

schaftsprozesse behindern und die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft beeinträchtigen (dort, wo aus übergeordneten, etwa sicherheitspolitischen Erwägungen staatliche Vorgaben, z. B. für die Bevorratung von Erdöl, Benzin oder Heizöl bestehen, sind diese wettbewerbsneutral). Denn es gilt: Wenn aufgrund individueller unternehmerischer Risikoeinschätzungen, und diese kann in einem marktwirtschaftlichen System keine staatliche Vorgabe ersetzen, Bestände gehalten werden, die der Wahrnehmung von Absatzchancen oder der Absicherung gegen Versorgungsrisiken dienen, dann müssen technische und organisatorische Entwicklungen, die eine Verringerung dieser Unsicherheiten möglich machen, zwangsläufig zu niedrigeren Beständen führen. Wäre dies anders, dann hätten die Manager ihr erstes Ziel, die effiziente und ressourcensparende Organisation der von ihnen verantworteten Prozesse, verfehlt.

### Literatur

- Baumgarten, H./Kornak, C.:* Trends in der Logistik in den 90er Jahren, Berlin 1990.  
*Eicke, H. v./Femerling, C.:* Modular sourcing, München 1991.  
*Erikson, K.:* Das Marktverhalten der Automobilhersteller auf den Kfz-Teile-Märkten der Bundesrepublik Deutschland, Göttingen 1990.  
*Hahn, O.:* Just-in-time - ein Rückschritt in die Mangelwirtschaft, Internationales Verkehrswesen, 43 (1990), S. 101 - 102.  
*Ihde, G. B.:* Transport, Verkehr, Logistik, 2. Auflage, München 1991.  
*Wildemann, H.:* Das Just-in-time-Konzept. Frankfurt/Main 1988.  
*Wight, O. W.:* Manufacturing Resource Planning: MRP II, Brattleboro 1984.

### Abstract

During the last decade the just in time concept was increasingly applied in various industries and its future proliferation is commonly expected. Past and predicted future transport growth within Europe indicates that the capacity of road infrastructure will no longer be sufficient. With regard to these developments it appears necessary to examine the broadly discussed argument that Jit contributes to the overcrowding of roads. This article, therefore, describes the Jit logistics concept, as a means for substituting information and coordination for slack resources (stocks etc.), and convincingly shows that Jit does not inevitably increase this overcrowding. On the contrary it will become apparent that Jit minimizes the transport volume and that with an adequate organization of goods flows Jit can even in a reduction in transport activities.

## Flottenstandards als Instrument zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs von Pkw

VON HELMUT NEU, CASTROP-RAUXEL

### 1. Einleitung

Seit einiger Zeit wird vorgeschlagen, zur Kraftstoffersparnis und der damit einhergehenden Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, gesetzliche Regelung zur Begrenzung des Kraftstoffverbrauchs von Pkw einzuführen. Als Vorbild dient dazu ein entsprechendes Gesetz in den USA, das dort seit 1975 gilt. Als Argument für dessen Wirksamkeit wird angeführt, daß *BMW* und *Daimler-Benz* in den Jahren 1986 und 1987 für die Überschreitung des Maximalverbrauchs eine Strafsteuer entrichten mußten.<sup>1)</sup>

Im folgenden wird zunächst der Aufbau des im amerikanischen „Energy Policy and Conservation Act“ enthaltenen Instrumentariums der Flottenverbrauchsstandards dargestellt. Anschließend wird die unabhängig von diesem Gesetz geltende sog. „guzzler tax“ beschrieben, die auf Fahrzeuge mit einem hohen Kraftstoffverbrauch erhoben wird. Danach werden die tatsächlichen Wirkungen beider Maßnahmen auf den Flottenverbrauch untersucht. Zum Schluß wird auf alternative Instrumente zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs hingewiesen und eine Zertifikatslösung zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen vorgeschlagen.

### 2. Flottenverbrauchsstandards

Grundsätzlich stehen dem Gesetzgeber verschiedene Instrumente zur Regulierung des Kraftstoffverbrauchs von Pkw zur Verfügung. Dies können unter anderem Mengentrationierungen administrierte Preise, Steueranreize, Bauvorschriften oder Energie-Effizienz-Vorgaben sein.<sup>2)</sup> Für die letztgenannte Möglichkeit hat sich der amerikanische Gesetzgeber entschieden, als er im Jahre 1975 das „Energy Policy and Conservation Act“ verabschiedete. Dieses gab ab dem Modelljahr 1978 den Automobilherstellern verkaufsgewichtete Flottenverbrauchstandards vor. Damit hatte sich der Gesetzgeber für Wirkvorschriften entschieden. Diese erlauben es dem einzelnen Hersteller zum einen, die Einhaltung des Standards auf die ihm jeweils günstigste Weise einzuhalten. Zum anderen kann er weiterhin eine differen-

*Anschrift des Verfassers:*

Dr. Helmut Neu  
 Hochstraße 78  
 4620 Castrop-Rauxel

1) Vgl. *Grieshammer, R. und Seifried, D. (Hrsg.)*, Gute Argumente: Verkehr, München 1988, S. 139.

2) Vgl. *Bold, F. C.*, Responses to Energy Efficiency Regulations, in: *Energy Journal*, 8(2), 1987, S. 111.

zierte Produktpalette anbieten. Ein für alle Fahrzeuge bindender Höchstverbrauch hätte hingegen die Einstellung der Produktion einiger Modelle bewirkt.<sup>3)</sup>

In Tabelle 1 sind die Flottenstandards für die Modelljahre 1978 bis 1987 dargestellt.

Tabelle 1: *Flottenstandards und Flottenverbräuche (in mpg<sup>a)</sup>) amerikanischer Automobilhersteller in den Modelljahren 1978 - 1987*

Modelljahr	Standard	(≈ 1/100 km)	Flottenverbräuche der Hersteller		
			Chrysler	Ford	GM
1978	18,0	(13,0)	18,4	18,4	19,0
1979	19,0	(12,4)	20,4	19,1	19,1
1980	20,0	(11,7)	22,1	22,6	22,4
1981	22,0	(10,7)	26,7	23,9	23,7
1982	24,0	(9,8)	27,6	25,0	24,6
1983	26,0	(9,0)	27,0	24,3	24,0
1984	27,0	(8,7)	27,8	25,8	24,9
1985	27,5	(8,5)	27,9	26,3	25,5
1986	26,0	(9,0)	27,8	27,0	26,6
1987	26,0	(9,0)	27,6	26,8	26,4

a) mpg = Meilen pro US-Gallone Kraftstoff.

Quelle: *Crandall, R. W. and Graham, J. D.*, The Effect of Fuel Economy Standards on Automobile Safety, in: The Journal of Law and Economics, Jg. 32, April 1989, S. 99, Tabelle 1 und eigene Berechnungen.

Die Herabsetzung des Standards für die Modelljahre 1986 und 1987 erfolgte aufgrund heftigen Drucks von *General Motors* und *Ford*.<sup>4)</sup>

Der Flottenverbrauchsstandard ist als harmonischer Mittelwert der Verbrauchstests im sog. „City“- und „Highway“-Fahrzyklus definiert. Er muß von allen in den USA verkauften Fahrzeugen eingehalten werden. Hersteller, die sowohl in den USA produzieren, als auch aus anderen Ländern importieren, müssen den Standard für heimische und importierte Modelle getrennt einhalten.<sup>5)</sup>

Der Flottenverbrauchsstandard eines individuellen Herstellers oder Importeurs wird berechnet, indem die Gesamtsumme aller verkauften oder importierten Fahrzeuge durch die Summe der Brüche geteilt wird, die sich durch Division der Anzahl der jeweils verkauften

3) Vgl. *Kwoka, J. K.*, The Limits of Market-Orientated Techniques: The Case of Automotive Fuel Economy, in: Quarterly Journal of Economics, 1983, Jg. 89, S. 695. Zu den ökonomischen Implikationen von Wirkvorschriften siehe auch *Neu, H.*, Der EG-Abgaskompromiß: Eine kritische Bestandsaufnahme unter umweltökonomischen Aspekten und unter Berücksichtigung alternativer Instrumente zur Regulierung von Externalitäten mobiler Emissionsquellen, Essen 1990, S. 39f. und die dort angegebene Literatur.

4) Vgl. *Mayo, J. W. und Mathis, J. E.*, The Effectiveness of Mandatory Fuel Efficiency Standards in Reducing Demand for Gasoline, in: Applied Economics, 1988, Jg. 20, S. 211.

5) Vgl. *Crandall, R. W. and Graham, J. D.*, a.a.O., S. 98.

verschiedenen Modelle des Herstellers durch deren gemessenen Kraftstoffverbrauch ergeben. Algebraisch ausgedrückt:

$$(1) \text{ mpg}_{it} = \frac{Q_{it}}{\sum_{j=1}^n \frac{q_{ijt}}{m_{ijt}}}$$

mit  $\text{mpg}_{it}$  = Flottenverbrauch des Herstellers  $i$  im Jahre  $j$ ,

$Q_{it}$  = Gesamtabsatz des Herstellers  $i$  im Jahre  $j$ ,

$q_{ijt}$  = Absatz des Modells  $j$  des Herstellers  $i$  im Jahre  $t$  und

$m_{ijt}$  = Kraftstoffverbrauch des Modells  $j$  des Herstellers  $i$  im Jahre  $t$ .

Die Ermittlung des Flottenverbrauchs durch einen harmonischen Durchschnitt macht es den Herstellern schwieriger, den Standard einzuhalten, als dies bei einem arithmetischen Mittel der Fall wäre. Um zum Beispiel einen Flottenverbrauch von 30 mpg einhalten zu können, müssen für jedes Fahrzeug mit einem Verbrauch von 20 mpg zwei Fahrzeuge mit einem Verbrauch von 40 mpg verkauft werden.<sup>6)</sup>

Hersteller, die den Flottenverbrauchsstandard eines Modelljahres nicht einhalten, müssen pro 1/10 Meile pro Gallone Unterschreitung eine Strafe in Höhe von \$ 5 pro verkauftem Fahrzeug zahlen. Von dieser Zahlung sind nur diejenigen Hersteller ausgenommen, denen es gelungen ist (oder gelingen wird), in vorangegangenen (zukünftigen) Modelljahren die Standards zu übertreffen und so Gutschriften für Vor- bzw. Rückträge zu erwerben. Die Vor- bzw. Rücktragsperiode wurde 1980 von einem Modelljahr auf drei Modelljahre ausgedehnt.<sup>7)</sup>

Diese Strafgebühr stellt eine erhebliche finanzielle Bedrohung für die Hersteller dar. So mußte z. B. *General Motors* im Falle einer Unterschreitung des Standards um 0,5 Meilen pro Gallone und erschöpften Vor- und Rücktragsmöglichkeiten insgesamt eine Strafe zwischen \$ 120 - 150 Millionen bezahlen. Diese Strafbemessung dürfte so geartet sein, daß von ihr Anreize für die Firmen ausgehen, sie zu vermeiden. Zugleich ist sie nicht so drakonisch, daß sie unglaublich und somit unvollziehbar wirkt.<sup>8)</sup> Andererseits gewährleistet die Möglichkeit, eine Strafe zu zahlen und die Produktion trotz Nicht-Einhaltung des Standards aufrechtzuerhalten, den Herstellern eine größere Flexibilität, als dies bei einem absolut geltenden Standard der Fall wäre. Dieser würde nämlich zu einem Verkaufsverbot führen. Wäre dies der Fall, müßte ein die Standards nicht einhaltender Produzent aus dem Markt ausscheiden und könnte erst zu einem späteren Zeitpunkt versuchen, erneut in diesen einzutreten. Dies dürfte jedoch bei der Struktur des amerikanischen Automobilmarktes sehr schwierig sein. Die Konsequenzen für den Wettbewerb einer solchen Situation sind also eher negativ zu beurteilen.

6) Vgl. *Mayo, J. W. und Mathis, J. E.*, a.a.O., S. 212.

7) Vgl. *Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B.*, Regulating the Automobile, Washington, D.C. 1987, S. 121.

8) Vgl. *White, L. J.*, The Automobile Industry, in: *Adams, W.* (Hrsg.), The Structure of American Industry, 6. Aufl., New York 1982, S. 186.

### 3. Die „guzzler tax“

Völlig unabhängig von den zuvor dargestellten Flottenverbrauchstandards wird die sog. „guzzler tax“ auf Fahrzeuge erhoben, die bestimmte Kraftstoffverbräuche überschreiten. Ab dem Modelljahr 1980 wurden Strafen auf all jene Fahrzeuge erhoben, die weniger als 15 Meilen pro Gallone fahren, d. h. mehr als 15,7 l/100 km verbrauchen. Pro verkauftem Fahrzeug mußten zwischen \$ 200 - 500 Strafe gezahlt werden. Seit dem Modelljahr 1986 werden auf alle Fahrzeuge, die weniger als 22,5 Meilen pro Gallone erreichen, d. h. mehr als 10,4 l/100 km verbrauchen, Strafen zwischen \$ 500 - 3.580 erhoben. Von dieser Regelung gehen ebenfalls ökonomische Anreize auf die Hersteller aus.<sup>9)</sup> Bis zum Haushaltsjahr 1983 wurden mehr als \$ 4 Millionen aus der „guzzler tax“ eingenommen, wobei Mehreinnahmen erwartet werden, wenn aufgrund fallender Kraftstoffpreise die Nachfrage nach großen Fahrzeugen zunehmen sollte.<sup>10)</sup>

### 4. Die Marktwirkungen der Flottenverbrauchstandards

Den Automobilherstellern stehen grundsätzlich mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, um die Flottenstandards einzuhalten. Zum einen können sie durch technische Verbesserungen den Kraftstoffverbrauch senken. Zum anderen können sie versuchen, den Verkaufsanteil ihrer sparsameren Modelle aus ihrer Produktpalette auszuweiten. Als drittes ist eine Mischstrategie denkbar. Kurzfristig (etwa während des laufenden Modelljahres) sind technische Veränderungen an den in der Produktion befindlichen Fahrzeugen nicht realisierbar. Daher dürften in dieser Situation kaum Alternativen zu Marketingstrategien, die auf die Zusammensetzung der abgesetzten Produktpalette zielen, vorhanden sein. Dies gilt besonders dann, wenn die laufenden Verkaufszahlen die Einhaltung des Standards nicht ermöglichen.<sup>11)</sup> Erschwerend kommt hinzu, daß Planung, Entwicklung und Produktion neuer Fahrzeugmodelle mindestens vier Jahre dauern und mit erheblichen Unsicherheiten über zukünftige Absatzchancen und Kraftstoffpreise behaftet sind.<sup>12)</sup> Somit kann die „kurze Frist“, in der auf Marketing-Instrumente zurückgegriffen werden muß, recht lang sein.

Für den mittelfristigen Einsatz neuer Techniken spricht die Tatsache, daß rationale Käufer bereit sein dürften, für sparsamere Fahrzeuge soviel zu zahlen, bis die Mehrkosten für diese technische Verbesserungen dem abdiskontierten Gegenwartswert der Kraftstoffersparnis entsprechen.<sup>13)</sup> Analog dazu investieren die Hersteller soviel in die Entwicklung bzw. Anwendung verbrauchssenkender Techniken bzw. den Einsatz von Marketing-Instrumenten, bis die Grenzkosten des Instrumenteneinsatzes dem Grenzsteuersatz bei Nicht-Einhaltung des Standards entsprechen. Dem einzelnen Hersteller bleibt es überlassen, den für ihn günstigsten Weg zu gehen. Daher kann dieses Instrument als marktconform angesehen werden.

Diese allgemein gehaltene Aussage wird jedoch dadurch abgeschwächt, daß amerikanische Autohersteller den Standard für ihre heimische Produktion einhalten müssen. Dies verhin-

9) Vgl. White, L. J., a.a.O., S. 186.

10) Vgl. Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B., a.a.O., S. 138.

11) Vgl. Kwoka, J. E., a.a.O., S. 696.

12) Vgl. Crandall, R. W. and Graham, J. W., a.a.O., S. 100.

13) Vgl. Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B., a.a.O., S. 118.

dert den Import sparsamer Autos aus Asien oder Ost-Europa. Dies führt dazu, daß den Konsumenten sparsame Autos nicht zu den geringsten Kosten zur Verfügung gestellt werden können, da amerikanische Hersteller großer, viel Kraftstoff verbrauchender Fahrzeuge zur Einhaltung der Standards nun auch kleine, sparsame Fahrzeuge herstellen müssen. Hinzu kommt, daß die drei großen amerikanischen Hersteller unterschiedlich von den Vorgaben der Standards betroffen waren. Da *Chrysler* die Herstellung großer Fahrzeuge reduziert hatte, waren die Standards für *Chrysler* einfacher einzuhalten als für *Ford* und *General Motors*. Dies führte dazu, daß *Chrysler* den Flottenstandards positiv gegenüberstand, *Ford* und *General Motors* hingegen weniger strenge Standards anstrebten.<sup>14)</sup>

Alle drei Hersteller begannen das Gewicht ihrer Fahrzeuge zu reduzieren („downsizing“) und das Beschleunigungsvermögen zu verringern.<sup>15)</sup> Dies geschah durch die Verwendung neuer Materialien, verbesserter Karosserieformen, einer Verringerung des Innenraums und des Hubraums.<sup>16)</sup> In den Modelljahren 1979 - 1981 übertrafen die drei heimischen Hersteller die Flottenstandards, so daß sie Gutschriften ansammeln konnten. Ab dem Modelljahr 1983 mußten *Ford* und *General Motors* die erworbenen Gutschriften zur Kompensation nicht-eingehaltener Standards aufbrauchen. Im Jahr 1985 zeichnete sich ab, daß die Nicht-Einhaltung des Standards gravierend sein würde, so daß Druck auf das Verkehrsministerium zur Lockerung der Standards ausgeübt wurde. Für die Modelljahre 1985 und 1987 wurden die Standards von 27,5 mpg ( $\approx$  8,5 l/100 km) auf 26 mpg ( $\approx$  9,0 l/100 km) gesenkt.<sup>17)</sup>

Hauptgrund für die Nicht-Einhaltung der Standards war eine Wiederbelebung der Nachfrage nach mittelgroßen und großen Fahrzeugen.<sup>18)</sup> Dieser Trend setzte sich bis Ende der 80er Jahre fort. 1989 betrug der Durchschnittsverbrauch 28,7 mpg ( $\approx$  8,2 l/100 km) und lag somit zum ersten Mal seit 1983 über dem Vorjahreswert.<sup>19)</sup> Als Ursache für diese Entwicklung nennen verschiedene Autoren die seit 1981 gefallen Kraftstoffpreise.<sup>20)</sup>

Bei Importfahrzeugen lassen sich drei Gruppen von Importeuren unterscheiden. Zum einen eine Gruppe, die bereits 1978 deutlich über der Zielvorgabe von 18 mpg lag und in den folgenden Modelljahren ebenfalls durchgängig die Standards überbot. Zu diesen Importeuren gehören u. a. *Nissan*, *Toyota* und *Volkswagen*. Letzterer konnte bereits 1978 einen verkaufsgewichteten Flottenverbrauch von 27 mpg aufweisen. Zum anderen eine Gruppe, deren Flottenverbräuche sich ähnlich wie die der drei amerikanischen Hersteller entwickelten. Dazu gehörte u. a. *Volvo*. Und schließlich eine Gruppe, die bis etwa 1984 deutlich bessere Flottenverbräuche erzielte, als durch die Standards vorgegeben wurden, nach 1984 jedoch schlechtere Flottenverbräuche als vorgegeben erreichte. Zu dieser Gruppe gehören u. a. *Mercedes-Benz* und *BMW*. *Mercedes-Benz* mußte in den Modelljahren 1986 und 1987 jeweils etwa \$ 20,2 Millionen Strafe wegen Nicht-Einhaltung der Standards zahlen.<sup>21)</sup>

14) Vgl. Crandall, R. W. and Graham, J. W., a.a.O., S. 99.

15) Vgl. Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B., a.a.O., S. 124.

16) Vgl. Crandall, R. W. and Graham, J. W., a.a.O., S. 101.

17) Vgl. Crandall, R. W. and Graham, J. W., a.a.O., S. 98.

18) Vgl. Mayo, J. W. and Mathis, J. E., a.a.O., S. 121.

19) Vgl. Eckhardt, J., Lektionen der Vergangenheit wurden schnell vergessen, in: Handelsblatt, Nr. 162 v. 23. 8. 1990, S. 16.

20) So etwa Crandall, R. W. and Graham, J. D., a.a.O., S. 97 und Eckhardt, J., a.a.O., S. 16.

21) Vgl. Greene, D. L., CAFE or Price?: An Analysis of the Effects of Federal Fuel Economy Regulations and Gasoline Price on New Car MPG, 1978 - 1989, in: Energy Journal, 11(3), 1990, S. 44 ff.

Eine Erklärung für dieses Verhaltensmuster könnte sein, daß *Mercedes-Benz* bei der (Über-)Erfüllung der Flottenstandards in hohem Maße von seinen Dieselmotoren abhängig war.<sup>22)</sup> In dem betrachteten Zeitraum von 1978 - 1989 stieg der Anteil von Diesel-Pkw an den Neuzulassungen von 1,10 % im Jahr 1978 auf einen Höchstwert von 6,10 % im Jahre 1981, sank bis 1984 auf 1,45 % und liegt seit 1985 ständig unter 1 %, wobei diese Fahrzeuge im Jahr 1988 fast völlig vom Markt verdrängt waren. Der Absatz von *Mercedes-Benz* Dieselfahrzeugen fiel von 38.887 im Jahre 1984 auf 1.638 im Jahre 1988 und stieg auf 9.067 im Jahr 1989. Besonders bemerkenswert ist, daß sämtliche Dieselfahrzeuge, die im Jahre 1988 verkauft wurden, von *Mercedes-Benz* stammten. Alle anderen Anbieter konnten keine Verkäufe erzielen.<sup>23)</sup> Somit wurde der Flottenverbrauch für *Mercedes-Benz* immer stärker von den Verbräuchen der Benzinfahrzeuge bestimmt und stieg entsprechend an.

Die starken Absatzrückgänge fallen zeitlich mit der Einführung bzw. der Verschärfung der Rußgrenzwerte von 0,6 bzw. 0,2 g/Meile für die Modelljahre 1982 bzw. 1986 zusammen.<sup>24)</sup> Dies könnte daran liegen, daß es den Herstellern nicht gelungen ist, entsprechend abgasgereinigte Fahrzeuge anzubieten. Für diese Vermutung spricht, daß in einer Studie über die Kosteneffektivität zukünftiger Kraftstoffeinsparungen durch die Anwendung bereits serienreifer oder im Prototyp-Stadium befindlicher Techniken der verstärkte Einsatz von Dieselmotoren ausdrücklich nicht berücksichtigt wird. Als Grund wird angegeben, daß Umweltauflagen diese Technik in Zukunft nicht mehr nutzbar machen lassen könnten.<sup>25)</sup> Sollte dies der Fall sein, erscheint das Zahlen der Strafe durch *Mercedes-Benz* weniger als daß „the company had given up trying to meet the standards, and returned to a level of fuel economy it considered more consistent with consumer demand“.<sup>26)</sup> Vielmehr dürfte die Zahlung der Strafe für *Mercedes-Benz* günstiger gewesen sein als etwa das Vermarkten von Dieselfahrzeugen gegen den Markttrend bzw. die Entwicklung von abgasgereinigten Dieselfahrzeugen für einen relativ kleinen Exportmarkt, oder sich gar vorübergehend ganz aus dem amerikanischen Markt zurückziehen.

## 5. Beurteilung der Wirksamkeit der Flottenstandards

Gegenwärtig liegt der Ölverbrauch der Vereinigten Staaten um 2 Millionen Barrel/Tag niedriger als der Verbrauch, der sich ergeben würde, wenn sich der Kraftstoffverbrauch der Autos seit 1975 nicht verringert hätte.<sup>27)</sup> Ob dieser Erfolg auf die Einführung der Flottenverbrauchsstandards oder die von 1973 - 1981 gestiegenen Kraftstoffpreise zurückzuführen ist, ist in der Literatur umstritten. Zum einen wird behauptet, daß die Flottenverbrauchsstan-

22) Vgl. *Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B.*, a.a.O., S. 118.

23) Diese Angaben wurden mir freundlicherweise vom Verband der Automobilindustrie, Frankfurt, zur Verfügung gestellt.

24) Zu den Abgasgrenzwerten vgl. *White, L. J.*, *The Regulation of Air Pollutant Emissions from Motor Vehicles*, Washington, D.C. 1982, S. 15, Tabelle 4.

25) Vgl. *Difiglio, C., Duleep, K. G. and Greene, D. L.*, *Cost Effectiveness of Future Fuel Economy Improvements*, in: *Energy Journal*, 11(1), 1990, S. 73. Dies steht im Gegensatz zu Ausführungen der deutschen Automobilindustrie, die sich durch die Ausweitung des Dieselanteils an den Neuzulassungen weitere Energieeinsparungen verspricht. Vgl. dazu Verband der Automobilindustrie (Hrsg.), *Auto 89/90*, Frankfurt 1990, S. 74.

26) *Greene, D. L.*, a.a.O., S. 46.

27) Vgl. *Difiglio, C., Duleep, K. G. and Greene, D. L.*, a.a.O., S. 72.

standards lediglich ein Ärgernis gewesen seien, da die Automobilhersteller den Kraftstoffverbrauch ihrer Fahrzeuge als Reaktion auf die gestiegenen Kraftstoffpreise gesenkt hätten. Nach dem realen Rückgang der Kraftstoffpreise seien sie zu einer zwingenden Einengung derjenigen Hersteller geworden, die die gestiegene Nachfrage nach großen Fahrzeugen befriedigen wollten.<sup>28)</sup>

Diese Aussage wird durch das Ergebnis einer empirischen Schätzung des Einflusses der Flottenverbrauchsstandards auf den Kraftstoffverbrauch in der Zeit von 1958 - 1984 gestützt.<sup>29)</sup> Darin wird folgendes Modell geschätzt:

$$(2) Q_t = \text{DIST}_t - \text{EFF}_t$$

mit  $Q_t$  = Kraftstoffverbrauch im Jahre  $t$ ,  
 $\text{DIST}_t$  = gesamte Fahrleistungen im Jahre  $t$  und  
 $\text{EFF}_t$  = Kraftstoffverbrauch der Fahrzeugflotte in mpg.

Zähler und Nenner in Gleichung (2) werden dabei wie folgt spezifiziert:

$$(3) \text{DIST}_t = f(\text{CST}_t, Y_t, \text{POP}_t, \text{CPOP}_t, \text{DIST}_{t-1})$$

und

$$(4) \text{EFF}_t = g(P_t, Y_t, \text{SPD}_t, \text{CPOP}_t, \text{CAFE}_t)$$

mit  $\text{DIST}_t$  = Fahrleistungen in Millionen Meilen,  
 $P_t$  = realer Benzinpreis für Normalbenzin in  $\phi$ /Gallone (Basisjahr 1982),  
 $Y_t$  = reales persönlich verfügbares Einkommen in Milliarden \$ (Basisjahr 1982),  
 $\text{EFF}_t$  = durchschnittlicher Flottenverbrauch aller Fahrzeuge,  
 $\text{CST}_t$  = Fahrkosten, ermittelt durch Division von  $P_t$  durch  $\text{EFF}_t$ ,  
 $\text{SPD}_t$  = durchschnittliche auf highways gefahrene Geschwindigkeit,  
 $\text{CPOP}_t$  = registrierte Autos pro Kopf,  
 $\text{POP}_t$  = Bevölkerungszahl in Millionen und  
 $\text{CAFE}_t$  = gesetzliche Flottenverbrauchsstandards für die Modelljahre 1978 - 1984 in mpg.

Ausgehend von den Gleichungen (3) und (4) wurde mit diesem Modell die Elastizität der Kraftstoffnachfrage bezüglich der Preise, des Einkommens und der Flottenstandards geschätzt. Dabei wurden folgende kurzfristigen Elastizitäten geschätzt: Preiselastizität -0,387, Einkommenselastizität -0,451 und Flottenverbrauchselastizität -0,779. Dabei ist zu beachten, daß sich die Flottenverbrauchselastizität auf eine Änderung des Verbrauchs der gesamten Flotte und nicht der jährlichen Neuzulassungen bezieht. Eine Verringerung des Gesamtflottenverbrauchs um 1 % verringert also die Kraftstoffnachfrage um -0,779 %. Insgesamt kommen die Autoren zu dem Schluß, daß die Flottenverbrauchsstandards in der Zeit von 1978 - 1984 keinen unabhängigen Einfluß auf den Flottenverbrauch (und somit auf die Kraftstoffnachfrage) ausübten, während die Preis- und Einkommensentwicklung sehr wohl die Kraftstoffnachfrage beeinflussten. Allerdings werden keine definitiven Aussagen über die Wirkungslosigkeit der Flottenverbrauchsstandards gemacht. Zur Erklärung werden folgende Argumente genannt: Zum einen sei es möglich, daß nicht-regulative Einflußfaktoren die Wirkungen der Flottenstandards überdeckt hätten, die die Standards gehabt hätten,

28) Vgl. *Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B.*, a.a.O., S. 139.

29) Zu den folgenden Ausführungen vgl. *Mayo, J. W. and Mathis, J. E.*, a.a.O., S. 213 ff.

wenn die nicht-regulativen Effekte nicht aufgetreten wären. Zum anderen könnten Vollzugsdefizite bei der Implementierung der Standards dazu geführt haben, daß sie im Hinblick auf eine Nachfragereduktion wirkungslos geblieben seien.

Für die Dominanz nicht-regulativer Einflußfaktoren sprechen die Ergebnisse einer Studie, die den Einfluß des Flottenverbrauchs neuer, sparsamer Fahrzeugmodelle auf die Benzin-nachfrage Großbritanniens im Zeitraum von 1978 - 1985 schätzt.<sup>30)</sup> Sie ermittelt eine Neuwagen-Verbrauchselastizität der Kraftstoffnachfrage von -0,093. D. h., eine Senkung des Durchschnittsverbrauchs der Neuzulassungen um 1% verringert die jährliche Kraftstoff-nachfrage um weniger als 0,1%.

Aufgrund dieser Ergebnisse wird daher in der Literatur ein Ersatz der Flottenverbrauchsstandards durch eine Erhöhung der Mineralölsteuer gefordert, um so Anreize zur Kraftstoff-einsparung zu schaffen.<sup>31)</sup>

Dem vorgenannten stehen die Ergebnisse anderer Studien entgegen, die den Flottenverbrauchsstandards einen größeren Einfluß auf die Kraftstoffnachfrage zuschreiben als anderen Faktoren. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Studien werden im folgenden dargestellt.

In einer Studie von *Crandall* und *Graham* wird der Einfluß der Flottenverbrauchsstandards auf das Fahrzeuggewicht untersucht.<sup>32)</sup> Damit soll der Einfluß des sog. „downsizing“ auf den Kraftstoffverbrauch untersucht werden. Dabei wird unterstellt, daß das Gewicht eines Fahrzeugs soweit verändert wird, bis die Kosten der Gewichtsreduktion dem Wert der Kraftstoffersparnis entsprechen. Das Gewicht eines Fahrzeugs dürfte sich somit invers zu den erwarteten Preisen für Kraftstoffe und Stahl, dem wichtigsten beim Automobilbau verwendeten Material, verhalten. Ein Hersteller wird also das Gewicht wählen, das von den erwarteten Kraftstoff- und Stahlpreisen, die vier Jahre vor Verkaufsbeginn des Fahrzeugs ermittelt worden sind, abhängt. Die Zeitverzögerung von vier Jahren ergibt sich aus dem Zeitbedarf für Entwicklung, Planung und Produktionsbeginn neuer Modelle. Dabei wird folgendes Modell geschätzt:

$$(5) \text{Log } WT_{it} = a_0 + a_j \sum_{j=1}^4 S_{ji} + a_5 \text{Log } PGASEXP(-4)_t + a_6 \text{Log } PSTEEL(-4)_t + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, n(t) \\ t = 1970, \dots, 1985 \\ \sum_{t=1979}^{1985} n(t) = 195$$

mit  $WT_{it}$  = Gewicht des Fahrzeugmodells  $i$  im Jahre  $t$ ,  
 $S_{ji}$  = Dummyvariable für die Größenklassen „compact“, „intermediate“, „fullsize“ und „luxury“,

30) Zum folgenden vgl. *Rice, Ph. and Frater, Ph.*, The demand for petrol with explicit new car fuel efficiency effects. A UK study 1977 - 86, in: *Energy Economics*, 11(2), 1989, S. 99f.

31) So auch *Crandall, R. W., Gruenspecht, H. K., Keeler, Th. E. and Lave, L. B.*, a.a.O., S. 139.

32) Zu den folgenden Ausführungen vgl. *Crandall, R. W. and Graham, J. D.*, a.a.O., S. 101ff.

$PGASEXP(-4)_t$  = der vor vier Jahren für das Jahr  $t$  erwartete Kraftstoffpreis,  
 $PSTEEL(-4)_t$  = der vor vier Jahren für das Jahr  $t$  erwartete Stahlpreis und  
 $u_{it}$  = stochastische Störgröße.

Mit diesem Modell wurden folgende Elastizitäten des Fahrzeuggewichts bezüglich des erwarteten Kraftstoffpreises geschätzt: über den Gesamtzeitraum von 1970 - 1985 ein Wert von -0,14, d. h. ein Anstieg der erwarteten Kraftstoffpreise um 1% verringerte das Fahrzeuggewicht um 0,14%. In den Jahren 1970 - 1977, d. h. vor Einführung der Flottenverbrauchsstandards liegt dieser Wert bei -0,54. In den Jahren 1970 - 1981, einem Zeitraum steigender Kraftstoffpreise, betrug er ebenfalls -0,54. Dies legt nahe, daß die Hersteller in zwei verschiedenen Zeiträumen die Fahrzeuggewichte in unterschiedlichem Maße an die erwarteten Kraftstoffpreise angepaßt haben. Um den Einfluß der Flottenverbrauchsstandards zu ermitteln, wurde das Modell um die Variable  $\text{Log } CAFE_t$  erweitert. Diese ist definiert als das Verhältnis der Flottenverbrauchsstandards des Modelljahres  $t$  dividiert durch den durchschnittlichen Verbrauch neuer Fahrzeuge des Modelljahres 1975 in Höhe von 15,79 mpg. Die Elastizität des Fahrzeuggewichts bezüglich der Flottenstandards im Zeitraum von 1970 - 1985 beträgt -0,26, die Preiselastizität sinkt auf -0,032. Dies legt nahe, daß die Gewichtsreduzierungen eine Reaktion auf die Flottenverbrauchsstandards und nicht auf die Kraftstoffpreise sind. Im Zeitraum von 1982 - 1985 haben die Preise keinerlei Einfluß auf das Gewicht.

In einer anderen Studie, die von *Greene* stammt, wird unterstellt, daß die Automobilhersteller eine Produktpalette bereitstellen müssen, die einerseits den gesetzlichen Verbrauchsvorgaben und andererseits der Nachfrage nach bestimmten Fahrzeugcharakteristika, zu denen u. a. der Kraftstoffverbrauch zählt, gerecht wird.<sup>33)</sup> Bei schwankenden Kraftstoffpreisen dürfte das Charakteristikum „Kraftstoffverbrauch“ unterschiedlich stark nachgefragt werden. Der gesetzlich vorgegebene Kraftstoffverbrauch wirkt sich dann als Restriktion auf den Hersteller aus, wenn der verkaufsgewichtete Flottenverbrauch, der sich aus der Nachfrage ergibt, über dem gesetzlich vorgegebenen Verbrauchswert liegt. Liegt der verkaufsgewichtete Kraftstoffverbrauch unter der gesetzlichen Vorgabe, erweist sich diese nicht als Restriktion.

Für den einzelnen Hersteller ergibt sich somit folgende Gleichung:

$$(6) E_m(t) = A_t + (1 - d_m B) E_m(t) + d_m B E_R(t)$$

mit  $E_m(t)$  = optimaler Flottenverbrauch für den Hersteller  $m$ ,

$A_m$  = herstellerepezifische Abweichung vom gesamten Flottenverbrauch, die durch eine Spezialisierung auf bestimmte Marktsegmente hervorgerufen werden kann,

$E_m(t)$  = Flottenverbrauch, der sich allein durch die Marktnachfrage ergibt,

$E_R(t)$  = gesetzlich vorgegebener Flottenverbrauch und

$d$  = Dummy-Variable mit  $d = 0$  für Hersteller für die der gesetzliche Flottenverbrauch keine Restriktion darstellt und  $d = 1$  für Hersteller, für die der gesetzliche Flottenverbrauch eine Restriktion darstellt.

33) Zu den folgenden Ausführungen vergleiche *Greene, D. L.*, a.a.O., S. 40ff.

Der durch die Marktnachfrage bestimmte Flottenverbrauch ist dabei von den verzögerten Kraftstoffpreisen abhängig, wobei die größte berücksichtigte Zeitverzögerung der Rüstzeit für neue Modelle, im Modell vier Jahre, entspricht. Gleichung (6) wird anhand der jährlichen verkaufsgewichteten Flottenverbräuche von 15 Herstellern und Importeuren für die Modelljahre 1978 - 1989 geschätzt. Für den Koeffizienten von  $E_R$  wird dabei ein Wert von 0,72 ermittelt, so daß der Wert des Koeffizienten von  $E_M$  0,28 beträgt. Daraus wird abgeleitet, daß die Senkung des Kraftstoffverbrauchs im wesentlichen auf die Flottenverbrauchsstandards zurückzuführen ist.

## 6. Erste Schlußfolgerungen

Aus dem zuvor Dargestellten ist zu entnehmen, daß zwar eine Abnahme des Rohölverbrauchs erfolgt ist, jedoch kontrovers diskutiert wird, ob diese Abnahme eine Reaktion auf die gesetzlichen Vorgaben oder die Preisentwicklung war. Zudem gibt es Autoren, die zwar den Flottenverbrauchsstandards eine positive Wirkung auf den Kraftstoffverbrauch zuschreiben, andererseits jedoch darauf hinweisen, daß z. B. das „downsizing“ zu einer Verringerung der Fahrzeugsicherheit und somit zu einem Anstieg der Verkehrsunfälle mit Verletzten und Todesfällen geführt habe.<sup>34)</sup> Hieraus wird deutlich, daß bisher nur einzelne externe Effekte der Automobilnutzung reguliert worden sind, ohne trade-offs zwischen den Zielen der jeweiligen Regulierung zu berücksichtigen.

Außerdem fällt auf, daß es im Gegensatz zur Diskussion über die amerikanische Abgaspolitik in der Frage des Kraftstoffverbrauchs keine Diskussion darüber gab, wem eigentlich die Externalität „Kraftstoffverbrauch“ zuzuordnen ist und welche Konsequenzen sich daraus für den Instrumenteneinsatz ergeben.<sup>35)</sup> Für den Kraftstoffverbrauch läßt sich ebenfalls eine zweigeteilte Verursachung feststellen, wie dies für Autoabgase gilt.<sup>36)</sup> Auch hier bestimmen die Autohersteller, wieviel Kraftstoff/100 km die Fahrzeuge verbrauchen und die Autofahrer, wieviel Kilometer sie fahren. Folglich müßte auch hier ein Instrumentarium eingesetzt werden, das einerseits auf die Hersteller einwirkt, um den spezifischen Verbrauch (also eine Potentialgröße) zu senken und das andererseits auf die Autofahrer einwirkt, um deren Fahrleistungen zu verringern.<sup>37)</sup> Das bisherige (tatsächlich ergriffene oder als Alternative geforderte) Instrumentarium hat bisher nur an einer der beiden Determinanten angesetzt. Dies könnte mit ein Grund für die relativ geringe Wirkung der ergriffenen Maßnahmen sowie für die Schwierigkeit sein, die Wirkungen verschiedenen Ursachen zuordnen zu können.

Für ein solches zweistufiges Vorgehen spricht, daß das Problem der Kraftstoffeinsparung nicht in erster Linie technologisch bedingt ist. Sparsame Fahrzeuge wurden nämlich bereits über das Prototypstadium hinaus entwickelt und stehen den Käufern weitgehend zur Verfügung. Das Hindernis auf dem Weg zur Energieeinsparung liegt in fehlenden Anreizen für die Hersteller, solche Fahrzeuge zu vermarkten bzw. für die Käufer, diese nachzufragen.<sup>38)</sup>

34) Vgl. *Crandall, R. W. and Graham, J. D.*, a.a.O., S. 115 f.

35) Einen Überblick über die amerikanische Externalitätendiskussion gibt *Neu, H.*, a.a.O., S. 18 ff.

36) Zu dieser zweigeteilten Verursachung der Abgasemissionen vgl. *White, L. J.*, a.a.O., S. 9.

37) Ein solcher Vorschlag zur Verringerung der Abgasemissionen findet sich bei *Neu, H.*, a.a.O., S. 172 ff.

38) Vgl. *Hughes, P.*, The role of passenger transport in CO<sub>2</sub>-reduction Strategies, in: *Energy Policy*, 19(2), 1991, S. 151.

Fraglich ist jedoch, ob eine Einbeziehung des Kraftstoffverbrauchs in die Bemessungsgrundlage der Kfz-Steuer und eine gleichzeitige Erhöhung der Mineralölsteuer um einen CO<sub>2</sub>-Aufschlag ausreichende Anreize bieten würde. Unter Berücksichtigung der Emissionskoeffizienten bei vollständiger Verbrennung von 2,33 kg CO<sub>2</sub>/l Benzin bzw. 2,63 kg CO<sub>2</sub>/l Diesel<sup>39)</sup> würde eine CO<sub>2</sub>-Abgabe in Höhe von 10 DM/t lediglich einen Aufschlag von 2,3 Pf/l Benzin und 2,6 Pf/l Diesel ergeben.

Die durch die zuvor dargestellten empirischen Schätzungen der Nachfrageelastizität bezüglich eines verringerten Flottenverbrauchs sowohl der gesamten Fahrzeugflotte als auch der Neufahrzeuge lassen die Anreizwirkungen eher gering erscheinen, da die ermittelten Elastizitäten deutlich kleiner als Eins sind. Folglich ist diese Nachfragerreaktion als unelastisch zu bezeichnen.

Ähnliches gilt für die Preiselastizität der Kraftstoffnachfrage, wie aus Tabelle 2 hervorgeht.

Tabelle 2: Überblick über Preiselastizitäten der Kraftstoffnachfrage

Studie	Land/Erhebungszeitraum Schätzmethode	Preiselastizität	
		kurzfristig	langfristig
<i>Drollas</i>	BR Deutschland 1950 - 80		
	geometric lag	-0,41	-0,82
	inverted V-lag	-0,53	-1,20
	USA 1950 - 80		
<i>Williams/Mount</i>	geometric lag	-0,35	-0,75
	inverted V-lag	-0,32	-0,70
	OECD-Länder 1960 - 75		
	pooled cross-sectional data		
	nominale Preise	-0,121	-0,730
	reale Preise	-0,112	-0,711

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus *Drollas, L. P.*, The demand for gasoline. Further evidence, in: *Energy Economics*, 6(1), 1984, S. 77, Tabelle 2 und *Williams, H. R. and Mont, R. I.*, OECD Gasoline Demand Elasticities: An Analysis of Consumer Behavior with Implications for U.S. Energy Policy, in: *Journal of Behavioral Economics*, Frühjahr 1987, S. 75, Tabelle 1.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, sind die langfristigen Elastizitäten größer als die kurzfristigen. Die Werte für die kurzfristigen Elastizitäten liegen in allen Ländern deutlich unter -1, also im unelastischen Bereich. Die Schätzungen für die langfristigen Elastizitäten klaffen jedoch auseinander. Für die OECD als auch die USA liegen die Werte ebenfalls deutlich unter -1, also im unelastischen Bereich. Für die Bundesrepublik Deutschland schwanken die Werte zwischen -0,82 und -1,20, so daß der tatsächliche Wert um -1, also um den elastischen Bereich liegen dürfte.

39) Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.), Jahresbericht 1989, Berlin 1990, S. 133.



Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß sich aus den zuvor genannten Studien sowohl kritische Einwände gegen die Vorgabe von Standards ableiten lassen, die einen gewissen „Regulierungspessimismus“ rechtfertigen, als auch Einwände gegen die Wirkung von Mineralölsteuererhöhungen („Elastizitätenpessimismus“). Als Konsequenz ergibt sich, daß zur Erreichung nachhaltiger Kraftstoffeinsparungen zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>40)</sup> auf andere Instrumente zurückgegriffen werden muß als auf Standards oder Steuern. Im folgenden werden daher als Alternativinstrument handelbare Emissionszertifikate im Verkehrssektor vorgeschlagen.

### 7. Alternativvorschlag: Handelbare Emissionszertifikate

Generell wird bei Emissionszertifikaten die tolerierbare Umweltbelastung vorgegeben. Aus dieser Immissionsbelastung werden dann die maximalen Emissionsmengen bestimmt. In Höhe dieser Emissionsmenge werden Emissionszertifikate ausgegeben, die zur Abgabe der jeweiligen Schadstoffemissionen in das betreffende Umweltmedium berechtigen. Die Emissionszertifikate können entweder kostenlos zugeteilt werden oder zu einem vorgegebenem Preis verkauft werden. Ferner sind sie handelbar. Da jeder Inhaber von Zertifikaten nur soviel Schadstoffe emittieren darf, wie er Zertifikate besitzt (d. h. entweder zugeteilt bekommen hat oder als Anfangsausstattung erwerben mußte), wird sich dann ein Handel mit diesen Zertifikaten ergeben, wenn die Anfangsausstattung einiger Emittenten größer als deren Schadstoffmenge ist und andere eine geringere Ausgangsausstattung haben, als sie zur Schadstoffemission benötigen. Auf dem Markt wird sich also ein Preis für die Zertifikate bilden. Dieser Preis wiederum veranlaßt diejenigen Emittenten zum Verkauf (Kauf) eines Zertifikats, deren Grenzkosten für die Emissionsvermeidung unter (über) dem Zertifikatspreis liegen. Die Zertifikate können ferner entweder begrenzt oder unbegrenzt gültig sein.<sup>41)</sup>

In der Literatur wurde kürzlich ein Vorschlag für eine praktikable Zertifikatslösung für CO<sub>2</sub> vorgeschlagen.<sup>42)</sup> Nach diesem Vorschlag sollen alle CO<sub>2</sub>-Emittenten in das Zertifikatssystem einbezogen werden. Wegen des mit 40 % recht hohen Anteils von Kleinemittenten (Verkehr und Hausbrand) an den Gesamtemissionen ist eine kontinuierliche und direkte Emissionsmessung nicht praktikabel. Statt dessen lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Hilfe von Emissionskoeffizienten und somit indirekt über den Brennstoffeinsatz bestimmen. Das Emissionsrecht wird in Form von unbefristet gültigen, zu lediglich einer einmaligen Emission berechtigenden Emissionsscheinen verbrieft. Nach erfolgter CO<sub>2</sub>-Emission werden die Emissionsscheine von einer noch zu schaffenden Zertifikatsbehörde eingezogen.

Als Vorteile dieser Ausgestaltungsform werden die Eigenschaft der Emissionsscheine als perfekte, beliebig teilbare Substitute mit hoher Markttransparenz und niedrigen Transaktionskosten sowie geringen Überwachungskosten genannt. Die Steuerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgt dabei durch eine periodische Neuausgabe verwendeter Emissionsscheine, so daß

40) Zu verschiedenen Reduktionszielen und deren Begründung siehe *Hughes, P.*, a.a.O., S. 149.

41) Zur allgemeinen Funktionsweise von Emissionszertifikaten siehe *Wicke, L.*, *Umweltökonomie. Eine praxisorientierte Einführung*, 2. Aufl., München 1989, S. 345 ff.

42) Zu den folgenden Ausführungen vgl. *Heister, J. und Michaelis, P.*, *Handelbare Emissionsrechte für Kohlendioxid*, in: *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Jg. 4, H. 1, 1991, S. 68 ff.

Abwertungen oder Gültigkeitsbeschränkungen nicht erforderlich sind. Zudem ist das Konzept leicht reversibel, indem die Zertifikate einfach auslaufen, statt enteignet werden zu müssen.

Im Zeitablauf werden in jeder Periode nur soviele Zertifikate neu ausgegeben, daß insgesamt gerade soviele Emissionsscheine auf dem Markt sind, wie an CO<sub>2</sub>-Emissionen für diese Periode festgelegt worden sind. Diese Zielvorgaben werden in Form eines Korridors gemacht, wobei der Zertifikatsbehörde auch über Instrumente der Feinststeuerung (etwa Offenmarktpolitik) verfügen sollte.

Die Emissionsscheine werden von Anfang an meistbietend versteigert. Dadurch wird sichergestellt, daß die Knappheitsrenten aus der Privatisierung des Rechts zur Emission von CO<sub>2</sub> der Allgemeinheit, d. h. dem Staat zufließen.

Zertifikatspflichtig ist in diesem Falle die erste Handelsstufe, also Hersteller und Importeure von fossilen Brennstoffen. Da dies eine relativ kleine Anzahl von Unternehmen ist, fällt ein relativ geringer Kontrollaufwand an. Die Emissionsscheine sind für die im Inland in Verkehr gebrachten fossilen Brennstoffe zu erwerben und innerhalb einer bestimmten Abrechnungsperiode bei der Zertifikatsbehörde einzureichen. Durch die Überwälzung der Zertifikatspreise erfolgt eine nach dem Kohlenstoffgehalt differenzierte Verteuerung der Energieträger. Diese Verteuerung signalisiert den Endverbrauchern die Knappheit der erlaubten CO<sub>2</sub>-Emissionen und veranlaßt die erwünschten Einsparungs- und Substitutionseffekte.

Dieses zuvor dargestellte Zertifikatsmodell versucht, die Vorzüge dieses Instrumentariums geschickt zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auszugestalten. Dennoch hat es einige Schwächen. Als erste Schwäche ist zu nennen, daß die Zertifikatspflicht nicht beim Endverbraucher, also dem Verursacher der CO<sub>2</sub>-Emissionen ansetzt. Damit verstößt dieses Modell gegen das Verursacherprinzip. Zweitens macht es keine Angaben darüber, wie sich etwa eine aus dem angestrebten Reduktionspfad ergebende CO<sub>2</sub>-Verringerung auf die drei Emittentengruppen Großemittenten, Verkehr und Hausbrand verteilen soll. Jede dieser Emittentengruppen dürfte andere Möglichkeiten haben, seine Emissionen zu verringern. Eines der Probleme dürften z. B. unterschiedliche Reaktionsmöglichkeiten in der kurzen bzw. langen Frist der Emittenten sein. Hinzu kommt, daß im Verkehrssektor die Emissionen nicht ausschließlich vom Hersteller oder dem Fahrer, sondern aus dem Zusammenspiel beider bestimmt wird. Insofern ist zu überlegen, ob es nicht vorteilhafter erscheint, für jede der zuvor genannten Emittentengruppen gruppenspezifische Zertifikatsmodelle (also Teilmärkte) zu schaffen. Im folgenden wird daher ein Zertifikatsmodell vorgestellt, das sich auf den Verkehrssektor beschränkt.

Der Kraftstoffverbrauch des Verkehrssektors bestimmt sich aus dem Durchschnittsverbrauch der Fahrzeugflotte mal der Fahrleistung. Innerhalb der Fahrzeugflotte muß zwischen Fahrzeugen mit Ottomotoren und Fahrzeugen mit Dieselmotoren unterschieden werden. Zur Zeit wird diskutiert, bis zum Jahr 2005 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25 % der Emissionen des Jahres 1987 zu reduzieren.<sup>43)</sup> Im Jahre 1987 wurden im Verkehrssektor insgesamt

43) Vgl. *Düngen, H. und Schmitt, D.*, *Konkurrierende Lösungen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen*, in: *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Jg. 3, H. 1, 1990, S. 253.

25,035 Millionen Tonnen Ottokraftstoffe und 15,872 Millionen Tonnen Dieseldieselkraftstoff abgesetzt,<sup>44)</sup> was zu 127 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen führte.<sup>45)</sup> Für diese Menge könnte dann ein Anpassungspfad gewählt werden, der für eine kurze Frist die CO<sub>2</sub>-Emissionen konstant hält und danach das Emissionsminderungsziel in linearen Schritten anstrebt. Für eine kurzfristige Konstanz des Emissionsvolumens sprechen die zuvor genannten Restriktionen, die es den Anbietern in einer kurzen Frist (nämlich der Rüstzeit) nicht erlauben, ihr Angebot an sparsamen Techniken drastisch auszuweiten. Sie sind vielmehr nur in der Lage, während des laufenden Modelljahres innerhalb bestimmter Grenzen die Nachfrage auf sparsame Fahrzeuge innerhalb ihrer Modellpalette umzulenken. Außerdem dürfte der Emissionsminderungseffekt wegen der zuvor genannten äußerst geringen Elastizität der Kraftstoffnachfrage bezüglich des Durchschnittsverbrauchs von Neufahrzeugen von 0,093 eher gering sein. Den Autofahrern bleibt kurzfristig nur die Möglichkeit, ihre Fahrleistung zu reduzieren oder innerhalb der Flotte sparsame Fahrzeuge auf Vielfahrer und weniger sparsame Fahrzeuge auf Wenigfahrer umzuschichten. Die kurze Frist mit konstanten CO<sub>2</sub>-Emissionen sollte daher etwa ein oder zwei Jahre betragen.

Um sicherzustellen, daß diese Vorgaben erreicht werden, muß die im Inland verbrauchte Kraftstoffmenge entsprechend gesteuert werden. Dies kann durch ein Zertifikatssystem geschehen. Danach werden Kraftstoffe nur gegen Vorlage entsprechender Gutscheine abgegeben. Die Festlegung der Anzahl der Gutscheine erfolgt dabei wie folgt: Für zunächst ein oder zwei Jahre werden so viele Gutscheine ausgegeben, wie nötig sind, um die im Jahre 1987 abgegebenen Mengen an Otto- und Dieseldieselkraftstoffen absetzen zu können. Danach verringert sich die ausgegebene Gutscheinmenge bis zum Jahr 2005 in jährlich gleichbleibenden Schritten um 25%. Die Gutscheine sind nur ein Jahr gültig. Zur Erhöhung der Flexibilität ließe sich die Gültigkeit auch auf den letzten Monat des Vorjahres und den ersten Monat des Folgejahres, also auf 14 Monate, erweitern.

Ein Markt für diese Gutscheine wird dadurch geschaffen, indem jeder Halter eine Anfangsausstattung bekommt, die dem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch pro Fahrzeug im Jahre 1987 entspricht. Im Bereich des Personenverkehrs betrug im Jahre 1987 der durchschnittliche Verbrauch eines Pkw mit Ottomotor 10,8 l/100 km und die jährliche Fahrleistung 12.000 km. Für Dieselmotoren liegen diese Werte bei 8,3 l/100 km und 18.000 km.<sup>46)</sup> Für Pkw ergibt sich somit ein Jahresverbrauch von 1.296 l Benzin bzw. 1.494 l Diesel. Bis zum Jahre 2005 würden diese Mengen auf 972 l Benzin bzw. 1.120 l Diesel sinken. Diese Anfangsausstattung könnte zur Abschöpfung von Knappheitsrenten verkauft werden. Der Preis könnte sich etwa an der zur Zeit diskutierten CO<sub>2</sub>-Abgabe von 10 DM/t also 2,3 Pf/l Benzin bzw. 2,6 Pf/l Diesel orientieren. Die Anfangsausstattung würde also für Benzin 29,80 DM und für Diesel 38,87 DM kosten. Dieser Ausgabepreis signalisiert den Erwerbenden die Knappheit des Aufnahmemediums Luft und gibt dem dann entstehenden Markt einen Ausgangspreis vor.

Der Markt kommt dadurch zustande, daß Fahrer, die entweder bei durchschnittlicher Fahrleistung mehr Kraftstoff/100 km als der Durchschnitt verbrauchen oder die bei durch-

44) Vgl. ARAL AG (Hrsg.), ARAL Verkehrstaschenbuch 1990/91, Bochum 1990, S. E289.

45) Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.), a.a.O., S. 105, Tabelle 31.

46) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.), Verkehr in Zahlen 1988, Bonn 1989, S. 275.

schnittlichem Verbrauch höhere Fahrleistungen haben, also mehr Kraftstoff (Gutscheine) benötigen, als sie als Anfangsausstattung haben, eine entsprechende Menge nachfragen, während andere Fahrer, die mehr Gutscheine haben, als sie verbrauchen, diese anbieten. Weitere Nachfrager nach Gutscheinen sind diejenigen, die sich erstmals ein Auto kaufen, während diejenigen, die ihr Fahrzeug ersatzlos stilllegen, als weitere Anbieter agieren. Durch die befristete Gültigkeit der Gutscheine werden spekulative Hortungen verhindert. Der Preis pro Zertifikat ergibt sich aus Angebot und Nachfrage. Da die Menge pro Jahr konstant ist, muß sie sich auf die jeweilige Nachfrage verteilen. Da dem Markt die Preisreaktion überlassen bleibt, sorgt er dafür, daß die Gutscheine (= Kraftstoffe) als nicht-erneuerbare Ressource in die effizienteste Verwendung fließt. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß die Preiselastizität auch langfristig gering ist.<sup>47)</sup>

Dieser Vorschlag hat mehrere Vorteile. Die Zertifikatspflicht setzt beim Autofahrer, also einem der Verursacher an. Er berücksichtigt ferner die kurzfristig geringen Möglichkeiten der Fahrzeughersteller, ein entsprechendes Angebot an sparsamen Fahrzeugen bereitzustellen. Langfristig macht er den Kraftstoffverbrauch und somit die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu einem Wettbewerbsparameter. Außerdem erlaubt er Herstellern und Fahrern über den Minde-rungspfad langfristig zu planen. Des weiteren gibt er Anreize, CO<sub>2</sub>-arme oder gar CO<sub>2</sub>-freie Antriebe (Wasserstoff) zu entwickeln oder einzuführen, da letztere nicht der Zertifikatspflicht unterliegen. Gleichzeitig gibt er aber auch den Autofahrern Anreize, langfristig entsprechend sparsame Fahrzeuge nachzufragen bzw. die weniger sparsamen Fahrzeuge weniger zu benutzen oder schneller durch sparsame Fahrzeuge zu ersetzen. Hinzu kommt, daß in der Bundesrepublik Deutschland die Ausgabe von Bezugsscheinen für Kraftstoffe im Falle von Versorgungskrisen bereits gesetzlich geregelt ist.<sup>48)</sup> Eine entsprechende Infrastruktur ist somit ansatzweise vorhanden und muß im Gegensatz zu der oben genannten Zertifikatsbehörde nicht erst geschaffen werden. Daher dürfte dieser Vorschlag dem oben genannten Zertifikatsmodell überlegen sein.

## Abstract

Corporate Average Fuel Economy Standards (CAFE) have been proposed as a means of achieving further reductions of fuel consumption and corresponding CO<sub>2</sub>-emissions. This paper describes the U.S.-CAFE program and the "guzzler tax". Then it reviews several studies about the effectiveness of the CAFE-program. It concludes that at present neither a further rise in fuel efficiency requirements nor an increase of taxes on motor fuels are sufficient to reduce the demand for gasoline and therefore to reduce CO<sub>2</sub>-emissions. Consequently, a scheme of transferable discharge permits is proposed. These transferable discharge permits are distributed in form of purchasing permits, which entitle the holder to buy a certain amount of gasoline or diesel. The permits are valid for one year and the number of permits is reduced by 25% from 1987 consumption levels by 2005 in order to achieve a 25% reduction of CO<sub>2</sub>-emissions. This scheme combines the advantages of transferable discharge permits with existing German laws which allow the distribution of purchasing permits during a supply crisis.

47) Vgl. Drollas, L.P., a.a.O., S. 79f.

48) Vgl. §§ 1 - 3 des Gesetzes zur Sicherung der Energieversorgung bei Gefährdung oder Störung der Einfuhren von Erdöl, Erdölzeugnissen oder Erdgas (Energiesicherungsgesetz 1975) vom 20. 12. 1974, in: BGBl., Jg. 1974, Teil 1, S. 3681 - 3685 und §§ 1 und 2 der Verordnung über Lieferbeschränkungen für Kraftstoffe in einer Versorgungskrise (Kraftstoff-Lieferbeschränkungs-Verordnung LBV) vom 26. 4. 1982, in: BGBl., Jg. 1982, Teil 1, S. 520 - 535.