

# Wirtschaftliche Energienutzung im Straßenverkehr

VON DR. RER. POL. ACHIM DIEKMANN, FRANKFURT/M.

v. s. p. a  
v. s. t. a

## 1. Problemstellung

Seit dem Jom Kippur-Krieg sieht sich die westliche Welt mit dem Phänomen sprunghaft steigender Rohölpreise konfrontiert. Da trotz der Erschließung neuer Fördergebiete (Mexiko, Alaska, Nordsee) die weltweit verfügbaren Fördermengen ihr heutiges Niveau in den kommenden Jahren kaum überschreiten dürften, alternative Energiequellen aber noch nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, muß mit einem weiteren fühlbaren Anstieg der Rohölpreise gerechnet werden.

Um dem drohenden Ungleichgewicht zwischen Energienachfrage und Energieangebot zu begegnen und den Mineralölbedarf der westlichen Industrieländer den voraussichtlich verfügbaren Mengen anzupassen, hat die Ministerkonferenz der Internationalen Energie-Agentur (IEA) im Dezember vergangenen Jahres in Tokio für die Mitgliedstaaten der IEA individuelle Importziele aufgestellt. Danach steht der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 1985 eine Importmenge von 141 Mio t zur Verfügung – 4 Mio t weniger als 1979. Soll der damit abgesteckte Rahmen nicht überschritten und das Entstehen wachstumshemmender Engpaßlagen im weiteren Verlauf der 80er Jahre vermieden werden, so muß mit den verfügbaren Mengen rationell umgegangen werden. Welchen Beitrag kann der Straßenverkehr hierzu leisten?

## 2. Bedeutung des Verkehrs als Energieverbraucher

Der Verkehr in seiner Gesamtheit, also einschließlich Schienenverkehr, Binnenschifffahrt und Luftverkehr, war 1978 am gesamten Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland mit 13,9 % beteiligt. Der Anteil des Straßenverkehrs für sich betrachtet lag bei 12 %. Gemessen am Mineralölverbrauch schlägt der Anteil des Straßenverkehrs mit 23,1 % etwa doppelt so stark zu Buche.

Der Straßenverkehr erbringt nicht nur den überwiegenden Teil der Verkehrsleistungen, er rangiert auch im Energieverbrauch weit vor den übrigen Verkehrsträgern. Etwa drei Viertel der vom Straßenverkehr benötigten Energie werden von den rund 23 Mio Personen- und Kombinationskraftwagen verbraucht, die derzeit in der Bundesrepublik Deutschland verkehren. Bezogen auf den gesamten Primärenergieverbrauch sind dies jedoch nur 9 %. Diese Relationen zeigen, daß selbst drastische Einsparungen im Straßenverkehr die Energiesituation der Bundesrepublik Deutschland nur marginal verändern können. Eine

### Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. pol. Achim Diekmann  
Geschäftsführer des Verbandes  
der Automobilindustrie e. V. (VDA)  
Westendstraße 61  
6000 Frankfurt/Main 17

entscheidende Entlastung der Energiebilanz ist von seiten des Straßenverkehrs nicht zu erwarten, dazu ist sein Verbrauchsanteil zu gering.

Tabelle 1: *Energieverbrauch – Anteil des Straßenverkehrs im Jahre 1978*

	Gesamter Primärenergieverbrauch	Primärenergieverbrauch Mineralöl
Insgesamt	100,0 %	100,0 %
davon:		
– Verbrauch und Verluste im Umwandlungsbereich <sup>1)</sup> , nichtenergetischer Verbrauch	33,3 %	25,2 %
– Haushalte und Kleinverbraucher	30,0 %	34,6 %
– Industrie	22,8 %	14,2 %
– Verkehr	13,9 %	26,0 %
– Straßenverkehr	12,0 %	23,1 %
– Schiene, Wasser, Luft	1,9 %	2,9 %

Quelle: Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1978.

<sup>1)</sup> Eine verursachungsgerechte Zurechnung auf die einzelnen Verbrauchsbereiche Haushalte, Industrie und Verkehr erfolgt nicht.

Andererseits steht außer Frage, daß alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden müssen, um die Abhängigkeit der Bundesrepublik Deutschland von der Mineralöleinfuhr zu verringern. Das gebietet angesichts weiter steigender Rohölpreise allein schon die Rücksichtnahme auf die aus dem Gleichgewicht geratene Leistungsbilanz der Bundesrepublik. Ein weiterer Anstieg des mobilitätsbedingten Energiebedarfs muß daher vermieden werden, und zwar möglichst ohne die Mobilität selbst einzuschränken. Welche Ansatzpunkte sich hierfür ergeben, soll im folgenden dargestellt werden.

### 3. Bestimmungsfaktoren des Mineralölverbrauchs im Straßenverkehr

Zweckmäßigerweise wird zwischen Pkw (einschließlich Kombinationskraftwagen) und Nutzkraftwagen (Lkw, Straßenzugmaschinen, Omnibusse, Sonderkraftfahrzeuge) unterschieden<sup>1)</sup>.

Für den Mineralölverbrauch im Straßenverkehr ist eine Vielzahl von Einflußgrößen maßgebend. Bei expliziter Berücksichtigung der unterschiedlichen technischen Eigenschaften der einzelnen Fahrzeuge und der stark voneinander abweichenden Jahresfahrleistungen wäre von folgender Formel auszugehen

<sup>1)</sup> Krafträder bleiben im Rahmen dieser Darstellung unberücksichtigt, obwohl sie Kraftstoff verbrauchen; ebenfalls außer Ansatz bleibt der Verbrauch von Dieselkraftstoff durch Militärfahrzeuge, landwirtschaftliche Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen.

$$(1) \quad K = \sum_{i=1}^{i=n} F_i \int_{x=0}^{x=l_a} x \cdot k(x) \cdot dx$$

Hierbei ist

$K$  = Gesamtmenge des pro Jahr im Straßenverkehr verbrauchten Mineralöls

$\sum_{i=1}^{i=n} F_i$  = Fahrzeugbestand

$l_a$  = Jahresfahrleistung

$k$  = individueller Kraftstoffverbrauch

Um bei der Interpretation der mit oben genannter Formel zum Ausdruck gebrachten Zusammenhänge auf die in statistischen Zeitreihen verfügbaren Aggregate und Durchschnittsgrößen zurückgreifen zu können, wird jedoch von folgendem vereinfachten Ansatz ausgegangen:

$$(2) \quad K = F \cdot l_d \cdot k_d$$

Hierbei ist

$F$  = Fahrzeugbestand zur Jahresmitte (einschließlich vorübergehend abgemeldeter Fahrzeuge)

$l_d$  = durchschnittliche Jahresfahrleistung je Fahrzeug

$k_d$  = Menge des durchschnittlich je Fahrzeug und Fahrstrecke verbrauchten Mineralöls

Um Aussagen über die künftige Entwicklung des Mineralölverbrauchs im Straßenverkehr machen zu können, müssen für den Pkw- und den Nutzkraftwagenbereich Annahmen über die zu erwartende Entwicklung der drei genannten Einflußgrößen gemacht werden.

#### 3.1 Fahrzeugbestand

##### 3.1.1 Pkw

Für die künftige Entwicklung des Pkw-Bestandes gibt es eine Reihe voneinander abweichender Prognosen. Im folgenden wird auf die Bestandsschätzungen der Shell-Prognose zurückgegriffen<sup>2)</sup>.

Diese Schätzungen haben den Vorteil, daß ihnen zwei unterschiedliche Szenarien der Be-

<sup>2)</sup> Motorisierung mit gebremster Fahrt, Shell-Prognose des Pkw-Bestandes bis zum Jahre 2000, in: Aktuelle Wirtschaftsanalyse Nr. 11, Deutsche Shell Aktiengesellschaft, September 1979.

wältigung künftiger Versorgungsprobleme im Mineralölbereich zugrunde liegen<sup>3)</sup>. Sie umfassen eine optimistische und eine pessimistische Variante. Die optimistische Variante (27,9 Mio Pkw zum Jahresende 1990) unterstellt, daß die für die 80er Jahre zu erwartende Verknappung und Verteuerung von Rohstoffen mit marktwirtschaftlichen Mitteln bewältigt wird. Die pessimistische Variante (26,4 Mio Pkw zum Jahresende 1990) geht demgegenüber von regulierenden, die Anpassungsfähigkeit der Wirtschaft schwächenden Eingriffen des Staates aus. Damit wird versucht, der durchaus berechtigten Frage Rechnung zu tragen, welches Gewicht den eingangs erörterten Risiken bei der Bestimmung des künftigen Pkw-Bestandes zukommt.

In der Tat läßt sich, gestützt auf die Erfahrungen früherer Rezessionsperioden vermuten, daß nachhaltig überproportional zum Einkommen steigende Energiekosten den Anstieg der Bestandskurve dämpfen könnten. Gegen eine anhaltende Beeinträchtigung des Motorisierungsprozesses spricht andererseits die nicht zu unterschätzende Bedeutung struktureller Gegebenheiten. Die in der Bundesrepublik vorherrschenden Siedlungs- und Raumstrukturen und der hieraus resultierende Mobilitätsbedarf erfordern eine Grundausstattung der Haushalte mit Straßenfahrzeugen. Außerdem nimmt trotz sinkender Wohnbevölkerung in der Bundesrepublik die Zahl der Personen im fahrfähigen Alter weiter zu. Die jetzt heranwachsende Generation ist mit dem Automobil groß geworden und wird kaum bereit sein, auf seine Annehmlichkeiten zu verzichten, zumal öffentliche Verkehrsmittel nur in räumlich begrenztem Rahmen und in der Regel auch nur um den Preis erheblicher Einbußen in der Beförderungsqualität als Alternative zur Verfügung stehen. Wahrscheinlich würden sich steigende, von den privaten Haushalten zu verkraftende Energie- und Kraftstoffkosten eher auf die Nutzungsintensität der zur Verfügung stehenden Pkw auswirken als auf die Bestandsentwicklung selbst.

Tabelle 2: *Automobilbestand (Jahresmitte) und Fahrleistungen*

Jahr	Pkw-Bestand (Anzahl in Mio)	Durchschn. jährl. Fahr- leistung (in 1000 km)	Gesamt- fahr- l. d. Pkw-Best. (in Mrd km)	Nkw-Bestand (Anzahl in Mio)	Durchschn. jährl. Fahr- leistung (in 1000 km)	Gesamtfahr- leistung des Nkw-Bestandes (in Mrd km)
1979	22,54	12,9 <sup>2)</sup>	291,5	1,63	21,6	35,2
1985						
Var. A	25,7 <sup>1)</sup>	12,2	313,5	1,80 <sup>4)</sup>	20,3	36,5
Var. B	24,8 <sup>1)</sup>	11,8	292,6	1,75 <sup>3)</sup>	19,7	34,5
1990						
Var. A	27,8 <sup>1)</sup>	12,0	333,6	1,93 <sup>4)</sup>	19,4	37,4
Var. B	26,4 <sup>1)</sup>	11,0	290,4	1,85 <sup>3)</sup>	18,3	33,9

1) Quelle: Shell-Prognose auf Jahresmitte umgerechnet.

2) Geschätzt anhand der DIW-Zahlen.

3) Quelle: ARAL-Prognose.

4) Eigene Schätzung.

3) Vgl. hierzu auch: Trendwende im Energiemarkt – Szenarien für die Bundesrepublik bis zum Jahre 2000, in: Aktuelle Wirtschaftsanalysen Nr. 10, Deutsche Shell Aktiengesellschaft, August 1979.

### 3.1.2 Nutzkraftwagen

Eine Analyse der Bestimmungsfaktoren des künftigen Nutzkraftwagenbestandes führt zu ähnlichen Ergebnissen. Auch hier bestimmen die gegebenen Standortstrukturen und damit die sich vielfältig in der Fläche auffächernden Transportströme den Straßentransportbedarf. In der immer wieder aufkeimenden Diskussion über die Verlagerung von Transportströmen auf die Schiene wird zu leicht übersehen, daß die in der Bundesrepublik vorherrschenden Transportentfernungen nur geringen Spielraum für den Ersatz des Lkw durch Bahntransporte bieten und selbst dann im Zu- und Ablauf in der Regel auf den Lkw zurückgegriffen werden muß. Die prozentualen Steigerungsraten der im kombinierten Verkehr erbrachten Transportleistungen mögen beachtlich sein, mengenmäßig fällt die auf diese Weise bewirkte Verkehrsverlagerung kaum ins Gewicht. Rückwirkungen auf den eng mit der Entwicklung des Bruttosozialprodukts gekoppelten Anstieg des ohnehin überwiegend im Nahverkehr eingesetzten Lkw-Bestandes sind hiervon nicht zu erwarten.

Beim Omnibus ist unter energiepolitischen Gesichtspunkten eher eine verstärkt expansive Bestandsentwicklung wahrscheinlich. Bezogen auf die erbrachte Verkehrsleistung (Pkm), d. h. unter Berücksichtigung des Auslastungsgrades, liegt nämlich der Energieverbrauch des Omnibusses deutlich günstiger als der schienengebundener öffentlicher Transportmittel. Der Omnibus bietet außerdem den Vorteil größerer Anpassungsfähigkeit an Veränderungen der Verkehrsströme.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen wird für den Nutzkraftwagenbestand in Anlehnung an die ARAL-Prognose<sup>4)</sup> ebenfalls eine in zwei Varianten aufgefücherte Prognose zugrunde gelegt (s. Tabelle 2). Sie beinhaltet für das Jahr 1990 die Annahme eines Bestandes von 1,93 Mio (Variante A) bzw. 1,85 Mio (Variante B) Lkw, Straßenzugmaschinen, Sonderkraftfahrzeugen und Omnibussen.

## 3.2 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen

### 3.2.1 Pkw

Während für die Prognose künftiger Fahrzeugbestände die vom Kraftfahrtbundesamt veröffentlichten Daten eine einigermaßen verlässliche Ausgangsbasis liefern, sind Angaben über die im Durchschnitt von den einzelnen Fahrzeugkategorien zurückgelegten Jahresfahrstrecken nur näherungsweise möglich. Dies ergibt sich aus dem zu ihrer Ermittlung angewandten Rechenverfahren. So berechnet beispielsweise das DIW die der jeweiligen Fahrzeugart zuzuordnende Jahresfahrstrecke unter Annahme eines bestimmten Durchschnittsverbrauchs (Liter je 100 km). Der dabei zugrunde gelegte Durchschnittsverbrauch beruht auf Schätzungen.

Die auf dieser Grundlage ermittelte Zeitreihe<sup>5)</sup> weist für den Zeitraum 1970 bis 1979 aus, daß sich die durchschnittliche jährliche Kilometerleistung der in der Bundesrepublik verkehrenden Personenkraftwagen, wenn man vom Bestand einschließlich der vorüber-

4) ARAL-Prognose '79. Die Entwicklung des deutschen Kraft- und Schmierstoffmarktes bis 1990, Aral AG, März 1979.

5) Bundesminister für Verkehr, Verkehr in Zahlen 1979, Bonn 1979.

gehend abgemeldeten Fahrzeuge ausgeht, um durchschnittlich 1,2 % im Jahr verringert hat.

Rückrechnungen auf der Grundlage der neuerdings nach einem wirklichkeitsnäheren Meßverfahren ermittelten Normverbrauchswerte von Personenkraftwagen<sup>6)</sup> ergeben, daß die vom DIW zugrunde gelegten Verbrauchswerte wahrscheinlich zu hoch liegen. Daraus würde folgen, daß die ermittelten fahrzeugspezifischen Fahrleistungen zu niedrig eingeschätzt werden. Ähnliche Kontrollrechnungen anhand des von den Technischen Überwachungsvereinen ermittelten Kilometerstands der nach § 29 StVZO im Zweijahresturnus geprüften Fahrzeuge zeigen, daß vermutlich der Rückgang der jährlich zurückgelegten Fahrstrecken in den zurückliegenden Jahren weniger ausgeprägt war, als vom DIW berechnet. Ebenfalls in die Richtung einer geringeren Schrumpfung der durchschnittlichen Jahresfahrstrecken weisen die von Infratest seit 1970 erfragten individuellen Schätzungen der jährlich pro Fahrzeug erbrachten Kilometerleistung durch die Fahrzeughalter. In beiden Fällen ergibt sich für den Zeitraum 1970 bis 1979 ein jährlicher Rückgang der Pkw-Fahrleistungen von lediglich 0,3 bis 0,5 %.

Die in diesen Daten übereinstimmend, wenn auch in unterschiedlichem Maße, zum Ausdruck kommende Tendenz zu niedrigeren Fahrleistungen ist in erster Linie eine Folge der mit zunehmender Fahrzeugdichte wachsenden Bedeutung von Zweit- und Drittwagen, die in der Regel weniger intensiv genutzt werden. Bei überproportional zum Einkommen steigenden Kraftstoffpreisen könnte sich der Rückgang der Fahrleistungen

Tabelle 3: Durchschnittliche Fahrleistungen von Personen- und Nutzkraftwagen<sup>1)</sup>  
(in 1000 km/Jahr)

Jahr	Pkw und Kombi	Nutzkraftwagen <sup>2)</sup>
1970	14,4	24,2
1971	14,2	23,4
1972	13,8	23,1
1973	13,5	24,0
1974	13,1	22,1
1975	13,7	21,8
1976	13,5	22,0
1977	13,3	21,7
1978	13,2	21,5
1979	12,9	21,6
Durchschnittliche jährl. Veränderungsrate 1970 – 79 (%)	- 1,2	- 1,3
z. Vergl.: TÜV <sup>3)</sup>	- 0,3	.
Infratest	- 0,5	.

1) Einschließlich vorübergehend abgemeldeter Fahrzeuge.

2) Lkw, Sonderkraftfahrzeuge, Omnibusse und Straßenzugmaschinen.

3) Nur Fahrzeuge bis zu einem Alter von 6 Jahren.

6) Zu der neuen DIN-Norm 70 030 Teil 1 vgl. Kap. 4.2.

verstärken. Car-Pooling, verkehrsorganisatorische Maßnahmen, wie beispielsweise die Vermeidung von Fehlfahrten durch verbesserte Verkehrsleitsysteme im Nah- und Fernverkehr, der gelegentliche Verzicht auf die Nutzung des Pkw, wenn sich die zurückzulegende Wegstrecke auch zu Fuß bewältigen läßt, all dies könnte über den Zweitwageneffekt hinaus zu einem weiteren Rückgang der Jahresfahrleistungen führen. Allerdings sind auch gegenläufige Einflüsse denkbar, dann nämlich, wenn beispielsweise dem bisherigen Trend folgend, die durchschnittliche Entfernung zwischen Wohnung und Arbeitsstätte künftig weiter zunehmen sollte.

Im Zusammenhang mit möglicherweise zu erwartenden Veränderungen in der Fahrzeugnutzung lohnt sich ein Blick auf die Ausgaben der privaten Haushalte für die Motorisierung (s. Schaubild 1). Die Aufwendungen der privaten Haushalte für die Motorisierung haben sich, sieht man von konjunkturbedingten Schwankungen ab, in den vergangenen zehn Jahren in einer festen Relation zum ausgabenfähigen Einkommen bewegt. Im Mittel verwendeten die Haushalte 13 % ihrer ausgabenfähigen Einkommen für Zwecke der Motorisierung. Schwankungen um diesen Mittelwert wurden durch konjunkturbedingte Veränderungen in der Höhe der Aufwendungen für Fahrzeugkäufe verursacht. Die laufenden Aufwendungen für die Fahrzeughaltung lagen dagegen konstant bei einem Anteil von etwa 8 %. Der für Kraftstoff aufgewendete Teil des ausgabenfähigen Einkommens betrug etwa 3 %. Unterstellt man, daß die Mehrzahl der Haushalte bestrebt sein wird, den Anteil ihrer motorisierungsbezogenen Aufwendungen an ausgabenfähigen Einkommen auf seinem bisherigen Niveau zu halten, dann müßten überproportional steigende Kraftstoffkosten zu Anpassungsreaktionen führen, die sich entweder wie in den zurückliegenden Rezessionsphasen in verringerten Aufwendungen für Käufe von Kraftfahrzeugen oder aber in einer veränderten Fahrzeugnutzung niederschlagen könnten. Daß derartige Anpassungsreaktionen bereits stattgefunden haben, zeigt die Tatsache, daß 1979 einem Anstieg des Pkw-Bestandes um 6,2 % lediglich ein Mehrverbrauch von Vergaserkraftstoff in Höhe von 1,3 % gegenüberstand (s. Schaubild 2).

Im Durchschnitt wurden 1979 im Vergleich zum Vorjahr je Pkw 60 Liter Kraftstoff eingespart. Davon entfällt etwa 1/5 auf den Einsatz sparsamerer Fahrzeuge, 4/5 sind auf eine behutsamere Fahrweise und auf eine geringere Nutzung der Fahrzeuge zurückzuführen. Wie sich den vorliegenden Daten entnehmen läßt, stand in den ersten 11 Monaten 1979 einem durchschnittlichen Anstieg der Kraftstoffpreise um etwa 10 % gegenüber dem Vorjahr eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs je Haushalt um 4 – 5 % gegenüber.

Die Fahrzeughalter werden voraussichtlich auch künftig auf überproportional steigende Kraftstoffpreise mit Verbrauchseinschränkungen reagieren. Allerdings wird der Spielraum für derartige Anpassungsreaktionen mit zunehmenden Sparanstrengungen geringer.

In Anlehnung an die der Pkw-Bestandsschätzung zugrunde gelegten Szenarien und unter Berücksichtigung der hier dargelegten Zusammenhänge wurden für die Jahre 1985 und 1990 für Pkw die in Tabelle 1 genannten durchschnittlichen Jahresfahrleistungen unterstellt. In Ermangelung anderer, besser abgesicherter Ausgangsdaten orientieren sich diese Schätzungen an den vom DIW berechneten Jahresfahrleistungen, obwohl davon ausgegangen werden muß, daß diese zu niedrig liegen.

Schaubild 1

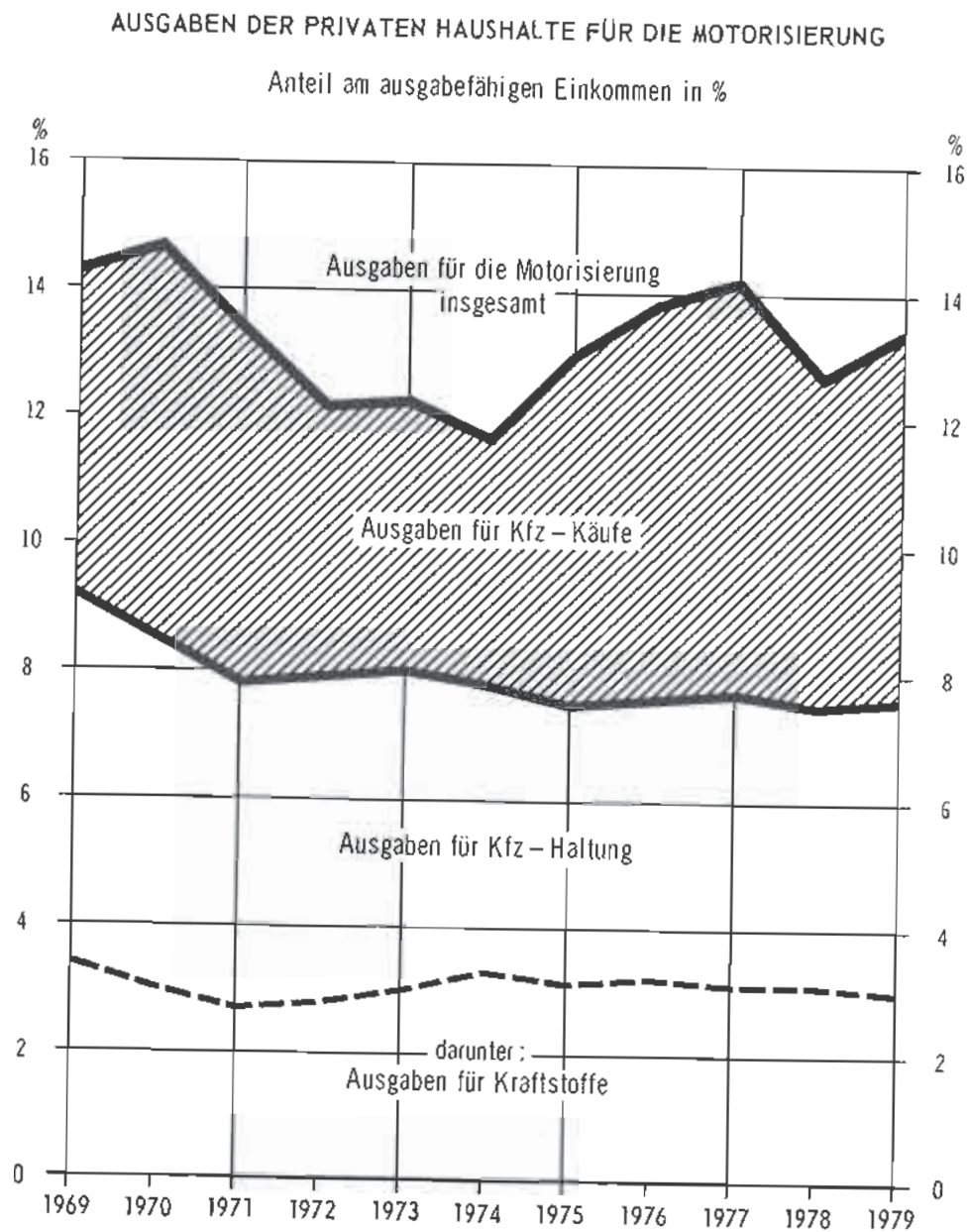
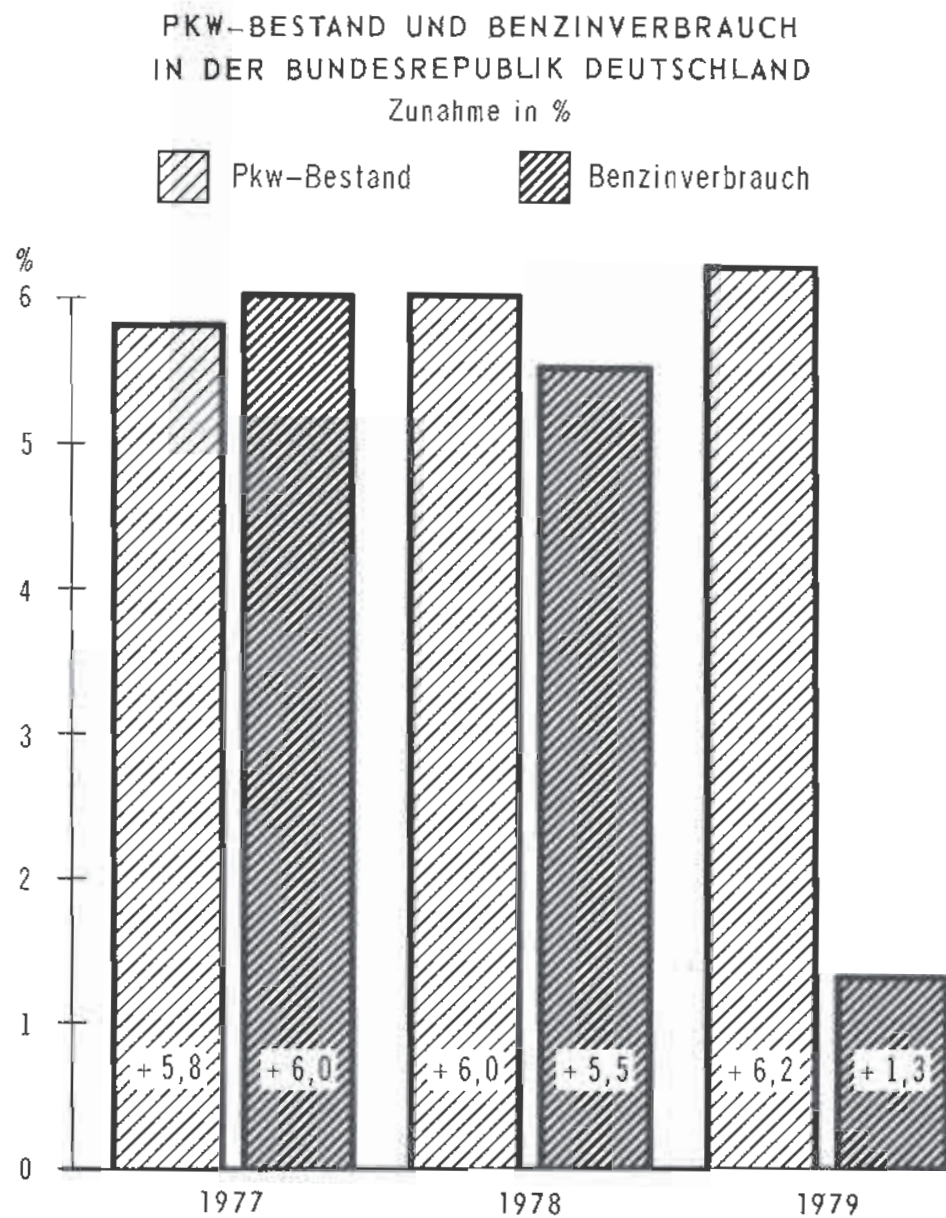


Schaubild 2



### 3.2.2 Nutzkraftwagen

Für Nutzkraftwagen vergleichbare Aussagen zu treffen, ist schwierig, einmal wegen der unsicheren Datenbasis, zum anderen weil die Palette der hier zu einem Durchschnitt zusammengefaßten Fahrzeuge viel breiter ist als im Pkw-Bereich. Außerdem dienen die hier betrachteten Fahrzeuge ganz unterschiedlichen Einsatzzwecken. Die vom DIW errechneten Fahrleistungsdaten weisen für Nutzkraftwagen (einschließlich der vorübergehend abgemeldeten Fahrzeuge) einen Rückgang der zurückgelegten durchschnittlichen Jahresfahrstrecke während des Zeitraumes 1970 bis 1979 von 24 000 km auf 21 500 km aus. Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Abnahme um 1,3 %. Eine Fortschätzung dieser Daten in ihrer absoluten Höhe wie auch hinsichtlich der sich ergebenden Veränderungsrate ist nur mit Einschränkungen möglich.

So könnten zwar unter dem Druck steigender Kraftstoffpreise die Einführung eines computergestützten Informationssystems für Verlagerer und Frachtführer zur Vermeidung von Leerfahrten oder eine Lockerung des Verbots des Transports für Dritte im Werkverkehr, etwa im Sinne einer Genehmigung des sogenannten Konzernverkehrs, durchaus Rückwirkungen auf die erzielten Jahresfahrleistungen im Straßengüterverkehr haben. Auch die Intensivierung des kombinierten Verkehrs könnte dem Vorschub leisten. Maßgebend für die ausgewiesenen durchschnittlichen Fahrleistungen ist jedoch die große Zahl der überwiegend im Nahverkehr eingesetzten Lastkraftwagen des unteren Tonnagebereichs. Die jährlichen Kilometerleistungen dieser Fahrzeuge haben fallende Tendenz. Dies gilt gleichermaßen für Sonderkraftfahrzeuge, während bei Omnibussen im großen und ganzen unveränderte Jahresfahrleistungen unterstellt werden können.

Unter diesen Prämissen wurden die in Tabelle 2 wiedergegebenen durchschnittlichen jährlichen Kilometerleistungen für Nutzkraftwagen geschätzt.

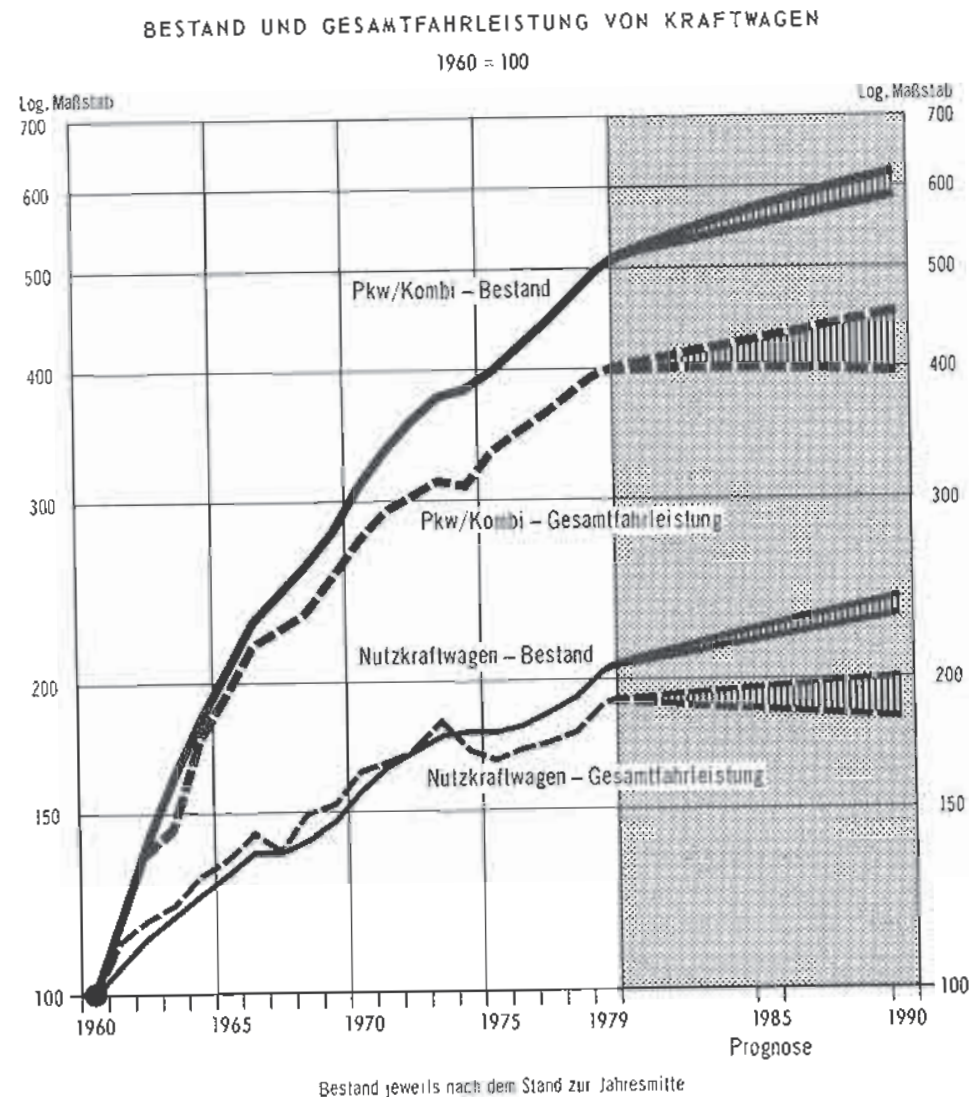
## 4. Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch

Auf der Grundlage der bislang getroffenen Annahmen ergeben sich die in Tabelle 2 wiedergegebenen Gesamtfahrleistungen von Personen- und Nutzkraftwagen. Geht man davon aus, daß mit den dort genannten Daten der Fächer möglicher Entwicklungen hinreichend genau abgesteckt ist, so wird deutlich, daß in den 80er Jahren vermutlich mit einem weiteren, wenn auch stark abgeschwächten Wachstum der Gesamtfahrleistungen zu rechnen ist. Immerhin, auch die Möglichkeit einer Stagnation erscheint nicht ausgeschlossen (s. Schaubild 3). Die aufgezeichnete mutmaßliche Entwicklung verdeutlicht, daß ohne eine gleichzeitige Verringerung des individuellen Kraftstoffverbrauchs bezogen auf die zurückgelegte Fahrstrecke eine Senkung der insgesamt in der Bundesrepublik benötigten Kraftstoffmenge nicht zu erwarten ist.

### 4.1 Individueller Kraftstoffverbrauch

Zum Unterschied vom Normverbrauch (Pkw), der zu Vergleichszwecken für alle Fahrzeuge einer bestimmten Fahrzeugkategorie unter genau definierten einheitlichen Bedingungen gemessen wird, gibt der individuelle Kraftstoffverbrauch den im tatsächlichen

Schaubild 3



Fahrbetrieb pro Strecke anfallenden Kraftstoffverbrauch wieder. Aus dem individuellen Verbrauch lassen sich für die Gesamtheit der dem Bestand zuzurechnenden Personen- und Nutzkraftwagen Durchschnittswerte bilden. Der individuelle Verbrauch ist das Ergebnis des Zusammenwirkens zahlreicher ganz unterschiedlicher Einflußgrößen. Dabei sind die technischen Eigenschaften eines Fahrzeuges zwar sicher kein unwichtiger Faktor, ihr Einfluß auf den individuellen Kraftstoffverbrauch kann jedoch unter bestimmten Bedingungen durchaus hinter anderen Einflußgrößen zurückstehen.

Ein schlecht ausgebautes Straßennetz, das die Staubildung fördert, oder eine Verkehrsorganisation beispielsweise, die statt den Verkehrsfluß zu verbessern, zu häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen zwingt, führt, unter sonst gleichen Bedingungen, zu einem Anstieg des individuellen Kraftstoffverbrauchs (s. Schaubild 4).<sup>7)</sup>

Eine ebenso wichtige Einflußgröße ist die individuelle Fahrweise. Messungen in einer deutschen Großstadt haben beispielsweise ergeben, daß ein „agressiver“ Fahrer bei gleicher Durchschnittsgeschwindigkeit bis zu 80 % mehr Kraftstoff verbrauchen kann als ein energiebewußter Fahrer.

Auch die Wahl des richtigen Fahrzeugs für den vorgesehenen Einsatzzweck, der Zustand des benutzten Fahrzeugs und nicht zuletzt Witterungseinflüsse bestimmen den individuellen Kraftstoffverbrauch.

Die für den individuellen Kraftstoffverbrauch (k) maßgebenden Einflußgrößen lassen sich in Anlehnung an Förster<sup>8)</sup> in folgender Gleichung zusammenfassen:

$$k = \frac{k_e}{\eta_{\dot{u}}} \left[ G \cdot \left( f + \sin \alpha + \frac{a}{g} \right) + \frac{\zeta}{2} c_w A v^2 \right] \frac{\text{kg Kraftstoff}}{\text{m}}$$

mit:  $k \left[ \frac{\text{kg Kraftstoff}}{\text{m}} \right] = \text{individueller Kraftstoffverbrauch}$

$$k_e \left[ \frac{\text{kg}}{\text{Ws}} \right] = \text{spez. Verbrauch des Motors}$$

$$\eta_{\dot{u}} = \text{Übertragungswirkungsgrad Motor - Rad}$$

$$G \left[ \text{N} \right] = \text{Gesamtgewicht}$$

$$f = \text{Rollwiderstand}$$

$$\alpha \left[ ^\circ \right] = \text{Neigungswinkel der Straße}$$

7) Förster, H.-J., Der Einfluß der Straße auf den Kraftstoffverbrauch, in: Straße und Autobahn, Heft 2, 1980, S. 60.

8) Förster, H.-J., a.a.O., S. 51 ff.

$$a \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = \text{Beschleunigung des Fahrzeugs}$$

$$g \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = \text{Erdbeschleunigung}$$

$$\zeta \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = \text{Luftdichte}$$

$$c_w = \text{Luftwiderstandsbeiwert}$$

$$A \left[ \text{m}^2 \right] = \text{Stirnfläche des Fahrzeugs}$$

$$v \left[ \text{m/s} \right] = \text{Fahrgeschwindigkeit}$$

Die rechte Seite der Gleichung gibt die den individuellen Kraftstoffverbrauch bestimmenden Einflußgrößen wieder. Der Faktor  $k_e$  ist dem energetischen Wirkungsgrad des Motors umgekehrt proportional.  $\eta_{\dot{u}}$  beschreibt den Energiebedarf für alle Hilfsgeräte sowie den Energieverlust zwischen Motorantrieb und Antriebsrad<sup>9)</sup>. Der erste Summand in der eckigen Klammer faßt die dem Gewicht (G) proportionalen Fahrwiderstände zusammen, der zweite Summand enthält die für den Luftwiderstand maßgebenden Einflußgrößen.

Nur ein Teil dieser Einflußgrößen unterliegt dem Zugriff des Fahrzeugkonstruktors. So ist beispielsweise der Rollwiderstand, der bei Nutzfahrzeugen einen bedeutend größeren Anteil am Gesamtwiderstand ausmacht als bei Personenkraftwagen, nicht nur vom Reifen, sondern auch vom Belagmaterial der Straße, dessen Oberflächenrauigkeit und Ebenheit der Wasserableitung und dem Querprofil abhängig (s. Schaubild 5)<sup>10)</sup>.

Für den Steigungswiderstand sind Topographie und Trassenführung maßgebend. Ein 38-t-Lastzug beispielsweise, der die Strecke von Stuttgart nach Ulm auf der Bundesstraße (bis zu 10 % Steigung) zurücklegt, kommt auf einen um 22,5 % höheren individuellen Kraftstoffverbrauch als bei Benutzung der alternativ zur Verfügung stehenden Autobahn (maximal 7 % Steigung). Könnte er die Trasse der Eisenbahn auf dieser Strecke benutzen (max. 3 % Steigung), so würde der Autobahnverbrauch nochmals um 8 – 9 % unterschritten (s. Schaubild 6)<sup>11)</sup>.

Auch die Art der Fahrzeugnutzung spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. So läßt sich beispielsweise durch rechtzeitiges Hochschalten vom 2. in den 3. Gang im Tempobereich zwischen 60 und 80 km/h bei unveränderter Geschwindigkeit der Kraftstoffverbrauch beim Pkw um annähernd 1/3 reduzieren (s. Schaubild 7)<sup>12)</sup>.

Deswegen muß, wenn im folgenden die von der Fahrzeugkonstruktion her gegebenen Spielräume für eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs untersucht werden, dabei

9) Förster, H.-J., a.a.O., S. 52.

10) Förster, H.-J., a.a.O., S. 55.

11) Förster, H.-J., a.a.O., S. 58.

12) Förster, H.-J., a.a.O., S. 59.

Schaubild 4

Spezifischer Endenergieverbrauch von Pkw (nach Kolar)

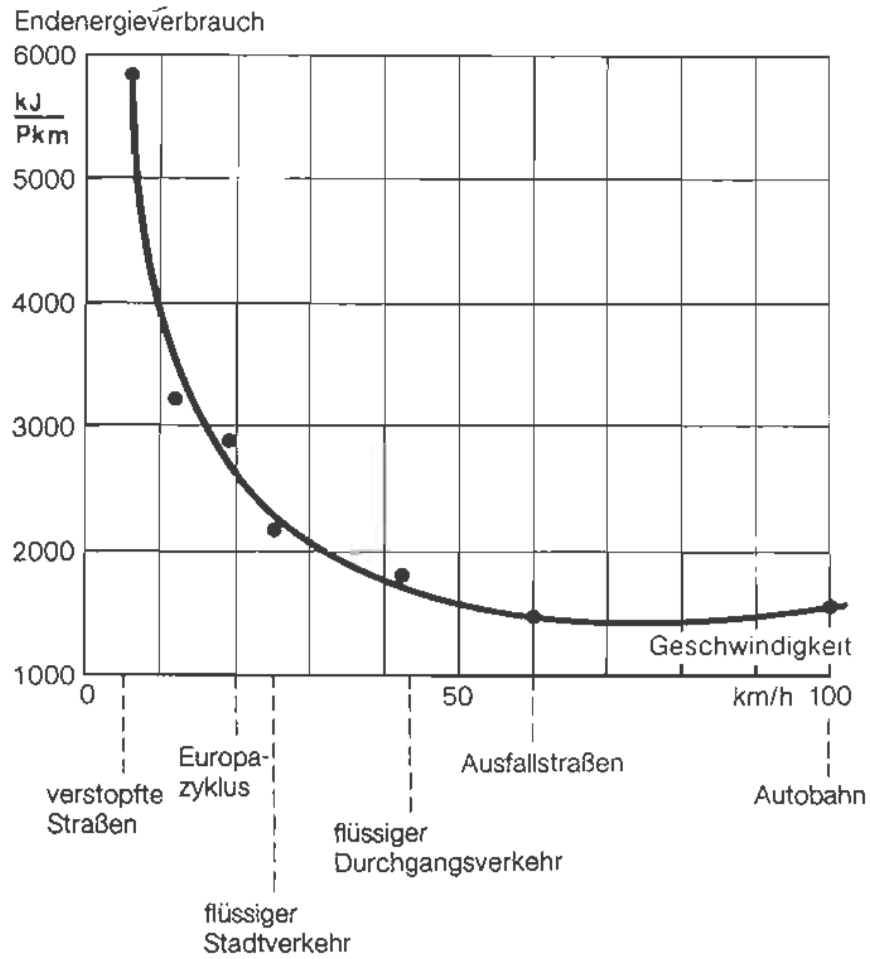


Schaubild 5

Rollwiderstand in Abhängigkeit von der Straßenoberfläche

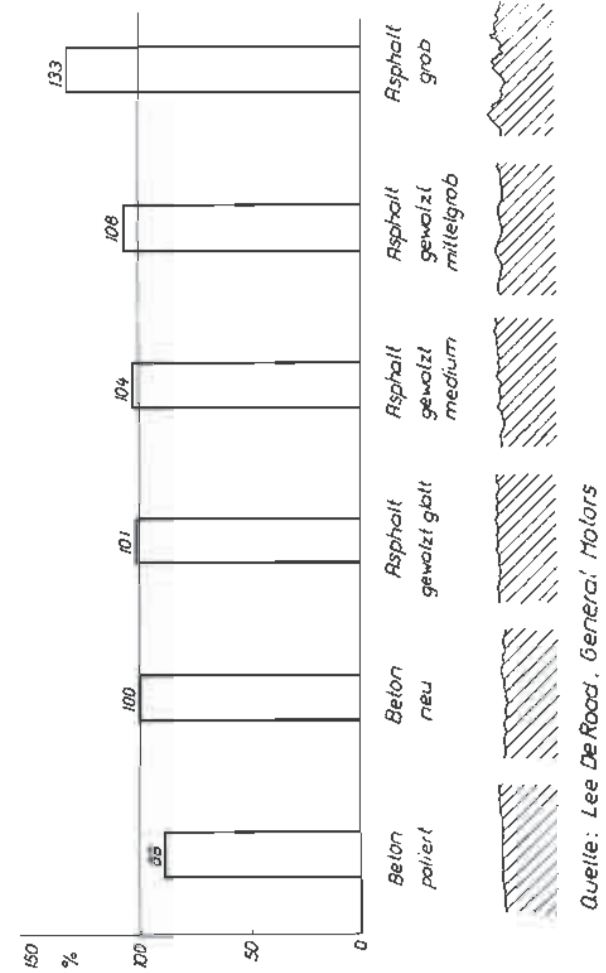




Schaubild 6

Durchschnittsgeschwindigkeit und Kraftstoffverbrauch bei verschiedenen Streckenprofilen (Stuttgart-Ulm)

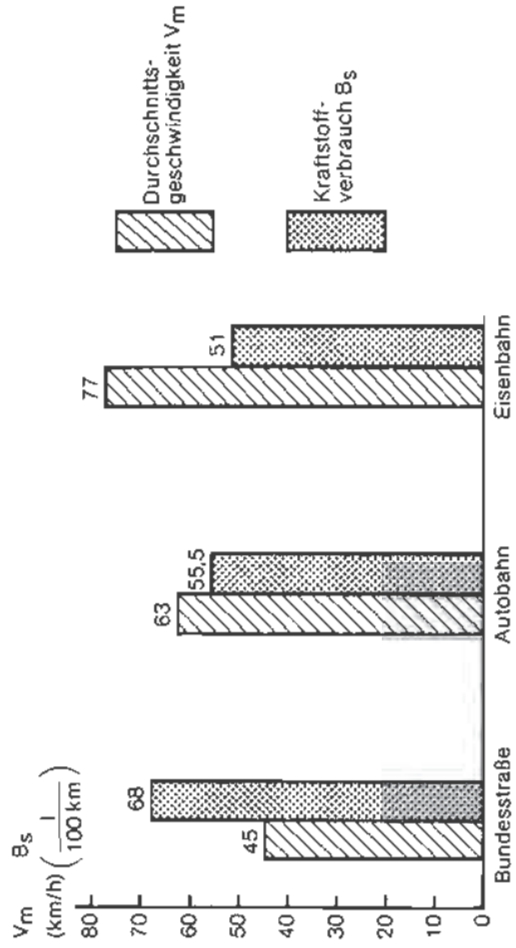
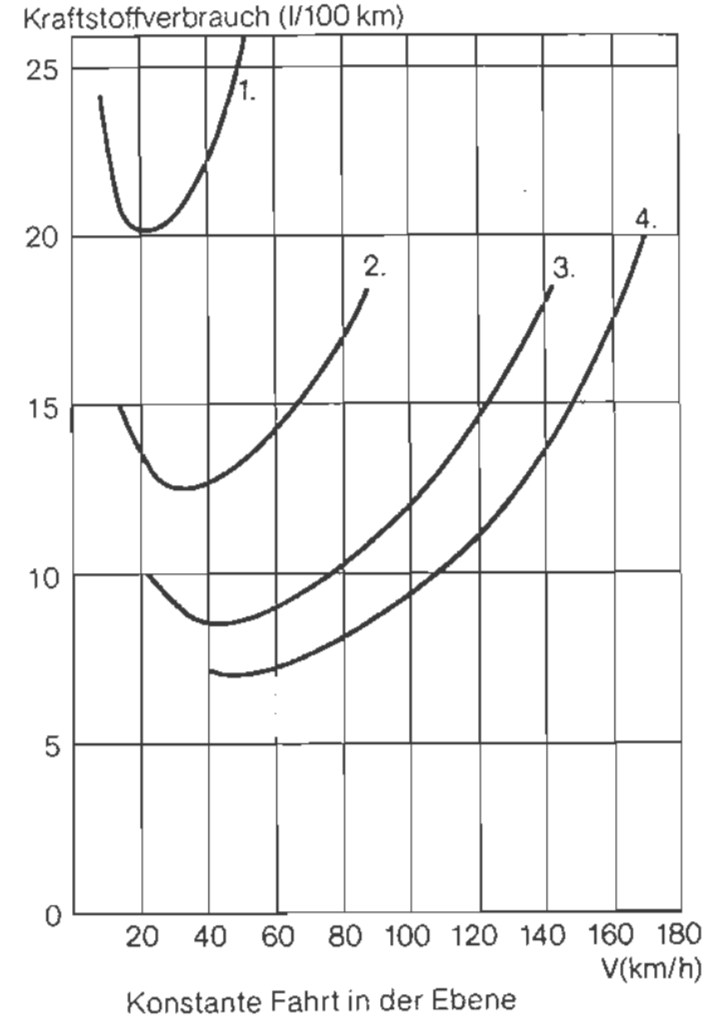


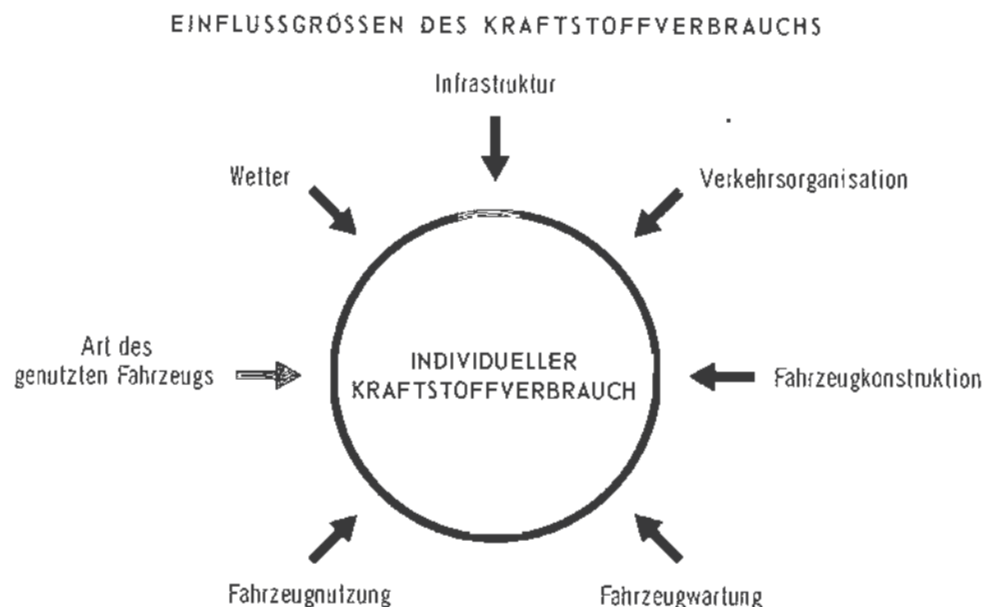
Schaubild 7

Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Gangwahl beim Schaltgetriebe



stets das Gesamtsystem Fahrer, Fahrzeug, Fahrbahn, Umwelt und Verkehrsorganisation und damit das verhältnismäßig große Einsparpotential im nichtfahrzeugtechnischen Bereich im Auge behalten werden<sup>13)</sup> (s. Schaubild 8).

Schaubild 8



#### 4.2 Normverbrauch

Im Unterschied zum individuellen Kraftstoffverbrauch stellt der Normverbrauch eines Fahrzeugs den mit Hilfe einer genormten Meßmethode ermittelten Kraftstoffverbrauch dar. Dieser Normverbrauch spiegelt die technischen Eigenschaften eines Fahrzeugs wider. Aus dem Normverbrauch der einzelnen Fahrzeuge des Bestandes läßt sich für die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Verkehr befindlichen oder die während eines bestimmten Zeitraumes in den Verkehr gelangenden Fahrzeuge ein Durchschnittswert berechnen, an dessen Entwicklung im Zeitablauf je nach Berechnungsmethode abgelesen werden kann, welche Verbesserungen entweder nur technikbezogen oder unter Einschluß marktbezogener, d. h. in der Nachfragestruktur begründeter, Veränderungen erzielt werden konnten.

In Europa erfolgt die Ermittlung des Normverbrauchs nach einer einheitlichen, für die Bundesrepublik Deutschland in der DIN-Norm 70 030 Teil 1 festgelegten Meßmethode. Diese Norm erfaßt drei getrennte Betriebszustände:

- einen Fahrzyklus, der den Stadtfahrbetrieb simuliert,
- konstante Fahrt mit 90 km/h und
- konstante Fahrt mit 120 km/h.

13) Förster, H.-J., a.a.O., S. 51 und 52.

Die Länge des Stadtzyklus, auch ECE-Zyklus oder nach Europa-Test genannt, beträgt gut 1 km, die Zeit dafür 195 sec, was einer mittleren Geschwindigkeit von knapp 19 km/h entspricht. Der Zeitanteil des Leerlaufs beträgt 31 %. Dieser Zyklus wird auch bei der Messung der Schadstoffemission von Kraftwagen mit Otto-Motoren angewendet. Vor der Verbrauchsmessung muß das Fahrzeug mindestens 3000 km gefahren sein. Die Messungen für den Stadtzyklus finden auf einem Rollenprüfstand statt. Der Motor ist vorher betriebswarm zu fahren. Als Kraftstoff ist Benzin nach DIN 51 600 bzw. Diesel nach DIN 51 601 zu verwenden.

Die Wahl eines einheitlichen Meßverfahrens ist wichtig, damit dem Fahrzeugkäufer vergleichbare Angaben über die angebotenen Fahrzeugmodelle zur Verfügung stehen und ihm auf diese Weise unter Verbrauchsgesichtspunkten die Wahl des für seine Zwecke am besten geeigneten Fahrzeugs erleichtert wird. Unterschiedliche Meßmethoden können bei gleichen Fahrzeugen zu erheblichen Abweichungen in der Aussage über den Kraftstoffverbrauch führen; dies zeigt die nachstehende Gegenüberstellung der Meßergebnisse für ein Forschungsautomobil der unteren Mittelklasse und ein Mittelklassefahrzeug aus der laufenden Produktion nach der in der Bundesrepublik gebräuchlichen DIN 70 030 und der in den USA verwendeten Meßmethode (Tabelle 4, Schaubild 9).

Tabelle 4:

	Forschungs-Automobil (Diesel mit Turboauflader und 5-Gang-Getriebe)	Mittelklasse-Fahrzeug aus laufender Produktion (Diesel)
<i>DIN 70 030</i>		
ECE-Stadt	6,7 l/100 km	9,5 l/100 km
90 km/h	4,2 l/100 km	7,4 l/100 km
120 km/h	5,4 l/100 km	10,9 l/100 km
1/3-1/3-1/3-Mix.	5,4 l/100 km	9,3 l/100 km
<i>US-Zyklus</i>		
City	55 mpg = 4,3 l/100 km	28 mpg = 8,4 l/100 km
Highway	69 mpg = 3,4 l/100 km	34 mpg = 6,9 l/100 km
Combined (55:45)	60 mpg = 3,9 l/100 km	30 mpg = 7,8 l/100 km

Nach den Feststellungen des ADAC<sup>14)</sup> kommt der nach DIN 70 030 ermittelte Normverbrauch bei einfacher arithmetischer Durchschnittsbildung aus den drei Verbrauchswerten (Stadtzyklus /90/120) dem in der Bundesrepublik im normalen Fahrbetrieb erzielten Durchschnittsverbrauch sehr nahe.

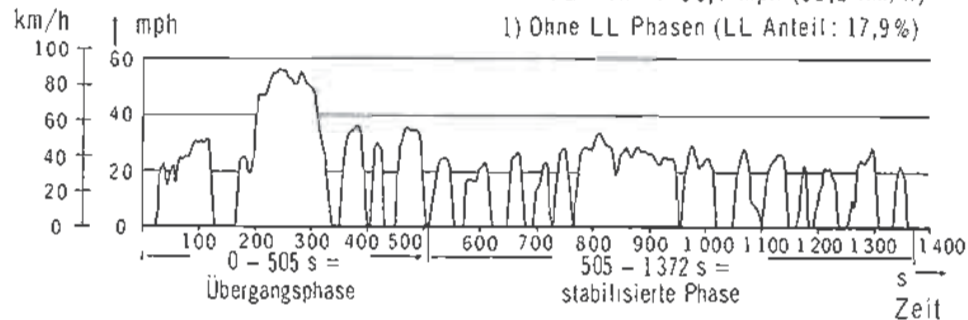
Die folgenden Aussagen über das erzielbare technische Einsparpotential bei Personenkraftwagen beziehen sich durchweg auf den Normverbrauch nach DIN 70 030.

14) Soviel verbraucht Ihr Auto, in: ADAC-Motorwelt 10/79, S. 43.

### Schaubild 9 VERGLEICH DER US-AMERIKANISCHEN UND EUROPÄISCHEN/DEUTSCHEN KRAFTSTOFFVERBRAUCHS-MESSMETHODEN

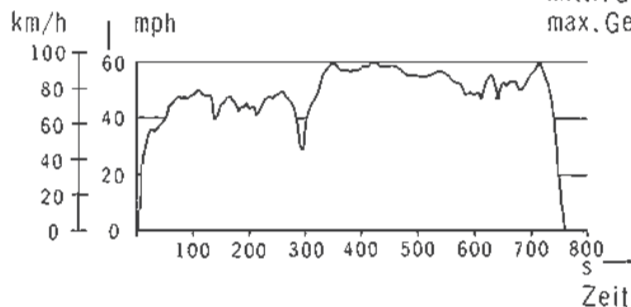
#### USA - City - Fahrzyklus

Zykluslänge: 7,5 Meilen  
 Zyklusdauer: 1372 s  
 mittl. Geschw.: 19,68 mph (31,67 km/h)  
 23,96 mph (38,56 km/h) 1)  
 max. Geschw.: 56,7 mph (91,2 km/h)  
 1) Ohne LL Phasen (LL Anteil: 17,9%)



#### USA - Highway - Fahrzyklus

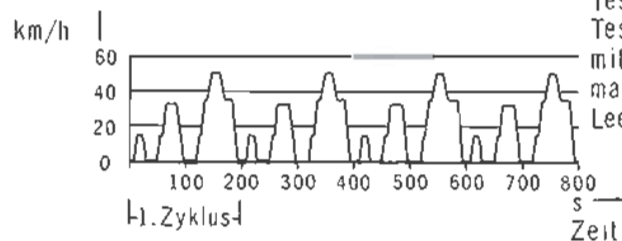
Zykluslänge: 10,22 Meilen  
 Zyklusdauer: 765 s  
 mittl. Geschw.: 48,1 mph (77,4 km/h)  
 max. Geschw.: 59,9 mph (96,4 km/h)



#### Fahrprogramm im Stadtzyklus 1) nach ECE A 70 bzw. DIN 70030, Teil 1

1) Daneben: 90 km/h (Konstantfahrt)  
und 120 km/h (Konstantfahrt)

Zykluslänge: 1,013 km (4x)  
 Zyklusdauer: 195 sec (4x)  
 Testlänge: 4,052 km  
 Testdauer: 780 sec (13 min)  
 mittl. Geschw.: 18,7 km/h  
 max. Geschw.: 50 km/h  
 Leerlauf-Anteil: 31% (240 sec)



## 5. Potential der Verbrauchssenkung

### 5.1 Personenkraftwagen

Entsprechend der oben dargestellten Zusammenhänge gibt es bei Pkw für den Fahrzeugkonstrukteur im wesentlichen vier Ansatzpunkte für verbrauchssenkende Maßnahmen<sup>15)</sup>:

- Reduzierung des Leergewichts,
- Verringerung des Rollwiderstandes,
- Verringerung des Luftwiderstandes,
- Optimierung von Motor und Getriebe.

Bei einem Fahrzeug der unteren Mittelklasse sind z. B. etwa 47% der Fahrwiderstände gewichtsabhängig und 53% abhängig vom Luftwiderstand. Um eine nennenswerte *Gewichtsreduzierung* zu erreichen, müssen bei den in Europa vorherrschenden Fahrzeugkonstruktionen teure und teilweise schwer zu verarbeitende Werkstoffe eingesetzt werden. Daher dürfte auf absehbare Zeit eine mehr als 10%ige Gewichtsreduzierung bei der Mehrzahl der Fahrzeuge wirtschaftlich nicht realisierbar sein. Diese würde eine Verbrauchseinsparung von etwa 3 - 4% bedeuten. Eine nennenswerte Senkung des *Rollwiderstandes* beim Pkw erscheint nach der Einführung des Radialreifens ohne Komforteinbuße (Federation) nur noch in engen Grenzen möglich.

Größere Fortschritte sind bei der Verringerung des *Luftwiderstandes* zu erwarten. Die heutigen Pkw haben einen Luftwiderstandsbeiwert ( $c_w$ ) von 0,4 - 0,5. Eine Senkung des  $c_w$ -Wertes auf 0,3 und damit eine Kraftstoffeinsparung von 12 - 13% erscheinen erreichbar.

Beim *Motor* richten sich die Bemühungen auf eine Steigerung des thermischen und mechanischen Wirkungsgrades. Dabei geht die Entwicklung in Richtung auf die sog. Drehmomenttriebwerke. Das sind Motoren mit vergrößertem Hubraum, deren Drehmomentmaximum und Verbrauchsminimum nun bereits bei niedrigeren Drehzahlen erreicht werden. Allgemein können zur Entwicklung sparsamer Motoren folgende Stichworte genannt werden:

- Optimierung von Brennraum, Steuerzeit, Gemischbildung, Zündung,
- Maßnahmen zur schnelleren Erwärmung nach Kaltstart,
- Reduzierung des Leistungsbedarfs der Hilfsmaschinen (Generator, Wasserpumpe, Lüfter).

Elektronische Systeme für Gemischbildung und Zündung ermöglichen exakte Anpassung der Kraftstoffmenge und des Zündzeitpunktes an die jeweiligen Anforderungen des Fahrzeugbetriebes. Solche Systeme sind auch weitgehend verschleiß- und wartungsfrei, so daß die programmierten Bestwerte über eine lange Betriebsdauer hinweg erhalten bleiben.

Weitere Maßnahmen sind:

- Abschaltung der Kraftstoffzufuhr beim Schiebebetrieb,

15) Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf Lincke, W., Kraftstoffeinsparungsmöglichkeiten am Pkw, Vortrag gehalten anlässlich des Verkehrswissenschaftlichen Seminars der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft zum Thema „Kraftfahrzeug-Verkehr und Energiebedarf“ am 27. und 28. März 1980 in Aachen.

- Zylinderabschaltung bei Teillast (bei Zylinderzahlen  $> 5$ ),
- Trennung der direkten Verbindung von Fahrpedal und Ansaugsystem, Zwischenschaltung einer elektronischen Steuerung für instationäre Betriebszustände,
- verstärkter Übergang zum Dieselmotor, der insbesondere bei Teillast über einen höheren Wirkungsgrad verfügt als der Ottomotor und der mit einem Kraftstoff auskommt, dessen Herstellung weniger energieaufwendig ist als die Herstellung von Vergaserkraftstoff.

Einen weiteren Beitrag zur Senkung des Verbrauchs stellen *Getriebe* dar, die angepaßt an die verbesserten Motoren und die reduzierten Fahrwiderstände für eine sparsamere Fahrweise ausgelegt werden. Unter der Voraussetzung, daß diese Getriebe in der Praxis richtig genutzt werden, ermöglicht die Verwendung entsprechend handgeschalteter Getriebe Kraftstoffeinsparungen von 8 – 12 %. Für automatische Getriebe befinden sich elektronische Regelungen in der Entwicklung, wobei sich durch Stufengetrieben auf stufenlose Getriebe weitere Verbesserungen erzielen lassen. Diese Lösungen sind jedoch teuer, auch sind die entsprechenden Konstruktionen noch nicht ausgereift.

Insgesamt ergibt sich nach *Lincke* auf diese Weise auf der Basis heute produzierter Bauweisen ein technikbezogenes Verbrauchssenkungspotential in der Größenordnung von etwa 25 %. Die Ausschöpfung dieses Potentials ist jedoch nicht nur von der Lösung noch bestehender produktionstechnischer Probleme, sondern auch von der Bereitschaft des Fahrzeugkäufers abhängig, bestimmte technische Lösungen zu akzeptieren und die damit verbundenen Mehrkosten zu tragen. Bei den heutigen Kraftstoffkosten wird davon ausgegangen, daß die zur Einsparung von 1 l Kraftstoff je 100 km erforderlichen fahrzeugtechnischen Maßnahmen nicht mehr als 300 – 350 DM kosten dürfen, wenn sich die Mehrausgaben für die kraftstoffreduzierenden Maßnahmen in den ersten zwei Jahren nach dem Fahrzeugwerb amortisieren sollen<sup>16)</sup>.

## 5.2 Nutzkraftwagen

Bei Nutzkraftwagen konzentrieren sich die fahrzeugtechnischen Maßnahmen zur Senkung des Kraftstoffs auf:

- Reduzierung des Leergewichts,
- Erhöhung des Gesamtgewichts,
- Verminderung des Rollwiderstands,
- Verringerung des Luftwiderstands,
- Optimierung von Motor und Getriebe<sup>17)</sup>.

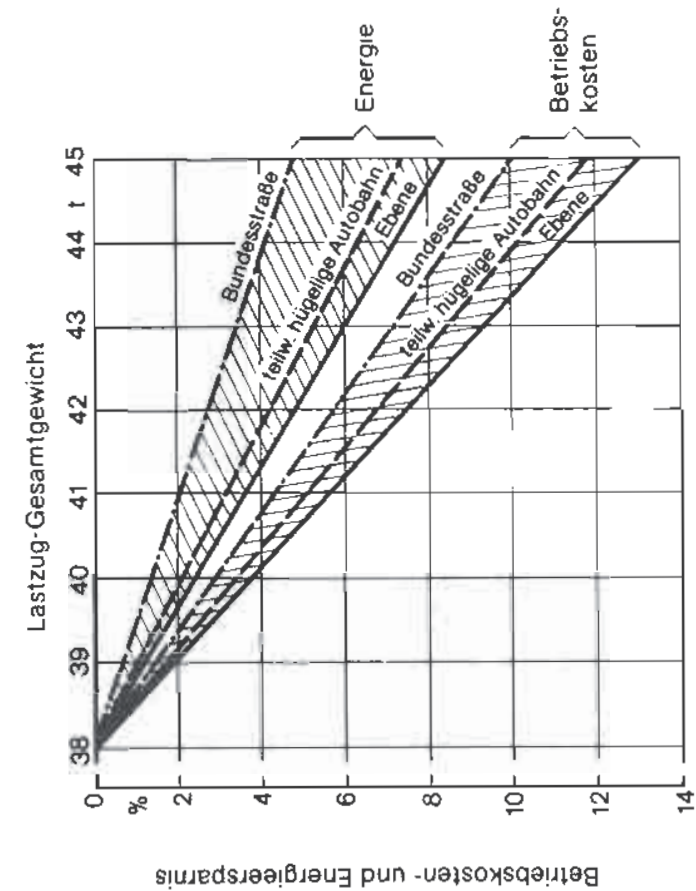
Das durch eine weitere Reduzierung des *Leergewichts* und eine Erhöhung des zulässigen *Gesamtgewichts* von Lastzügen von 38 auf 44 t erreichbare Einsparpotential wird für den Fernverkehr auf etwa 4 – 6 % geschätzt, bezogen auf den Nahverkehr ergeben sich dem-

16) Dabei wird von einer jährlichen Fahrleistung von etwa 15 000 km ausgegangen. Die Schwankungen ergeben sich aus der Finanzierungsart des Mehrpreises.

17) Die nachfolgenden Ausführungen stützen sich auf *Wolters, G.*, Einsparungen durch Maßnahmen am Nutzfahrzeug, Vortrag gehalten anlässlich des Verkehrswissenschaftlichen Seminars der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft zum Thema „Kraftfahrzeug-Verkehr und Energiebedarf“ am 27. und 28. März 1980 in Aachen.

Schaubild 10

Einfluß des Lastzuggewichts auf Kosten und Energieverbrauch bezogen auf Nutzlast  
Motorleistung konstant



gegenüber nur geringe Verbesserungen. Die Erhöhung des Gesamtgewichts setzt jedoch eine Änderung der StVZO voraus (s. Schaubild 10).<sup>18)</sup>

Durch die nahezu vollständige Umstellung auf Radialreifen ist der Spielraum zur weiteren Absenkung des Rollwiderstandes auch bei Nutzkraftwagen gering. Eine weitere Absenkung um 10 % und damit eine Kraftstoffeinsparung zwischen 2 und 5 % im Fernverkehr und von 1 – 2 % im Nahverkehr wären möglich, wenn die dabei auftretenden Federungsprobleme gelöst werden können. Der Luftwiderstand spielt im Nahverkehr angesichts der dort vorherrschenden niedrigen Geschwindigkeiten und des hohen Anteils des Beschleunigungswiderstandes keine große Rolle. Im Fernverkehr lassen sich dagegen durch strömungsgünstigere Fahrerhäuser bzw. durch die Verwendung sogenannter Luftleiteneinrichtungen Einsparungen von 3 bis 5 % erzielen.

Der Übergang auf Dieselmotoren bei kleineren Nutzfahrzeugen könnte im Nahverkehr zu einer Verbrauchseinsparung von etwa 15 % führen, wenn der damit verbundene Mehrpreis akzeptiert wird. Der Dieselmotor selbst bietet kaum noch Verbesserungsmöglichkeiten. Dagegen ließe sich ein vergleichsweise großer Einsparungseffekt über weitere Verbesserungen in der Getriebeabstimmung erzielen, vorausgesetzt, daß es gelingt, die Fahrweise entsprechend anzupassen. In der Kombination von Getriebeoptimierung und entsprechend angepaßter Fahrweise erscheint vom Triebstrang her gesehen eine Senkung des Kraftstoffverbrauchs im Nahverkehr von 9 – 14 % und im Fernverkehr von 10 – 18 % erreichbar.

Unter Berücksichtigung realer Schwierigkeiten ergibt sich bei Addierung der gegebenen fahrzeugtechnischen Möglichkeiten und bei gleichzeitiger entsprechender Änderung der technischen Bauvorschriften (Fahrzeuggewichte, Achslast) ein Sparpotential von etwa 5 – 10 % im Nahverkehr und von etwa 20 – 25 % im Fernverkehr. Theoretisch ließe sich nach Wolters dieser Spielraum auf 15 % für den Nahverkehr und 25 – 30 % für den Fernverkehr erweitern. Dies setzt aber u. a. die volle Nutzung der angebotenen technischen Möglichkeiten durch den Fahrer voraus.

### 5.3 Erreichbare Verbrauchsverbesserungen

Die dargestellten Spielräume für eine wirtschaftliche Energienutzung bei Personen- und Nutzkraftwagen geben in etwa die technisch-ökonomischen Grenzen wieder, die dem Fahrzeugkonstrukteur aus heutiger Sicht gezogen sind. Ein nicht geringer Teil der dargestellten technischen Lösungen bedarf bis zur Serienreife noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsarbeit und wird voraussichtlich erst in den Ende der 80er Jahre auf den Markt gelangenden Fahrzeugmodellen seinen Niederschlag finden.

Immerhin hat die deutsche Automobilindustrie im April 1979 dem Bundeswirtschaftsminister zugesagt, ausgehend von den Verbrauchswerten des Jahres 1978, den Kraftstoffverbrauch der in der Bundesrepublik hergestellten und abgesetzten Personenkraftwagen bis 1985 durchschnittlich um 10 bis 12 % zu senken. Es wird davon ausgegangen, daß dieses Ziel vorzeitig erreicht werden kann. Eine entsprechende Zusage, und zwar über eine Verbrauchssenkung von 5 %, wurde für Nutzkraftwagen gemacht. Die Fahrzeugimporteure in der Bundesrepublik haben sich dieser Vereinbarung angeschlossen.

18) Förster, H.-J., a.a.O., S. 54.

Ähnliche Absprachen zwischen der Automobilindustrie und den jeweiligen Regierungen wurden auch in anderen europäischen Herstellerländern getroffen.

In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, daß in der Bundesrepublik die Anstrengungen der Automobilindustrie, sparsame Fahrzeuge zu bauen, bereits Anfang der 70er Jahre zu einer Verringerung des Durchschnittsverbrauchs der neu in den Verkehr gelangten Pkw geführt haben. Diese Entwicklung hat sich seit Mitte der 70er Jahre verstärkt. Ungeachtet der dem Ziel der Kraftstoffeinsparung zuwiderlaufenden Umweltschutzgesetzgebung und einer überproportionalen Zunahme des Absatzes von Fahrzeugen der gehobenen Mittelklasse konnte der Kraftstoffverbrauch der neu in den Verkehr kommenden Fahrzeuge seit Anfang der 70er Jahre um insgesamt 8 – 9 % gesenkt werden.

Diese Vorleistungen der Automobilindustrie werden sich in den kommenden Jahren zunehmend auch auf den Durchschnittsverbrauch der im Verkehr befindlichen Fahrzeuge auswirken. Ein Teil der künftig zu erwartenden Verbesserungen in der Verbrauchsentwicklung des Fahrzeugbestandes ist damit bereits vorprogrammiert.

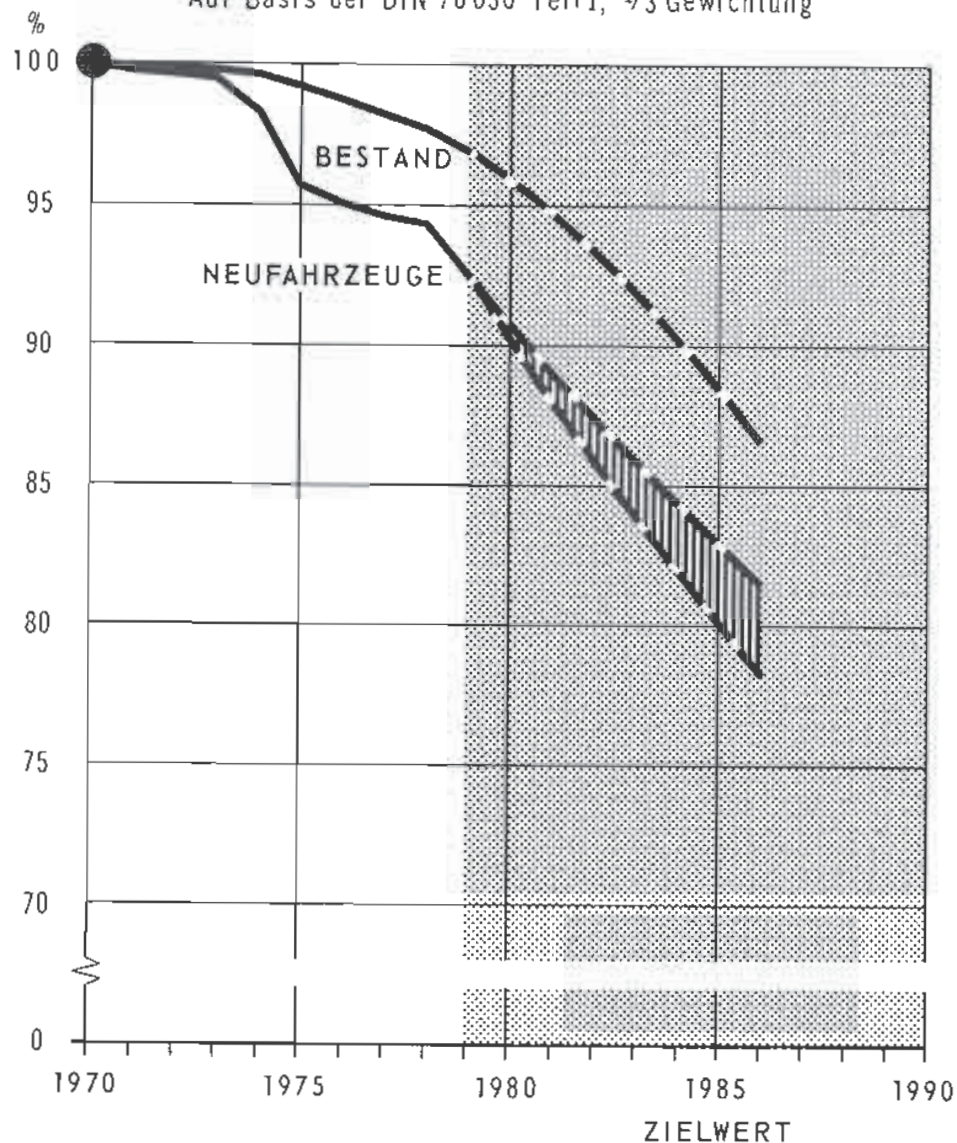
Unter Einschluß der seit 1970 bereits erzielten Fortschritte ist zu erwarten, daß der Durchschnittsverbrauch der neu in den Verkehr kommenden Fahrzeuge im Jahre 1985 um annähernd 20 % niedriger liegen wird als zu Beginn der 70er Jahre. Unter Berücksichtigung der bereits realisierten Verbrauchsverbesserungen der seit 1970 neu in den Verkehr gebrachten Fahrzeuge und der erwarteten Entwicklung bis Mitte der 80er Jahre kann bezogen auf den Pkw-Bestand ausgehend vom Jahre 1979 bis zum Jahre 1985 mit einer Verringerung des Verbrauchs von etwa 13 % gerechnet werden. Die Verbesserungen gegenüber 1979 dürften etwa 9 – 10 % betragen (Schaubild 11). Für Nutzkraftwagen sind Verbesserungen allenfalls in halber Höhe dieses Prozentsatzes denkbar.

Diese Daten sind technikbezogen, d. h. sie beziehen sich bei Personenkraftwagen auf den Normverbrauch bei unveränderter Absatzstruktur<sup>19)</sup>. Der sich aus dem individuellen Kraftstoffverbrauch errechnende Durchschnittswert, also der tatsächliche Kraftstoffverbrauch bezogen auf die vom Bestand erbrachten gesamten Fahrleistungen, kann hiervon nach oben oder nach unten abweichen. Dies hängt u. a. davon ab,

- ob das Straßennetz entsprechend der Zielsetzung eines rationellen Umgangs mit der knapper werdenden Energie weiter ausgebaut wird (Beseitigung von Engpässen, Schaffung von Ortsumgehungen, Anlage von Kriechspuren etc.),
- ob durch geeignete organisatorische Maßnahmen (z. B. verkehrsflußgerechte Ampelsteuerung) der Verkehrsfluß verbessert wird,
- ob energiebewußter, d. h. unter Vermeidung unnötiger Brems- und Beschleunigungsvorgänge, gefahren wird.

19) Die derzeit zu beobachtende Verlagerung der Pkw-Nachfrage von Fahrzeugen der gehobenen Mittelklasse zu kleineren Fahrzeugen dürfte kaum von Dauer sein. Sie hat in erster Linie konjunkturelle Ursachen. Gleichwohl können insbesondere im Hinblick auf den wachsenden Anteil von Zweit- und Drittwagen am Gesamtabsatz und die schrumpfende Familiengröße gewisse Strukturverschiebungen zugunsten kleiner und sparsamer Fahrzeuge nicht ausgeschlossen werden. Dies würde die Wirkung der von der Automobilindustrie unternommenen Anstrengungen zur Absenkung des Durchschnittsverbrauchs der neu in den Verkehr kommenden Fahrzeuge verstärken.

Schaubild 11 DURCHSCHNITTliche ABSENKUNG  
DES KRAFTSTOFFVERBRAUCHS BEI PKW  
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND  
Auf Basis der DIN 70030 Teil 1, 1/3 Gewichtung



- ob der gegenwärtige Trend zum technisch hochwertigen, aber sparsamen Fahrzeug anhält, oder
- ob die geltenden Bauvorschriften für Kraftfahrzeuge durch zusätzliche Forderungen auf dem Gebiet des Umweltschutzes und der Fahrzeugsicherheit in Richtung auf „mehr Energieverbrauch“ verändert werden<sup>20)</sup>.

Eines läßt sich allerdings mit großer Wahrscheinlichkeit schon heute sagen: Die in den 80er Jahren insgesamt zu erwartenden Fortschritte, auch wenn sie sich aus heutiger Sicht noch nicht exakt quantifizieren lassen, dürften in jedem Falle so groß sein, daß die prognostizierten Gesamtfahrleistungen des Automobilbestandes mit einem gegenüber heute deutlich verringerten Kraftstoffgesamtverbrauch erbracht werden können.

Von grundlegender Bedeutung für die Erreichung dieses Ziels ist allerdings, ob der Staat den technischen Innovationsprozeß in der Automobilindustrie durch eine wettbewerbsorientierte Wirtschaftspolitik unterstützt oder ob er dem Druck der Technokraten nachgibt, die auf unkoordinierte, die Systemzusammenhänge im Straßenverkehr mißachtende Eingriffe drängen. Typische Beispiele für derartige Eingriffe wären Flottenverbrauchsvorschriften nach dem Muster der USA oder die in der Bundesrepublik immer wieder ins Gespräch gebrachte Geschwindigkeitsbegrenzung auf Autobahnen – Maßnahmen also, die man bezogen auf die europäischen Gegebenheiten eher unter dem Gesichtspunkt der politischen Profilierung als unter dem Aspekt wirtschaftlicher Energienutzung sehen muß. Das heißt nicht, daß der Staat nicht versuchen sollte, der Automobilindustrie bei ihren Bemühungen um eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs Flankenschutz zu gewähren. Die Beseitigung von Engpässen im Straßennetz wurde bereits erwähnt. Die Abschaffung der Hubraumsteuer wäre eine weitere Maßnahme dieser Art. Sie würde nämlich den Einsatz hubraumstarker und gleichzeitig umweltfreundlicher Motoren erleichtern, die auch im Stadtverkehr im günstigen Drehzahlbereich und damit sparsam gefahren werden könnten.

20) Bei ihrer Zusage gegenüber dem Bundeswirtschaftsminister war die Automobilindustrie davon ausgegangen, daß die beabsichtigte Verschärfung der Abgasvorschriften (ECE R 15, Änderungsreihe 04) nicht vor 1985 in Kraft treten würde. Die vorzeitige Verwirklichung dieser Abgasvorschrift wird bei einem Teil der heute am Markt befindlichen Modelle Verbrauchsverschlechterungen zur Folge haben.

## Summary

The energy situation calls for a more rational use of energy. Although the overall share of road transport in energy consumption is only 12 %, this sector is looked upon to make a substantial contribution to the saving of energy. The production of more efficient motor vehicles as well as changing patterns in the use of such vehicles will probably lead to a lower overall consumption of fuel by 1985 in spite of an increase in the number of vehicles registered. This can only be achieved if the progress made in vehicle construction is not annihilated by a deterioration in traffic flow owing to insufficient improvement of the road network.

## Résumé

La situation actuelle dans la consommation d'énergie demande une utilisation plus rationnelle de l'énergie. Malgré le fait que le transport routier ne consomme que 12 % de l'énergie on attend une contribution substantielle au but d'une utilisation plus rationnelle de l'énergie notamment de ce secteur. La production des véhicules qui consomment moins aussi que des changements dans l'utilisation des véhicules résultera dans toute probabilité dans une consommation totale de l'énergie dans l'année 1985 plus bas qu'aujourd'hui malgré l'augmentation du parc des véhicules. Ce résultat ne peut pas être atteint si le progrès fait dans la construction de véhicules est accompagné par une détérioration du flux de transport à cause d'une amélioration insuffisante du réseau routier.

## Organisationsformen der Verkehrsverbände

VON DR. JUR. GÜNTER FROMM, KÖLN

Ein Verkehrsverbund liegt nach einer Begriffsbestimmung, die sich inzwischen eingebürgert hat, immer, aber auch nur dann vor, wenn die beteiligten Verkehrsunternehmen eine Gesellschaft gründen, der sie Befugnisse zur eigenen Erledigung übertragen und sich diese Gesellschaft zur Wahrnehmung dieser Befugnisse einen eigenen Organisationsrahmen gibt und mit eigenen Sachmitteln und eigenem Personal arbeitet<sup>1)</sup>.

Das einzige Gesetz, das sich des Rechtsbegriffs bedient – nämlich das Zonenrandförderungsgesetz vom 5. 8. 1971 (BGBl. I S. 1237) –, meint also sicherlich nicht das, was es aussagt, wenn es in § 4 heißt: „Die Verkehrserschließung und Verkehrsbedienung sind im Zonenrandgebiet im Rahmen des Ausbaues der Bundesverkehrswege bevorzugt zu fördern. Dies gilt auch für die Schaffung von Verkehrsverbänden der dem öffentlichen Verkehr dienenden Verkehrsunternehmen.“ Hier sind erkennbar Verkehrs- und Tarifgemeinschaften angesprochen.

Unter Zugrundelegung der richtig verstandenen Begriffsbestimmung gibt es gegenwärtig in der Bundesrepublik Deutschland 5 Verkehrsverbände, nämlich in Hamburg – seit 1965<sup>2)</sup> –, in München – seit 1971<sup>3)</sup> –, in Frankfurt – seit 1972 –, in Stuttgart – seit 1977<sup>4)</sup> – und – seit 1978 – im Rhein-Ruhr-Gebiet.

Am Anfang dieser Verkehrsverbände stehen nun allerdings nicht Verbundverträge, sondern *Grundverträge* – in Hamburg Rahmenvertrag genannt –, die folgende Merkmale aufweisen:

- a) Partner sind – nur – die öffentlichen Hände. In Hamburg die Deutsche Bundesbahn und die Freie und Hansestadt Hamburg, in München die Deutsche Bundesbahn, der Freistaat Bayern und die Landeshauptstadt München, in Frankfurt und Stuttgart jeweils die Bundesrepublik Deutschland, das Land und die Stadt. Dasselbe gilt für

*Anschrift des Verfassers:*

RA Dr. jur. Günter Fromm  
Stellv. Verbandsdirektor des  
Verbandes öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV)  
Kamekestraße 37–39  
5000 Köln 1

- 1) Vgl. Stertkamp, W., Die DB und ihre Beteiligung an Verkehrs- und Tarifverbänden, in: DB, 54. Jg. (1978), Heft 11, S. 841.
- 2) Vgl. dazu im einzelnen Petzoldt, A., Der Hamburger Verkehrsverbund, in: DB, 39. Jg. (1965), Heft 23, S. 817 ff.
- 3) Vgl. dazu im einzelnen Bachmann, H., Die Münchner S-Bahn, in: DB, 46. Jg. (1972), Heft 7, S. 337 ff.
- 4) Vgl. dazu im einzelnen Stertkamp, W., Der Stuttgarter Verkehrsverbund, in: DB, 54. Jg. (1978), Heft 2, S. 145 ff., und Sander, O., Kommunale Versorgungswirtschaft und Nahverkehr, Vorlesungsskript Universität Tübingen, 1978, S. 81 ff.