropa in €cents/Liter**



Quelle: International Energy Agency: Energy Prices and Taxes. Second Quarter 2007. Paris 2007.

<sup>4</sup> Der Einstandspreis ergibt sich aus dem Spotpreis plus Transportkosten, Gebühren etc. Spotpreis ist der Preis auf dem Handelsplatz für Mineralölprodukte und Rohöle. In Europa ist der Spotmarkt in Rotterdam maßgebend.

## 2.2 Bestimmungsfaktoren der Preisentwicklung für Rohöl (in US-Dollar)

### 2.2.1 Übersicht

Im Jahr 2003 sind die Rohölpreise nach einer mehr als 15 Jahre dauernden Phase niedriger Preise kräftig angezogen. Nachdem im Sommer 2006 mit knapp 80 Dollar je Barrel ein Höhepunkt erreicht wurde, gingen die Preise bis Anfang 2007 auf nahezu 50 US-\$/Barrel zurück, bis Juli 2007 stiegen sie aber wieder auf über 70 US-\$/Barrel. Inzwischen wird diese Niveauverschiebung der Rohölpreise überwiegend als Ausdruck einer strukturellen Angebotsverknappung betrachtet, die mittel- und langfristig zu weiter steigenden Preisen führen wird. Im Folgenden wird diskutiert, ob diese Perspektive auch in der Zukunftzutreffend ist.

Die Entwicklung der Rohölpreise hängt von einigen nachfrage- und angebotsseitigen Faktoren ab, insbesondere von

- der langfristigen Dynamik des weltwirtschaftlichen Wachstums,
- der Einkommens- und Preiselastizität der Ölnachfrage,
- den Auswirkungen der Klimaschutzpolitik auf die Ölnachfrage,
- der (wirtschaftlichen und politischen) Verfügbarkeit von Ressourcen, Produktions- und Verarbeitungskapazitäten sowie der daraus resultierenden langfristigen Preiselastizität des Ölangebotes, und
- von der Rolle der OPEC.

### 2.2.2 Dynamik des Wirtschaftswachstums

In den letzten Jahren ist das weltwirtschaftliche Wachstum trotz erheblich gestiegener Energiepreise so stark ausgefallen wie zuletzt Anfang der siebziger Jahre – d.h. noch vor der ersten Ölpreiskrise. Zu dieser Wachstumsbeschleunigung haben vor allem starke Produktivitätsfortschritte aufgrund von Innovationen vor allem im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik, die Vertiefung der internationalen Arbeitsteilung etwa durch die Öffnung der Märkte in den früheren Ostblockländern und in China sowie durch den Aufschwung in asiati-

schen Schwellenländern beigetragen.<sup>5</sup> In den aktuellen Prognosen von IEA und EIA wird angenommen, dass von 2005 bis 2025<sup>6</sup> das Produktivitätswachstum und das Wirtschaftswachstum in den meisten Ländern trotz eines weltweit abflachenden Bevölkerungswachstum höher ausfallen wird als im Zeitraum von 1990 bis 2003/4, in dem die Krise der Ostblockstaaten das globale Wirtschaftswachstum dämpfte.

### 2.2.3 Einkommens- und Preiselastizität der Ölnachfrage

#### Einkommenselastizität:

Zwischen dem Anstieg des Weltölverbrauchs und dem Wachstum der Weltwirtschaft besteht ein Zusammenhang, dessen Stärke allerdings erheblichen Schwankungen unterliegt. Nach dem Ölpreisschub Ende der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts koppelte sich der Ölverbrauch im darauf folgenden Jahrzehnt weitgehend vom Wachstum des Weltsozialproduktes ab (je Einheit BIP-Wachstum stieg der Ölverbrauch um weniger als 0,1). Dazu haben neben Einsparungen auch Substitutionseffekte – etwa der verstärkte Einsatz von Kohle in der Stromerzeugung – beigetragen. Von 1990 bis 2003 – in einer Phase niedriger Ölpreise – entwickelten sich Wirtschaftswachstum und Ölverbrauch demgegenüber nahezu parallel (je Einheit BIP-Wachstum stieg der Ölverbrauch um 0,8). Würde die aktuelle Energieverteuerung einen wirtschaftlichen Einbruch wie nach der ersten Energieverteuerung auslösen, könnte der Zusammenhang zwischen Wirtschaftsentwicklung und Ölverbrauch wieder deutlich lockerer werden. Bisher war die Konjunktur aber unerwartet resistent gegen die Ölverteuerung. Dies kann auf verschiedene Faktoren zurückgeführt werden:

1. Die Weltwirtschaft war aufgrund der Niedrigzinspolitik der wichtigsten Zentralbanken nach dem Börsencrash in 2000/2001 ausreichend mit Liquidität versorgt.
2. Durch die Ölverteuerung umverteiltes Einkommen floss zum Teil in Form erhöhter Industriegüterimporte der Ölförderländer an die Industrieländer zurück.
3. Das Weltfinanzsystem scheint ausreichend komplex und stabil zu sein, um das „Recycling“ der überschüssigen Einnahmen der Ölförderländer ohne krisenhafte Verwerfungen zu gewährleisten (z.B. zur Finanzierung des hohen Handelsbilanzdefizits der USA).

---

<sup>5</sup> Vgl. IMF 2007.

<sup>6</sup> Der Prognosehorizont liegt bei diesen Prognosen bis zum Jahr 2030. Hier wird nur die angenommene Entwicklung bis 2025 betrachtet, da hier das Jahr 2025 den Endpunkt der Betrachtung darstellt.

4. In den entwickelten Industriestaaten ist mit dem gestiegenen Wohlstand die Bedeutung der Energiekosten gesunken, drastische Verteuerung von Energie wirken daher entsprechend gedämpft (jedenfalls, so lange eine bestimmte – aber unbekannte – Schmerzgrenze nicht überschritten wird).
5. In vielen Entwicklungs- und Ölförderländern (einschließlich Russland) werden die Energiepreise durch Subventionen weit unter den Marktpreisen gehalten, Energieverteuerung dämpfen den privaten Verbrauch daher weniger stark.
6. Das Wachstum des Ölverbrauchs entfiel zuletzt fast ausschließlich auf den Transportsektor. Diese Nachfrage nach Mobilität von Personen und Gütern ist aber eng mit der wirtschaftlichen Entwicklung verbunden und wegen der hohen Wertschätzung, die die Mobilität genießt, wenig preiselastisch.

Aktuell deutet sich an, dass aufgrund der steigenden Zinsen und der Hypothekenkrise in den USA die Phase hoher Liquiditätsversorgung auf den Finanzmärkten zu Ende geht. Einige der oben genannten Trends dürften aber langfristig anhalten und somit auch künftig die Kopplung des Ölverbrauchs an das Wirtschaftswachstum tendenziell begünstigen (z.B. steigt der Anteil des Transportsektors am Weltölverbrauch weiter). Insbesondere grundlegende Veränderungen der Energie- und Umweltpolitik, die mit dem Ziel einer Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen durchgeführt werden, könnten diese Trends aber kompensieren. In ihren aktuellen Prognosen unterstellen IEA und EIA, dass die Einkommenselastizität des Weltölverbrauchs im Zeitraum von 2004 bis 2030 mit über 0,5 deutlich geringer ausfallen dürfte als im letzten Jahrzehnt<sup>7</sup> (IEA 2006).

#### Preiselastizität:

Kurzfristig ist die Preiselastizität der Ölnachfrage geringer als langfristig. Verbraucher wie Produzenten können langfristig auf energieeffizientere Anlagen umsteigen und so ihre Nachfrage stärker anpassen. Auch nach Sektoren sind die Preiselastizitäten unterschiedlich hoch. Wegen der vergleichsweise guten Substitutionsmöglichkeiten bei Einsatz im Kraftwerkssektor sowie bei der Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser ist die Preiselastizität des

---

<sup>7</sup> Die Annahmen der IEA bzw. EIA werden allerdings nicht durchgängig als hoch betrachtet. So kritisiert Gately (2007) die von IEA bzw. EIA mit 0,6 bzw. 0,4 veranschlagte Einkommenselastizität des Ölverbrauchs der OPEC-Länder als viel zu gering.

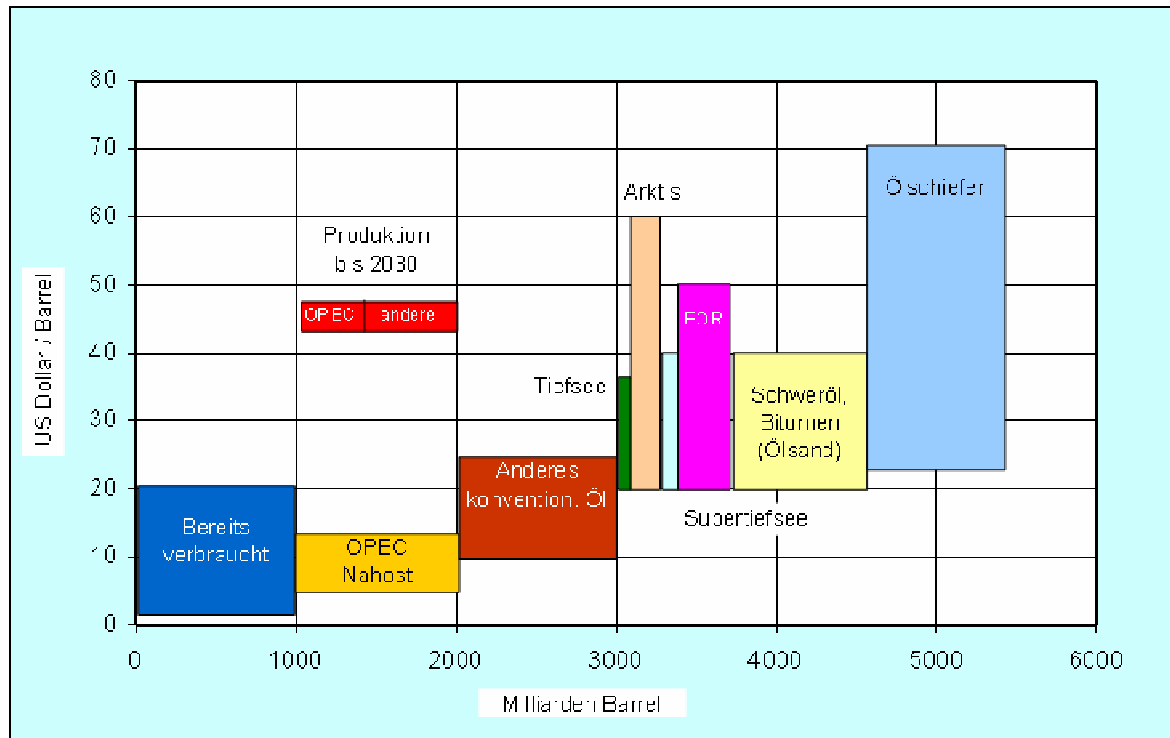
Öleinsatzes in diesen Sektoren deutlich höher als im Transportsektor, wo das Mineralöl nur begrenzt durch alternative Kraftstoffe ersetzt werden kann.

Die IEA geht in ihrer aktuellen Prognose von einer langfristigen durchschnittlichen Preiselastizität des Weltölverbrauchs (bezogen auf die Rohölpreise) von -0,15 aus, die Preiselastizität des Transportsektors (bezogen auf die Produktpreise) wird mit -0,44 veranschlagt. Diese Annahmen von IEA liegen am unteren Rand der Annahmen zur Preiselastizität in anderen Studien. Gately (2004) geht von einer Preiselastizität des Ölverbrauchs (bezogen auf die Rohölpreise) im Transportsektor von -0,2 bis -0,4 aus, die Elastizität in den übrigen Sektoren wird doppelt so hoch veranschlagt.

#### **2.2.4 Verfügbarkeit von Ressourcen und von Produktionskapazitäten**

Langfristig stellt sich vor allem die Frage, ob ausreichend große Ressourcen verfügbar sind, um – wie in den aktuellen Energieprognosen angenommen – ein noch über mehrere Jahrzehnte hinweg anhaltendes Nachfragewachstum bedienen zu können. Nach den Ressourcenschätzungen etwa des U.S. Geological Survey (USGS) oder der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) betragen die konventionellen Ölressourcen (einschließlich bereits verbrauchter Mengen) insgesamt etwa 3 000 Mrd. Barrel. Etwa ein Drittel dieser Ressourcen sind heute bereits verbraucht, ein weiteres Drittel – wenn die aktuellen Prognosen der IEA eintreffen – bis zum Jahr 2030.

Abbildung 2-2  
Vermutete Ressourcen nach Gewinnungskosten (ohne CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten)



Quelle: Stern-Report, DIW Berlin.

Die Kosten der Gewinnung von konventionellen Ölressourcen liegen überwiegend unter 20 US-\$/Barrel. Die Nachfrage nach Rohöl könnte rechnerisch weit über 2030 hinaus allein mit solchen Ressourcen gedeckt werden. Der Preisschub seit 2003 kann also kaum mit hohen Grenzkosten der Ölgewinnung begründet werden. Maßgeblich dazu beigetragen haben dürften eher tatsächliche oder erwartete Verknappungen des Angebots. Dazu hat vor allem beigetragen, dass die OPEC-Länder, in denen ein Großteil der Ölressourcen liegen, seit dem Ölpreisverfall Mitte der achtziger Jahre den Ausbau ihrer Ölgewinnung nicht ausreichend vorangetrieben haben, um komfortable Reservekapazitäten aufrecht erhalten zu können.

Vielfach wird vermutet, dass der aktuelle Preisschub bereits Ausdruck einer prekären Ressourcensituation ist. Die Ressourcenpotentiale und damit die voraussichtliche Entwicklung der Produktion sind nach Ländergruppen sehr unterschiedlich. Die Ölressourcen der OPEC-Länder - vor allem aber der Länder im Mittleren Osten – sind nach der Einschätzung der meisten Experten ausreichend groß, damit diese Länder ihre Ölgewinnung noch steigern können. In den Ländern, die nicht der OPEC angehören, reicht das Ressourcenpotential dazu

nicht aus.<sup>8</sup> Der USGS schätzt die gesamten Ölressourcen außerhalb der OPEC auf insgesamt 1 600 Mrd. Barrel. Ein großer Teil dieser Ressourcen ist bereits verbraucht. Wird davon ausgegangen, dass diese Schätzung richtig ist, dann dürfte die Ölgewinnung außerhalb der OPEC in wenigen Jahren ihren Höhepunkt erreichen. Ein anhaltend starker technischer Fortschritt bei der Ölgewinnung könnte allerdings diesen Zeitpunkt weiter in die Zukunft verschieben. Hinzu kommt, dass bei hohen Ölpreisen die Produktion von Ölprodukten aus unkonventionellen Ölquellen (Ölsand, Ölschiefer), aus Erdgas, Kohle (Coal-to-Liquids) oder aus Biomasse wirtschaftlich ist.

Bei anhaltend hohem Wachstum des Ölverbrauchs dürfte bis 2020 etwa die Hälfte der gesamten konventionellen Ölressourcen verbraucht sein. Der amerikanische Geophysiker King Hubbert hat für die USA richtig prognostiziert, dass zu dem Zeitpunkt, bei dem etwa die Hälfte der Ölressourcen verbraucht ist, der Höhepunkt der Ölgewinnung erreicht wird. Dem liegt die Hypothese zugrunde, dass die Ölgewinnung bei vorgegebenen Ressourcen einer logistischen Funktion<sup>9</sup> folgt, deren erste Ableitung eine symmetrische (Glocken)Form annimmt. Inhaltlich lässt sich ein solcher Produktionsverlauf tendenziell damit begründen, dass es mit zunehmender Ausbeutung des Ressourcenbestandes im Lauf der Jahre immer schwieriger wird, neue Ölfelder zu erschließen und dass gleichzeitig ein immer größerer Anteil der Produktion auf alte Ölfelder entfällt, deren Produktion zurückgeht.<sup>10</sup> Der Höhepunkt der Ölgewinnung wird überschritten, wenn der Rückgang der Produktion in alten Ölfeldern nicht mehr durch neu erschlossene Felder ausgeglichen werden kann. Bereits heute müssen jährlich mehr Ölproduktionskapazitäten erschlossen werden (über 3 mbd)<sup>11</sup>, um erschöpfte Ölquellen zu

---

<sup>8</sup> Entsprechend den Referenzfällen in deren aktuellen Publikationen wird die Ölgewinnung außerhalb der OPEC nur einen Beitrag zur Deckung des Verbrauchszuwachses bis zum Jahr 2020 von einem Sechstel bis über einem Drittel leisten können. Werden die Länder berücksichtigt, die - wie z.B. Mexiko und Russland - seit einigen Jahren die OPEC bei der Stabilisierung der Ölpreise unterstützen, fällt der Anteil der unabhängigen Produzenten noch (um ca. 20 %) geringer aus. Die OPEC wird also einen Großteil des Bedarfszuwachses decken müssen. Auf Grund ihrer großen Ressourcen sind diese Länder dazu auch grundsätzlich in der Lage. Einige Geologen argumentieren allerdings, dass die konventionelle Ölgewinnung der Welt insgesamt - einschließlich der OPEC - bald ihren Höhepunkt überschreiten wird oder dies bereits getan hat (Campbell 1988).

<sup>9</sup> Die Hubbert-Funktion ist wie folgt definiert:  $Y_t = C/(1+a \cdot e^{b(t-t_0)})$ . Y repräsentiert die kumulierte Produktion, C die gesamten Ressourcen, a und b sind Koeffizienten. Die jährliche Produktion ist gleich  $Y_t - Y_{t-1}$ .

<sup>10</sup> Ein zwingender Nachweis, dass ein solcher Verlauf etwa aufgrund steigender Explorations- und Gewinnungskosten wirtschaftlich zwingend ist, ist bisher allerdings nicht erfolgt.

<sup>11</sup> Nach Einschätzung der Volksbank Gruppe gehen weltweit jährlich 3,2 mbd an Förderkapazitäten durch die Erschöpfung alter Ölfelder verloren, das würde in fünf Jahren einen Verlust von insgesamt 16 mbd ausmachen. Dem steht für den Zeitraum von 2006 bis 2011 die geplante Inbetriebnahme von neuen Förderkapazitäten mit einer Leistung von insgesamt 19,5 mbd gegenüber. Bei einem Verbrauchsanstieg im gleichen Zeitraum um knapp 10 mbd stünde dem lediglich eine zusätzliche (Netto-)Kapazität von 3,5 mbd gegenüber. Auch wenn die Beiträge von NGL und Biokraftstoffen sowie von Prozessgewinnen berücksichtigt werden, bleibt das Angebot hinter der Nachfrage zurück. Vgl. Volksbank Gruppe (September 2006). IEA (2006) erwartet im Zeitraum von 2005 bis 2010



ersetzen, als zur Deckung des Ölverbrauchswachstums (1 bis 2,5 mbd), insgesamt also jährlich mindestens Ölfelder mit dem derzeitigen Produktionspotential des Iran. Dies stellt eine große Herausforderung dar, auch weil ein Großteil dieser Felder offshore und zum Teil auch in politisch unsicheren Regionen erschlossen werden muss. Wenn die Produktionskapazitäten – wie es derzeit der Fall ist – wegen zu geringer Investitionen in den Vorjahren kaum noch Reserven aufweisen und die Preise entsprechend hoch sind, müssten zur Dämpfung spekulativer Preissteigerungen darüber hinaus weitere Kapazitäten aufgebaut werden. Das ist bereits heute schwierig. Wenn der Höhepunkt der Ölgewinnung überschritten sein sollte, wird es noch schwieriger sein, ein einmal entstandenes Ungleichgewicht wieder zu beseitigen, und die Chancen der OPEC sind dann noch höher, durch Produktionssteuerung die Preise auf hohem Niveau zu halten.

### 2.2.5 Zur Rolle der OPEC

Aus den vorangegangenen Überlegungen ergibt sich, dass für die langfristige Entwicklung der Rohölpreise die Strategie der OPEC wichtig ist. Im Jahr 2006 deckte sie knapp 42 % des Weltölbedarfs (BP 2007). Ihre Ölreserven reichen aus, um auch künftig die Produktion deutlich zu steigern, außerhalb der OPEC ist dies aber nur sehr begrenzt der Fall. Der Anteil der OPEC könnte daher künftig noch zunehmen. Bei anhaltend steigendem Bedarf kann die OPEC die Rohölpreise langfristig hoch halten, wenn sie ihre Produktion bzw. den Ausbau ihrer Produktionskapazitäten so steuert, dass das Ölangebot „künstlich“ knapp bleibt. Es kann allerdings nicht in ihrem Interesse liegen, dass Öleinsparungen und Ölsubstitution (etwa durch Ausbau der Gewinnung von unkonventionellem Öl sowie durch Verarbeitung von Kohle und Erdgas zu Öl) durch überhöhte Preise so stark stimuliert werden, dass der Marktanteil der OPEC bzw. wichtiger Förderländer langfristig unter ein für sie noch akzeptables Niveau fällt. Nach Lynch liegen die Kosten für die Gewinnung von einem Barrel Öl aus Ölschiefer bei 40 US-\$, mit GTL bei 30 US-\$ und aus Schweröl bei 20 bis 25 US-\$. Bis zum Jahr 2030 wird damit gerechnet, dass die Kosten für die Gewinnung von einem Barrel Öl aus Ölschiefer unter 30 US-\$ fallen, mit GTL auf 20 US-\$ und für Schweröl auf 15 US-\$ (Lynch 2005). In Län-

---

eine Steigerung der Rohölproduktion um knapp 5 mbd, das sind 1,5 mbd oder knapp die Hälfte mehr als nach der Volksbank-Gruppe für den Zeitraum von 2006 bis 2011. Zusammen mit sonstigen Beiträgen kann nach IEA ein Bedarfszuwachs von knapp 8 mbd bedient werden. Wenn es in dem angegebenen Zeitraum nicht zu einem wirtschaftlichen Einbruch kommt, ist mit einem Verbrauchsanstieg von jährlich 1 bis 2 mbd zu rechnen. Auch bei einer Produktionsentwicklung nach IEA ist nicht damit zu rechnen, dass Reservekapazitäten in einem so großen Umfang aufgebaut werden könnten, dass auf den Rohölmärkten ein Preisrutsch zu erwarten ist.

dem mit großen Kohlevorkommen könnte bei anhaltend hohen oder noch steigenden Preisen auch die Kohlenverflüssigung attraktiv werden.

## 2.2.6 Auswirkungen der Klimapolitik auf die Ölnachfrage

Um zu starke Klimaänderungen zu vermeiden, muss der Einsatz fossiler Brennstoffe durch Energieeinsparungen und Nutzung regenerativer Energien und Kernenergie weltweit langfristig auf einen Bruchteil des heutigen Niveaus reduziert werden, und zwar eher schneller als nach der Hubbert-Funktion bei dem derzeit vermuteten Ressourcenpotential zu erwarten ist. Um eine solche Entwicklung herbeizuführen, können grundsätzlich unterschiedliche Instrumente eingesetzt werden. In Abbildung 2-3 wird versucht zwei denkbare Strategien stark vereinfacht darzustellen. Eine denkbare Strategie 1 wäre eine im Rahmen internationaler Vereinbarungen abgestimmte sukzessive Reduktion der Gewinnung fossiler Energieträger. Eine solche Strategie würde dazu führen, dass die Rohölgewinnung von Q1 auf Q2 reduziert wird und die Rohölpreise auf die Grenzkosten der Produktion von regenerativer Energien steigen (auf P2 im oberen Teil der Abbildung 2-3), und dass die Ölproduzenten die dadurch entstehenden Produzentenrenten (Fläche A, B, C, D) kassieren.

Für die Verbraucherländer ist eine Strategie 2 attraktiver, durch Förderung von regenerativen Energien sowie durch Erhebung von Verbrauchssteuern (durch Einführung von Emissionsbegrenzungen und Emissionsrechtehandel können ähnlich Wirkungen erzielt werden) die gewünschte Emissionsreduktion herbeizuführen. Eine solche Strategie würde dazu führen, dass der Rohölbedarf von Q1 auf Q2 sinkt und die Rohölpreise – Wettbewerb zwischen den Produzenten vorausgesetzt – auf P3. In diesem Fall würde sich die Produzentenrente der Ölförderländer auf die Fläche A, B, P3 (Siehe unterer Teil der Abbildung) reduzieren.<sup>12</sup> Eine solche Strategie wird derzeit von den meisten Industriestaaten in Ansätzen verfolgt. Ihre konsequente Umsetzung würde zwar zu Preissteigerungen für Endprodukte führen, potentielle Produzentenrenten der OPEC-Länder könnten aber weitgehend durch die Staaten und Unternehmen der Verbraucherländer abgeschöpft werden.

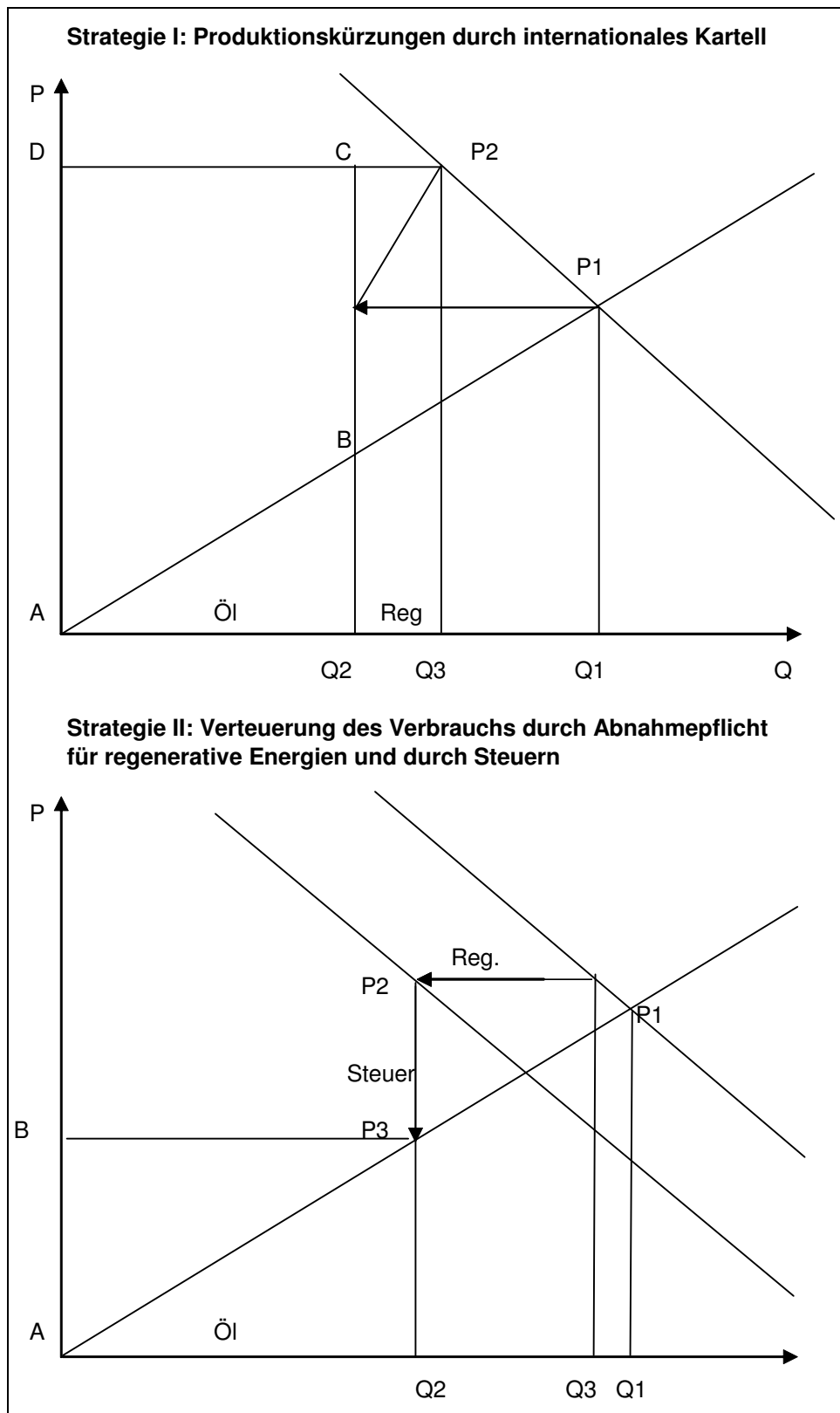
---

<sup>12</sup> In der Realität sind die Zusammenhänge wesentlich komplexer als in dieser schematischen Darstellung. So ist z.B. zu berücksichtigen, dass die Internalisierung von Emissionskosten in Form von Steuern oder durch Einführung von Emissionsobergrenzen und des Emissionsrechtehandels auch die Kosten der Alternativen zum Rohöl – vor allem von unkonventionellem Öl und von aus Kohle gewonnenem Öl – steigert, und damit auch die Schwellenpreise für konventionelles Rohöl, bei denen diese Produkte konkurrenzfähig werden.

Produzentenkartelle wie die OPEC können versuchen, den Preisdruck, der aufgrund des klimapolitisch bedingten Nachfragerückgangs eintreten könnte, zu vermeiden, indem sie die Produktion noch stärker kürzen als der Bedarf sinkt. Sie könnten also versuchen, erstere Strategie „auf eigene Faust“ durchzusetzen. Die Interessen der Kartellmitglieder bei stark rückläufiger Produktion „auf einen Nenner“ zu bringen, dürfte allerdings wesentlich schwieriger sein als im Falle einer steigenden Nachfrage und bei knappen Kapazitäten. Scheitern sie bei diesen Bemühungen, können einzelne Länder mit großen Reserven auch versucht sein, Marktanteile durch ein Ausscheren aus dem OPEC-Regime unter Inkaufnahme eines vorübergehend starken Preisverfalls zurück zu gewinnen und die Klimapolitik der Industriestaaten aufgrund der damit verbundenen Kostensteigerung zu torpedieren.

Die heutige Situation auf den Ölmärkten ist durch unterschiedliche Interessen und Strategien von Förder- und Verbraucherländern geprägt. Welche Ergebnisse das Zusammenspiel dieser Elemente haben wird, ist schwer prognostizierbar. Sollte die auf dem G8-Gipfel in Heiligendamm versprochene Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 50 % bis 2050 durch die wichtigsten Industriestaaten tatsächlich in Angriff genommen werden, dann hätte das kurz- und mittelfristig den Effekt, dass die Nutzung von fossilen Substituten für Rohöl (Kohle, Ölsand) erschwert würde. Langfristig könnte allerdings durch verstärkte Energieeinsparungen und den Ausbau regenerativer Energien dazu beigetragen werden, dass die Primärenergiepreise ausgehend vom heutigen hohen Niveau eher sinken.

Abbildung 2-3  
Auswirkungen unterschiedlicher Klimastrategien auf die Rohölpreise



Quelle: DIW Berlin.

## 2.3 Aktuelle Prognosen bzw. Szenarien zur Entwicklung der Rohölpreise

Eine Übersicht der Langfristprognosen nach dem Stand Mitte 2007 zeigt die Spanne der Preisszenarien für das Jahr 2025 von 35 bis 94 US-\$<sub>2005</sub> je Barrel, für 2030 von 37 bis 100 US-\$<sub>2005</sub> je Barrel reicht.

Tabelle 2-1

### Übersicht über aktuelle Ölpreisszenarien in US-Dollar/Barrel (Preisbasis 2005)

	2010	2015	2020	2025	2030
EIA 2006, Referenz	48,7	49,2	52,2	55,7	58,7
EIA 2007					
Referenz	57,5	49,9	52,0	56,4	59,1
Niedrige Preise	49,2	34,0	34,1	34,9	36,7
Hohe Preise	69,2	79,6	89,1	94,4	100,1
IEA 2006	51,5	47,8	50,2	52,6	55,0
EWI/Prognos 2007	53,2	46,1	49,0		
GII	57,1	46,5	45,1	43,2	40,3
EEA	56,9	49,8	47,4	45,2	NA
DB	39,7	40,1	39,7	40,0	40,2
SEER	44,2	45,3	45,9	46,2	46,6

Anmerkung: EIA = Energy Information Administration, Washington; GII = Global Insight, Inc; IEA = International Energy Agency, Paris. EVA EEA = Energy and Environment Analysis, Inc.; DB = Deutsche Bank AG; SEER = Strategic Energy and Economic Research, Inc.  
Quelle: Energy Information Administration: Annual Energy Outlook 2007 with projections to 2030. Washington 2007. EWI/Prognos: Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Basel/Köln, 17. Juli 2007.

Vor allem EIA und IEA erwarten aktuell langfristig deutlich höhere Rohölpreise als in ihren früheren Szenarien. So liegt z.B. bei EIA das Rohölpreisniveau im Jahr 2025 im aktuellen Niedrigpreisniveau (2007) mit 35 US-Dollar<sub>2005</sub>/Barrel etwa doppelt so hoch und im Hochpreisszenario mit 95 US-Dollar<sub>2005</sub>/Barrel knapp dreimal so hoch wie in ihren Szenarien aus dem Jahr 2004. Durch diese Verschiebung ist für das Jahr 2025 die aktuelle Preisuntergrenze im Szenario „Niedrige Preise“ etwa identisch mit der Hochpreisvariante der EIA aus dem Jahr 2004. Das Referenzszenario der IEA aus dem Vorjahr (2006) liegt mit 53 US\$<sub>2005</sub>/Barrel geringfügig unter dem von EIA, die Prognosen der in Tabelle 2-1 aufgeführten privaten Institutionen gehen von einem Preisrückgang nach 2010 und danach von stabilen Preisen auf einem Niveau zwischen dem Niedrigpreis- und dem Referenzszenario der EIA aus. Auch EWI/Prognos (2007) orientieren sich an diesem Szenario. Einen dramatischen Preisverfall erwartet allerdings keines der hier erfassten Institute.

Im Rahmen dieser Untersuchung werden die Rohölpreisannahmen im World Energy Outlook der IEA 2006 übernommen, da die optimistischen Grundannahmen von IEA im Referenzfall gut mit unseren Wachstumserwartungen übereinstimmen, bei einer solchen Preisentwicklung langfristig ausreichend Ressourcen zur Deckung des Bedarfs bereitgestellt werden können und die Bemühungen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen preisdämpfend wirken werden.

## **2.4 Ableitung der Mineralölimportpreise und der Kraftstoffpreise**

### **2.4.1 Übersicht**

Da Rohöl und Mineralölprodukte auf den internationalen Märkten überwiegend in Dollar gehandelt werden, ist für die Kosten der Mineralölimporte im Euroraum der Euro/Dollar-Wechselkurs von Bedeutung. Hierzu müssen Annahmen getroffen werden. Ähnliches gilt auch für die Inflation. Soweit Inflationsdifferenzen zwischen den USA und dem Euroraum nicht durch entsprechende Wechselkursänderungen ausgeglichen werden, haben sie Einfluss auf die Höhe der realen Preise im Euroraum. Es müssen daher auch Annahmen zur Entwicklung der Inflationsdifferenzen getroffen werden.

### **2.4.2 Entwicklung der Wechselkurse**

Wechselkurse bilden sich auf den Devisenmärkten aus dem Zusammenspiel von internationalem Leistungsaustausch, Kapitalströmen und Spekulation. Da Wechselkurse von Finanztransaktionen abhängig sind, können sie stark schwanken und spiegeln daher die Kaufkraftrelationen der Währungen oft nicht wider.

Von der Zinsparitäten- und der Kaufkraftparitätentheorie werden unterschiedliche Ursachen für Wechselkursbewegungen verantwortlich gemacht. Erstere erklärt Änderungen des Wechselkurses einer Währung aus existierenden Zinsdisparitäten, die Anreize für die Akteure auf Geld- und Kapitalmärkten schaffen, durch Arbitrage einen Ausgleich herbeizuführen. Weicht der Wechselkurs von den Kaufkraftparitäten ab, dann kommt es zu einer entsprechenden Arbitrage auf den Gütermärkten. Kompensieren sich Zins- und Kaufkrafteffekte, dann können Ungleichgewichte in den Handels- und Leistungsbilanzen für eine längere Zeit bestehen wie z.B. das aktuell große Leistungsbilanzdefizit der USA. Trotz der überzeugenden wirtschaftstheoretischen Fundierung dieser Ansätze fällt es schwer, insbesondere die kurzfristigen

Wechselkursbewegungen mit ihrer Hilfe zufrieden stellend empirisch zu beschreiben bzw. kausal zu erklären. Statistisch gut absichern lässt sich demgegenüber die Hypothese, dass sich der Wechselkurs in der Vergangenheit wie ein „random-walk“ verhalten hat (Erbler 2006). Das macht allerdings das hohe Ausmaß der Unsicherheit deutlich, das Annahmen zur Entwicklung des künftigen €/US-\$-Wechselkurses bis zum Jahr 2030 beinhalten.

Wenn das Niveau oder die Veränderung von Wechselkursen nicht eindeutig durch fundamentale Faktoren erklärbar ist, können Annahmen zu ihrer künftigen Entwicklungen am ehesten aus ihrer eigenen Entwicklung bzw. Verteilung in der Vergangenheit abgeleitet werden. Der Mittelwert der täglichen Wechselkurse seit 1978 liegt bei 1.12 US-\$ je Euro.

Würden die Wechselkurse bis 2030 auf ihren linearen Trend einschwenken, der sich im Zeitraum von 1980 bis 2004 abzeichnet, dann würde der Wert des € bis 2030 auf 1,50 US-\$ steigen, nach dem Trend der Kaufkraftparitäten im gleichen Zeitraum könnte er auf 1,16 US-\$ fallen.<sup>13</sup> Das Spektrum der im Jahr 2030 wahrscheinlichen Wechselkurse lässt sich demnach auf 1,10 bis 1,50 US-\$ je € eingrenzen.<sup>14</sup>

Hier wird für die Jahre 2010 bis 2030 von einem Wechselkurs von 1,10 US-\$ je € ausgegangen. Wir bleiben damit am unteren Rand des Spektrums, um nicht eine optimistische Annahme zum Ölpreis in Dollar mit einer optimistischen Annahme zum Wechselkurs zu kombinieren.

### 2.4.3 Annahmen zur Entwicklung der Inflation

Da Rohöl in US-Dollar fakturiert wird, beeinflussen unterschiedliche Inflationsraten in den USA und im Euroraum – sofern sie nicht durch entsprechende Wechselkursänderungen ausgeglichen werden – die realen Preise. Wir gehen davon aus, dass in den kommenden Jahren bis 2030 der Preisanstieg in den USA (mit jährlich 1,8 %) etwas höher sein wird als in Deutschland (jährlich 1,5 %), wenn auch (mit 0,3 %-Punkte pro Jahr) in einem deutlich geringeren Umfang als in der Vergangenheit. Nach unseren Annahmen werden die Inflationsdifferenzen in den beiden Ländern durch die Wechselkursentwicklung nicht voll kompensiert. Die deutschen Energieimporte werden dadurch zusätzlich verteuert (um unter 10 %).

---

<sup>13</sup> Aktuell (Anfang August 2007) ist der € über 1,3 US-\$ wert.

<sup>14</sup> Aufgrund des aktuell großen Leistungsbilanzdefizits der USA – in 2004 wurden über 1,5 % des Weltbrutto-sozialprodukts durch das Zahlungsbilanzdefizit der USA absorbiert (Bénassi-Quéré et al. 2006) – könnte der US-\$ mittelfristig deutlich an Wert verlieren. Gegen eine solche Entwicklung spricht allerdings die größere Dynamik (und die damit verbundene größere Rentabilität der Kapitalanlagen) im Dollar- im Vergleich zum Euroraum.

#### 2.4.4 Annahmen zur Entwicklung der Preisrelationen zwischen Rohöl- und Kraftstoffimportpreisen

Die Importpreise für die meisten Mineralölprodukte lagen seit Mitte der siebziger Jahre um 20 bis 40 % über den Rohölpreisen. Am höchsten waren die Importpreise für leichte Produkte (Kraftstoffe), am niedrigsten die für schweres Heizöl. Die Relation von Produkt- und Rohölpreisen schwankte zwar erheblich, ein langfristiger Veränderungstrend in den Preisrelationen ist – vielleicht mit Ausnahme des schweren Heizöls, das sich seit Mitte der neunziger Jahre tendenziell verteuert hat – nicht zu erkennen.<sup>15</sup> Hier wird angenommen, dass die Importpreise für Benzin bis zum Jahr 2025 konstant 40 % und die für Diesel um 25 % über den Rohölpreisen liegen.

#### 2.4.5 Annahmen zur Entwicklung von Vertriebsmargen und Steuern

Um den Basispreis frei Endverbraucher ohne Steuern und Abgaben bestimmen zu können, müssen noch Annahmen zur Entwicklung der Margen (Transport-, Vertriebs- und Verwaltungskosten, Provisionen und Gewinn) der Mineralölwirtschaft getroffen werden. Für das Jahr 2005 lässt sich eine Marge für Benzin von 8 und für Diesel von 11 €cents/Liter ermitteln. Die Marge für Benzin wird mit der Inflationsrate ins Jahr 2025 fortgeschrieben, bei der Marge für Diesel erfolgt die Inflationierung wegen des besonders hohen Wertes in 2005 ausgehend von einem Normalwert im Ausgangsjahr von 9 €cents/Liter.

Bei der Mineralöl- und Umsatzsteuer wird vom Stand im Jahr 2005 ausgegangen, und die Sätze werden ebenfalls mit der angenommenen Inflationsrate fortgeschrieben (mit anderen Worten werden real konstante Steuern angenommen). Außerdem wird unterstellt, dass der 2006 eingeführte Mehrwertsteuersatz von 19 % für den gesamten Betrachtungszeitraum gilt. Unter solchen Annahmen werden der Benzinpreis im Jahr 2025 bei 1,45 Euro<sub>2005</sub>/Liter und der Dieselpreis bei 1,17 Euro<sub>2005</sub>/Liter liegen. Der Basispreis ohne Steuern würde zu diesem Zeitpunkt 0,53 bzw. 0,49 Euro<sub>2005</sub>/Liter betragen.

---

<sup>15</sup> Diese Konstanz der Preisrelationen ist insofern besonders bemerkenswert, als im betrachteten Zeitraum die Qualitätsanforderungen an Kraft- und Brennstoffe erheblich gestiegen sind (z.B. Reduktion des Schwefelgehaltes in Kraftstoffen und Heizölen) und gleichzeitig mit der Wiedervereinigung der Anteil schwerer und stark schwefelhaltiger Rohöle am Rohöleinsatz der Raffinerien (die Raffinerien in Schwedt und Leuna setzen nahezu ausschließlich russische Sorten ein) gestiegen ist.



Tabelle 2-2  
Ableitung der Preise für Benzin und Diesel

	Dimension	2005	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Rohölpreis<sup>1</sup></b>	\$2000/Barrel	45,2	45,9	42,6	44,8	46,9	49,1
<b>Rohölpreis</b>	\$/Barrel	50,62	56,30	57,14	65,60	75,15	85,91
<b>Wechselkurs</b>	€/\$	0,80	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
<b>Rohölimportpreis</b>	€/Tonne	314,47	368,54	373,98	429,40	491,90	562,34
<b>Rohölimportpreis</b>	€/Liter	0,27	0,32	0,33	0,38	0,43	0,49
<b>Importpreis NWO</b>							
Benzin	€/Liter	0,32	0,45	0,46	0,53	0,60	0,69
Diesel	€/Liter	0,34	0,40	0,41	0,47	0,54	0,61
<b>Marge</b>							
Benzin	€/Liter	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12
Diesel	€/Liter	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
<b>Kraftstoffbasispreis</b>							
Benzin	€/Liter	0,40	0,54	0,55	0,63	0,71	0,81
Diesel	€/Liter	0,45	0,50	0,52	0,59	0,66	0,75
Benzin	€2005/Liter	0,40	0,50	0,48	0,50	0,53	0,56
Diesel	€2005/Liter	0,45	0,47	0,45	0,47	0,49	0,52
<b>Mineralölsteuern</b>							
Benzin	€/Liter	0,66	0,74	0,80	0,86	0,93	1,00
Diesel	€/Liter	0,47	0,53	0,57	0,62	0,66	0,72
<b>Mehrwertsteuer</b>							
Benzin	€/Liter	0,17	0,24	0,26	0,28	0,31	0,34
Diesel	€/Liter	0,15	0,20	0,21	0,23	0,25	0,28
<b>Preise</b>							
Benzin	€/Liter	1,22	1,53	1,61	1,77	1,95	2,15
Diesel	€/Liter	1,07	1,23	1,30	1,43	1,58	1,75
Benzin	€2005/Liter	1,22	1,42	1,39	1,42	1,45	1,48
Diesel	€2005/Liter	1,07	1,14	1,12	1,15	1,17	1,20
<b>Nominal/Real<sub>2005</sub></b>		1	1,08	1,16	1,25	1,35	1,45

<sup>1</sup> Referenzszenario IEA (2006) umgerechnet auf Preisbasis 2000.  
Quelle: Berechnungen des DIW Berlin.

### 3 Abgaben auf Kraftstoffe und Kraftfahrzeuge

#### 3.1 Trends und Zielsetzungen in der EU

Abgaben auf Transportaktivitäten haben in den EU-Ländern eine hohe fiskalische und umweltpolitische Bedeutung. Über die Zulassungsabgaben, verschiedene laufende Halterabgaben, die Mineralölsteuer und die Umsatzsteuer erbringt der Kraftfahrzeugverkehr insgesamt je nach den Steuersätzen, dem Fahrzeugbestand und der Fahrzeugnutzung ein Steueraufkom-

men, das bis zu 5 % des Bruttosozialproduktes ausmacht.<sup>16</sup> Auch in der Abgrenzung umweltbezogener Abgaben hat der Verkehrssektor eine herausragende Bedeutung. Das Aufkommen dieser Abgaben insgesamt beträgt in der EU-27 im Jahr 2005 im Durchschnitt 2,6% des BIP.<sup>17</sup> Selbst in den wenigen Ländern mit weiteren Abgaben, die an Verschmutzungsvorgängen oder Ressourcenverzehr in anderen Sektoren der Volkswirtschaft ansetzen (u.a. DK, NL) haben die aus den Verkehrsaktivitäten resultierenden Staatseinnahmen ein dominantes Gewicht unter den umweltbezogenen Abgaben.

In ihrer jüngsten Bilanz zu den „Taxation Trends in the European Union“ stellt die Kommission fest, dass das umweltbezogene Steueraufkommen speziell in der EU-15 tendenziell sinkt. Auch bezogen auf die Besteuerung pro Einheit Energieverbrauch ist eine rückläufige Tendenz festzustellen.<sup>18</sup> Dies widerspricht dem Umweltaktionsprogramm der EU (6. UAP), welches den umweltpolitischen Rahmen der Gemeinschaft für die Zeit von Juli 2002 bis Juli 2012 steckt.<sup>19</sup> Das Programm setzt auf umweltpolitische Instrumente über reine Standards hinaus und befürwortet marktbasierende Anreize wie Steuern, die darauf abzielen, externe Effekte weitergehend zu internalisieren.

EU-rechtliche Regelungen für die hier interessierenden Abgaben existieren bezüglich der **Mindeststeuersätze auf Kraftstoffe** mit der Energiesteuerrichtlinie (Art. 7 (1)).<sup>20</sup> Benzin ist demnach mit mindestens 359 Euro je 1 000 Liter zu besteuern (nur Verbrauchssteueranteil). Für Diesel beträgt dieser Satz 302 Euro und ab 2010 330 Euro; ab 2013 sollen neue Mindestsätze durch den Rat in Kraft gesetzt sein. Die Abgabenhöhe in Deutschland wird durch diese Vorgaben nicht tangiert, da alle Sätze unterhalb des wesentlich höheren Steuerniveaus in Deutschland mit 655 beziehungsweise 470 Euro liegen. Allerdings werden die Vorgaben der Steuersätze für Dieselmotoren den Unterschied zu Niedrigsteuersätzen in einigen Nachbarländern Deutschlands verringern.

---

<sup>16</sup> Vgl. OECD Revenue Statistics 2006 Edition, Paris 2006.

<sup>17</sup> Vgl. European Commission (2007) Taxation Trends.

<sup>18</sup> „The evidence from the survey of environmental taxation is sobering. Despite the added urgency in the public debate, the taxman's efforts to reducing energy consumption are letting up, at least in the EU-15. This may be justified by greater efforts done elsewhere, as in emissions trading; but is nevertheless at odds with the perceptions of the general public as well as with often-stated policy objectives.“ European Commission (2007) Taxation Trends, p. 10.

<sup>19</sup> Beschluss Nr. 1600/2002/EG (ABl. L 242 vom 19.9.2002, S. 1 und KOM(2007) 225 endgültig.

<sup>20</sup> Vgl. EU (2003) RICHTLINIE 2003/96/EG DES RATES.

Die von der EU gesetzten **Mindeststeuersätze auf Kraftfahrzeuge** sind im Rahmen der Anlastung von Wegekosten formuliert und gelten nur für schwere Nutzfahrzeuge ab 3,5 t zul. Gesamtgewicht (z.B. luftgefederter 40-Tonner mit 2+3 Achsen 515 Euro pro Jahr).<sup>21</sup> In diesem Kontext der Wegekostenanlastung wird auf der EU-Ebene eine Mindeststeuer für Pkw nicht geplant oder diskutiert.

Allerdings liegen im Rahmen der EU-Strategie zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen<sup>22</sup> für die in Europa sehr verschieden ausgestalteten **periodischen Kfz-Steuern** Änderungsvorschläge auf dem Tisch. Diese Gemeinschaftsstrategie umfasst drei Kernbereiche:

- die Selbstverpflichtungen der Automobilindustrie zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs,
- die Angabe des Kraftstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen (Verbraucherinformationen beim Fahrzeugkauf) und
- die Förderung eines geringeren Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen durch steuerliche Maßnahmen.

Nachdem die ersten beiden Maßnahmen unzureichend zur Zielsetzung beigetragen haben<sup>23</sup>, betreffen die jüngsten Initiativen der Europäischen Kommission insbesondere die Umstrukturierung der Steuersysteme für Personenkraftwagen und die Höhe der Abgaben auf Kraftstoffe. Sie zielen damit auf einen Bestand von über 210 Millionen Personenkraftwagen in den 25 EU-Mitgliedsstaaten, der jährliche Neufahrzeugmarkt hat ein Volumen von etwa 15 Millionen Pkw. Der Richtlinienvorschlag der Kommission zur Besteuerung von Pkw verfolgt drei Ziele:

- Die Abschaffung der Zulassungsteuern innerhalb einer zehnjährigen Frist.
- Die unverzügliche Schaffung eines Systems zur Erstattung geleisteter Zulassungs- und Kfz-Steuern wenn das Fahrzeug in ein anderes Land verbracht wird.

---

<sup>21</sup> Vgl. EU (2006) RICHTLINIE 1999/62/EG und RICHTLINIE 2006/38/EG).

<sup>22</sup> Vgl. KOM(95) 689 endg.

<sup>23</sup> Vgl. SEC (2007) 60.

- Die Berechnung der Steuern – zumindest teilweise – auf Basis der Kohlendioxidemissionen.<sup>24</sup>

Die Annahme des Vorschlags würde bedeuten, dass die Mitgliedstaaten ihre Systeme für die Besteuerung von Personenkraftwagen zum Teil wesentlich umstrukturieren müssten. Für Deutschland wäre nur der dritte Aspekt der Umstellung der Steuerberechnung auf CO<sub>2</sub>-Basis relevant, eine Maßnahme, die ohnehin diskutiert wird und im Koalitionsvertrag vom 11. November 2005 als Aufgabe der jetzigen Bundesregierung formuliert ist. Sowohl auf EU-Ebene wie auf Bundesebene sind die Verfahren nicht entscheidungsreif, entweder wegen allzu unterschiedlicher Interessen der Beteiligten (EU) oder wegen technischer Probleme einer möglichen Form der Umsetzung und Fragen der fiskalischen Zuständigkeit (D).

Weiterhin strebt die Kommission aus Gründen der Wettbewerbsgleichheit und des Umweltschutzes eine Reform der Verbrauchssteuern auf Kraftstoffe an. Die tendenzielle steuerliche Bevorteilung des Dieselmotors trägt dazu bei, dass in Europa der Dieselmotor als Fahrzeugantrieb auf dem Vormarsch ist. Für solche Vorteile gibt es zumindest im Privatsektor keine guten Gründe. Ein weiterer Faktor ist dabei, dass durch die Mineralölsteuer der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Einsatz von Dieselmotoren implizit geringer belastet wird als von Benzin.<sup>25</sup> Daher forderte die Kommission, die Verbrauchsteuer auf Dieselmotoren für Personenkraftwagen der Steuer auf unverbleites Benzin und zugleich die jährliche Kraftfahrzeugsteuer auf Fahrzeuge mit Dieselmotor derjenigen auf Fahrzeuge mit Ottomotor anzugleichen. Voraussetzung dafür wäre die Trennung der Besteuerung von Dieselmotoren für private und für gewerbliche Zwecke.<sup>26</sup> Mit der letzten Energiesteuerrichtlinie steht den Mitgliedstaaten dieser Weg im Prinzip offen, ohne das nationale Güterkraftverkehrsgewerbe zu belasten.<sup>27</sup> Nach deren in Kraft treten wurden die darin enthaltenen Regelungen jedoch als unzureichend be-

---

<sup>24</sup> Die Vorschläge für eine Harmonisierung und Umgestaltung der Besteuerung von Personenkraftwagen wurden mit der Mitteilung KOM(2002) 431 endgültig vom 6.9.2002 unterbreitet und nach der Konsultation von Akteuren als Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Besteuerung von Personenkraftwagen KOM(2005) 261 endgültig vom 5.7.2005 vorgelegt.

<sup>25</sup> Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß je Liter ist bei Diesel um 13 % höher als bei Benzin. Mit den aktuellen Sätzen der Mineralölsteuer in Deutschland beträgt die Belastung bei Benzin etwa 281 und bei Dieselmotoren 178 Euro je Tonne CO<sub>2</sub>.

<sup>26</sup> Vgl. hierzu auch den Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Schaffung einer Sonderregelung für die Besteuerung von Dieselmotoren für gewerbliche Zwecke und zur Annäherung der Verbrauchsteuern auf Benzin und Dieselmotoren, KOM(2002) 410 endgültig, vom 24.7.2002. Dieser Vorschlag ist allerdings vom Europäischen Parlament abgelehnt worden.

<sup>27</sup> Nach Art. 7 der Richtlinie dürfen die Mitgliedstaaten zwischen gewerblich und nicht gewerblich genutztem Dieselmotoren steuerlich differenzieren, vgl. Richtlinie 2003/96/EG vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom, und Monatsbericht 1.2004 des Bundesministerium der Finanzen: Die neue Energiesteuerrichtlinie.

wertet, weil die Länder, die bereits im Jahr 2003 hoch besteuerten, in diesem Rahmen keinen Spielraum zur Verringerung der bestehenden Verzerrungen haben. Daraufhin legte die Kommission 2007 einen neuen Reformvorschlag für die Energiesteuerrichtlinie vor, der darauf abzielt, die Wettbewerbsverzerrungen für die Güterverkehrsmärkte durch das Verbrauchssteuergefälle abzubauen.<sup>28</sup>

Zusammen gesehen ist aus den Befunden und den Tendenzen der europäischen Umwelt- und Verkehrspolitik zu erwarten, dass die EU die fiskalischen Instrumente (MBI Market Based Instruments) weiterhin betonen wird.<sup>29</sup> Dies gilt insbesondere für den Verkehrssektor, weil dieser in Relation zu anderen Sektoren der Volkswirtschaften bislang einen unzureichenden Beitrag zu Verringerung der Kohlendioxidemissionen leistet, diese aber im Zentrum des politischen Interesses stehen.<sup>30</sup> Noch verstärkt wird dieses Moment, nachdem der freiwillige Ansatz nicht erfolgreich war.<sup>31</sup>

Die Kommission folgt der Einschätzung, dass die Emissionen aus dem Personenverkehr auf der Straße ohne wirksame Gegenmaßnahmen in den kommenden Jahren weiter zunehmen werden. Die entscheidenden Voraussetzungen für eine Eindämmung der Pkw-Abgase seien die Verbesserung der Kraftstoffeffizienz bei Fahrzeugen sowie ein verstärkter Einsatz alternativer Kraftstoffe, namentlich von Biokraftstoffen. Das Gemeinschaftsziel von 120 g CO<sub>2</sub>/km für Neufahrzeuge soll bis zum Jahr 2012 durch einen integrierten Ansatz bestehend aus angebotsorientierten und nachfrage- bzw. verhaltensorientierten Maßnahmen erreicht werden.<sup>32</sup> Dabei liegt der Schwerpunkt auf einer verpflichtenden Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neufahrzeugen von durchschnittlich 130 g/km durch Fahrzeugmotortechnologie, sowie einer weiteren Verringerung von 10 g/km CO<sub>2</sub> oder deren Äquivalent, durch andere technische Verbesserungen und einem erhöhten Einsatz von Biokraftstoffen. Diese Zielsetzung verknüpft

---

<sup>28</sup> Vgl. KOM(2007) 52 endgültig.

<sup>29</sup> Vgl. GRÜNBUCH Marktwirtschaftliche Instrumente für umweltpolitische und damit verbundene politische Ziele, KOM(2007) 140 endgültig.

<sup>30</sup> Zu den generellen Reformvorstellungen der Kommission für den Verkehrssektor vgl. Weissbuch – Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft, KOM(2001) 370 vom 12.9.2001.

<sup>31</sup> Der europäische Automobilverband ACEA hat für die europäische Automobilindustrie eine Selbstverpflichtungserklärung gegenüber der EU-Kommission abgegeben, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Neufahrzeuge bis 2008 auf 140 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer zu vermindern. Die Kommission kommt in ihrer Überprüfung der Wirksamkeit der Strategie zu dem Schluss, dass es weiterer Bemühungen und gesetzgeberischer Vorgangsweisen bedarf, um die durchschnittliche Minderungsrate zur Erreichung des Zieles zu steigern, KOM(2005) 269 endgültig, SEC(2007) 60 und KOM(2007) 19 endgültig.

<sup>32</sup> Vgl. KOM(2007) 19 endgültig.

die Kommission mit der Initiative CARS21, in der die industriepolitischen Zielsetzungen für den europäischen Automobilsektor mit den Interessenvertretern abgestimmt wurden.<sup>33</sup>

Für die längere Frist will die Kommission Maßnahmen unterstützen, die dem Forschungsziel des ERTRAC (Beratender Ausschuss für die Europäische Forschung im Bereich Straßenverkehr) dienen, weitere Verbesserungen der Fahrzeugeffizienz zu erreichen. Diese Maßnahmen haben bei der Pkw-Neuwagenflotte in Europa bis zum Jahr 2020 eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 % (Durchschnitt von 95 g CO<sub>2</sub>/km) zum Ziel.<sup>34</sup>

### 3.2 Trends der Abgaben in Deutschland

In Deutschland belaufen sich die umweltbezogenen Steuern auf 2,5% des BIP (EU-27 2,6%), davon haben die Mineralölsteuer und die Kfz-Steuer wiederum einen Anteil von 80%. Am gesamten Steueraufkommen haben diese beiden Abgaben einen Anteil von 9%.

Die Steuersätze für Kraftstoffe betragen seit der letzten Stufe der ökologischen Steuerreform (1. Januar 2003) 655 Euro je 1 000 Liter für Benzin (unverbleit, schwefelfrei) beziehungsweise 470 Euro für Diesel (schwefelfrei). Das damit erzielte Volumen der **Mineralölsteuer** betrug im Jahr 2006 39,9 Mrd. Euro, dazu trägt die Besteuerung der Kraftstoffe 35 Mrd. Euro bei. Seit 2002 sind die kassenmäßigen Einnahmen aus der Mineralölsteuer um fast ein Zehntel gefallen, weil zum Einen der Verbrauch sich stark auf Dieselmotoren mit seinem niedrigeren Steuersatz verlagert hat. Zum Anderen geht die Absatzmenge versteuerten Kraftstoffes nach 1999 zurück, u.a. aufgrund des Preisgefälles für Kraftstoffe zu fast allen Nachbarländern Deutschlands, was zu nennenswerten Einfuhren in den Tanks deutscher Kraftfahrzeuge führte. Abbildung 3-1 stellt die Entwicklung des Aufkommens der Mineralölsteuer der Pkw dar, das mit steigenden Steuersätzen bis 2002 zunahm. Über die für die Pkw-Flotte gültigen Verbrauchs- und Fahrleistungswerte lassen sich die mittleren Mineralölabgaben je Fahrzeug ermitteln: Für Otto-Pkw betragen diese zuletzt 570 Euro, für Diesel-Pkw 680 Euro. Dabei ist die stark steigende Entwicklung nach 1998 bei den Dieselfahrzeugen durch die Erhöhungen der Steuersätze und die zunehmende mittlere Fahrleistung zu erklären. Umgekehrt verläuft die Kurve für die Benziner so flach, weil die Steuersätze relativ weniger stark gestiegen sind<sup>35</sup>,

---

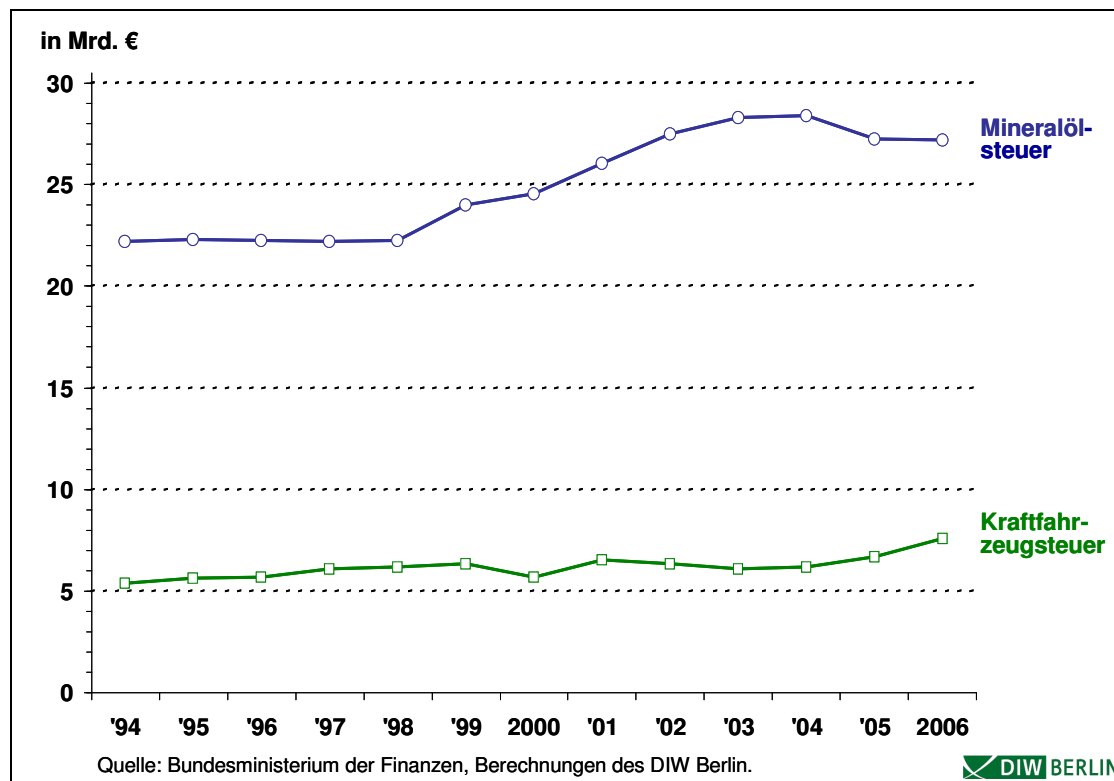
<sup>33</sup> Vgl. KOM(2007) 22.

<sup>34</sup> Vgl. KOM (2007) 19 S. 12 und Strategische Forschungsagenda des ERTRAC, Dezember 2004.

<sup>35</sup> Die fünf Stufen der Erhöhung der Mineralölsteuer von 1999 bis 2003 um jeweils 3,07 Cent je Liter betrafen gleichermaßen Otto- wie Dieselmotoren bei unterschiedlichem Ausgangssatz von 53,17 bzw. 34,77 Cent.

die mittlere Fahrleistung abnahm und der durchschnittliche Verbrauch zuletzt deutlicher als bei den Diesel-Pkw zurück ging.<sup>36</sup>

Abbildung 3-1  
Steueraufkommen der Personenkraftwagen



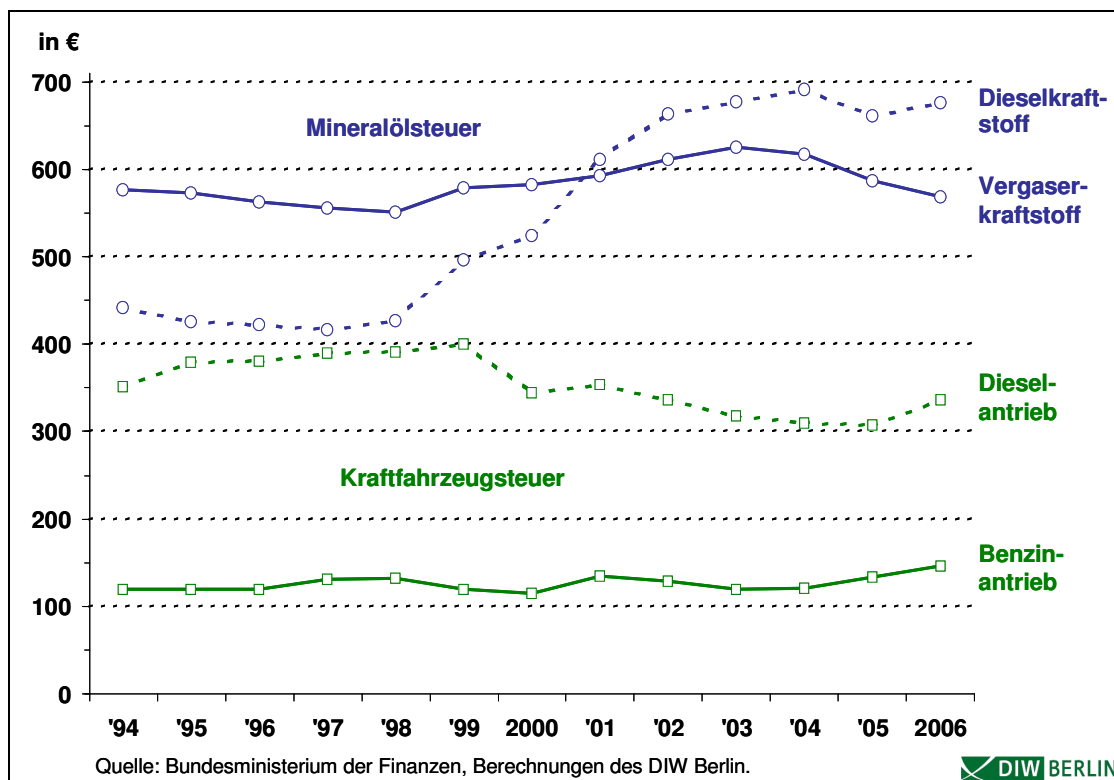
Die **Kraftfahrzeugsteuer** erzielte 2006 kassenmäßige Einnahmen von 8,9 Mrd. Euro, davon erbrachte die Pkw-Besteuerung 7,6 Mrd. Euro. Bei zunehmendem Fahrzeugbestand entwickelten sich die Einnahmen aus der Pkw-Steuer noch etwas stärker (Abbildung 3-1). Mit dem zum 1. Juli 1997 wirksam gewordenen Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz wurden für Pkw-Gruppen in Abhängigkeit von ihren Abgas-Schadstoffwerten (Euro-Schadstoffklassen) differenzierte Steuersätze eingeführt, die bis zum 1.1.2005 stufenweise angehoben wurden (seit Januar 2005 Steuersätze je 100 cm für Otto-Motoren 6,75 bis 25,36 Euro, für Diesel 15,44 bis 37,58). Die höhere Besteuerung der Diesel-Pkw soll die geringere Belastung durch die Mineralölsteuer ausgleichen (der sogenannte "Mineralölsteuerausgleich"). Gemittelt über den Fahrzeugbestand beträgt die Steuerbelastung je Diesel-Pkw derzeit etwa 300 Euro, für Otto-

<sup>36</sup> Das Aufkommen der Mineralölsteuer wurde bezogen auf den Kraftstoffverbrauch der Inländer berechnet. Dabei wurde für im Ausland getankte Mengen der deutsche Steuersatz unterstellt.

Pkw etwa 130 Euro pro Jahr.<sup>37</sup> Abbildung 3-2 zeigt, dass sich die durchschnittliche Abgabe je Fahrzeug nominal kaum verändert hat. Betrachtet man beide Abgaben je Fahrzeug zusammen, so sind seit 1994 die Otto-Pkw mit etwa 700 Euro belastet. Für die Diesel-Pkw nehmen diese Abgaben von etwa 800 auf 1 000 Euro zu (Abbildung 3-3).

Hinter dieser Entwicklung stehen mehrere Faktoren, die auch für die Einschätzung der zukünftigen Reaktionen der Verkehrsteilnehmer auf veränderte Kostenstrukturen relevant sind: Die seit dem Jahr 2000 starke Zunahme der Diesel-Pkw im Bestand wird getrieben vom Umstieg der Vielfahrer, die mittlere Nutzungsintensität der Diesel-Pkw ist mittlerweile fast doppelt so hoch (20 000 km pro Jahr) wie die der Benziner, mehr als ein Drittel der Gesamtfahrleistung der Pkw wird inzwischen von Diesel-Fahrzeugen erbracht. Mit diesem Selektionseffekt in die Antriebsarten weichen die Kraftfahrer höheren Abgaben und Kosten aus: Die Werte der Abbildung 3-3 für 2006 übersetzen sich in Abgaben je Kilometer von etwa 7 Cent für Otto und etwa 5 Cent für Diesel-Pkw.

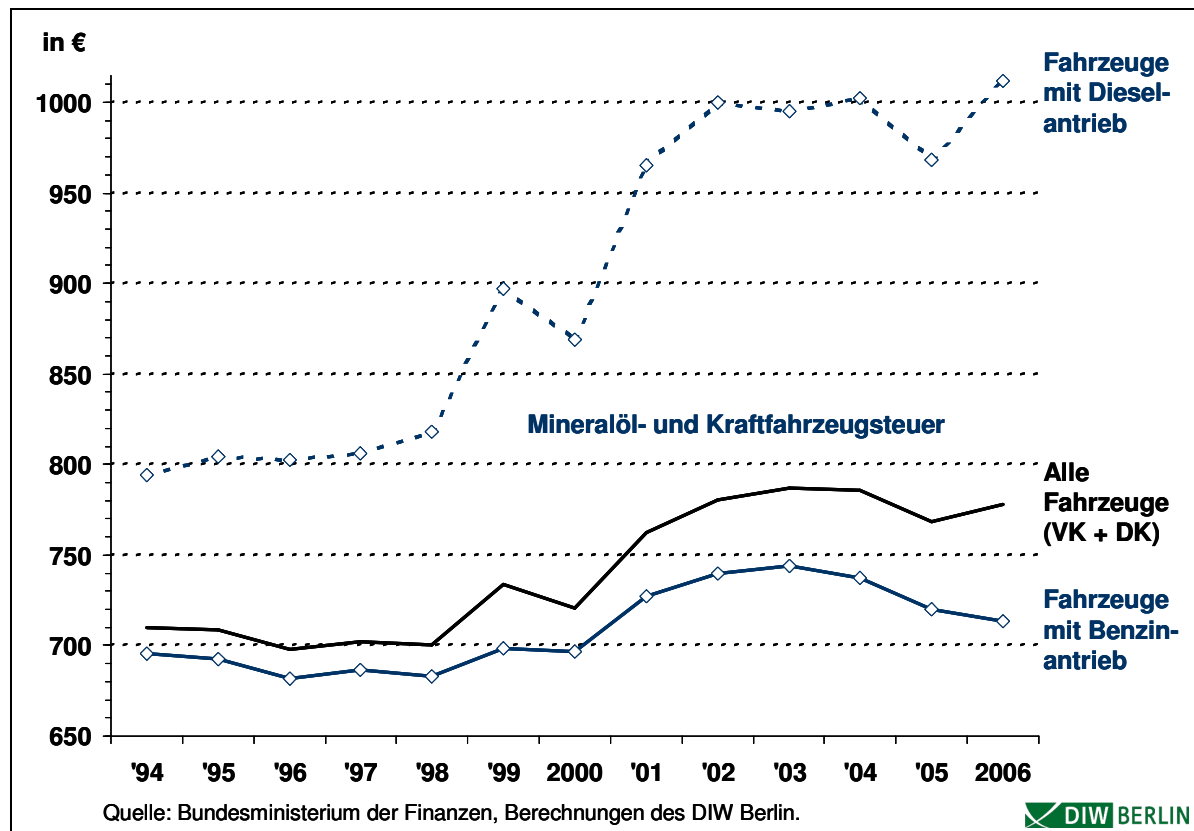
Abbildung 3-2  
**Abgaben je Personenkraftwagen nach Abgabearten**



<sup>37</sup> Bei der Berechnung wurden die steuerbefreiten Pkw nicht gesondert berücksichtigt.



Abbildung 3-3  
Abgaben je Personenkraftwagen



#### 4 Alternative Kraftstoffe

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die künftige Bedeutung alternativer Kraftstoffe bzw. Antriebe und die damit verbundenen Kosten. Das Angebot und die Nachfrage von Alternativen zu Kraftstoffen aus fossilen Energieträgern hängen wesentlich von dem künftigen Entwicklungsverlauf der relativen Verbraucherpreise für die mineralölbasierten verglichen mit den biogenen Treibstoffen ab. Ein wichtiger, weil die Preisentwicklung mit beeinflussender Aspekt in diesem Zusammenhang ist die zu erwartende Verfügbarkeit bzw. Verknappung beider Energieträgerarten. Determiniert werden diese zum einen von der Ressourcenverfügbarkeit und zum anderen von den Bereitstellungskapazitäten, die zur Produktion sowohl der fossilen wie auch der biogenen Kraftstoffe erforderlich sind und dem entsprechenden technologischen Fortschritt. Der maßgebende Rahmen für das Zusammenspiel von Nachfrage und Angebot wird durch gesellschaftlich angestoßene und politisch formulierte Zielsetzungen sowie ihre Umsetzung auf nationaler, internationaler und globaler Ebene gesetzt. Belange der Energie-

versorgung sowie -nutzung sind aktuell Bestandteil von Umwelt- und insbesondere auch von Nachhaltigkeitsprogrammen auf nationaler und internationaler Ebene und werden meistens in Zusammenhang mit staatlichem Steuerungsbedarf erörtert.

Derzeit werden in Deutschland vor allem Biodiesel und Pflanzenöl als Beimischung zu konventionellen Kraftstoffen oder als reiner Biokraftstoff eingesetzt. Ebenfalls marktreif, jedoch in Deutschland mengenmäßig derzeit noch von geringer Bedeutung, ist Bioethanol, der überwiegend als Beimischung zu Benzinkraftstoffen verwendet wird. Die genannten alternativen Kraftstoffe der ersten Generation sollen mittelfristig durch die erneuerbaren synthetischen Kraftstoffe der „zweiten Generation“ wie Biomass-to-Liquid, die eine bessere CO<sub>2</sub>- bzw. Ökobilanz aufweisen, abgelöst werden. Diese befinden sich aktuell noch in der Erforschungs- und Versuchsphase, wodurch der Zeitpunkt, zu dem sie als wettbewerbsfähiges Substitut oder Erweiterung zu den bereits eingesetzten Kraftstoffen Marktreife erlangen, unsicher ist. Bei Einsatz von Wasserstoff und von Brennstoffzellenmotoren im Massenverkehr ist eine kommerzielle Einsatzreife nicht vor 2030 zu erwarten.

Vor diesem Hintergrund spielen die alternativen Kraftstoffe in dem für die vorliegende Studie relevanten Zeitraum bis 2025 für die künftige Mobilitätskostenentwicklung eine untergeordnete Rolle. Alternative Kraftstoffe der zweiten Generation oder auch der Wasserstoff werden dabei gänzlich außen vor gelassen.

Biogene Kraftstoffe der ersten Generation waren aufgrund ihrer relativ hohen Herstellungskosten lange Zeit mit den fossilen Kraftstoffen nicht wettbewerbsfähig. Ursprünglich waren Technologie und Produktionskapazitäten die wesentlichen Kostentreiber biogener Kraftstoffe. Aufgefangen wurde dieser Wettbewerbsnachteil durch staatliche Förderung in Form von geminderten oder gänzlich erlassenen Verbrauchssteuern auf die pflanzlichen Kraftstoffalternativen. Mit steigender Nachfrage nach Biokraftstoffen und einsetzendem technologischen Fortschritt sanken die Produktionskosten, was zu einem Preisabfall und infolge einer Verminderung der fiskalischen Begünstigung für Biosprit führte. Um einen Nachfrageeinbruch nach Pflanzenkraftstoffen zu verhindern, wurde in Deutschland von politischen Entscheidungsträgern eine Beimischungspflicht formuliert. Aktuell sind Biokraftstoffe der ersten Generation durchaus mit den fossilen Kraftstoffen wettbewerbsfähig, insbesondere auch durch die stark gestiegenen Erdölpreise in den vergangenen Jahren. Allerdings ergeben sich aktuell aufgrund der weltweiten Zunahme der Bereitstellung von aus Biomasse erzeugten Kraftstoffen neue Probleme wie das der begrenzten Verfügbarkeit erneuerbarer Ressourcen zu Ihrer Herstel-

lung. Eine verstärkte Nutzung von Pflanzen, die bisher vorwiegend der Nahrungsmittelproduktion dienen, zur Herstellung von Biodiesel und Biokraftstoffen, könnte zur Verteuerung sowohl dieser Kraftstoffe als auch von Lebensmitteln führen. Dabei gilt dieser Zusammenhang nicht nur für Deutschland oder auch die EU, sondern global. Dies wiederum macht eine klare Aussage über die bis 2025 zu erwartende Kostenentwicklung für die bis dahin einsatzfähigen Biokraftstoffe der ersten Generation unmöglich, weil damit eine Vielzahl von Einflussfaktoren zusammen hängt und die immanenten Unsicherheiten entsprechend groß sind. Einen Anhaltspunkt, um zumindest einen groben Entwicklungsrahmen für den künftigen Einsatz alternativer Kraftstoffe im mobilen Segment abschätzen zu können, geben die auf politischer Ebene formulierten Zielsetzungen, in Form verbindlicher Vorgaben, Strategien, Absichtserklärungen u.a., wobei auch hier die großen Unsicherheiten bei der entsprechenden Umsetzung und Anpassung der Ziele im Zeitverlauf zu berücksichtigen sind.

Ausgangsgrundlage für Bestrebungen zur CO<sub>2</sub> bzw. Klimagasreduktion ist das Kyoto-Protokoll der Vereinten Nationen vom Dezember 1997, in dem sich insgesamt 150 Staaten erstmals auf verbindliche Beschränkungen für den globalen Klimaschutz geeinigt und zur einer Treibhausgasreduktion um durchschnittlich 5% im Vergleich zu 1990 verpflichtet haben.

Auf europäischer Ebene war bereits in der Lissabonner Strategie die Rede von Energieeinsparungen und Energieeffizienz. Konkret ergänzt wurde die Strategie von Lissabon im Juni 2001 in Göteborg um die EU-Nachhaltigkeitsstrategie, welche die politischen Rahmenbedingungen für eine wirtschaftliche, soziale und ökonomisch nachhaltige Entwicklung festlegt.<sup>38</sup> Für den Transportbereich sieht die Strategie vor, dass negative Auswirkungen des Verkehrs minimiert werden sollen, beispielsweise durch eine Abkopplung der Verkehrsentwicklung vom Wirtschaftswachstum. Des Weiteren soll der Anteil des Straßenverkehrs gegenüber 1998 konstant gehalten werden und es sollen umweltfreundliche Kfz gefördert werden.

Den chronologisch nächsten Schritt auf der Gemeinschaftsebene Richtung Nachhaltigkeitsziele stellt die Biokraftstoffrichtlinie der EU von Mai 2003 dar. Hauptziel der Richtlinie ist die Förderung von Biokraftstoffen und anderer erneuerbarer Kraftstoffe, um die Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls und der EU-Nachhaltigkeitsstrategie zu erfüllen. Im Rahmen der Richt-

---

<sup>38</sup> Europäische Kommission (2004) Mitteilung der Kommission für den Europäische Rat: Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäische Union für die nachhaltige Entwicklung, KOM(2001) 264 endg.

linie sollen die Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass ein Mindestanteil an Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen auf nationaler Ebene eingesetzt wird. Konkrete Vorgaben sehen vor, dass biogene Kraftstoffe bis 2005 einen Anteil von 2 % und bis 2010 von 5,75 % (energetisch) am Gesamtverbrauch von Otto- und Dieselkraftstoffen erreichen sollen.<sup>39</sup> In Deutschland wurden im Jahr 2006 rund 6,3 % des gesamten Kraftstoffbedarfs (energetisch) durch Biodiesel, reines Pflanzenöl und Bioethanol gedeckt.<sup>40</sup>

Auf der Basis der Förderung von Biokraftstoffen – der Biokraftstoffrichtlinie – folgte im Dezember 2005 der Aktionsplan für Biomasse.<sup>41</sup> Im Rahmen der Förderung erneuerbarer Energien wird in diesem Aktionsplan die Nutzung von Biomasse in den Bereichen Wärmeerzeugung, Stromerzeugung und Verkehr bekräftigt und die Rahmenbedingungen hierfür festgelegt. Zur Steigerung der Anschaffung und Nutzung von umweltfreundlichen Fahrzeugen sollen steuerliche Anreize und Verbraucheraufklärung beitragen. Darüber hinaus sollen nur noch Biokraftstoffe als Beitrag zur Erfüllung der Biokraftstoffrichtlinie betrachtet werden, die nachhaltig angebaut werden.

Im Juni 2006 folgte eine Aktualisierung der EU-Nachhaltigkeitsstrategie.<sup>42</sup> Basierend und ergänzend zu der ursprünglichen Version von 2001 werden hier erneut Ziele und Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung festgelegt. Die Ziele der bisherigen Verträge werden noch einmal bestärkt und neue Richtwerte festgesetzt. Die generellen Zielsetzungen umfassen die Erreichung eines nachhaltigen Niveaus der Energienutzung im Verkehr, mögliche Steigerung des Anteils von Biokraftstoffen im Verkehr auf 8% bis 2015 sowie die Begrenzung der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte der Neufahrzeugflotte auf 140g/km für 2008/2009 und 120g/km in 2012.

Im Oktober 2006 wurde der Aktionsplan für Energieeffizienz erneut auf die EU-Nachhaltigkeitsagenda gesetzt.<sup>43</sup> Als wichtigstes Ziel wurde dabei die Ausschöpfung des

---

<sup>39</sup> Europäische Union (2003) Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor. Amtsblatt Nr. L 123. [http://www.ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/de\\_final.pdf](http://www.ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/de_final.pdf) (01.10.2007).

<sup>40</sup> Vgl. BMF 2007.

<sup>41</sup> Europäische Kommission (2005) Mitteilung der Kommission „Aktionsplan für Biomasse“ KOM(2005) 628 endg. <http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l27014.htm> (01.10.2007).

<sup>42</sup> Rat der Europäischen Union (2006) Überprüfung der EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung – Die erneuerte Strategie. 15.- 16. Juni 2006 Anlage10917/06 (01.10.2007).

<sup>43</sup> Europäische Kommission (2006) Mitteilung der Kommission: Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen KOM(2006) 545 endg. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2006/com2006\\_0545de01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2006/com2006_0545de01.pdf).

geschätzten Energieeinsparpotentials des jährlichen Primärenergieverbrauchs über die Energieeffizienzsteigerung in allen Bereichen von mehr als 20 % bis 2020 genannt. Zusätzlich wird im Aktionsplan festgehalten, dass eine Nichteinhaltung der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionsziele zu der Vorlage entsprechender Rechtsakte führen werde, um die Zielerreichung sicher zu stellen. Eine weitere konkrete Maßnahme bezieht sich auf die Kennzeichnungspflicht der Energieeffizienz und des Kraftstoffverbrauchs von Kfz. Außerdem soll die Markteinführung von umweltfreundlichen Fahrzeugen durch Bereitstellung von Finanzmitteln gefördert werden.

Damit kann die am Anfang dieses Abschnittes implizit aufgeworfene Frage nach den Treibern der künftigen Entwicklung alternativer Kraftstoffe und insbesondere nach der Stärke dieser Treiber und ihrer Wirkungsrichtung nicht eindeutig beantwortet werden. Zweifellos sind die in diesem Zusammenhang bestehenden starken Unsicherheiten maßgebend. Es ist daher davon auszugehen, dass es in den nächsten Jahren nach anfänglicher Euphorie zu einer realistischen Einschätzung der Umweltbilanz („well to wheel“) von Biokraftstoffen kommen wird. Besonders zu berücksichtigen sind dabei die vielfältigen Wirkungsbeziehungen bei ihrer Produktion sowie ihr optimaler Einsatz je nach Energieverbrauchssektor (vgl. SRU 2007). Zudem bestehen derzeit noch erhebliche Unsicherheiten bezüglich der technischen Verträglichkeit der Mischungskraftstoffe in der existierenden Fahrzeugflotte.

Wie gehen daher davon aus, dass bei anhaltend hohen Preisen für Öl und fossile Kraftstoffe (vgl. Abschnitt 2) Biokraftstoffe bis 2025 einen Anteil von etwa 10 % haben werden. Ferner erwarten wir, dass sich die Preise an den Tankstellen – aufgrund der Entwicklungen von Kosten und Steuern – nicht wesentlich von denen fossiler Kraftstoffe unterscheiden werden.

## **5 Kraftstoffeffizienz der Personenkraftwagen**

Durch die Verbesserung der Energieeffizienz von PKW werden die Kraftstoffkosten der Fahrzeughalter gesenkt: Die dazu notwendigen Maßnahmen sind in der Regel mit Kosten verbunden und führen zu erhöhten Preisen bei Kauf der Neufahrzeuge. Die Transportkosten sinken durch Verringerung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs dann, wenn die dadurch über den Nutzungszeitraum erzielten Kosteneinsparungen die Mehrkosten bei Anschaffung der Fahrzeuge übertreffen.

Bei der Fahrzeugentwicklung werden sowohl das Ziel von Energieeinsparungen als auch andere Ziele wie das der Verbesserung von Sicherheit, Komfort- und Umweltschutz verfolgt. Die dazu notwendigen Maßnahmen erhöhen in der Regel Anschaffungs- und Betriebskosten der Fahrzeuge. Bei der Abschätzung der künftigen Ent-/Belastungen der Fahrzeughalter sind somit neben Kraftstoffpreisen und Kostensenkungen aufgrund von Effizienzsteigerungen auch Kosten- bzw. Preiseffekte im Rahmen der Pkw-Anschaffung zu beachten. Eine Trennung der Auswirkungen von Effizienz-, Sicherheits- und Emissionsverbesserungen ist für die Vergangenheit empirisch in Ansätzen z.B. mit Hilfe der Komponentenanalyse möglich. Um die Kosten von Effizienzverbesserung in der Zukunft abschätzen zu können, können Modellrechnungen zu den Auswirkungen bestimmter technischer Maßnahmen durchgeführt werden.

Effizienzverbesserungen und der Einsatz verbesserter Umwelttechnik reduzieren die negativen externen Effekte des Pkw-Verkehrs. So lange der Verkehrssektor nicht in den Handel mit Rechten zur Emission von CO<sub>2</sub> einbezogen wird, stehen keine Marktpreise zur Bewertung dieser Kosten zur Verfügung. Bisher werden zur Durchsetzung von Effizienzsteigerungen von Pkw vorrangig Selbstverpflichtungen eingesetzt, künftig wohl eher bindende staatliche Vorschriften.

Bei der Bewertung von Effizienzmaßnahmen ist auch zwischen der gesamtwirtschaftlichen und der betriebswirtschaftlichen Perspektive zu unterscheiden. Den durch Effizienzmaßnahmen an Kraftfahrzeugen durch die Fahrzeughalter eingesparten Steuern stehen entsprechende Steuerausfälle des Staates gegenüber. Stehen gesamtwirtschaftliche Effekte bei der Analyse im Vordergrund, sollten daher die Kosteneffekte von Energieeinsparungen auf Basis von Kraftstoffpreisen ohne Steuern ermittelt werden. Aus Sicht der einzelnen Fahrzeughalter ist demgegenüber der Endverbraucherpreis einschließlich Steuern entscheidungsrelevant. Dienen die Verbrauchssteuern dazu, externe Kosten zu internalisieren, dann werden einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Betrachtung theoretisch in Übereinstimmung gebracht. Die Steuern auf Kraftstoffe wurden in der Vergangenheit allerdings vorwiegend mit anderen Zielsetzungen – vorrangig der Haushaltsfinanzierung – begründet.

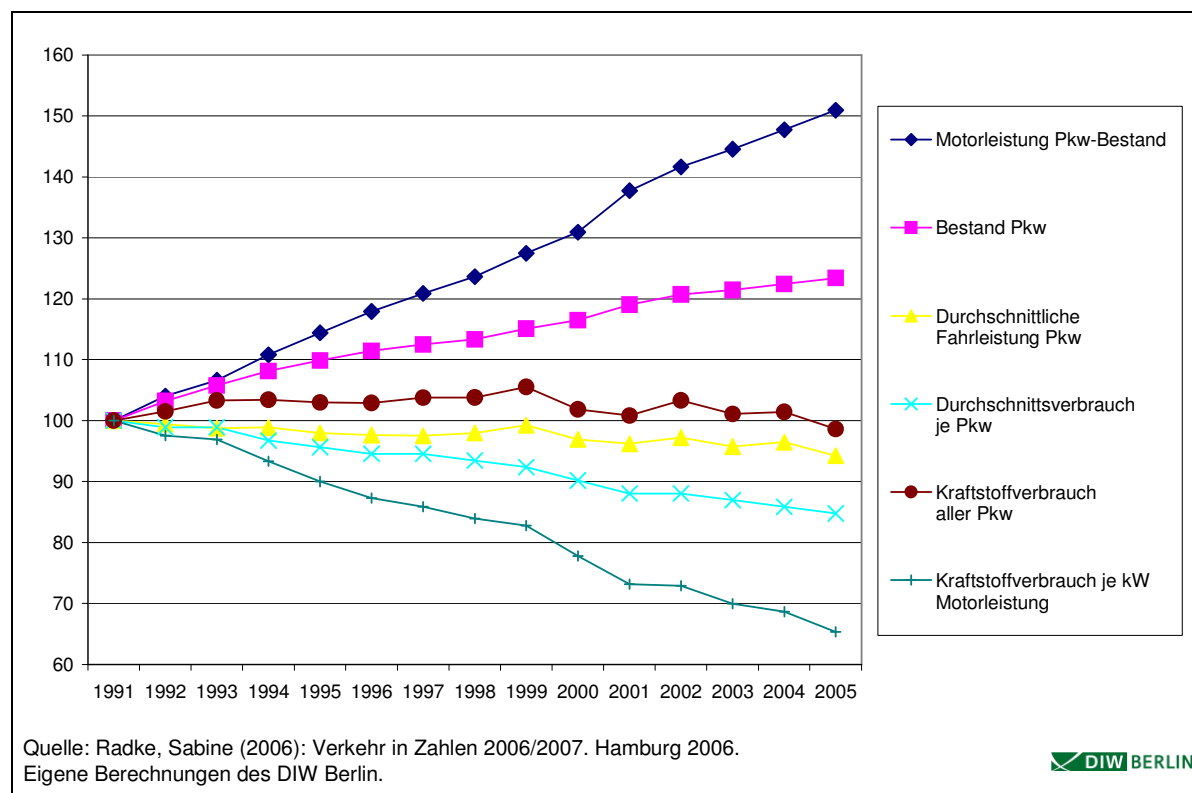
Im Folgenden wird geprüft, inwieweit durch Effizienzverbesserungen dazu beigetragen werden kann, dass die Transportkosten insgesamt deutlich weniger stark steigen als die Kraftstoffpreise. Dazu wird von unverändert hohen Sicherheits-, Komfort- und Umweltauforderungen ausgegangen. Um abzuschätzen, welche Effizienzgewinne künftig möglich und wahrscheinlich sind, wird im ersten Schritt untersucht, in welchem Umfang seit Anfang der neun-

ziger Jahre Effizienzverbesserungen bei Pkw realisiert worden sind. In einem zweiten Schritt wird dann geprüft, welche Kosten im Rahmen der Nutzung der heute bekannten technischen Möglichkeiten zur Effizienzverbesserung entstehen.

### 5.1 Kraftstoffverbrauch und Effizienzverbesserungen bei Pkw von 1991 bis 2005

Der Kraftstoffverbrauch durch Pkw in Deutschland ist in den neunziger Jahren nur noch leicht gestiegen, seit dem Jahr 2000 geht er tendenziell zurück. Im Jahr 2006 ist er knapp unter den Stand im Jahr 1991<sup>44</sup> gesunken. Die rückläufigen Fahrleistungen und Verbesserungen in der Energieeffizienz der Fahrzeuge haben also den Anstieg des Pkw-Bestandes (zuletzt abflachend) und der Motorleistung sowie die Auswirkungen weiterer verbrauchssteigernder Faktoren (z.B. Anstieg des Gewichtes, Nutzung von Klimaanlage, Energieverluste aufgrund des Einsatzes von Katalysatoren) kompensiert.

Abbildung 5-1  
Entwicklung der Komponenten des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland



Mit Hilfe des Verfahrens der Komponentenzerlegung<sup>45</sup> kann aufgezeigt werden, dass der Kraftstoffverbrauch seit 1991 (Verbrauch 1991 etwa 45,7 Mrd. Liter) durch die Bestandserhöhungen und die steigende Motorleistungen je Pkw jeweils etwa um 9 Mrd. Liter stimuliert wurde (Abbildung 5-2). Der Anstieg der Motorleistung dient allerdings nicht nur dem Erreichen höherer Spitzengeschwindigkeiten und einer kräftigeren Beschleunigung, sondern hängt auch damit zusammen, dass das Gewicht der Fahrzeuge insbesondere wegen steigender Komfort- und Sicherheitsanforderungen gestiegen ist. Gedämpft wurde der Verbrauchsanstieg dadurch, dass der Kraftstoffverbrauch bezogen auf die Fahrleistung und die Fahrleistung je kW Motorleistung jeweils spezifisch gesunken sind. Die durch diese Effizienzgewinne induzierten Einsparungen von 8 bzw. 12 Mrd. Liter entsprechen insgesamt immerhin etwa 40 % des Kraftstoffverbrauches von Pkw im Ausgangsjahr 1991.

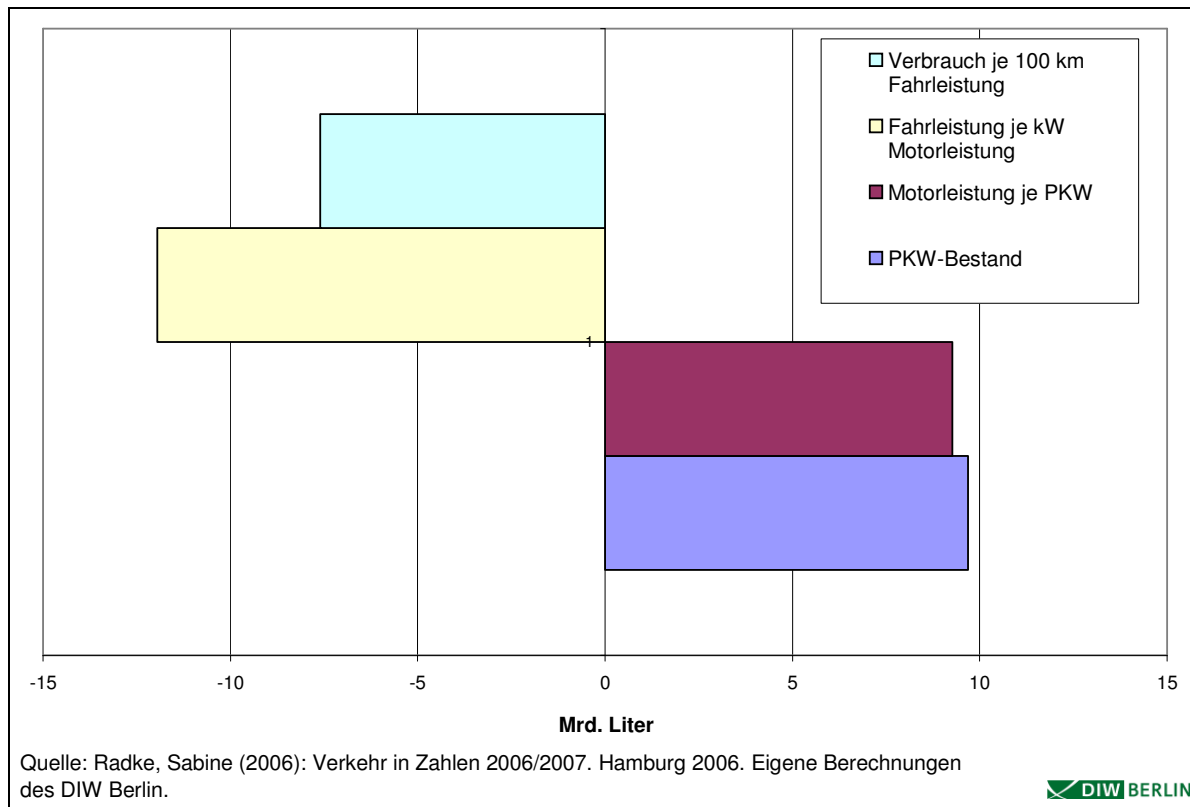
---

<sup>44</sup> Das Jahr 1991 wurde hier als Ausgangsjahr gewählt, weil für 1990 keine zuverlässigen Daten für Gesamtdeutschland vorliegen.

<sup>45</sup> Laspeyres-Index mit Aufteilung des Restglieds nach der Methode von Sun. Vgl. zu Methoden der Komponentenzerlegung Diekmann et al. (1999).



Abbildung 5-2  
**Beitrag von Komponenten des Kraftstoffverbrauchs zur Verbrauchsstabilisierung 1991 bis 2005 – in Mrd. Liter**



## 5.2 Vorgesehene und nach dem heutigen Stand mögliche künftige Effizienzverbesserungen

Zukünftige Effizienzverbesserungen und daraus resultierende Verringerungen von Kosten werden insbesondere von den umweltpolitischen Aktivitäten getrieben. Nach einer Selbstverpflichtung des Dachverbandes der europäischen Automobilindustrie (ACEA) aus dem Jahr 1998 sollen die europäischen Hersteller bis Ende 2008 die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw-Flotte (Neuwagen) auf 140 Gramm pro km Fahrleistung reduzieren. Darüber hinaus strebt die EU bis 2012 eine Reduktion auf 120 g/km an. Bis 2002 haben die im ACEA zusammengeschlossenen Hersteller die Emissionen ihrer Neuwagenflotte (Benzin und Diesel) im Durchschnitt auf 163 bis 165 g/km reduziert, in Deutschland auf 189 g/km (SRU 2005, Europäische Kommission KOM(2007) 19). Die danach erzielten Einsparungen dürften zu gering ausgefallen sein, um den vereinbarten Höchstwert bis 2008 zu erreichen oder gar zu unterschreiten. Die EU-Kommission will daher künftig verbindliche Werte in einer Richtlinie festlegen. Das Ziel für 2012 soll unverändert bei 120 Gramm pro km bleiben; gegenüber dem Stand in 2002

würde das einer Reduktion von über einem Drittel entsprechen. Außerdem wird vorgeschlagen, die Senkung nicht nur anhand von Verbesserungen der Motoren und anderer Komponenten der Fahrzeugtechnik zu messen, sondern bis zu einem Beitrag von 10 g CO<sub>2</sub>/km z.B. auch den Einsatz von Biomasse zu berücksichtigen (KOM(2007) 19 endgültig).

Die von der EU bis 2012 geforderten Einsparungen von Kraftstoffen und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw können überwiegend durch heute bereits mögliche Verbesserung der konventionellen Fahrzeug- und Motorentechnik erreicht werden, z.B. durch die Reduzierung der Reibungsverluste, des Rollwiderstandes, durch Einsatz einer Stop/Start-Automatik, Optimierung der Schaltgetriebe, sowie durch Motorverbesserungen und Reduzierung der Fahrzeugmasse um 100 kg (SRU, 2005 sowie Bund Freunde der Erde, 2006). Etwa doppelt so große Einsparungen können durch Einsatz der Hybrid-Technik oder durch drastische Gewichtsreduktionen mit Hilfe des Einsatzes von leichten Materialien (z.B. kohlenstoffverstärkte Kunststoffe) erreicht werden. Allerdings ist das Einsparpotential verschiedener Technologien vom Einsatzbereich der Fahrzeuge (z.B. Fahrzyklen) abhängig und wird daher kontrovers diskutiert.

Verbesserungen der Fahrzeugtechnik sind in der Regel mit Kostensteigerungen im Kraftfahrzeugbau bzw. mit Preissteigerungen für Neuwagen verbunden. Wird von den Ergebnissen einer Untersuchung für die Verhältnisse in den USA ausgegangen (Monahan and Friedman, 2004, Tabelle 5-1), dann kann z.B. bei den weit verbreiteten Kompaktfahrzeugen der unteren Mittelklasse<sup>46</sup> eine Reduktion der Emissionen auf die bis 2012 angestrebten Werte (130 Gramm CO<sub>2</sub>/km ohne Beimischung von Biofuels) zu Kosten von 850 Euro bis knapp 2 000 Euro in etwa erreicht werden. Werden diesen Ausgaben die Kostenersparnisse aufgrund des reduzierten Kraftstoffverbrauchs (bei den aktuellen Endverbraucherpreise einschließlich Steuern in Deutschland, einer 12-jährigen Nutzungsdauer der Fahrzeuge und einer Fahrleistung von insgesamt etwa 200 tkm) gegenübergestellt, dann ergeben sich im Saldo Nettoersparnisse von 18 (Diesel) bis 21 €cents (Benzin) pro Liter.<sup>47</sup> In Bezug zum Literpreis ergeben sich damit bedeutsame Einsparungen. Auch die zusätzlichen Ausgaben bei Einsatz von Hybridfahrzeugen an Stelle des Basismodells „rentieren“ sich, der spezifische Kostenvorteil ist allerdings geringer als bei Verbesserungen der konventionellen Fahrzeugtechnik.

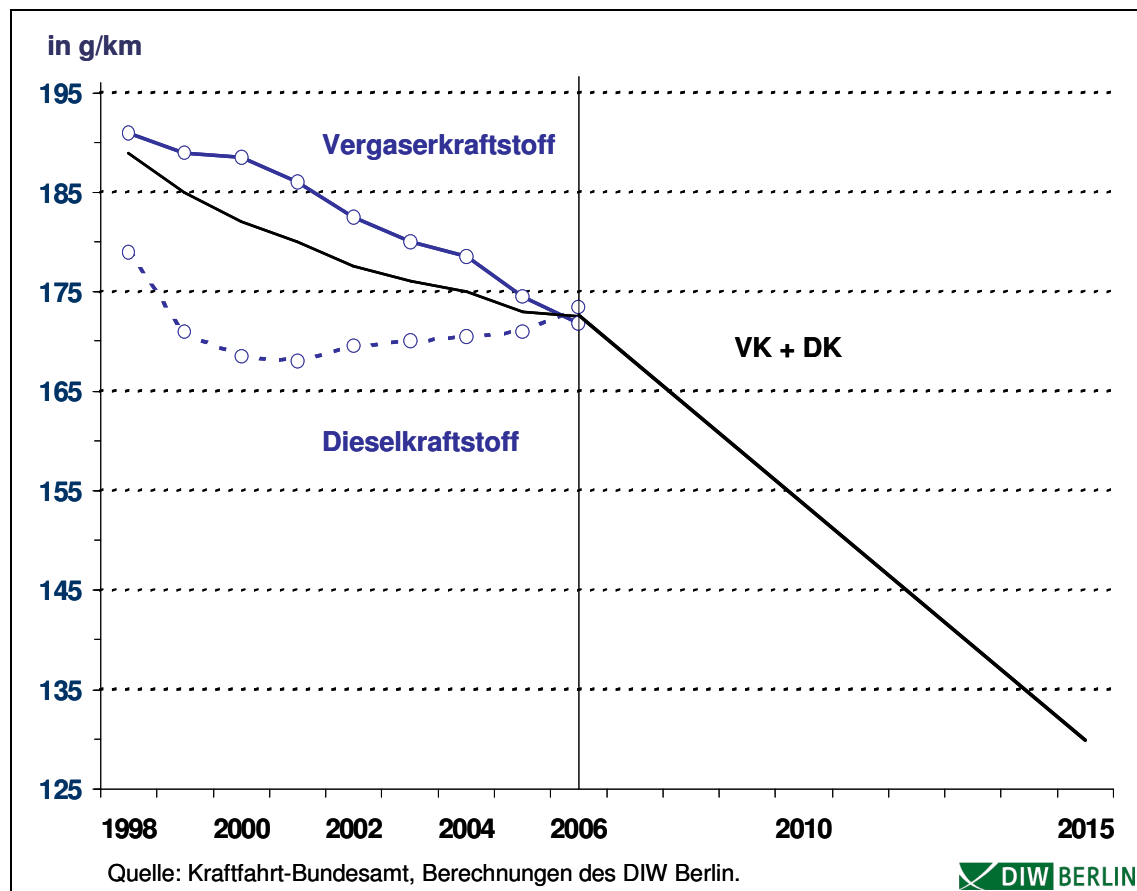
---

<sup>46</sup> Berechnet am Beispiel von Chevrolet Cavalier.

<sup>47</sup> Ohne Berücksichtigung der verbrauchsstimulierenden Effekte aufgrund der wegen Effizienzverbesserungen sinkenden Transportkosten (Rebound-Effekt).

Werden die gleichen Berechnungen mit Kraftstoffpreisen in Deutschland ohne Mineralöl- und Umsatzsteuern durchgeführt, so fallen die Gewinne durch Verbesserungen der konventionellen Motorentechnik deutlich geringer aus bzw. es entstehen sogar Verluste (Tabelle 5-2). Bei Fahrzeugen mit Ottomotoren sinken die Kostenvorteile auf netto 3 €cents pro Liter, bei Fahrzeugen mit Dieselmotoren übertrifft der Aufwand den Ertrag. Die Nutzung der Hybridtechnik rechnet sich auch bei Fahrzeugen mit Otto-Motor nicht.

Abbildung 5-3  
Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen neu zugelassener Pkw

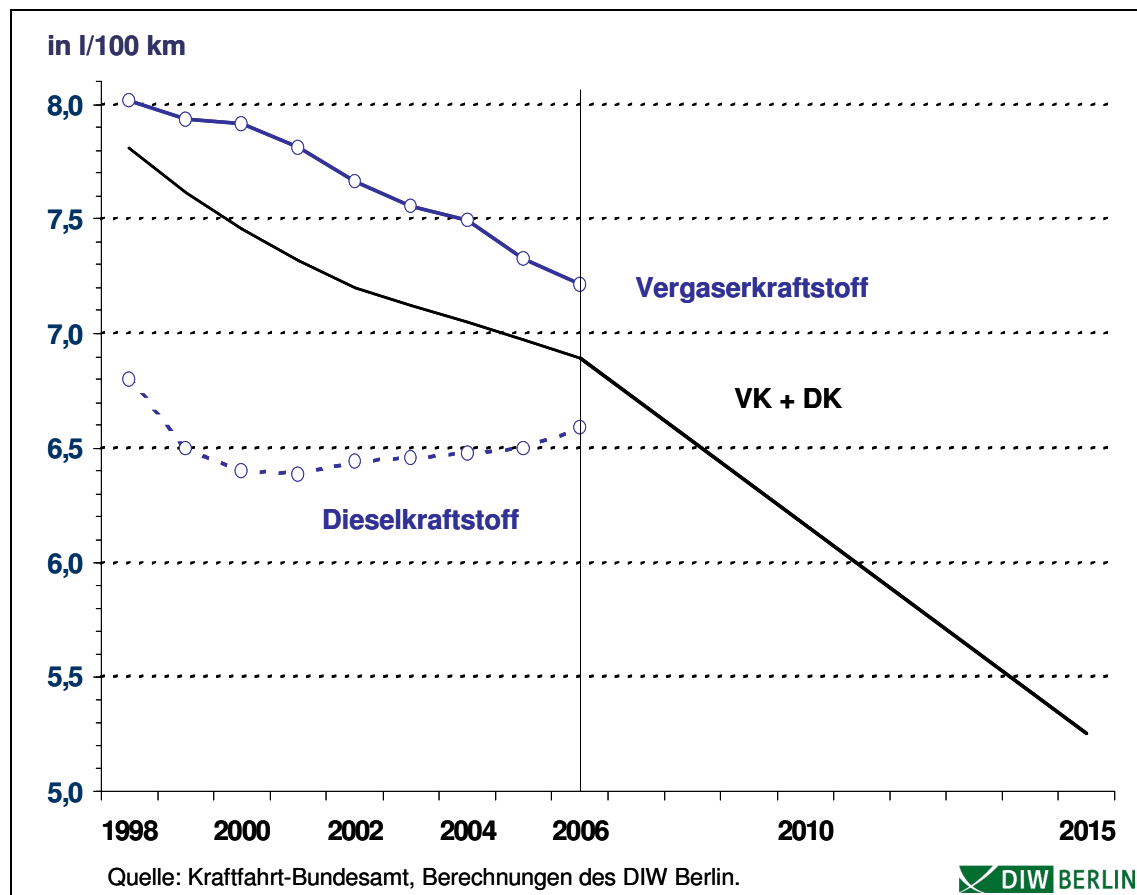


Es ist damit zu rechnen, dass der Verkehrssektor nach 2012 einen verstärkten Beitrag zur geplanten Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten muss. Aus heutiger Sicht ist daher davon auszugehen, dass zukünftig für geeignete Einsatzbereiche die Hybridtechnik oder neuentwickelte alternative Techniken (Wasserstoff im Verbrennungsmotor oder Brennstoffzellen, breiterer Einsatz erst nach dem Jahr 2025) und Biokraftstoffe der zweiten Generation verstärkt zum Einsatz kommen. Ohne technische Fortschritte und damit verbundene Kostensenkungen würden sich dadurch auch bei anhaltend hohen Ölpreisen aus gesamtwirtschaftlicher

Sicht Kostensteigerungen ergeben. Die Förderung des Einsatzes alternativer Konzepte könnte dazu beitragen, den technischen Fortschritt in diesem Bereich zu beschleunigen und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Autobauer zu erhalten.

In der Vergangenheit ist die motorische Effizienz der Pkw – z.B. wie in Abbildung 5-1 ausgedrückt als spezifischer Verbrauch im Verhältnis zur Motorleistung – seit 1991 um 30 % gestiegen, der durchschnittliche Flottenverbrauch ist bis 2006 um etwa 15 % gesunken. Für die Zukunft steht die Zielmarke der EU für den Verbrauch bzw. die Emissionen der Neufahrzeuge bei 130 Gramm CO<sub>2</sub> je Kilometer im Jahr 2012. Weitere 10 g CO<sub>2</sub>/km sollen durch nicht motorische Maßnahmen eingespart werden.

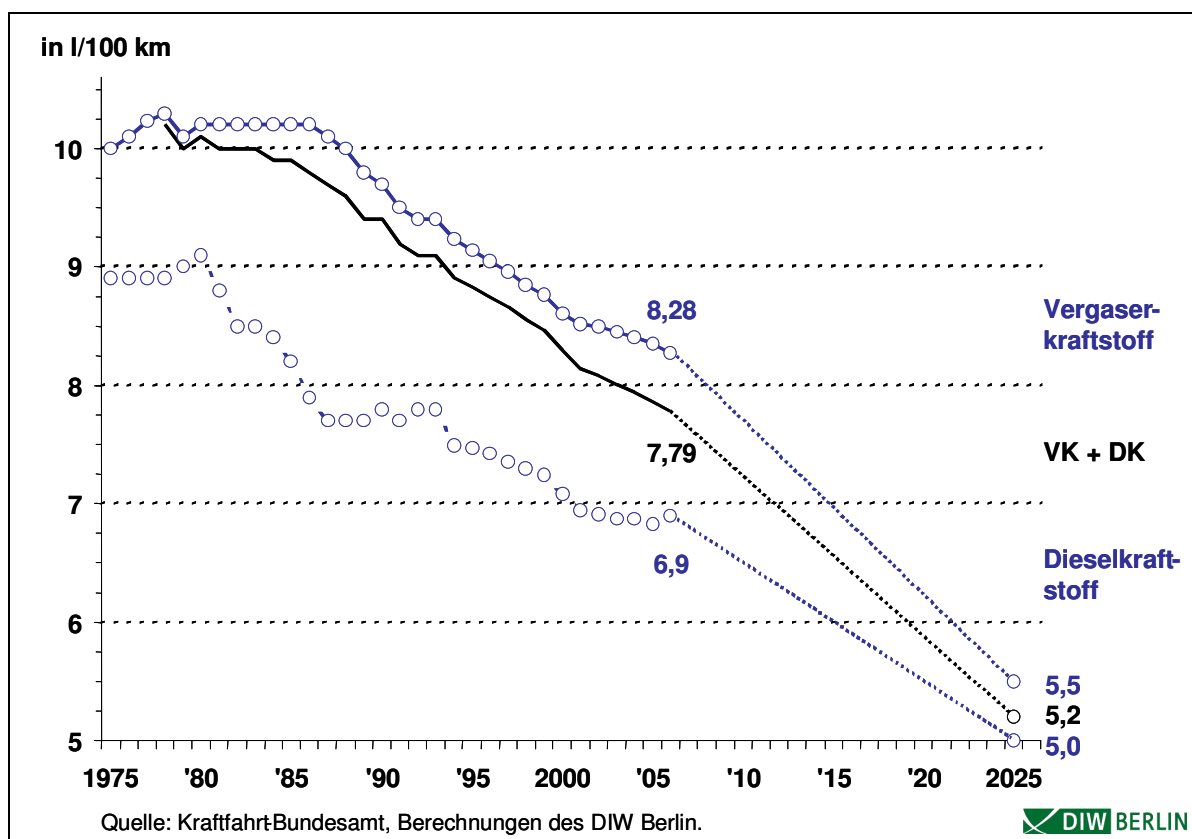
Abbildung 5-4  
Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs neu zugelassener Pkw



Für die Abschätzung der Mobilitätskosten im Zeitraum bis 2025 gehen wir davon aus, dass diese Größenordnung von 130 Gramm CO<sub>2</sub>/km der Effizienz der Neufahrzeuge so rechtzeitig verwirklicht wird, dass etwa dieser Wert in 2025 dem Flottendurchschnitt des Bestandes in Deutschland entspricht. Diese Zielmarke bedeutet etwa 5 Liter bei Diesel- und 5,5 Liter je

100 Kilometer bei Otto-Fahrzeugen und müsste für Neufahrzeuge im Zeitraum von 2015 bis 2020 erreicht sein, um im Jahr 2025 Flottendurchschnitt zu sein – bei gleichzeitig weiterer Verbesserung der Effizienz der Neufahrzeuge.<sup>48</sup> Im Zeitablauf betrachtet unterstellt diese Setzung eine leichte Verstärkung des mittleren jährlichen Rückgangs des Flottenverbrauchs, insgesamt über 19 Jahre um über 30 % zum aktuellen Wert (Abbildung 5-5). Diese Zielsetzung bedeutet aber auch, dass der aktuelle Trend in den CO<sub>2</sub>-Emissionswerten der Neuzulassungen, der zur Zeit geringe Fortschritte (bei 172,5 g CO<sub>2</sub> je km) anzeigt, gedreht werden muss (Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4).<sup>49</sup>

Abbildung 5-5  
Durchschnittsverbrauch Personenkraftwagen



Diese Effizienzverbesserungen sind mit dem Einsatz existierender Technik erreichbar. Die Kostenschätzungen zu diesen Maßnahmen sind in den Quellen und zwischen den Quellen mit großen Bandbreiten versehen, tendieren aber zu einer Spanne von 2 000 bis 4 000 Euro pro

<sup>48</sup> Vgl. z.B. auch EWI/Prognos AG 2005, die in der Referenzprognose Verbrauchswerte der Neufahrzeuge in 2030 von 4,3 für Diesel und 5,3 l/100 km für Benzinantrieb ansetzen und in 2025 für die Flotte 5,3 Diesel und 6,3 Benzin.

<sup>49</sup> Vgl. KBA, Statistische Mittelungen, April 2007.

Fahrzeug. Je nach Fahrzeugsegment und eingesetzter Technologie können sich für die Effizienzverbesserungen auch deutlich höhere Kosten ergeben.<sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> Für die Darstellung von Maßnahmen und Kosten vgl. TNO 2006, Deutscher Bundestag 2007 und Europäische Kommission, SEC (2007) 60 und die dort zitierte Literatur.

Tabelle 5-1

**Auswirkungen verbesserter Benzin-, Diesel- und Hybrid-Technik auf die Kosten von Kleinwagen – Kraftstoffpreise mit deutschen Verbrauchs- und Umsatzsteuern**

Technologie KfZ-Typ	Referenz	Moderate V. Konventionell	Fortgeschritten Konventionell	Fortgeschritten Teil-Hybrid	Fortgeschritten Voll-Hybrid
<b>Benzin</b>					
CAFE <sup>1</sup> -äquivalente reale <sup>2</sup> Kraftstoff-Effizienz <sup>3</sup> (l/100km)	9,32	7,32	5,93	4,89	4,26
Verbesserung zu Referenz in %		21	36	48	54
Anstieg der Fahrzeugkosten <sup>4</sup> (Kaufpreis) ohne Steuern in Euro		322	815	1990	2713
Kraftstoffkostensparnis über Lebenszyklus <sup>5</sup> in Euro		1836	3472	4073	4648
Nettoersparnisse in Euro		1515	2657	2083	1935
Reduktion der Klimagasemissionen insgesamt in t CO <sub>2</sub> -Äquiv <sup>6</sup>		16,4	28,1	37,1	42,6
Nettokosten je Tonne CO <sub>2</sub> in Euro		-92,4	-94,5	-56,2	-45,4
Öleinsparungen über die Nutzungsdauer in Barrel		22,5	38,2	49,9	56,9
Kosten je Barrel Öl in Euro <sup>7</sup>		14,3	21,4	39,9	47,6
<b>Diesel</b>					
CAFE <sup>1</sup> - und Benzin-äquivalente <sup>2</sup> reale Effizienz <sup>3</sup> (l/100km)	7,84	7,02	5,36	4,42	3,86
Verbesserung zu Referenz in %	16	25	42	53	59
Anstieg der Fahrzeugkosten <sup>4</sup> (Kaufpreis) ohne Steuern in Euro	1123	1249	1981	3157	3880
Kraftstoffkostensparnis über Lebenszyklus <sup>5</sup> in Euro	2326	2982	4298	5049	5498
Nettoersparnisse in Euro	1203	1733	2317	1892	1619
Reduktion der Klimagasemissionen insgesamt in t CO <sub>2</sub> -Äquiv <sup>6</sup>	15,4	16,4	28,1	37,1	42,6
Nettokosten je Tonne CO <sub>2</sub> in Euro	-78,1	-105,7	-82,5	-51,0	-38,0
Öleinsparungen über die Nutzungsdauer in Barrel	16,6	25,9	44,5	55,2	61,5
Kosten je Barrel Öl in Euro <sup>7</sup>	67,5	48,2	44,5	57,2	63,1

<sup>1</sup> Die "Corporate Average Fuel Economy" wird aus dem Verbrauch bei einem bestimmten Verhältnis von Stadt- und Autobahnfahrten ermittelt. – <sup>2</sup> Angepasst mit dem Energiegehalt in Relation zum Benzin. – <sup>3</sup> Abschlag von 18 % zur Erfassung realer Bedingungen auf CAFE-Effizienz. – <sup>4</sup> Anstieg des Verkaufspreises für Kraftfahrzeuge ohne Steuern und Transportkosten. Einschl. Kosten der Einhaltung von Umweltstandards (Tier 2, Bin 5 Standard) in allen Fällen (auch Referenz). – <sup>5</sup> Differenz zwischen Referenz und dem jeweiligen Fall unter folgenden Annahmen: Benzinpreis und Dieselpreis 1,40 \$ je Gallone, Nutzungsdauer der Kraftwagen 12 Jahre, Transportleistung von 15600 Meilen im ersten Jahr, abnehmend 4,5 % p. a., ohne Rebound Effekt aufgrund der gestiegenen Fahrtkosten, Diskontierungssatz 5 %. – <sup>6</sup> Emissionen während der gesamten Nutzungsdauer, einschl. Upstream-Emissionen bei der Herstellung der Kraftstoffe, aber ohne indirekte Emissionen bei der Produktion der Kraftfahrzeuge oder durch Kühloffverluste. – <sup>7</sup> Ohne Diskontierung der künftig eingesparten Verbrauchsmengen.

Quelle: Patricia Monahan, David Friedman: The Diesel Dilemma. Diesel's Role in the Race for Clean Cars. Union of concerned Scientists, Cambridge, January 2004. Berechnungen des DIW Berlin.

Tabelle 5-2

**Auswirkungen verbesserter Benzin-, Diesel- und Hybrid-Technik auf die Kosten von Kleinwagen – deutsche Kraftstoffpreise ohne Verbrauchs- und Umsatzsteuern**

Technologie KfZ-Typ	Referenz Konventionell	Moderate V. Konventionell	Fortgeschritten Konventionell	Fortgeschritten Teil-Hybrid	Fortgeschritten Voll-Hybrid
<b>Benzin</b>					
CAFE <sup>1</sup> -äquivalente <sup>2</sup> reale Effizienz <sup>3</sup> (l/100km)	9,32	7,32	5,93	4,89	4,26
Verbesserung zu Referenz in %		21	36	48	54
Anstieg der Fahrzeugkosten <sup>4</sup> (Kaufpreis) ohne Steuern in Euro		322	815	1990	2713
Kraftstoffkostensparnis über Lebenszyklus <sup>5</sup> in Euro		650	1228	1441	1644
Nettoersparnisse in Euro		328	413	-549	-1069
Reduktion der Klimagasemissionen insgesamt in t CO <sub>2</sub> -Äquiv <sup>6</sup>		16,4	28,1	37,1	42,6
Nettokosten je Tonne CO <sub>2</sub> in Euro		-20,0	-14,7	14,8	25,1
Öleinsparungen über die Nutzungsdauer in Barrel		22,5	38,2	49,9	56,9
Kosten je Barrel Öl in Euro <sup>7</sup>		14,3	21,4	39,9	47,6
<b>Diesel</b>					
CAFE <sup>1</sup> - und Benzin-äquivalente <sup>2</sup> reale Effizienz <sup>3</sup> (l/100km)	7,84	7,02	5,36	4,42	3,86
Verbesserung zu Referenz in %	16	25	42	53	59
Anstieg der Fahrzeugkosten <sup>4</sup> (Kaufpreis) ohne Steuern in Euro	1123	1249	1981	3157	3880
Kraftstoffkostensparnis über Lebenszyklus <sup>5</sup> in Euro	279	568	1149	1479	1678
Nettoersparnisse in Euro	-844	-681	-833	-1677	-2202
Reduktion der Klimagasemissionen insgesamt in t CO <sub>2</sub> -Äquiv <sup>6</sup>	15,4	16,4	28,1	37,1	42,6
Nettokosten je Tonne CO <sub>2</sub> in Euro	54,8	41,5	29,6	45,2	51,7
Öleinsparungen über die Nutzungsdauer in Barrel	16,6	25,9	44,5	55,2	61,5
Kosten je Barrel Öl in Euro <sup>7</sup>		48,2	44,5	57,2	63,1
<p><sup>1</sup> Die "Corporate Average Fuel Economy" wird aus dem Verbrauch bei einem bestimmten Verhältnis von Stadt- und Autobahnfahrten ermittelt. – <sup>2</sup> Angepasst mit dem Energiegehalt in Relation zum Benzin. – <sup>3</sup> Abschlag von 18 % zur Erfassung realer Bedingungen auf CAFE-Effizienz. – <sup>4</sup> Anstieg des Verkaufspreises für Kraftfahrzeuge ohne Steuern und Transportkosten. Einschl. Kosten der Einhaltung von Umweltstandards (Tier 2, Bin 5 Standard) in allen Fällen (auch Referenz). – <sup>5</sup> Differenz zwischen Referenz und dem jeweiligen Fall unter folgenden Annahmen: Benzinpreis und Dieselpreis 1,40 \$ je Gallone, Nutzungsdauer der Kraftwagen 12 Jahre, Transportleistung von 15600 Meilen im ersten Jahr, abnehmend 4,5 % p. a., ohne Rebound Effekt aufgrund der gestiegenen Fahrtkosten, Diskontierungssatz 5 %. – <sup>6</sup> Emissionen während der gesamten Nutzungsdauer, einschl. Upstream-Emissionen bei der Herstellung der Kraftstoffe, aber ohne indirekte Emissionen bei der Produktion der Kraftfahrzeuge oder durch Kältestoffverluste. – <sup>7</sup> Ohne Diskontierung der künftig eingesparten Verbrauchsmengen.</p>					
<p>Quelle: Patricia Monahan, David Friedman: The Diesel Dilemma. Diesel's Role in the Race for Clean Cars. Union of concerned Scientists, Cambridge, January 2004. Berechnungen des DIW Berlin.</p>					



## 6 Kostenentwicklung der Autonutzung

Die Höhe der einzelnen Kostenkomponenten von Autobesitz und -nutzung ist ausschlaggebend, um den Rang und die Wirkung von fixen und variablen Kostenbestandteilen, von Abgaben und von Energiepreisen einschätzen zu können. Anhand konkreter Beispielfahrzeuge lassen sich diese Bestandteile am besten berechnen und darstellen. Im Jahr 2003 waren laut EVS 77 % der privaten Haushalte mit Pkw ausgestattet und verfügten über etwa 38 Mill. Fahrzeuge. Etwa 40 % der Pkw in den Haushalten wurden neu gekauft (etwa 16 Mill. Fahrzeuge), etwa 60 % sind gebraucht angeschafft worden. Im Durchschnitt werden die neu angeschafften Autos vier Jahre genutzt, ehe sie weiter verkauft werden.<sup>51</sup>

Aus mehreren Gründen sind insbesondere die Neufahrzeuge für das Verständnis der Wirkung von Kostenstrukturen relevant: (1) Die Neufahrzeuge spiegeln die Ergebnisse der Wahlentscheidungen der Käufer in Reaktion auf die Produktpalette der Produzenten wider; (2) damit ist das spätere Angebot auf dem Markt für Gebrauchtfahrzeuge weitgehend determiniert; und (3) die Nutzungsintensität (Fahrleistung) dieser neueren Fahrzeuge ist sowohl im privaten wie im gewerblichen Segment deutlicher höher als die älterer Autos.

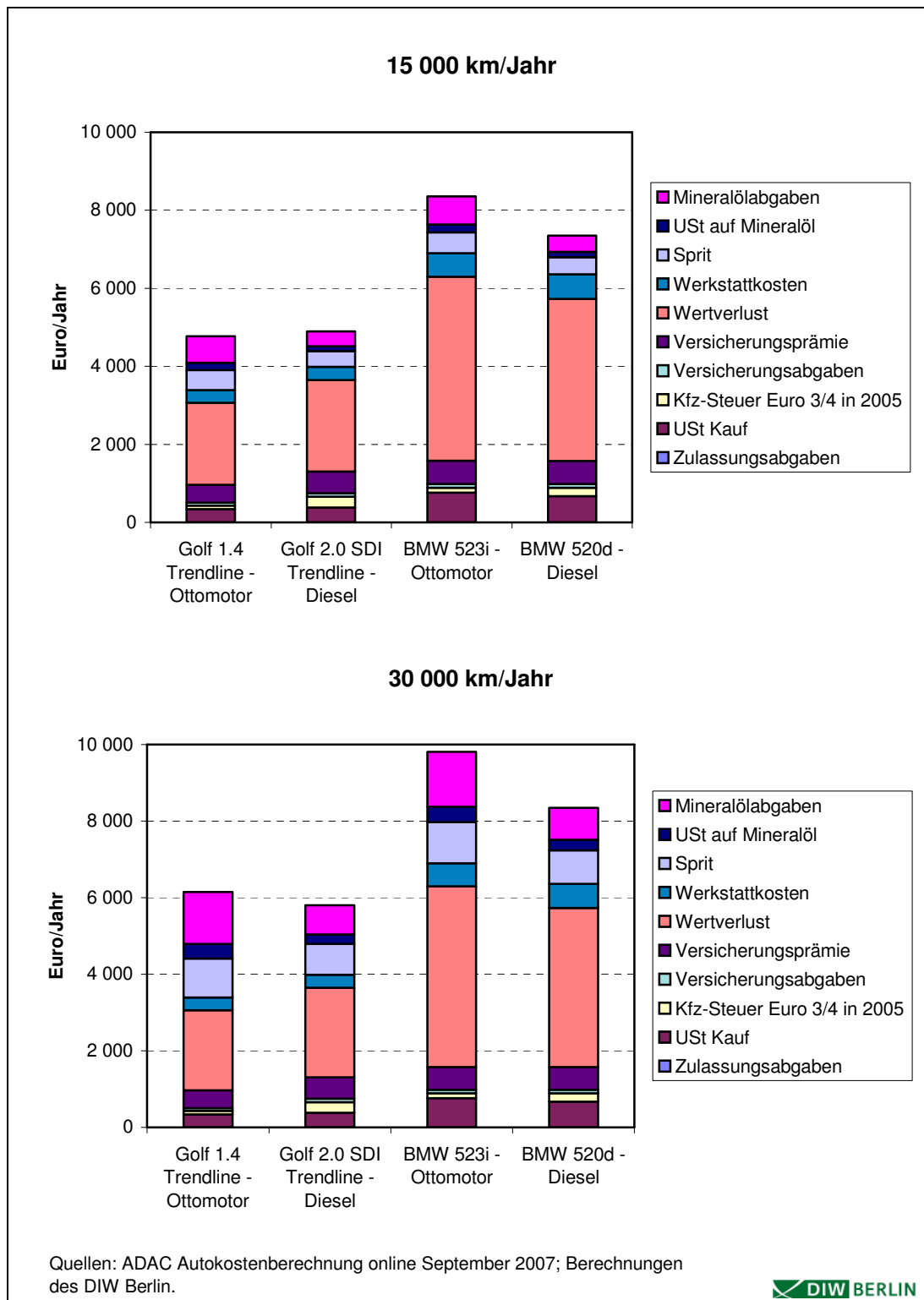
Dominiert werden die Kosten neuer Fahrzeuge durch den Wertverlust, der für Wagen der Kompakt- bis Mittelklasse 50 bis 60 % der gesamten Kosten von 5 000 bis 8 000 Euro im Jahr ausmacht (Abbildung 6-1).<sup>52</sup> Weitere Unterhaltskosten (Werkstatt, Versicherung) liegen bei einem Anteil von annähernd einem Fünftel der Kosten. Die Kfz-Steuer macht für Otto-Neufahrzeuge um die 2 %, für Diesel um die 6 % der Vollkosten aus. Damit haben die weitgehend als fixe Kosten zu betrachtenden Komponenten insgesamt einen Anteil von bis zu 80 % der Gesamtkosten für Neufahrzeughalter.

---

<sup>51</sup> EVS, MiD2002 und Statistiken des KBA liefern unterschiedliche Ergebnisse zur Ausstattung der Haushalte mit Pkw bzw. zum Bestand privater Halter. Nach MiD waren 53 % mit einem und 27 % mit mehreren Autos ausgestattet. Diese 42 Mill. Fahrzeuge waren zu 93 % privat, zu 7 % gewerblich zugelassen.

<sup>52</sup> Berechnet über eine Annualisierung aller Kosten und Berücksichtigung der einmaligen Ausgaben über eine dem Verlauf des Wertverlustes entsprechende Abschreibung, Datenstand Kostenstrukturen 2005. Durch den starken Anstieg der Kraftstoffpreise hat sich der Anteil der Kraftstoffkosten (bei durchschnittlicher Nutzung etc.) seit 1999 erhöht: in dieser Beispielrechnung für 2002: 19 %, 2005: 21 %, 2007: 23 %.

Abbildung 6-1  
Kostenstruktur Neufahrzeuge



Bei mittlerer Fahrleistung machen die variablen Kraftstoffkosten ein Fünftel (Diesel-Fahrzeuge) bis ein Viertel (Otto-Fahrzeuge) aller Kosten aus, hiervon entfallen wiederum ein Drittel auf den Kraftstoff-Produktpreis und zwei Drittel auf die Abgaben Mineralölsteuer und Mehrwertsteuer. Über alle Kostenkomponenten haben je nach Neufahrzeugtyp die Abgaben einen Anteil von 25 bis 40 %, im Mittel von einem Drittel. Die Kilometer-Vollkosten betragen für Fahrzeuge der Kompakt- bis Mittelklasse 30 bis 60 Cent.

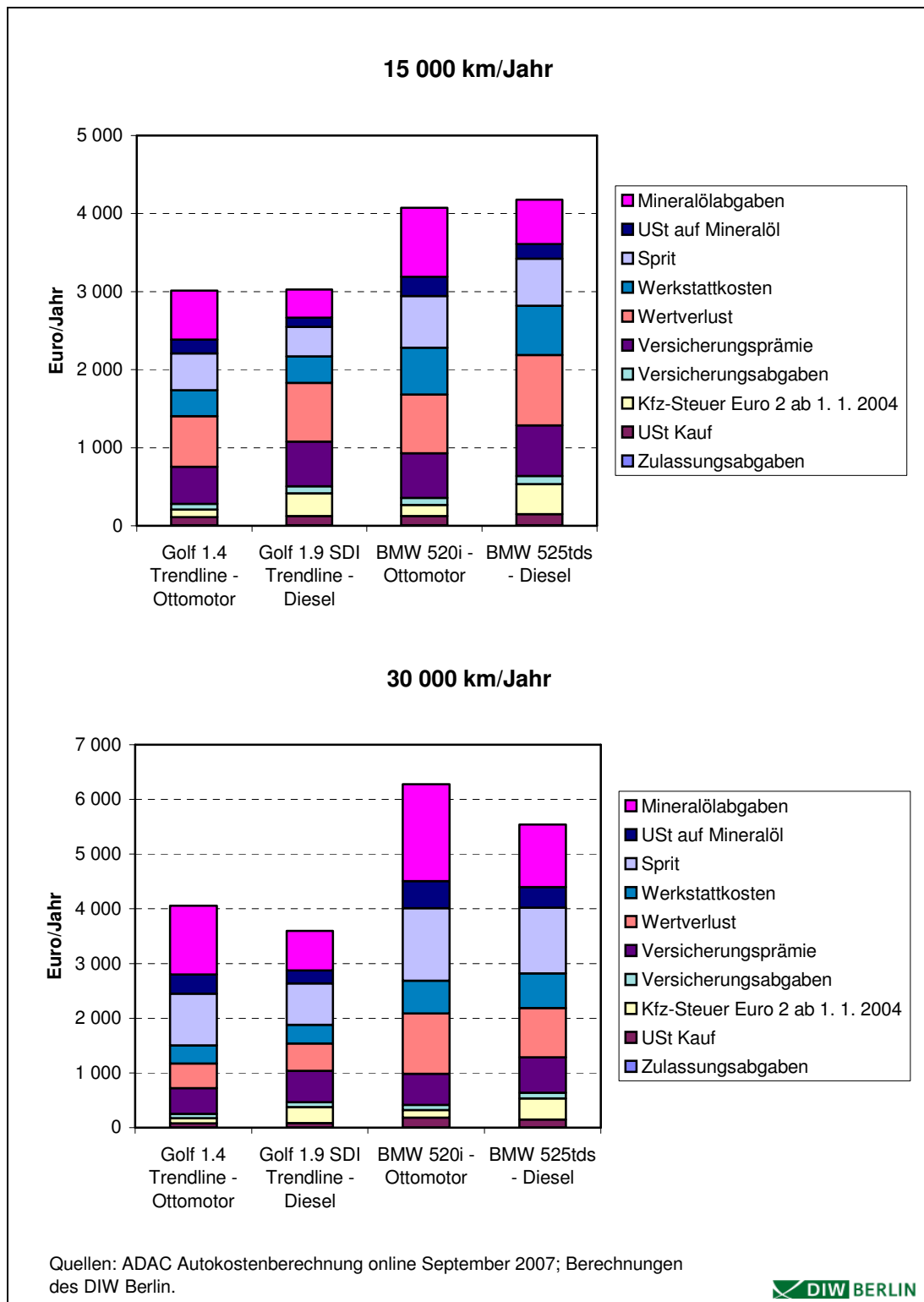
Diese Kostenstrukturen machen deutlich, dass für Neufahrzeuge nur eine sehr drastische Veränderung der reinen Kraftstoff-Produktpreise (unter 10 % der Gesamtkosten) bzw. der Abgaben die Gesamtkosten spürbar erhöht und die Relationen der Komponenten verändert. Bei der Kfz-Steuer liegt das etwas anders: diese hat zwar – insbesondere bei Otto-Fahrzeugen – einen geringen Anteil an den Gesamtkosten, könnte aber nach einer Umgestaltung mit starker Spreizung der Steuersätze nach Verbrauchskriterien für bestimmte Fahrzeugsegmente deutlichere Bedeutung in der Kostenstruktur bekommen.

Für Bestandsfahrzeuge mittleren Alters sind nur noch 20 bis 30 % der Kosten durch den Wertverlust gegeben.<sup>53</sup> Versicherung und Unterhalt machen bei älteren Fahrzeugen etwa ein Drittel der Kosten aus (Abbildung 6-2). Durch die für ältere Autos höheren Steuersätze (gemäß der EURO-Stufen) hat die Kfz-Steuer einen größeren Kostenanteil von um die vier (Otto) bis um die zehn (Diesel) Prozent. Damit haben die fixen Kostenelemente gemeinsam einen Anteil von 60 bis 70 %. Entsprechend belaufen sich bei mittlerer Nutzung die Kraftstoffkosten auf 30 (Diesel) bis 40 % (Otto), wovon wiederum zwei Drittel Abgaben sind. Die Kilometer-Vollkosten liegen für gebrauchte Fahrzeuge der Kompakt- bis Mittelklasse mittleren Alters bei 20 bis 30 Cent.

---

<sup>53</sup> Das Durchschnittsalter der in Deutschland zugelassenen Pkw liegt heute bei 8 Jahren, vgl. Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, April 2007.

Abbildung 6-2  
Kostenstruktur Bestandsfahrzeuge



Für die Einschätzung zukünftig möglicher Veränderungen der Kosten der Mobilität zeigt diese Darstellung der Kostenelemente für Bestands- und Neufahrzeuge, dass die variablen Kosten der Autonutzung in der Spanne von 5 bis 15 Cent je Fahrzeugkilometer liegen und ein bis zwei Fünftel der Gesamtkosten ausmachen. Für Neufahrzeuge und für Diesel-Pkw – die jeweils im Mittel überdurchschnittliche Nutzungsintensitäten aufweisen – sind diese out-of-pocket-Kosten wegen der besseren Verbrauchseigenschaften eher im günstigen Bereich. Mit etwa einem Drittel reiner Kraftstoff-Produktkosten und zwei Dritteln Steuern auf Kraftstoffe sind beide Bestandteile der variablen Kosten gegeneinander „abgefedert“: Die kräftigen Preiserhöhungen für Ölprodukte der vergangenen Jahre schlugen sich wegen des hohen Steuerniveaus nur abgemildert als prozentuale Preiserhöhungen an den Tankstellen nieder. Umgekehrt gilt dies auch für die erfolgten Erhöhungen der Mineralölsteuer. Während dieser Effekt für die Länder mit hoher Mineralölsteuer generell wirksam sein dürfte, trafen in Deutschland von 1999 bis 2003 die Erhöhung der Produktpreise und der Mineralölsteuer zeitlich zusammen und führten zu drastischen Steigerungen der Endpreise.

Die Kraftfahrzeugsteuer hat nur eine bescheidene Bedeutung im Spektrum der Ausgaben für Autos von 2 bis 10 % – insbesondere bei Neufahrzeugen macht diese Abgabe derzeit nur einen geringen Anteil aus.

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden: Kfz-Steuer, Mineralölsteuer und Produktpreise für Kraftstoffe müssten sich in Zukunft entweder gemeinsam stark verändern oder jeweils recht drastisch um einen starken Einfluss auf die Mobilitätskosten der Autofahrer zu haben. Schon diese statische Betrachtung macht die Relativierung dieser Kostenkomponenten deutlich, umso mehr gilt dies, wenn man Anpassungsprozesse in der Technik und im Verhalten der Konsumenten über längere Zeiträume berücksichtigt.

Zur Veranschaulichung der Wirkung dieser Anpassungsprozesse ist in der Abbildung 6-3 und in der Abbildung 6-4 die Entwicklung der Sätze der Mineralölsteuer und der Kraftstoffpreise dargestellt, zunächst nominal, dann real (Preisbasis 2000). Deutlich wird, dass die aktuellen Preise in realer Betrachtung für Benzin über dem Spitzenniveau der achtziger Jahre liegen, für Diesel auf diesem Niveau. Verknüpft man diese Preisentwicklung mit der des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs der deutschen Pkw (Abbildung 6-5, gewichtet mit den nach Antriebsart und Verbrauchseigenschaft erbrachten Fahrleistungen), so ergeben sich die realen Kraftstoffkosten je 100 Kilometer: Diese zeigen für die Otto-Pkw eine Aufwärtstendenz von etwa 7,50 Euro je 100 km in den neunziger Jahren zu 9,50 Euro am aktuellen Rand (9,5 Cent

Abbildung 6-3  
Kraftstoffpreise und Steuern, nominal

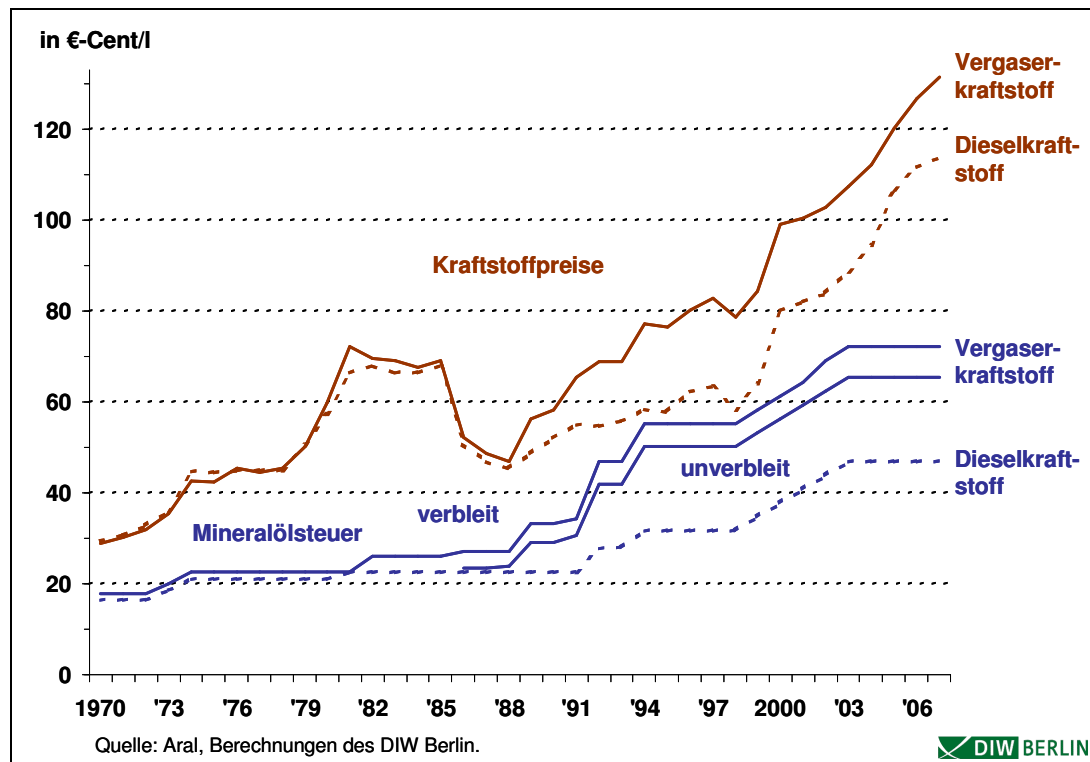
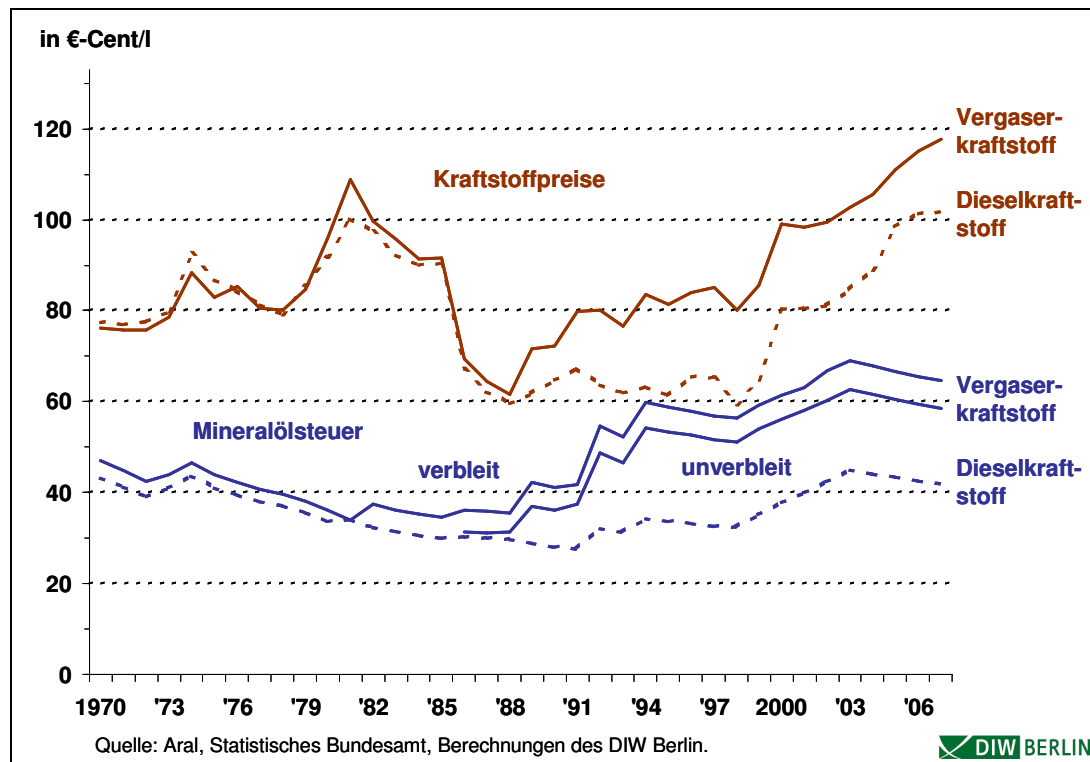


Abbildung 6-4  
Kraftstoffpreise und Steuern, real (Preisbasis 2000)



je km). Bei der Verwendung von Dieseldieselkraftstoff bewegen sich die Kosten von etwa 5 Euro auf 7 Euro je 100 Kilometer (Abbildung 6-6). Berücksichtigt man weiterhin die seit dem Jahr 2000 starke Zunahme der Diesel-Pkw im Bestand und ihre Fahrleistung, so resultiert ein Verlauf der durchschnittlichen Kraftstoffkosten der Pkw auf deutschen Straßen über 15 Jahre von zirka 7 Euro auf aktuelle 8,50 Euro je 100 Kilometer (bzw. nominal 9,40 Euro).

Abbildung 6-5  
**Durchschnittsverbrauch Personenkraftwagen**

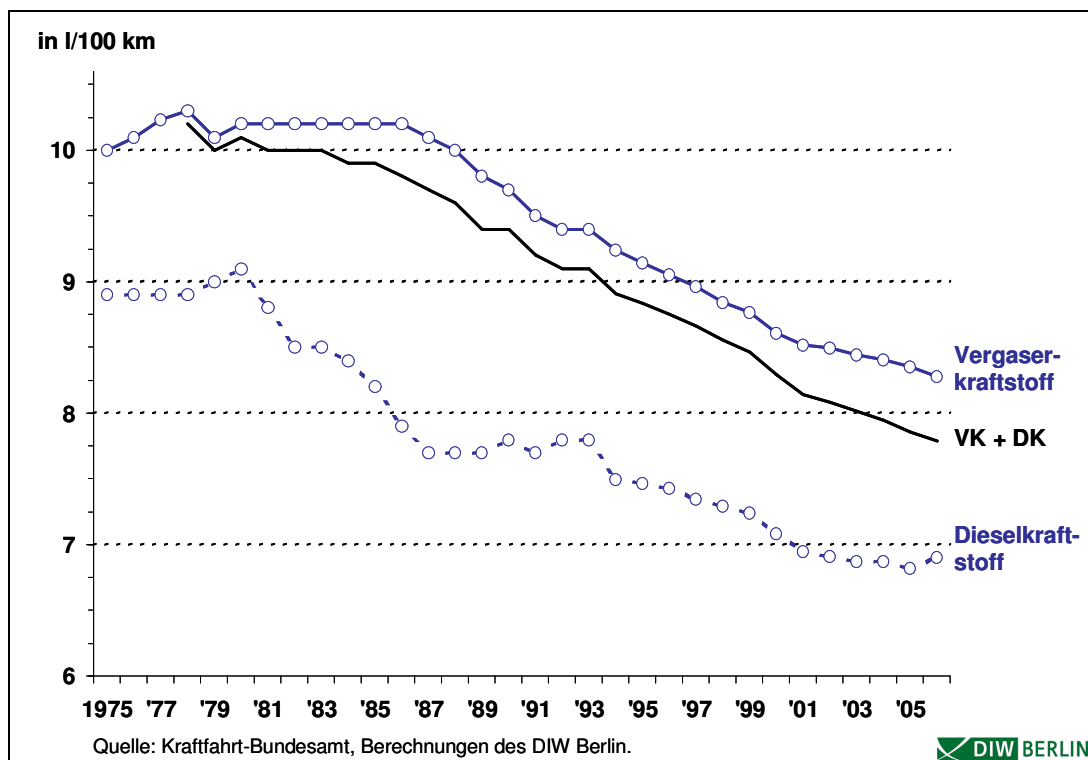
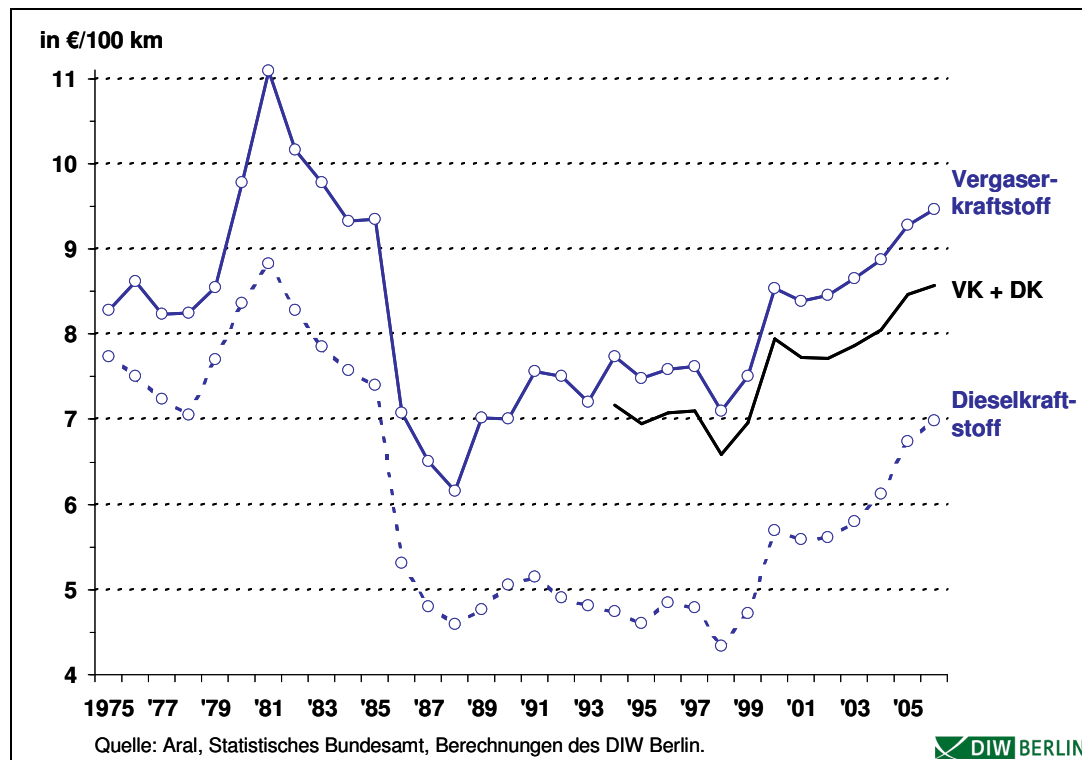


Abbildung 6-6  
 Reale Pkw-Kraftstoffkosten pro 100 km (Preisbasis 2000)



Das letztlich vom Autofahrer nachgefragte Gut ist nicht Kraftstoff sondern Mobilität, messbar z.B. in Fahrzeugkilometern und damit erbrachten Personenkilometern. Dieses Gut ist in den zurückliegenden 15 Jahren somit real um 20 % teurer geworden, und damit weit geringer als es die Entwicklung der Kraftstoffpreise nahe legt.

Der Preisindex für Kraftstoffe ist von 1991 bis 2006 um gut 90 % gestiegen. Er ist Bestandteil des Kraftfahrer-Preisindex, der die Preisentwicklung auf der Stufe des privaten Verbrauchs für Besitz und Nutzung von Pkw misst. Dessen Komponenten im Zeitverlauf präsentiert die Abbildung 6-7. Hierbei zeigt der Index für die Entwicklung der Kfz-Steuer einen extremen Verlauf, der nicht durch die anderen amtlichen Daten zum Steueraufkommen und zum Pkw-Bestand gestützt wird. Wir haben daher diesen Index neu berechnet (aus der Entwicklung des steuerpflichtigen Fahrzeugbestandes und dem Steueraufkommen, Quelle: BMF), ohne diese Änderung allerdings in einem neugewichteten Kraftfahrer-Preisindex zu berücksichtigen, da das Gewicht der Steuer hierin nur 5 % beträgt (Abbildung 6-8).



Abbildung 6-7  
Preisindices im Verkehr (Kraftfahrer-Preisindex) 1991 = 100

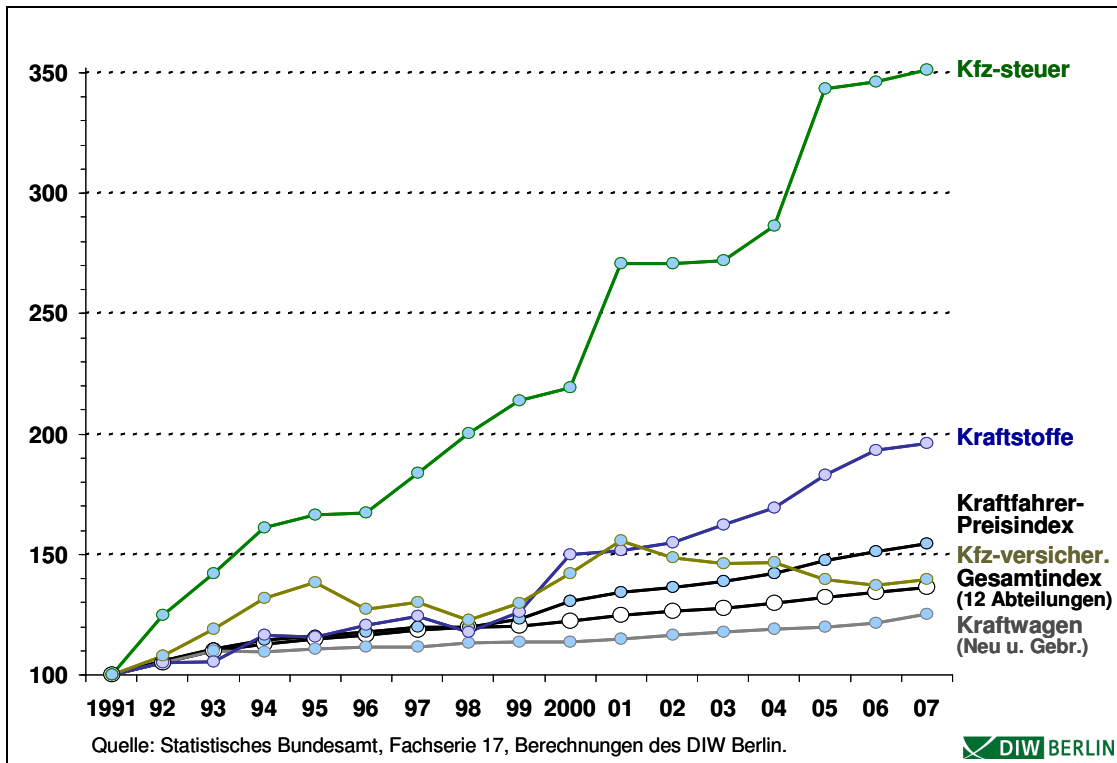
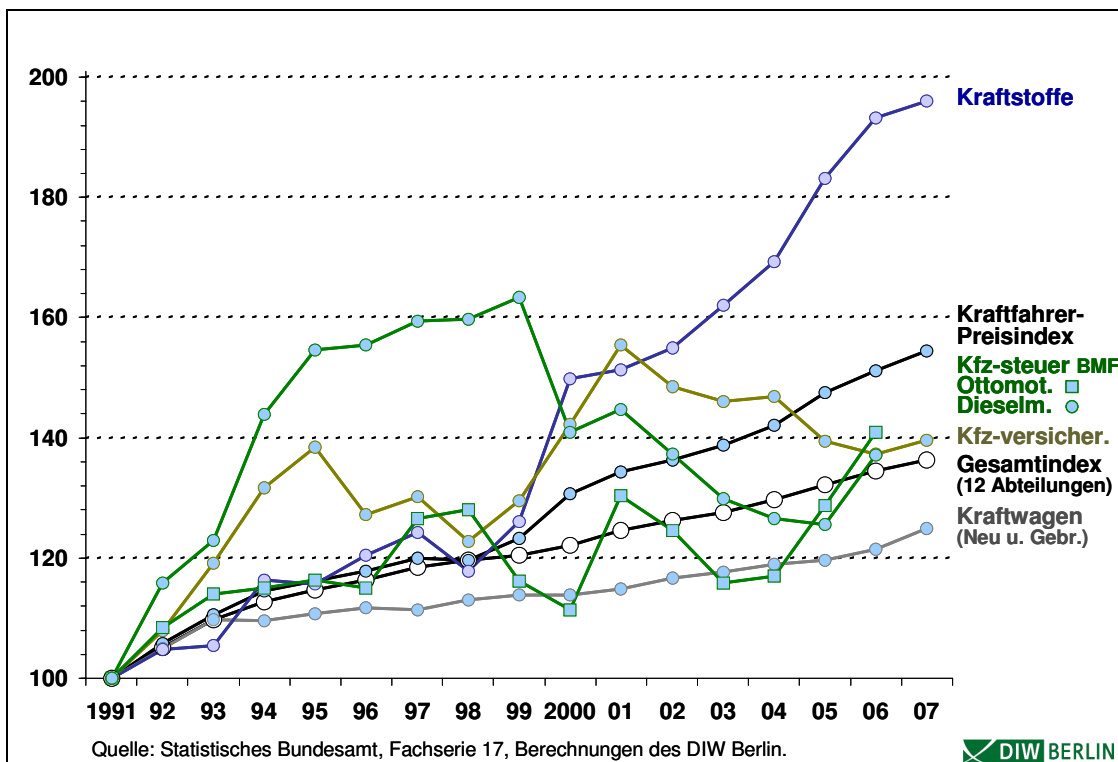


Abbildung 6-8  
Preisindices im Verkehr (Kraftfahrer-Preisindex) 1991 = 100



Im Betrachtungszeitraum ist der Kraftfahrer-Preisindex um gut 50 % gestiegen, damit um 16 Punkte stärker als der Verbraucherpreisindex für Deutschland insgesamt (Gesamtindex um 34 %). Es war im Wesentlichen die Entwicklung der Kraftstoffpreise, die den Kraftfahrer-Preisindex nach oben zog, während alle anderen Komponenten unterhalb dieser Linie liegen. Die Preisentwicklung für Neu- und insbesondere für Gebrauchtwagen wird als moderat angegeben, sie verlaufen unterhalb des Verbraucherpreisindex. Entsprechend der Gewichtung aus der Konsumstruktur („Warenkorb“) sind in dem Kraftfahrer-Preisindex die zwei gewichtigsten Komponenten die Kraftstoffe und der Kauf von Kraftwagen – mit einem Anteil von jeweils 27 % (aktuell). Weitere wesentliche Bestandteile sind – in der Reihenfolge – Reparaturen und Unterhalt, Garagenmieten, Versicherung, die Kraftfahrzeugsteuer und schließlich Ersatzteile.

Die Ausgaben der privaten Haushalte für die Autoanschaffung und –nutzung sind von nominal 110 Mrd. Euro in 1991 auf 152 Mrd. Euro in 2006 angestiegen, gleichzeitig wuchsen die Ausgaben für Kraftstoffe von 27 auf 44 Mrd. Euro. Damit hat sich der Anteil der Kraftstoffausgaben an den Ausgaben für das Auto insgesamt von 24 auf 30 % erhöht (bzw. von 3,2 auf 3,5 % am gesamten Konsum).<sup>54</sup> Für Autokauf und –nutzung wurden nach dem Anschaffungsboom Anfang der neunziger Jahre stets 11 bis 12 % der gesamten Konsumausgaben aufgewandt. Somit hat sich der Anteil der Konsumausgaben für Automobilität im Zeitraum von 1991 bis 2006 kaum verändert.

Die obigen Argumente über die Tendenz der Kilometer-Kosten und die Entwicklung des Kraftfahrerpreisindex führen zu dem Schluss, dass Preise und Kosten für Besitz und Nutzung von privaten Personenkraftwagen sich nach 1998 – also mit den Stufen der Mineralölsteuererhöhung und Steigerungen des Ölpreises – von der allgemeinen Preisentwicklung abgesetzt haben. Diese relative Verteuerung des Autofahrens war aber keinesfalls so dramatisch, wie es allein die Entwicklung der Tankstellenpreise für Diesel und Benzin suggerieren: Die reale Verteuerung der variablen Kosten des Autofahrens liegt bei 20 %, die der Gesamtkosten bei 15 % (2006 zu 1991).<sup>55</sup>

---

<sup>54</sup> Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Wiesbaden 2007.

<sup>55</sup> Entscheidend ist, dass nicht allein der Verlauf des Preisindex interpretiert werden darf, sondern die sich im Zeitverlauf ändernde Gewichtung in der Konsumstruktur mit zu berücksichtigen ist. In der amtlichen Statistik erfolgt dies aber nur in größeren Zeitabständen. Derzeit gelten die Wägungszahlen des Basisjahres 2000, vgl. Statistisches Bundesamt, Fachserie 17, Wiesbaden 2007.

Für die zukünftige Entwicklung der Kosten sind insbesondere die zwei gewichtigsten Komponenten Kraftstoffkosten und Preisentwicklung von Kraftwagen relevant. Zwar ist eine Veränderung der Besteuerung von Kraftstoffen in Deutschland derzeit kaum in der Diskussion.<sup>56</sup> Wir sehen aber vom Gesetzgeber weit vor dem Jahr 2025 die Besteuerung zwischen Diesel- und Ottokraftstoff angepasst, um nicht die bisherige Struktur der unterschiedlichen variablen und fixen Bestandteile für die Antriebsarten fortzuführen, die in der Tendenz Dieselfahrzeuge mit hoher Fahrleistung fördert. Allerdings erfolgt diese Anpassung nach oben, so dass Diesel schon dadurch um cirka ein Sechstel teurer wird. Für weitere Erhöhungen der Mineralölsteuer bleibt in dem Zeitraum bis 2025 wenig Spielraum, da diese durch die offenen Grenzen um Deutschland mit dem vorhandenen Steuergefälle zur Verstärkung grauer Kraftstoffimporte führen würden. Im Jahr 2025 hat unter diesen Annahmen auch Dieselkraftstoff unter real konstant fortgeschriebenen Steuersätzen (für Diesel damit der fortgeschriebene Steuersatz von Otto-Kraftstoff) den in Tabelle 2-2 abgeleiteten Preis von Benzin von etwa 1,45 Euro<sub>2005</sub>/Liter bzw. 1,95 Euro/Liter.<sup>57</sup>

Damit sind die Tankstellenpreise für die Kraftstoffsorten etwa gleich und der Mineralölsteuerausgleich in der Kraftfahrzeugsteuer ist nicht mehr angemessen. Pkw werden statt nach Hubraum künftig nach ihren CO<sub>2</sub>-Emissionen je Kilometer besteuert, andere Schadstoffe bleiben nach den EURO-Stufen in der Typgenehmigung der Fahrzeuge reguliert. Dies entspricht den bereits angesprochenen Reformbestrebungen der EU bezüglich der Besteuerung von Pkw, von denen für Deutschland nur dieser Aspekt der Umstellung der Steuerberechnung auf CO<sub>2</sub>-Basis relevant ist. Für eine derartige Umstellung der Besteuerung gibt es weitere gute Argumente, weil Konsumenten zukünftige Kraftstoffeinsparungen bei einer Kaufentscheidung unterbewerten und die Hersteller sich an der Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für bessere Technologie orientieren (s. z.B. Greene et al. 2005 und Greene 2007). Durch einen geeigneten Anreiz bei der Kaufentscheidung kann diese Marktunvollkommenheit für Kraftstoffeffizienz verringert werden. Mit dieser Umgestaltung ändern sich die mittleren Kosten der Kfz-Steuer (keine Aufkommensneutralität), da durch eine progressive Spreizung für Neufahrzeuge Impulse für höhere Kraftstoffeffizienz ausgelöst werden sollen.

---

<sup>56</sup> Die Angleichung der Mineralölsteuer gehört z.B. zu dem „Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario“ der Politikszennarien für den Klimaschutz IV, vgl. Öko-Institut et al. 2007.

<sup>57</sup> Maßgeblich ist die getroffene Annahme etwa gleicher Endverbraucherpreise für Benzin und Diesel im Jahr 2025. Dies wird im Wesentlichen durch den Abbau der Differenz im Steuersatz erfolgen. Jedoch kann sich durch Verschiebungen der Nachfrage und Anpassungen der Produktionstechnologie im Zeitablauf auch die Relation der

Höhere Kraftstoffkosten und gesetzliche Vorgaben zur Verbesserung der Kraftstoffeffizienz erfordern veränderte Fahrzeugauslegungen, die sich in steigenden Verkaufspreisen auswirken. Kommende EU-Vorschriften zu höheren Sicherheitsstandards verteuern die Fahrzeugproduktion zusätzlich.<sup>58</sup> Daraus ergeben sich für die Neufahrzeuge in Zukunft höhere Preise, dafür jedoch geringere variable Kosten. Dieser Trend wird durch „Billigautos“ nur wenig beeinflusst werden, da auch diese in den Produktionsländern zukünftig strengeren Standards unterliegen werden und die Auflagen für den Europäischen Markt nicht umgehen können.

Nachdem der Preisindex für die Fahrzeuganschaffung – unter Herausrechnung der stetigen Verbesserung von Komfort- und Leistungsmerkmalen – bisher deutlich unterhalb des Verbraucherpreisindex verläuft, gehen wir davon aus, dass sich dies in Zukunft ohne zusätzliche Effizienzmaßnahmen nur unwesentlich ändern würde. Mit der im Abschnitt 3.5 angegebenen Effizienzsteigerung um annähernd ein Drittel sind die Kilometer-Kosten der Pkw aus dem Kraftstoffverbrauch im Jahr 2025 geringer als heute: Real kosten 100 Fahrzeugkilometer statt heute etwa 9 Euro dann 7,60 Euro (2005er Preise). Die Fixkosten der Autohaltung erhöhen sich durch die technischen Effizienzverbesserungen und die Kfz-Steuer im Mittel um 10 %.

### **Kasten „Straßenbenutzungsgebühr für Pkw“**

Mit dem erfolgreichen Wirksamwerden der Lkw-Maut seit dem 1. Januar 2005 kommt auch die Bemautung der Fahrleistung von Pkw in Deutschland immer wieder in die öffentliche Diskussion. Dabei werden vor allem Umsetzungen in Form einer Vignette mit zeitlich begrenzter Gültigkeit auf dem übergeordneten Straßennetz (insbesondere Bundesautobahnen) vorgeschlagen. Langfristig erscheint aber eine Gebühr für die Straßennutzung durch Pkw nur sinnvoll, wenn diese so ausgestaltet ist, dass A) eine bessere Bewirtschaftung des knappen Straßenraumes möglich ist (Stau-Bepreisung); B) die eingenommenen Mittel zumindest weitgehend für die Erhaltung, Ausstattung (Informations- und Leitsysteme) und Ergänzung des Straßensystems eingesetzt werden; und C) die technische Umsetzung eines Mautsystems

---

Produktpreise Benzin/Diesel verändern. Auf Basis der CO<sub>2</sub>-Emissionen je Liter könnte eine höhere Besteuerung des Diesels gerechtfertigt werden, vgl. Fußnote 25.

<sup>58</sup> Die Europäische Kommission hat Pläne zur beschleunigten Einführung sichererer, saubererer und intelligenterer Kraftfahrzeuge vorgelegt (z.B. Notrufsysteme, Stabilitätskontrolle), Ziel ist u.a. die Senkung der Zahl der Unfalltoten, vgl. Europäische Kommission (2007) IP/07/1342 vom 17.09.2007; die entstehenden Kosten könnten vor allem für Kleinwagen problematisch sein, vgl. FTD vom 18.9.07.

unter Wahrung des Datenschutzes geringen Aufwand für die Kraftfahrer bedeutet aber attraktive Mehrwertdienste bietet.

In der vorliegenden Studie führen die Annahmen zur Entwicklung der Kraftstoffpreise (Produktpreis und Steuern) und zur Effizienz der Fahrzeuge zur Verminderung der Einnahmen aus der Mineralölsteuer im Prognosezeitraum um 20 bis 30 % oder um mehrere Milliarden Euro. Dies ist eine zusätzliche Motivation zur weiteren Ergänzung der Haushaltsfinanzierung der Straßen durch eine direktere Nutzerfinanzierung. Die Höhe der Maut für Lkw ab 12 t zGG wird aus einer Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen abgeleitet, diese führt zu spezifischen Wegekosten von etwa 16 Cent je Fahrzeugkilometer auf BAB und etwa 26 Cent auf Bundesstraßen (für das Jahr 2005, Quelle: ProgTrans/IWW 2007). Eine Abschätzung gemäß der Methodik der Wegekostenrechnung führt zu durchschnittlichen spezifischen Wegekosten der Pkw auf allen Straßenkategorien von wenigen Cent pro zurückgelegten Kilometer.

Wir unterstellen für das Jahr 2025 eine durchschnittliche Pkw-Maut auf allen Straßen von zwei Cent je Fahrzeug-Kilometer. Diese Maut kann gestaffelt sein nach den Merkmalen des Fahrzeugs (z.B. Emissionen), nach der benutzten Straßenart, nach der Straßenbelastung oder nach der Uhrzeit. Die elektronische Erfassung der Mautpflicht erlaubt die Verknüpfung mit innovativen Dienstleistungen der verschiedensten Servicebereiche (z.B. Informationsdienste) und die Nutzung der Bewegungsdaten für die Verkehrssteuerung und -information. Die Nutzung der Informationsdienste dürfte allerdings mit zusätzlichen Kosten verbunden sein. Ein Mautsystem kann zu der Zielsetzung „Towards free-flowing towns and cities“ einen Beitrag leisten, die die EU in dem Grünbuch „Hin zu einer neuen Kultur der Mobilität in der Stadt“ anregt (vgl. COM(2007) 551 endgültig).

## 7 Kostenentwicklung der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel

Für die Kostenstruktur der Anbieter öffentlicher Verkehrsdienstleistungen spielt die Entwicklung der Energiepreise keine herausragende Rolle. Direkt für den Fahrzeugantrieb eingesetzter Dieseltreibstoff und Fahrstrom schlägt bei den Mitgliedern des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen mit etwa 5 bis 6 % in den Gesamtkosten zu Buche. Im Zuge der steigenden Energiekosten sind diese Ausgaben von 490 Mill. Euro im Jahr 1997 auf 650 Mill. Euro im Jahr 2005 gestiegen (ohne SPNV der DB-Gruppe). Ausschlaggebend für die Kosten der ÖV-

Anbieter ist der Personalaufwand (40 %) und der Aufwand für Material etc. (30 %). Berücksichtigt man zusätzlich, dass die in dieser Kategorie befindlichen „bezogenen Leistungen“ auch Anmietungen von Bussen mit entsprechendem Energieverbrauch enthalten, ändert sich das Bild nur unwesentlich. Der Aufwand für Energie insgesamt liegt unter 10 %.

Hinter der absoluten Entwicklung der Aufwendungen von 9,4 auf 11,4 Mrd. Euro in diesen zwölf Jahren (um 8 %, s. Abbildung 7-1) stehen mittlere spezifische Aufwendungen von etwa 150 Cent je Fahrgast bzw. 25 Cent je Personenkilometer am aktuellen Rand. In diesem Zeitraum nahm der Aufwand je beförderten Kunden oder Beförderungskilometer nominal um 30 % zu.

Auf Basis verfügbarer Statistiken lassen sich die Einnahmen der Verkehrsunternehmen nach Beförderungsleistungen in den Abgrenzungen Öffentlicher Straßenpersonenverkehr (ÖSPV - Verkehr mit Bussen im Linien- und Gelegenheitsverkehr sowie der Verkehr der Straßen-, Stadt- und U-Bahnen), DB AG bzw. der Mitgliedsunternehmen im VDV darstellen. Die Ergebnisse stimmen weitgehend überein, bedenkt man die unterschiedlichen Mobilitätsmärkte, die in diesen Bereichen bedient werden (die aber nicht überschneidungsfrei sind): Der Fahrgast zahlt im Mittel aktuell 8 Cent (DB Personenverkehr) bis 10 Cent (ÖSPV) und 13 Cent (VDV) je Kilometer Beförderungsleistung. Dies bedeutet eine Steigerung um nominal etwa ein Drittel über die dargestellten zwölf Jahre (Abbildung 7-2 bis Abbildung 7-4). Die Unterschiede der Preise pro Fahrt sind wegen der anderen Anteile von Nah- und Fernverkehren (oder: unterschiedliche durchschnittliche Fahrtweiten) größer: Die Beträge reichen von 80 Cent (VDV ohne DB Regio) über 95 Cent (ÖSPV) bis zu 3 Euro (DB Personenverkehr, Nah- und Fernverkehr) mit Steigerungen von einem Drittel (ÖSPV) bzw. einem Viertel (DB) in den abgebildeten Zeiträumen.<sup>59</sup>

Die tatsächlichen Kosten je Fahrt für den ÖV-Kunden können jedoch beträchtlich von diesen statistischen Durchschnittswerten abweichen, z.B. zwischen Nah- und Fernverkehr oder nach der Art des genutzten Fahrausweises. Beschränken wir die Betrachtung auf das große Segment des Nahverkehrs (Linienverkehr): Mehr als drei Viertel aller Fahrten werden mit Zeitfahrausweisen unternommen (zu gleichen Teilen auf Zeitfahrausweisen für Auszubildende und für Erwachsene) und gut ein Sechstel auf Einzel- und Mehrfahrtenausweisen. Für die

---

<sup>59</sup> Die Zeitreihendarstellung dieser bezogenen Größen ist wegen sich ändernder Abgrenzungen, Erfassungen und Berechnungen nicht unproblematisch. Die VDV-Statistik nennt für 2006 unmittelbar fahrgastbezogene Erträge von 93,80 Cent je Fahrgast und 10,03 Cent je Personen-km, vgl. VDV (2007).

Gelegenheitskunden liegen die Kosten pro Fahrt bei 1,50 Euro, für die Stammkunden mit Zeitfahrausweisen bei 60 (Jedermann) bzw. 35 Cent (Schüler).<sup>60</sup>

Um die zeitliche Entwicklung der Nutzerkosten auch relativ zum allgemeinen Preisniveau zu beurteilen, sind die Preisindices des Statistischen Bundesamtes für Verkehrsdienstleistungen ausschlaggebend. Sie beruhen auf Markterhebung in den einzelnen Bundesländern für die verschiedenen Beförderungsdienstleistungen, die in der Statistik in sechs Preisindices dokumentiert werden, die wichtigen vier davon zeigt Abbildung 7-5. Die Preisentwicklung des allgemeinen öffentlichen Nahverkehrs misst der Index „Kombinierte Beförderungsdienstleistung“ (Verkehrsmittel Bus, Straßenbahn und Eisenbahn soweit diese im Verbundbereich bedient). Der zweitwichtigste Index gibt die Preisentwicklung der Personenbeförderung im Schienenverkehr an (u.a. die bundesweiten Angebote der DB AG im Fern- und Nahverkehr). Weit weniger Gewicht im Warenkorb hat der Index Personenbeförderung im Straßenverkehr (Taxi, Bus-Schülerverkehre).

Je bedeutender diese Indices im Warenkorb sind, umso stärker haben sie sich über die zurückliegenden 16 Jahre von der allgemeinen Preisentwicklung abgesetzt. So sind für die Kunden in Verbundbereichen die Preise um über 80 % gestiegen und damit mehr als doppelt so stark wie die allgemeine Preisentwicklung. Dahinter stehen regelmäßige Tarifsteigerungen sowohl bei Einzelfahrausweisen als auch bei Monatskarten.<sup>61</sup> Insgesamt zeigen die Verläufe eine reale Verteuerung des öffentlichen Verkehrsangebotes um über 40 % an (ohne Luftverkehr).

Mit diesen Preissteigerungen ist es den Verkehrsunternehmen gelungen, die Kostendeckung durch Fahrgelderlöse zu steigern (vgl. VDV-Statistik 2006). Für die Zukunft sind weitere Verteuerungen der öffentlichen Verkehrsdienstleistungen zu erwarten. Kaum dämpfende Wirkung auf die Preisentwicklung wird die Verbreiterung des Wettbewerbs um die Verkehrsmärkte haben; jedoch kann diese für die Kunden positive Qualitätswirkung mit sich bringen. Auf der anderen Seite wird aus der Kürzung von Regionalisierungsmitteln und dem Ausbleiben von Ausgleichszahlungen für die Beförderung von Schülern und behinderten Menschen und der Gefährdung des steuerlichen Querverbundes<sup>62</sup> die Mitfinanzierung des öffentlichen Verkehrs aus öffentlichen Kassen abschmelzen. Die Verkehrsunternehmen wol-

---

<sup>60</sup> Daten aus einer Sonderauswertung, die freundlicherweise vom VDV zur Verfügung gestellt wurde.

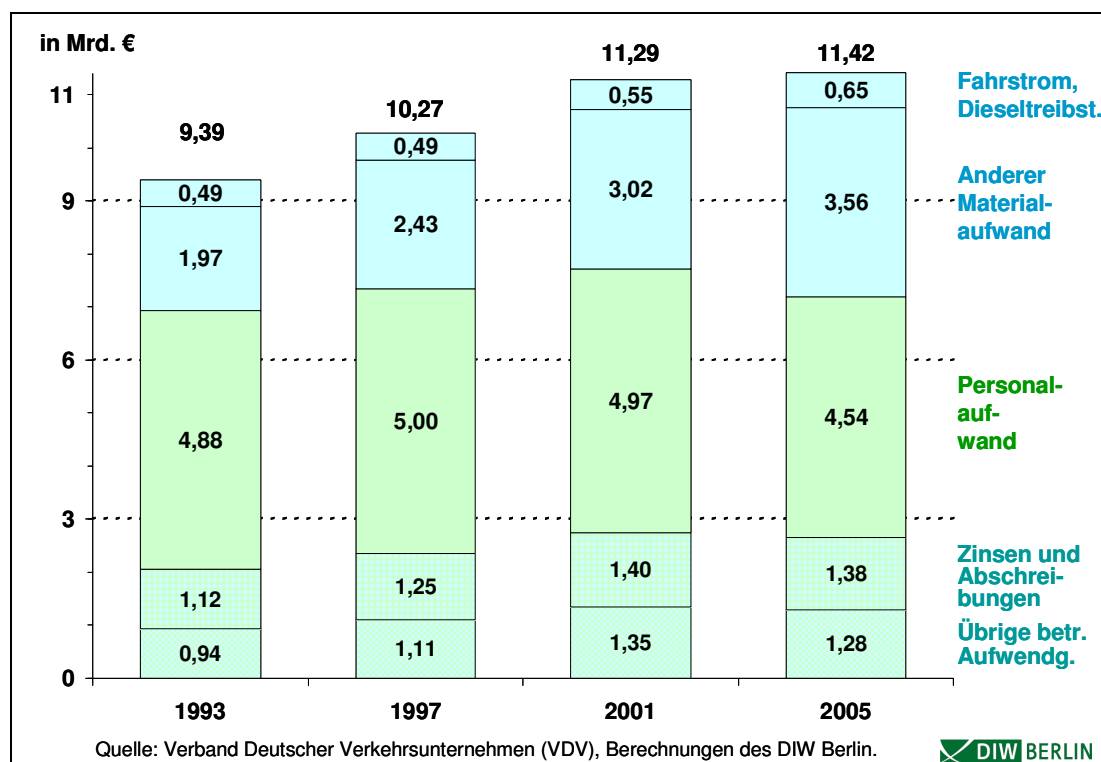
<sup>61</sup> Eventuell sind die Preissteigerung teilweise auch durch Auslagerung von Leistungskomponenten aus bestimmten Tarifangeboten induziert.

<sup>62</sup> Mit dem es z.B. möglich ist, Gewinne von Stadtwerken aus der Energieerzeugung mit Verlusten beim öffentlichen Personennahverkehr steuerlich zu verrechnen.



len daraufhin Fahrpreiserhöhungen bis an die Grenze der Zahlungsbereitschaft vornehmen. Zunächst soll dies über den Abbau von Rabatten im Bartarif und im Zeitkartentarif erfolgen. Dabei wird der Tarifergiebigkeit ein höherer Stellenwert als der Sicherung der Fahrgastzahlen beigemessen. So sollen kurzfristig (bis zum Jahr 2010) Steigerungen der Fahrgelderlöse von jährlich vier Prozent erreicht werden.<sup>63</sup> Mit zukünftigen Vertriebssystemen werde eine weitere Differenzierung des Tarifangebotes möglich, um die Zahlungsbereitschaft besser abschöpfen zu können. Damit werden die Preise für ÖV-Leistungen auch langfristig stärker steigen als die allgemeine Preisentwicklung. Um im Zuge dieser Verteuerung Fahrgäste dennoch binden zu können, muss der ÖV Service und Fahrzeuge verbessern, was andererseits der angestrebten Kostensenkung entgegen steht. Zusätzlich muss in Regionen mit zurückgehender Nachfrage mit sinkender Kostendeckung beziehungsweise mit Einschränkungen des Angebotes gerechnet werden.

Abbildung 7-1  
Kostenstruktur VDV Betriebe



<sup>63</sup> Vgl. dazu Ackermann und Stammler (2006) und Erring (2006).



Abbildung 7-2  
Einnahmen ÖSPV

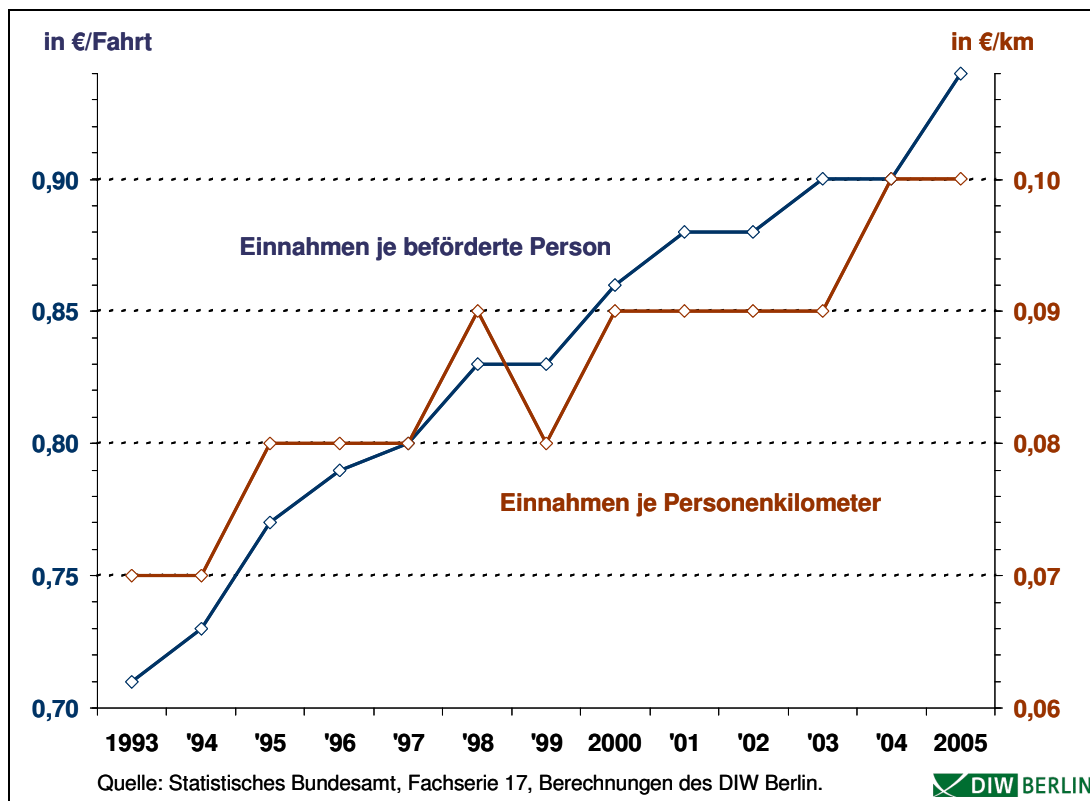


Abbildung 7-3  
Einnahmen DB AG

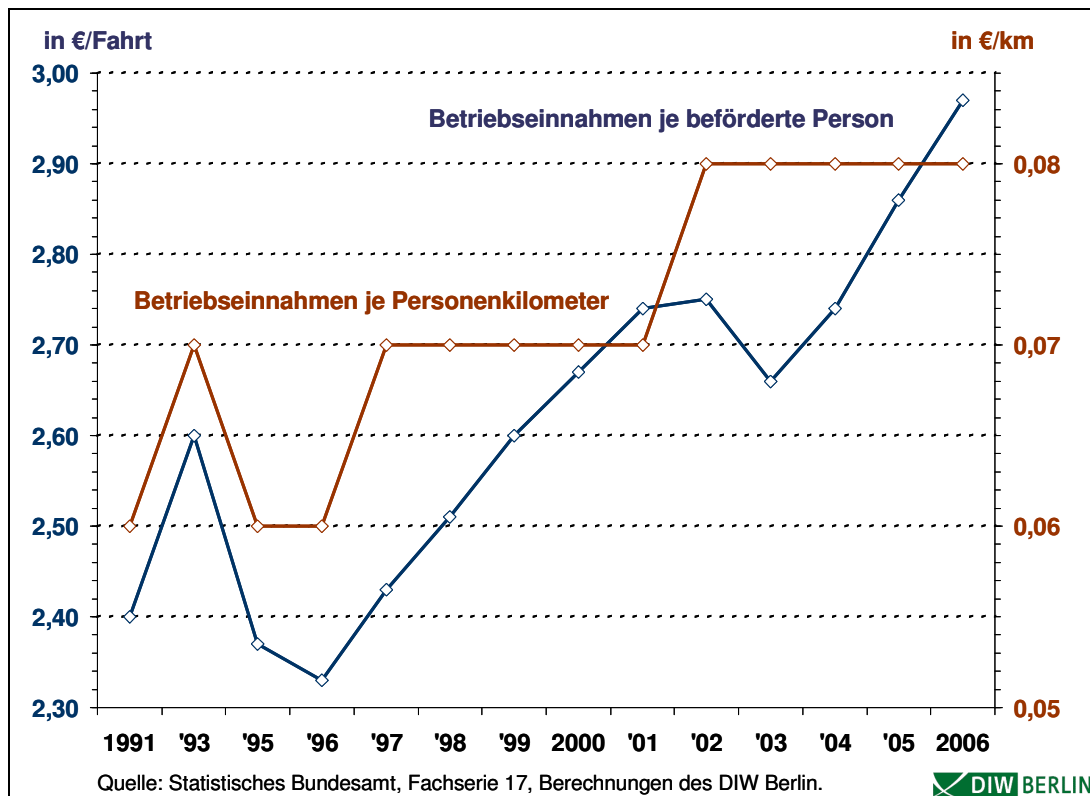


Abbildung 7-4  
VDV Erträge im Personenverkehr

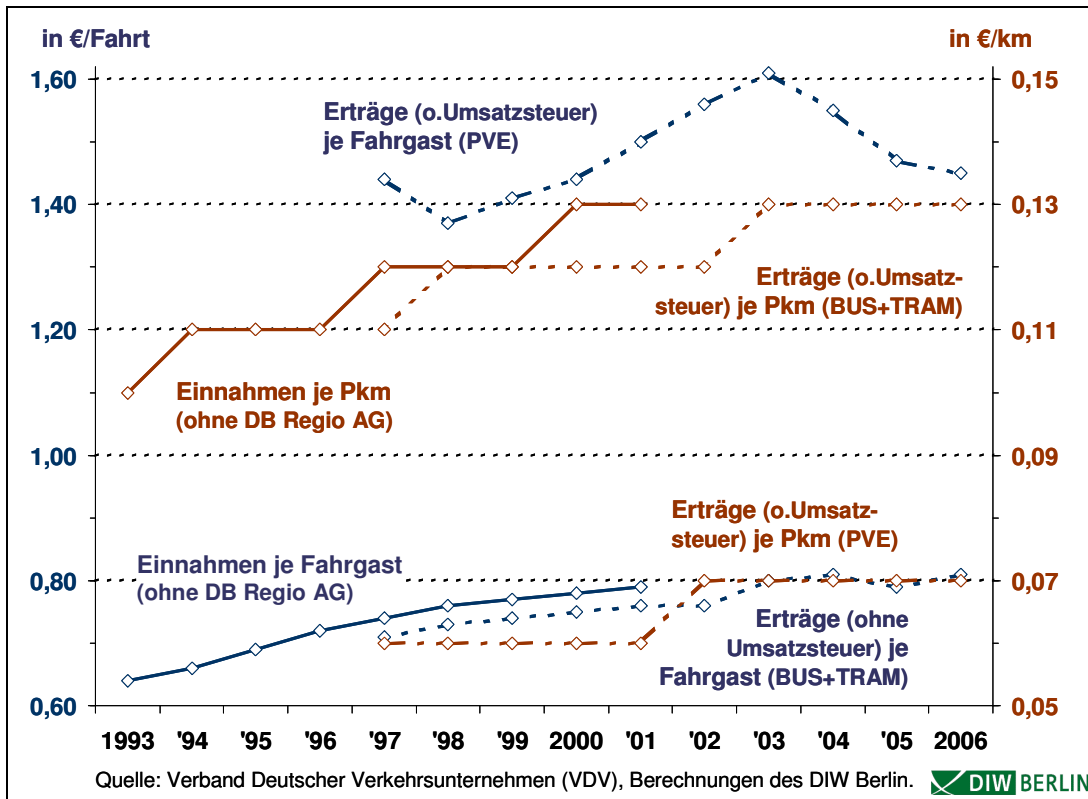
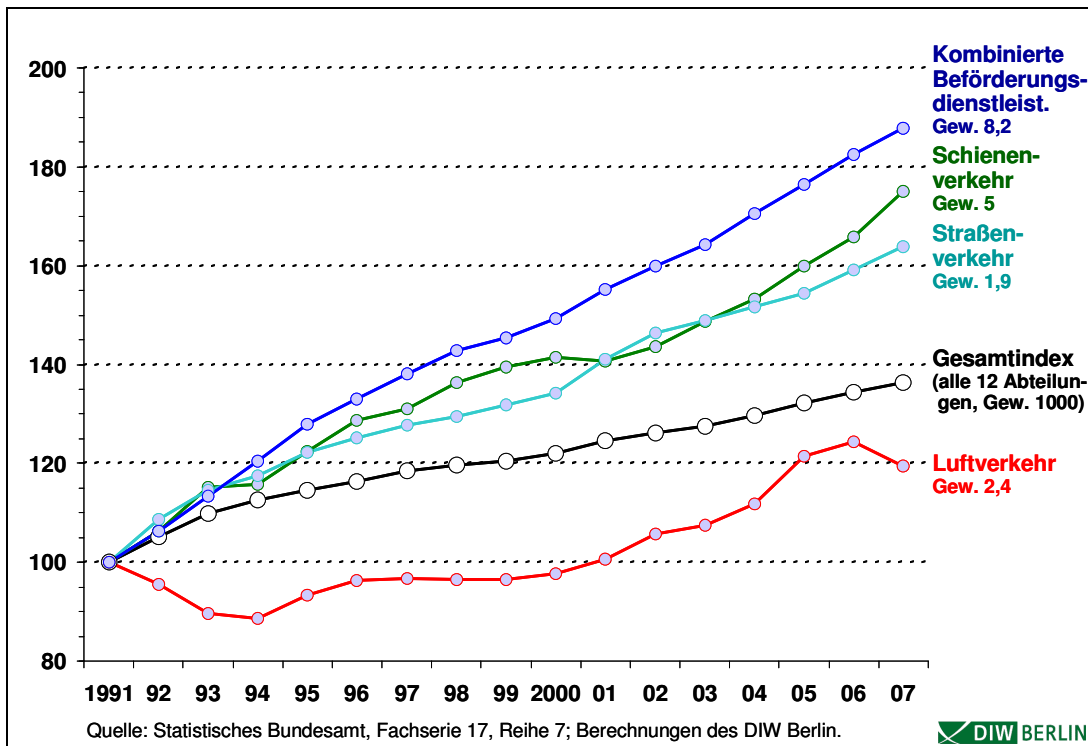


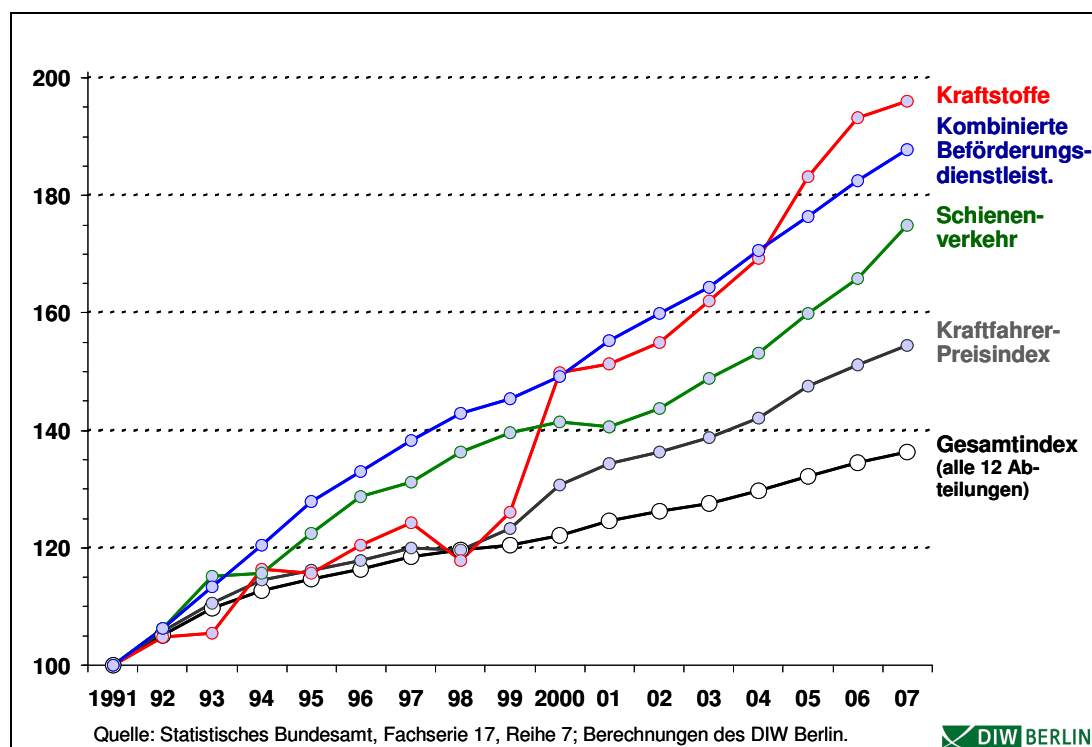
Abbildung 7-5  
Preisindices ÖV



## 8 Entwicklung der Mobilitätskosten

In der Zusammenschau der angeführten Befunde für die Entwicklung der Kosten für die Nutzung öffentlicher Verkehrsangebote und des Autos zeigt sich, dass Mobilität seit 1991 mit öffentlichen und nach 1999 mit beiden Verkehrsträgern teurer geworden ist. Die reale Verteuerung lässt sich in diesem Zeitraum für den ÖV auf 40 % (etwa 2 % pro Jahr) und für die Autonutzung auf 20 % (gut 1 % pro Jahr) über den gesamten Zeitraum schätzen (Abbildung 7-5). Entsprechend war auch das Wachstum der Verkehrsnachfrage im Vergleich zu früheren Perioden gedämpft, vor allem in den letzten Jahren.<sup>64</sup>

Abbildung 8-1  
Preisindices im Verkehr (1991 = 100)



Der deutliche Unterschied der Preisentwicklung zwischen Auto und ÖV gilt sogar dann, wenn man für die Auto-Mobilität nur die variablen Kilometer-Kosten betrachtet. Trotz des hohen Anstiegs der Kraftstoffpreise sind diese nämlich durch erhebliche Effizienzverbesserungen (Erhöhung des Diesel-Anteils und Verringerung des durchschnittlichen Verbrauchs) weit

moderater gestiegen. Und soweit rationale Entscheidungsgrundlagen bei der Verkehrsmittelwahl überhaupt eine Rolle spielen, sind eher die variablen Kilometer-Kosten als die Vollkosten relevant.<sup>65</sup>

Tabelle 8-1  
**Mobilitätskosten 2003 und 2025**

	Dimension	2003	2025
<b>Rohölpreis</b>	\$2003/Barrel	28,4	49,9
<b>Rohölpreis</b>	\$/Barrel	28,4	75,2
<b>Kraftstoffbasispreis</b>			
Benzin	€/Liter	0,29	0,69
Diesel	€/Liter	0,29	0,69
Benzin	€2003/Liter	0,29	0,51
Diesel	€2003/Liter	0,29	0,51
<b>Mineralölsteuern</b>			
Benzin	€/Liter	0,66	0,93
Diesel	€/Liter	0,47	0,93
<b>Mehrwertsteuer</b>			
Benzin	€/Liter	0,15	0,31
Diesel	€/Liter	0,12	0,31
<b>Preise</b>			
Benzin	€/Liter	1,10	1,93
Diesel	€/Liter	0,88	1,93
Benzin	€2003/Liter	1,10	1,42
Diesel	€2003/Liter	0,88	1,42
<b>Kraftstoffeffizienz Pkw-Flotte</b>	Liter/100 km	8,00	5,20
<b>Kraftstoffkosten</b>	€2003/100 km	8,19	7,38
<b>Pkw-Pricing</b>	€2003/100 km	-	2,00
<b>Fixkosten Pkw-Anschaffung</b>	€2003 pro Jahr	3000	3300
<b>Variable Kilometerkosten Pkw</b>	€2003/100 km	8,19	9,38
<b>Fahrtkosten ÖV</b>	€2003/Pkm	0,10	0,14

Aufgrund der Verringerung der Finanzierung aus öffentlichen Haushalten wird sich für die Kunden die Nutzung von Bussen und Bahnen bis 2025 weiterhin überdurchschnittlich mit etwa 1,5 % pro Jahr verteuern. Unter den getroffenen Annahmen wird Benzin um etwa 1 % und Diesel im Durchschnitt über den Zeitraum um etwa 2 % pro Jahr real teurer werden. Mit den anhaltend hohen Kraftstoffpreisen und verstärkt von den CO<sub>2</sub>-Einsparungserfordernissen und entsprechenden EU-Regulationen wird sich die Kraftstoffeffizienz neuer Pkw weiterhin erhöhen. Die Flotte wird 2025 im Verbrauch um annähernd ein Drittel günstiger sein, dies sorgt für sinkende Kilometer-Kosten: Real kosten 100 Fahrzeugkilometer statt etwa 8,20 Euro

<sup>64</sup> Hier spielen sicher auch an einige weitere Faktoren eine Rolle, wie die bereits erreichte hohe Motorisierung oder die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung, vgl. Verkehr in Zahlen 2006/2007.

<sup>65</sup> So zeigt sich in verschiedenen Untersuchungen, dass die Preiselastizität der variablen Kosten konsistent größer ist als die der fixen Kosten, vgl. Graham and Glaister 2002.

dann etwa 7,40 Euro (2003er Preise). Allerdings muss die Verbrauchseffizienz durch höhere Anschaffungskosten finanziert werden: Pkw werden allein durch diesen Effekt um 2 000 bis 4 000 Euro teurer, womit sich für Kraftfahrer relativ zu heute die Fixkosten erhöhen, die variablen Kosten aber verringern. Ein weiterer Faktor, der die Fixkosten – je nach Fahrzeugkaufentscheidung – erhöht, ist die umgestaltete Kfz-Steuer, die nun deutlich progressiv mit den CO<sub>2</sub>-Werten verläuft. Sie ist damit zwischenzeitlich nicht aufkommensneutral, um einen Lenkungseffekt zu bewirken. Da die steigende Kraftstoffeffizienz die Ergiebigkeit der Mineralölsteuer verringert, wird mit einer elektronischen Bepreisung aller Straßen mit im Mittel zwei Cent je Pkw-Kilometer eine zusätzliche Quelle für die Finanzierung der Straßenerhaltung geschaffen (Tabelle 8-1). Bis 2025 werden mit den hier gewählten Annahmen die Mobilitätskosten weiterhin stärker als die allgemeine Preisentwicklung wachsen. Die getroffenen Annahmen führen außerdem dazu, dass die Kostensteigerung für Kunden des ÖV stärker als für den durchschnittlichen Kraftfahrer ausfällt.

## 9 Literatur

- Ackermann, T. und Stammeler, H. (2006) Nutzerfinanzierte Tarifstrategien – Fahrpreise zwischen Förderung und Forderung, in: Der Nahverkehr, Heft 1-2, 2006, und Erring, C. (2006) Föderalismusreform schafft stufenweise die Mischfinanzierung auch im ÖPNV ab, in: Bus & Bahn, Heft 9, 2006.
- Aral (2006): ARAL Verkehrstaschenbuch 2006/2007, Bochum.
- Bénassi-Quééré, Agnès, Amina Lahrchèche-Reville and Valéryie Mignon(2006): Europe-USA-Asia: Equilibrium Exchange Rates. Paper presented on the German-French Experts of Economic Policy meeting. Berlin, March 13<sup>th</sup> 2006.
- BMU/IGMetall (2007): Zukunftsweisende Umwelt-Strategie für die europäische Automobilindustrie. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Gemeinsame Erklärung von BMU und IG Metall. Berlin, den 8. März 2007.
- BMF Bundesministerium der Finanzen (2004): Die neue Energiesteuerrichtlinie. Monatsbericht 1.2004 des Bundesministerium der Finanzen.
- BMF Bundesministerium der Finanzen (2006): Zusammensetzung der Benzin-, Diesel- und Heizölpreise. Berlin, 30. August 2006.
- Bundesministeriums der Finanzen (2007): Bericht des Bundesministeriums der Finanzen an den Deutschen Bundestag zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe - Biokraftstoffbericht 2007, Berlin.
- BP (2007): BP Statistical Review of World Energy. London, June 2007.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): Eckpunkte für ein integriertes Energie und Klimaprogramm. August 2007.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2007): Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2006 - Jahresbericht 2006 – Fassung vom 23.11.2007, Hannover.
- Bund Freunde der Erde (2006): Klimafahrtenbuch für PKW. Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw bis 2020. Ein Dreistufenplan des Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND). Berlin 2006.
- Campbell (1988): The Coming Oil Crisis. Essex 1988.
- Deutscher Bundestag (2007): TA-Vorstudie: Perspektiven eines CO<sub>2</sub>- und emissionsarmen Verkehrs – Kraftstoffe und Antriebe im Überblick. Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß §56a der Geschäftsordnung. Drucksache 16/5325, 10.05.2007.
- Diekmann, Jochen et al. (1999): Energie-Effizienz-Indikatoren. Heidelberg, 1999.
- DIW Berlin, Infas (2003): MiD 2002 – Ergebnisbericht, Berlin, Bonn.
- EIA (2007a): Energy Information Administration: Annual Energy Outlook 2007. Washington, February 2007.
- EIA (2007b): Energy Information Administration: International Energy Outlook 2007. Washington, May 2007.
- Erber, G. (2006): EZB-Fed-Zinsdisparitäten. Wechselkurse als Random-Walk und die Wechselkurspolitik der Zentralbanken. Paper presented at the IAES Conference in Lisbon, March 10-14, 2004. Aktualisiert mit Daten bis 2006.

- Erring, C. (2006): Föderalismusreform schafft stufenweise die Mischfinanzierung auch im ÖPNV ab, in: Bus & Bahn, Heft 9, 2006.
- ERTRAC European Road Transport Research Advisory Council (2004): Strategic Research Agenda - December 2004, Bruxelles, <http://www.ertrac.org/publications.htm>.
- Europäische Kommission (1995): Mitteilung der Kommission - Eine Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und zur Senkung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs - KOM(95) 689 endg.
- Europäische Kommission (2001): Mitteilung der Kommission: Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäische Union für die nachhaltige Entwicklung. KOM(2001) 264.
- Europäische Kommission (2001): WEISSBUCH Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft, KOM (2001) 370.
- Europäische Kommission (2002): Vorschlag für eine Richtlinie des Rates zur Änderung der Richtlinie 92/81/EWG und der Richtlinie 92/82/EWG zur Schaffung einer Sonderregelung für die Besteuerung von Dieselmotoren für gewerbliche Zwecke und zur Annäherung der Verbrauchsteuern auf Benzin und Dieselmotoren, KOM(2002) 410 endgültig. 24.7.2002.
- Europäische Kommission (2002): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT BESTEUERUNG VON PERSONENKRAFTWAGEN IN DER EUROPÄISCHEN UNION, KOM(2002) 431 endgültig.
- Europäische Kommission (2005): Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Besteuerung von Personenkraftwagen. Mitteilung KOM (2005) 261 endgültig vom 05/07/2006. [http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/de/com/2005/com2005\\_0261de01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/de/com/2005/com2005_0261de01.pdf).
- Europäische Kommission (2005): Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament - Umsetzung der Gemeinschaftsstrategie zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen: fünfter Jahresbericht über die Wirksamkeit der Strategie, KOM (2005) 269 endg.
- Europäische Kommission (2005): Mitteilung der Kommission „Aktionsplan für Biomasse“. KOM(2005) 628 endg.
- Europäische Kommission (2006): Mitteilung der Kommission: Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen KOM(2006) 545 endg. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2006/com2006\\_0545de01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2006/com2006_0545de01.pdf).
- Europäische Kommission (2007): Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament: Ergebnisse der Überprüfung der Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen. KOM(2007) 19 endg. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2007/com2007\\_0019de01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2007/com2007_0019de01.pdf).
- Europäische Kommission (2007): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DEN RAT Ein wettbewerbsfähiges Kfz-Regelungssystem für das 21. Jahrhundert Stellungnahme der Kommission zum Schlussbericht der hochrangigen Gruppe CARS 21, KOM(2007) 22 endgültig.
- Europäische Kommission (2007): Vorschlag für eine RICHTLINIE DES RATES zur Änderung der Richtlinie 2003/96/EG hinsichtlich der Anpassung der Sonderregelungen für die Besteuerung gewerblich genutzten Gasöls und der Koordinierung der Besteuerung von unverbleitem Benzin und Gasöl KOM(2007) 52 endgültig.
- Europäische Kommission (2007): GRÜNBUCH Marktwirtschaftliche Instrumente für umweltpolitische und damit verbundene politische Ziele, KOM(2007) 140 endgültig.
- Europäische Kommission (2007): Halbzeitbewertung des Sechsten Umweltaktionsprogramms der Gemeinschaft, KOM(2007) 225 endgültig.

- Europäische Kommission (2007): COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT Results of the review of the Community Strategy to reduce CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars and light-commercial vehicles Impact Assessment SEC(2007) 60.
- Europäische Kommission (2007) Intelligent cars: Commission leads the drive for safer, greener and smarter cars, IP/07/1342 vom 17.09.07.
- Europäische Kommission (2007) Grünbuch "Hin zu einer neuen Kultur der Mobilität in der Stadt", COM(2007) 551 endgültig
- European Commission (2006): European Energy and Transport: Trends to 2030 – Update 2005. Luxembourg.
- European Commission (2007): Taxation trends in the European Union – Data for the EU Member States and Norway. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Europäische Union (2003): Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor. Amtsblatt Nr. L 123. [http://www.ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/de\\_final.pdf](http://www.ec.europa.eu/energy/res/legislation/doc/biofuels/de_final.pdf) (01.10.2007).
- Europäische Union (2003): RICHTLINIE 2003/96/EG DES RATES vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom.
- Europäische Union (2006): RICHTLINIE 2006/38/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Mai 2006 zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge.
- EWI/Prognos AG (2005): Energiereport IV. Energiemärkte bis 2030. Energiewirtschaftliche Referenzprognose. Bundesministerium für Wirtschaft, Berlin 2005.
- EWI, Prognos AG (2007): Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln, 17. Juli 2007.
- FTD Financial Times Deutschland, EU verlangt höhere Sicherheitsstandards für Autos, vom 18.9.07.
- Gately, D. and Huntington, H. (2002): The Asymmetric Effects of Changes in Price and Income on Energy and Oil Demand. In: The Energy Journal, Volume 23 (1), 2002.
- Gately, D. (2004): OPEC's Incentives for Faster Output Growth. In: The Energy Journal, Volume 25 (2), 2004.
- Gately, D. (2007): What Oil Export Levels Should We Expect From OPEC? In: The Energy Journal, Volume 28 (2), 2007.
- Graham, Daniel and Stephen Glaister (2002): Review of income and price elasticities of demand for road traffic. Final report. London, July 2002.
- Greene, D.L., Patterson, P.D., Singh, M., Li, J. (2005): Feebates, rebates and gas-guzzler taxes: a study of incentives for increased fuel economy. Energy Policy 33, 757–775.
- Greene, D.L. (2007): Policies to Increase Passenger Car and Light Truck Fuel Economy. Testimony to the U.S. Senate Committee on Energy and Natural Resources. January 30, Washington, DC.
- IEA International Energy Agency (2006): World Energy Outlook 2006. Paris, 2006.
- IEA International Energy Agency (2007): Energy Prices and Taxes. Fourth Quarter 2006. Paris, 2007.
- ifmo – Institut für Mobilitätsforschung (Hrsg) (2005): Zukunft der Mobilität – Szenarien für das Jahr 2025, ifmo-studien, Berlin.



- IMF International Monetary Fund (2007): World Economic Outlook in the Global Economy. Washington, April 2007.
- Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen 2007.
- Kunert, U., Horn, M., Kalinowska, D. Kloas, J., Ochmann, R., Schulz, E. (2008): Mobilität 2025: der Einfluss von Einkommen, Mobilitätskosten und Demografie. Berlin : ifmo, 2008, (Ifmo-Studien).
- Lynch, Michael C. (2005) Unconventional Oil: Filling the Gap or Flooding the Market, Department of Energy, NEMS, April 12, 2005.
- Monahan, Patricia and David Friedman (2004): Union of Concerned Scientists: The Diesel Dilemma. Diesel's Role in the Race for Clean Cars. Cambridge, January 2004.
- OECD Revenue Statistics 2006 Edition, Paris 2006.
- Öko-Institut e.V., DIW Berlin, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (2007): Politiksznarien für den Klimaschutz IV. Szenarien bis 2030 für den Projektionsbericht 2007. Endbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FKZ 205 46 434 für das Umweltbundesamt (UBA), 21. Juli 2007.
- ProgTrans AG/IWW (2007) Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstraßen in Deutschland. Im Auftrag des BMVBS, Basel, Karlsruhe, November 2007.
- Radke, Sabine (2006): Verkehr in Zahlen 2006/2007. Hamburg 2006.
- Rat der Europäischen Union (2006): Überprüfung der EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung – Die erneuerte Strategie. 15.-16. Juni 2006. Anlage10917/06 (01.10.2007).
- SRU Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2005): Umwelt- und Straßenverkehr. Hohe Mobilität – Umweltverträglicher Verkehr. Sondergutachten. Berlin, Juli 2005.
- SRU Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten. Berlin, Oktober 2007.
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 15, Wirtschaftsrechnungen, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 17, Reihe 7, Verbraucherpreisindizes, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.
- STEPS (2006): Transport Strategies under the scarcity of energy supply - Final Report, The Hague.
- Stern, Nicolas (2006): Stern Report: The Economics of Climate Change. London.
- TNO (2006): TNO Report, Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO<sub>2</sub>-emissions from passenger cars. Final Report. Delft, October 2006.
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2007): Statistik 2006, Köln.
- Volksbank Gruppe (2006): Modellrechnungen zum Ölpreis. September 2006.



