

## Bericht

### des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (19. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung

#### Technikfolgenabschätzung

#### hier: Monitoring – „Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung im Bereich Mobilität“

Inhalt	Seite
<b>Vorwort des Ausschusses</b> .....	4
<b>Zusammenfassung</b> .....	5
<b>I. Einleitung</b> .....	9
<b>II. Zielsetzung und methodisches Vorgehen</b> .....	9
1. Die Zielsetzung .....	9
2. Die Szenarien und Rahmenbedingungen .....	10
2.1 Das Trendszenario 2020 .....	10
2.2 Das Nachhaltigkeitsszenario .....	12
2.3 Tendenzen im Zeitraum 2020 bis 2050 .....	12
3. CO <sub>2</sub> -Emissionen als Schlüsselindikator .....	12
4. Die Maßnahmenbündel .....	13
4.1 Notwendigkeit der Bündelung von Maßnahmen .....	13
4.2 Maßnahmen in den Szenarien .....	14
4.2.1 Maßnahmen im Trendszenario .....	14
4.2.2 Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario .....	14
<b>III. Verkehrsentwicklung in den Szenarien</b> .....	20
1. Trendszenario .....	20
1.1 Personenverkehr .....	20
1.1.1 Ausgangssituation .....	20
1.1.2 Verkehrsleistungen im Trendszenario 2020 .....	21
1.2 Güterverkehr .....	21
1.2.1 Ausgangssituation .....	21
1.2.2 Verkehrsleistungen im Trendszenario 2020 .....	22
2. Nachhaltigkeitsszenario .....	23
2.1 Personenverkehr .....	23

	Seite	
2.1.1	Verkehrspolitische Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	23
2.1.2	Verkehrsleistungen im Nachhaltigkeitsszenario 2020 . . . . .	25
2.2	Güterverkehr . . . . .	27
2.2.1	Verkehrspolitische Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	27
2.2.2	Verkehrsleistungen im Nachhaltigkeitsszenario 2020 . . . . .	30
<b>IV.</b>	<b>Luftverkehr</b> . . . . .	<b>31</b>
1.	Ausgangssituation . . . . .	31
2.	Trendszenario . . . . .	32
3.	Nachhaltigkeitsszenario. . . . .	32
3.1	Maßnahmen . . . . .	32
3.2	Ergebnisse . . . . .	33
4.	Ausblick. . . . .	35
<b>V.</b>	<b>Ausgewählte wirtschaftliche und soziale Folgewirkungen des Nachhaltigkeitsszenarios</b> . . . . .	<b>35</b>
1.	Verkehrsausgaben der privaten Haushalte. . . . .	35
1.1	Historische Entwicklung und Status quo. . . . .	35
1.2	Entwicklung bis 2020 . . . . .	35
2.	Ökonomische Rückwirkungen von Preiserhöhungen im Straßengüterverkehr. . . . .	37
<b>VI.</b>	<b>Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen</b> . . . . .	<b>39</b>
1.	Berechnungsgrundlagen . . . . .	39
1.1	Berechnungsmodell . . . . .	39
1.2	Straßenverkehr. . . . .	40
1.3	Schienenverkehr . . . . .	40
1.4	Binnenschifffahrt . . . . .	40
1.5	Luftverkehr . . . . .	42
1.6	Bereitstellung von Kraftstoffen und Strom (Energetische Vorketten). . . . .	42
2.	Ergebnisse . . . . .	42
2.1	Straßenverkehr. . . . .	42
2.2	Schienenverkehr . . . . .	42
2.3	Binnenschifffahrt . . . . .	45
2.4	Luftverkehr . . . . .	45
2.5	Gesamtverkehr. . . . .	45
<b>VII.</b>	<b>Tendenzen im Zeitraum 2020 bis 2050</b> . . . . .	<b>46</b>
1.	Personenverkehr . . . . .	46
2.	Güterverkehr . . . . .	47
3.	Technische Potenziale zur Reduktion von Energieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen . . . . .	48

	Seite
<b>VIII. Zur Kompatibilität verkehrspolitischer Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung mit Verfassungs- und Europarecht</b> .....	50
1. Erhöhung der Mineralölsteuer .....	50
1.1 Verstoß gegen Grundrechte .....	50
1.1.1 Verstoß gegen die Berufsfreiheit, Artikel 12 Abs. 1 GG .....	50
1.1.2 Verstoß gegen das Gleichheitsgrundrecht, Artikel 3 Abs. 1 GG .....	51
1.1.3 Verstoß gegen die allgemeine Handlungsfreiheit, Artikel 2 Abs. 1 GG .....	51
1.2 Verstoß gegen Europarecht .....	52
1.3 Fazit .....	52
2. Abschaffung der Entfernungspauschale .....	52
2.1 Verstoß gegen die Berufsfreiheit, Artikel 12 Abs. 1 GG .....	52
2.2 Fazit .....	53
3. Einführung einer Straßennutzungsgebühr für Lkw .....	53
3.1 Verstoß gegen Europarecht .....	53
3.1.1 Mautpflichtige Fahrzeuge .....	53
3.1.2 Mautpflichtige Straßen .....	54
3.1.3 Eurovignette .....	54
3.1.4 Höhe der Lkw-Maut .....	54
3.2 Verfassungsrechtliche Zulässigkeit .....	57
3.2.1 Finanzverfassungsrechtliche Aufwendungen .....	57
3.2.2 Grundrechtliche Zulässigkeit der Lkw-Maut .....	57
3.3 Fazit .....	58
4. Lenkende Maßnahmen im Luftverkehr .....	59
4.1 Kerosinsteuer .....	59
4.1.1 Vereinbarkeit mit Verfassungsrecht .....	59
4.1.2 Vereinbarkeit mit Gemeinschaftsrecht .....	59
4.1.3 Vereinbarkeit mit internationalem Recht .....	59
4.2 Emissionsabgabe .....	59
4.2.1 Vereinbarkeit mit Verfassungsrecht .....	59
4.2.1 Vereinbarkeit mit Gemeinschaftsrecht .....	60
4.2.3 Vereinbarkeit mit Völkerrecht .....	60
4.3 Fazit .....	61
<b>Literatur</b> .....	62
1. In Auftrag gegebene Gutachten .....	62
2. Weitere Literatur .....	62
<b>Anhang</b> .....	65
1. Tabellenverzeichnis .....	65
2. Abbildungsverzeichnis .....	65

**Vorwort des Ausschusses**

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hat im Dezember 2000 die Durchführung eines langfristigen Monitorings zu Aspekten und Problemen einer „nachhaltigen Energieversorgung“ beschlossen und das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) u. a. mit der Analyse „Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung im Bereich Mobilität“ beauftragt.

Der vorliegende Sachstandsbericht untersucht die möglichen Auswirkungen verschiedener politischer Instrumente und Maßnahmenbündel im Hinblick auf eine mittel- und langfristige nachhaltige Verkehrsentwicklung.

Im Mittelpunkt der Analyse steht die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit und vor allem die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auf der Basis von Trend- und Nachhaltigkeitsszenarien bis zum Jahre 2020 und qualitativen Überlegungen zu möglichen Entwicklungen bis zum Jahre 2050 wird die Wirksamkeit verkehrsverlagernder, transportvermeidender und die Fahrzeugtechnik verbessernder Maßnahmen betrachtet.

Wirtschaftliche und soziale Folgewirkungen der Maßnahmenbündel werden anhand ausgewählter Beispiele skizziert und die Vereinbarkeit verkehrspolitischer Maßnahmen mit dem Europarecht untersucht.

Berlin, 8. April 2003

**Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung**

**Ulrike Flach, MdB**  
Ausschussvorsitzende, Berichterstatterin

**Axel E. Fischer, MdB**  
Berichterstatter

**Ulla Burchardt, MdB**  
Stellvertretende Vorsitzende, Berichterstatterin

**Hans-Josef Fell, MdB**  
Berichterstatter

## Zusammenfassung

### Zielsetzung und Methodik

Ziel dieses Berichtes im Rahmen des Monitoring „Nachhaltige Energieversorgung“ ist es, Instrumente und Maßnahmen zu analysieren, mit denen mittel- und langfristig erreicht werden kann, dass auch das Verkehrssystem einen signifikanten Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leistet.

Die große Bedeutung, die dem Verkehrsbereich in diesem Kontext zukommt, wird durch die folgenden Zahlen verdeutlicht: Auf den Verkehrssektor entfällt derzeit in Deutschland ein Anteil am Endenergieverbrauch von 30% (Industrie 26%, Haushalte und Kleinverbraucher 44%). Dieser Anteil hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Im Jahr 1970 betrug er in Westdeutschland noch 17%, 1991 im vereinten Deutschland 26%. Bezogen auf den Mineralöleinsatz liegt der Anteil des Verkehrs derzeit bei rund zwei Dritteln. Neben dieser Bedeutungszunahme im Vergleich zu den anderen Energieverbrauchern weist der Verkehrssektor – als einziger Bereich – gegenüber dem Jahr 1991 noch Steigerungen der absoluten Energieverbrauchsmengen auf.

Eine wirksame Verkehrsbeeinflussung kann grundsätzlich nicht durch ein einzelnes Instrument oder durch wenige Instrumente erreicht werden. Vielmehr ist hierfür ein abgestimmtes Bündel von Maßnahmen aus allen verkehrspolitischen Bereichen (Investitionspolitik, Preispolitik, Ordnungspolitik, organisatorische Maßnahmen, Öffentlichkeitsarbeit) notwendig. Dadurch wird gewährleistet, dass die Erreichung der angestrebten Ziele nicht durch gegenläufige Wirkungen behindert wird. Die Wirkungen einzelner Maßnahmen müssen sich ergänzen und gegenseitig verstärken. Solche Synergieeffekte wiederum gestatten es, die Intensität von einzelnen Maßnahmen, z. B. der Preispolitik, vergleichsweise gering zu halten und damit Anpassungsschocks zu begrenzen.

Zur quantitativen Analyse der Wirkungen solcher Maßnahmenbündel werden ein Trendszenario und ein Nachhaltigkeitsszenario bis 2020 definiert. Für den Zeitraum 2020 bis 2050 werden lediglich qualitative Überlegungen angestellt.

Überwiegend besteht heute Konsens, dass bei „nachhaltiger Entwicklung“ die Ziele ökologische Verträglichkeit, wirtschaftliche Effizienz und soziale Gerechtigkeit gemeinsam zu realisieren sind. Aus Gründen der Praktikabilität ist hier jedoch die Analyse zunächst auf die ökologische Dimension – mit dem Leitindikator CO<sub>2</sub>-Emissionen – fokussiert. Ökonomische und soziale Aspekte werden als Folgeprobleme analysiert.

### Verkehrsentwicklung in den Szenarien

#### Trendszenario

Im Trendszenario wird die Verkehrsentwicklung, abhängig von den sozio-ökonomischen und demographischen Leitdaten, unter der Annahme prognostiziert, dass die heutige Verkehrspolitik auf allen beteiligten Ebenen im Wesentlichen beibehalten wird. Es wird als Referenzfall für das Nachhaltigkeitsszenario zugrunde gelegt.

#### Personenverkehr

Für die Verkehrsentwicklung im Trendszenario sind die getroffenen Annahmen für die Kraftstoffpreise von besonderer Bedeutung. Der reale Abgabepreis für Vergaserkraftstoff steigt im Trend von 1997, dem Basisjahr, bis 2020 um 28% auf 2,07 DM (1,06 Euro)/l. Bei Diesel ist die prozentuale Steigerung aufgrund der niedrigeren Ausgangsbasis deutlich höher und beträgt 46% (1,81 DM [0,93 Euro]/l).

Die gesamten Personenverkehrsleistungen nehmen zwischen 1997 und 2020 von 997 Mrd. Personenkilometer auf 1 272 Mrd. Personenkilometer zu. Dies bedeutet eine Steigerung um rund 28%. Die bei weitem größte Steigerung hat unter den Verkehrsarten der Luftverkehr (unter Zugrundelegung des Standortprinzips) aufzuweisen, dessen Leistungen auf mehr als das Zweieinhalbfache zunehmen. Unter den bodengebundenen Verkehrsarten hat der motorisierte Individualverkehr mit 28% die größte Zunahme aufzuweisen. Für die Eisenbahn wird ein Wachstum der Verkehrsleistung von 22% erwartet. Für den Öffentlichen Straßenpersonenverkehr wird eine leichte Abnahme (7%) vorausgeschätzt. Auch für den nicht motorisierten Verkehr (zu Fuß, Fahrten mit dem Fahrrad) wird eine geringe Verminderung (um 4%) vorausgeschätzt.

#### Güterverkehr

Hier ist besonders hervorzuheben, dass im Straßengüterverkehr eine Straßenmaut von 0,15 DM (0,08 Euro)/Fzkm für schwere Lkw auf Bundesautobahnen angenommen wird.

Im Trend wird eine Steigerung der Verkehrsleistung insgesamt um 66% erwartet. Der Straßengüterfernverkehr wächst um 93%. Eine zwar deutlich niedrigere, aber immer noch beachtliche Steigerung von 50% wird bei den Verkehrsleistungen der Binnenschifffahrt prognostiziert, die Verkehrsleistungen bei der Bahn wachsen um 30%. Auffällig bei der Bahn sind bei insgesamt unterdurchschnittlichem Verkehrswachstum die enormen Steigerungsraten des kombinierten Verkehrs; aufkommens- wie auch leistungsmäßig wird sich der kombinierte Verkehr verdoppeln und damit noch stärker wachsen als der Straßengüterfernverkehr.

#### Nachhaltigkeitsszenario

Im Nachhaltigkeitsszenario werden die Möglichkeiten ausgelotet, durch ein geeignetes Spektrum von Maßnahmen – bei konstant gehaltenen sozio-demographischen und sozio-ökonomischen Rahmendaten – die im Referenzfall (Trendszenario) ermittelten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern.

Es werden Einzelmaßnahmen aus verschiedenen Politikbereichen zu effizienten Maßnahmenbündeln zusammengefasst, die verkehrsverlagernde (Veränderung des Modal Split zugunsten umweltverträglicherer Verkehrsabläufe), transportvermeidende (wie Ausschöpfung der Rationalisierungspotenziale) sowie die Technik der Fahrzeuge verbessernde (wie Energieeinsparung) Wirkungen haben. Ein verstärkter Einsatz alternativer Antriebe (Brennstoffzelle und Kraftstoffe) soll durch gezielte Förderung erreicht werden.

Das wichtigste Element des Nachhaltigkeitsszenarios ist die Verkehrsverlagerung. Hier wird ein gegenüber dem Trendfall alternativer, fiskal- und verkehrspolitischer Rahmen definiert, der die Wettbewerbssituation der mit dem Straßenverkehr (motorisierter Individualverkehr und Straßen-

güterverkehr) konkurrierenden Verkehrsträger (Öffentlicher Straßenpersonenverkehr, Eisenbahn und nicht motorisierter Verkehr im Personenverkehr bzw. Eisenbahn und Binnenschifffahrt im Güterverkehr) erheblich verbessert.

#### Personenverkehr

Folgende Maßnahmen sind zentral für die Verkehrsentwicklung im Nachhaltigkeitsszenario:

- Zunahme beim Abgabepreis für Vergaserkraftstoff im Zeitraum von 1997 bis 2020 um 3 % p. a. Dies entspricht einer realen Verdoppelung.
- Kerosinsteuer orientiert an den durchschnittlichen Mineralölsteuersätzen für Dieseltreibstoff im Straßenverkehr der EU. 2020 liegt der durchschnittliche Literpreis dann bei rund 1,00 DM (0,51 Euro) real.
- Emissionsabgabe auf den CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Ausstoß im Luftverkehr (0,63 DM [0,32 Euro] je kg CO<sub>2</sub> und 150,00 DM [76,69 Euro] je kg NO<sub>x</sub> in 2010),
- vollständige Abschaffung der Pendlerpauschale,
- verstärkte Parkraumbewirtschaftung in Städten und Ballungsgebieten.
- Tempolimit im Straßenpersonenverkehr: Höchstgeschwindigkeit auf Bundesautobahnen 120 km/h, auf anderen Überlandstraßen 80 km/h,
- obligatorische Schulung der Fahrzeugführer in energie-sparender, umweltschonender Fahrweise.

Die über alle Verkehrsarten zusammengefassten Verkehrsleistungen vermindern sich im Nachhaltigkeitsszenario gegenüber der Trendentwicklung um 6 %, die des motorisierten Individualverkehrs gehen um 14 % zurück. Eisenbahn und öffentlicher Straßenpersonenverkehr steigen um jeweils rund ein Drittel, auch der nicht motorisierte Verkehr legt gegenüber dem Trendszenario um rund ein Drittel zu. Im Luftverkehr ergibt sich ein Rückgang der Verkehrsleistungen gegenüber der Trendentwicklung von rund 20 %; gegenüber dem Stand von 1997 bedeutet dies immer noch einen Anstieg von etwa 160 %.

Damit die angestrebte Verkehrsverlagerung erreicht werden kann, ist entscheidend, dass das Angebot der öffentlichen Verkehrsarten sowie des nicht motorisierten Verkehrs qualitativ und quantitativ so ausgebaut wird, dass die Aufnahmefähigkeit dieser Systeme für verlagerte Fahrten vom Pkw gewährleistet wird und darüber hinaus auch ein eigener „pull“-Effekt vom öffentlichen und vom nicht motorisierten Verkehr ausgehen kann.

#### Güterverkehr

Zentrale Maßnahmen im Güterverkehr sind:

- Die Mineralölsteuer auf Dieselmotorkraftstoff wird dem Steuersatz auf Vergaserkraftstoffe angeglichen. Der Tankstellenabgabepreis beträgt 3,28 DM (1,68 Euro)/l (real).
- Es wird eine fahrleistungsabhängige Maut auf dem gesamten Straßennetz und für alle Lkw erhoben. Im Zeitverlauf steigend sind 2020 für Lkw von 3,5 bis 12 t zulässigem Gesamtgewicht: 0,40 DM (0,20 Euro)/Fzkm, für Lkw von 12 bis 18 t: 0,60 DM (0,31 Euro)/Fzkm und für Lkw von 18 bis 40 t: 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm zu bezahlen.

Hinzu kommen:

- Verstärkte Kontrolle bestehender Geschwindigkeitsbegrenzungen und Überholverbote für Lkw auf Bundesfernstraßen,
- verschärfte Überwachung der Vorschriften zu Lenk- und Ruhezeiten,
- Einbau von nicht manipulierbaren Fahrtenschreibern und Temporeglern,
- weitere Liberalisierung des europäischen Eisenbahnmärktes,
- Engpassbeseitigung im Netz der Eisenbahnen und in den Umschlagzentren für den kombinierten Verkehr, erhöhte Durchlassfähigkeit der Strecken und generelle Verkürzung der Transportzeiten.

Die gesamte Güterverkehrsleistung sinkt im Nachhaltigkeitsszenario gegenüber dem Trend nur leicht um 2,6 %, gegenüber dem Stand von 1997 bedeutet das immer noch eine Zunahme um über 60 % bzw. von durchschnittlich 2,1 % jährlich. Bemerkenswert an dieser Entwicklung ist, dass die Verkehrsleistungen damit auch im Nachhaltigkeitsszenario bei Umsetzung intensiver preispolitischer Maßnahmen stärker zunehmen als das Bruttoinlandsprodukt. Das Ziel einer Entkoppelung des Güterverkehrswachstums vom Wirtschaftswachstum bis 2020 ist daher kaum erreichbar.

Transportverlagerungs- und -vermeidungseffekte führen beim Straßengüterfernverkehr zu einer Verringerung der Verkehrsleistung um fast ein Fünftel gegenüber dem Trend. Das Verminderungspotenzial von 83 Mrd. tkm beim Straßengüterfernverkehr wirkt sich am stärksten bei der Bahn aus. Gegenüber dem Trendszenario kann sie noch einmal um 45 Mrd. tkm auf 140 Mrd. tkm zulegen. Bezogen auf das Basisjahr 1997 wäre das fast eine Verdoppelung der Verkehrsleistungen. Gelingt es mittel- und langfristig nicht, die vielfältigen Mängel und Defizite gerade im Güterverkehr der DB AG deutlich zu reduzieren, dann sind die im Nachhaltigkeitsszenario für die Bahn ermittelten Verkehrsmengen allerdings Makulatur.

Aus den Verlusten des Straßengüterfernverkehrs ergibt sich für die Binnenschifffahrt im Saldo nur ein deutlich geringerer Zuwachs von 13 Mrd. tkm, dies entspricht einem Anstieg der Verkehrsleistungen von knapp 15 %. Im Luftverkehr sinken die Frachtverkehrsleistungen um etwa 27 % gegenüber dem Trend. Dies bedeutet aber – ebenso wie im Personenverkehr – eine Zunahme gegenüber dem Stand von 1997 von etwa 160 %.

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen

Trendszenario

Im Trendszenario steigen die gesamten Kohlendioxidemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland inklusive des von Deutschland ausgehenden Flugverkehrs zwischen 1997 und 2020 um 13 %. Dieser Anstieg ist fast ausschließlich eine Folge der Zunahme des Lkw- und Flugverkehrs. Während die Sektoren Straßen- und Schienenverkehr gegenüber 1997 etwa unveränderte Kohlendioxidemissionen aufweisen, der Anstieg des Binnenschiffsverkehrs wegen seiner insgesamt geringen Bedeutung in der Gesamtschau nicht ins Gewicht fällt, nimmt der Luftverkehr um 139 % zu. Damit steigt der Anteil des Luftverkehrs an den Gesamt-

emissionen des motorisierten Verkehrs von 9 % im Jahr 1997 auf 19 % in 2020. Der CO<sub>2</sub>-Anteil des Personenverkehrs auf der Straße an den gesamten Kohlendioxidemissionen des Verkehrs verringert sich im gleichen Bezugsraum von 60 % auf 45 %, der Anteil des Straßengüterverkehrs erhöht sich von 26 % auf 31 %.

#### Nachhaltigkeitsszenario

Im Nachhaltigkeitsszenario vermindern sich die Kohlendioxidgesamtemissionen des motorisierten Verkehrs zwischen 1997 und 2020 um etwa 20 %. Dabei wird eine höhere Minderung in einzelnen Sektoren durch den Luftverkehr zum Teil wieder ausgeglichen.

So reduzieren sich im Straßenverkehr unter den Randbedingungen des Nachhaltigkeitsszenarios die Kohlendioxidemissionen um knapp 30 %. Im Luftverkehr steigen sie (um etwa 50 %) dagegen kräftig an. Damit erhöht der Luftverkehr seinen Anteil an den CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen von 9 % im Jahr 1997 auf 17 % in 2020. Der Anteil des Personenverkehrs auf der Straße an den gesamten Kohlendioxidemissionen des Verkehrs verringert sich im gleichen Zeitraum von 60 % auf 40 %; der Anteil des Straßengüterverkehrs erhöht sich von 26 % auf 36 %.

Beim Schienenverkehr nehmen die CO<sub>2</sub>-Emissionen trotz hoher Zuwachsraten bei den Verkehrsleistungen (rund 60 % im Personen- und 90 % im Güterverkehr) geringfügig (um 6 %) ab. Dies ist in erster Linie eine Folge des unterstellten, relativ hohen Einsatzes von regenerativer Energie („Solares Langfristszenario“) in der Stromproduktion.

#### Wirtschaftliche und soziale Folgewirkungen

Die gesamten Ausgaben der Haushalte für Verkehrsleistungen steigen im Trend von 1997 bis 2020 um 21 % auf 350 Mrd. DM (178,9 Mrd. Euro). Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme um 0,8 %, die weit unter der mittleren Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes (knapp 2 %) liegt. Damit ergibt sich eine unterdurchschnittliche Zunahme der Verkehrsausgaben innerhalb des gesamten Ausgabenbudgets der privaten Haushalte.

Im Nachhaltigkeitsszenario 2020 steigen die Verkehrsausgaben gegenüber der Trendentwicklung um 7 % auf 374 Mrd. DM (191,2 Mrd. Euro) an. Bezogen auf das Ausgangsjahr 1997 ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 1,1 %. Auch mit dieser Steigerung dürfte die Zunahme der Verkehrsausgaben gemessen am gesamten Ausgabevolumen der privaten Haushalte noch unterdurchschnittlich verlaufen.

Die vor allem bei den Kraftstoffen zugrunde gelegten Verteuerungen werden also zu einem großen Teil durch die Reduktion der Verbrauchswerte kompensiert. Auf diese Weise wird u. a. durch die Preispolitik eine technische Entwicklung mit angestoßen, die über eine verbesserte Energieverwertung auch zu einer Begrenzung der Kostenerhöhung führt.

Die Transportkosten des Straßengüterfernverkehrs sind im Nachhaltigkeitsszenario 2020 um etwa 35 bis 40 % höher als im Trendszenario. Dennoch erhöht dies die Kostenbelastung der Wirtschaft nur um rund 0,5 %. Nur wenige Wirtschaftssektoren sind von Transportkostensteigerungen derart betroffen, dass spürbare wirtschaftliche Folgen sind

befürchten sind, z. B. der Baustoffsektor (Kostenanteil: 13,6 %), Forstwirtschaft/Fischerei (5,5 %), Nahrungsmittel (6 %), Papier und Pappe (4,9 %), Holzbearbeitung (4,4 %), Glaswaren (4,1 %), chemische Erzeugnisse (3,9 %) sowie der Verkehrsbereich selbst.

Die Befürchtung, der Wirtschaftsstandort Deutschland werde durch Transportkostenerhöhungen im hier unterstellten Umfang gefährdet, ist daher unbegründet. Diese Gefahr ist umso weniger gegeben, als Verteuerungen des Straßenverkehrs ohnehin nur Sinn machen, wenn in allen EU-Ländern vergleichbare (preisliche) Rahmenbedingungen gelten. Zudem dürften sie auch nur auf der EU-Ebene, wie die vergangenen Erfahrungen belegen, durchsetzbar sein.

#### Tendenzen im Zeitraum 2020 bis 2050

Quantitative Aussagen über die Verkehrsentwicklung im Zeitraum 2020 bis 2050 sind äußerst spekulativ. Dennoch sind langfristig orientierte Aussagen hinsichtlich des Langfristzieles „Nachhaltige Entwicklung“ wünschenswert. Daher werden hier einige qualitative Überlegungen zu möglichen Entwicklungen bis 2050 skizziert.

Es zeigt sich, dass ein möglicher Rückgang der Personenverkehrsleistung nicht so signifikant ausfallen dürfte, dass eine wesentliche Annäherung an das Nachhaltigkeitsziel für 2050 (Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % gegenüber dem Stand von 1990) im Personenverkehr gewissermaßen im Selbstlauf zu erreichen wäre. Daher werden auch nach dem Jahre 2020 Maßnahmen zur Beeinflussung und Gestaltung des Verkehrs notwendig sein.

Der Beitrag von Verhaltensänderungen der Verkehrsteilnehmer zu einem „nachhaltigen“ Verkehrssystem wird vermutlich auch nach dem Jahr 2020 begrenzt bleiben. Der größere Teil der Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen wird auch in der ferneren Zukunft durch technische Verbesserungen erbracht werden müssen. Dazu wird es zwingend notwendig sein, die technischen Möglichkeiten, den Verbrauch von fossiler Energie einzuschränken, soweit wie möglich auszuschöpfen. Ohne eine begleitende Preispolitik als Anreiz, energiesparende Technik zu verwenden, dürfte dies kaum möglich sein.

Die Tendenzen zur Globalisierung und Internationalisierung von Produktion und Handel als auch zur nationalen und internationalen Intensivierung der Arbeitsteilung setzen sich auch nach 2020 fort. Dies führt unmittelbar zu einer Steigerung der Transportintensität des Wirtschaftssystems und bewirkt einen weiteren Anstieg der Verkehrsleistungen. Auf den Güterverkehrsmärkten sind nach 2020 keine autonomen Entwicklungen absehbar, die signifikant zu einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen würden. Inwieweit technische Entwicklungen (Antriebstechniken, erneuerbare Energieträger) einen signifikanten Beitrag liefern könnten, bleibt abzuwarten. Daher erscheint es angebracht, die preispolitischen Maßnahmen des Nachhaltigkeitsszenarios – eventuell in gesteigerter Intensität – auch nach 2020 auf die Güterverkehrsmärkte einwirken zu lassen.

Auch für die technischen Potenziale zur Verringerung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen gilt, dass Aussagen für den Zeitraum nach 2020 nicht unproblematisch sind. Zur Erreichung der Emissionsziele ist eine erhebliche Effizienzsteigerung – verbesserter Motorenwirkungsgrad, Downsizing von Fahrzeugen und Motoren, Energierück-

gewinnung, Elektromotoren, Verzicht auf Komfortsteigerungen – mit dem Ziel des „1-Liter-PKW“ erforderlich. Gleichzeitig ist der verstärkte Einsatz regenerativer bzw. kohlenstoffarmer Energieträger unverzichtbar. Kurz- und mittelfristig könnte der Ersatz von Otto- bzw. Dieselmotoren durch Erdgas sinnvoll sein. Bioenergieträger (Biodiesel, Pflanzenöle, Bioethanol oder Biogas) und der Einsatz regenerativ erzeugten Stroms, direkt und via regenerativem Wasserstoff in Verbindung mit Brennstoffzellen, bieten Potenziale zur Emissionsminderung im Verkehr.

### **Kompatibilität verkehrspolitischer Maßnahmen mit Verfassungs- und Europarecht**

Verfassungsrechtlich ist das Verhältnis zentraler fiskal- und preispolitischer Maßnahmen, wie sie im Zusammenhang mit dem Nachhaltigkeitsszenario diskutiert werden, zu Artikel 12 Abs. 1 GG (Berufsfreiheit) besonders problematisch. Was das europäische Sekundär-, aber auch das europäische Primärrecht betrifft, so wird der Spielraum für einen Instrumenteneinsatz auf nationaler Ebene immer geringer.

#### Mineralölsteuererhöhung

Eine schrittweise Erhöhung der Mineralölsteuer auf real 2,34 DM (1,20 Euro) pro Liter Vergaserkraftstoff und Diesel bis zum Jahr 2020 kann durch Bundesgesetz und ohne Zustimmung des Bundesrates geregelt werden. Die damit verbundenen Beeinträchtigungen in den Grundrechten aus Artikel 12 Abs. 1 (Berufsfreiheit), Artikel 3 Abs. 1 (Gleichheitsgrundrecht) und Artikel 2 Abs. 1 (allgemeine Handlungsfreiheit) GG können unter den genannten Voraussetzungen gerechtfertigt werden. Europarechtliche Vorgaben stehen der Regelung nicht entgegen.

#### Abschaffung der Entfernungspauschale

Der Bundesgesetzgeber verfügt über die Gesetzgebungskompetenz für die Abschaffung der Entfernungspauschale für Pendler. Eine solche gesetzliche Regelung würde der Zustimmung des Bundesrates bedürfen. Jedoch stellt die Abschaffung der Entfernungspauschale einen Eingriff in die Berufsausübungsfreiheit gemäß Artikel 12 Abs. 1 GG dar. Dieser Eingriff wäre nicht gerechtfertigt und insoweit verfassungswidrig.

#### Einführung einer Straßennutzungsgebühr für Lkw

Aus der Wegekostenrichtlinie ergeben sich strenge Anforderungen an die Zulässigkeit einer Lkw-Maut. Sie gilt für Lkw ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 12 t. Eine Lkw-Maut für schwere Lkw darf grundsätzlich nur für die Benutzung von Autobahnen erhoben werden. Aus Sicherheitsgründen ist eine Ausdehnung der Mautpflicht für ein-

zelne Strecken des sonstigen Straßennetzes ausnahmsweise zulässig.

Die Berechnung der Abgabenhöhe muss sich an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen orientieren. Externe Kosten dürfen nicht einbezogen werden. Nach den hier vorliegenden Eckdaten betragen die jährlichen Kosten des Bundes hierfür etwa 9,8 Mrd. DM (4,9 Mrd. Euro) pro Jahr. Geht man unter Berücksichtigung der jährlichen Verkehrsleistung schwerer Lkw davon aus, dass 0,01 DM (0,005 Euro)/Fzkm ein jährliches Mautaufkommen von rund 240 Mio. DM (122,7 Mio. Euro) bewirkt, sind die jährlichen Kosten des Bundes durch eine Mautgebühr von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm gedeckt. Eine wesentliche Überschreitung der Höhe, insbesondere die zu prüfende Abgabenhöhe von 0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm, ist europarechtlich unzulässig.

Gegenüber der verbleibenden Lkw-Maut in Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm bestehen keine grundlegenden verfassungsrechtlichen Bedenken. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass es aus grundrechtlicher Sicht problematisch erscheint, wenn mit der Lkw-Maut ausschließlich das Ziel der Anlastung der Wegekosten verfolgt wird. Die Transporteure müssten die gesamten Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen tragen, obwohl sie nicht alleine die Kosten verursachen. Deswegen müssen noch weitere Ziele (Schaffung von finanziellen Anreizen zum Verzicht auf Transportvorgänge, zur Vermeidung von Leerfahrten oder zur Verlagerung von Transportvorgängen von der Straße auf die Schiene bzw. Wasserstraße) angestrebt werden. Mit der Verwirklichung der Ziele könnte ein Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung, zum Umweltschutz und zur Entlastung der Straßen geleistet werden. Die Verfolgung anderer Ziele dürfte aus europarechtlicher Sicht solange unschädlich sein, soweit die Höhe der Lkw-Maut nach den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen berechnet wurde.

#### Lenkende Maßnahmen im Luftverkehr

Die Einführung einer Kerosinsteuer wäre nach nationalem Recht und dem Chicagoer Abkommen möglich, würde aber gegen zahlreiche bilaterale Luftverkehrsabkommen und gegen das geltende Europarecht verstoßen.

Eine Emissionsabgabe könnte aus nationaler Sicht eingeführt werden, auch völkerrechtliche Vorschriften stünden dem nicht entgegen. Inwieweit europarechtliche Vorschriften einer Emissionsabgabe entgegenstehen, ist umstritten. Der EuGH vertritt wohl die Ansicht, eine solche Abgabe wäre europarechtswidrig.

Insofern erscheint die Einführung sowohl der Kerosinsteuer als auch der Emissionsabgabe auf europäischer Ebene als erfolgversprechender Weg.

## I. Einleitung

Nachhaltige Energieversorgung ist seit langem ein Schwerpunkt des Arbeitsprogramms des TAB. Neuere Beispiele für Untersuchungen des TAB zu dieser Thematik sind die Projekte „Brennstoffzellen-Technologie“ (TAB-Arbeitsbericht Nr. 67), „Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung“ (TAB-Arbeitsbericht Nr. 69), „Bioenergieträger und Entwicklungsländer“ (TAB-Arbeitsbericht Nr. 73) und „Kernfusion“ (TAB-Arbeitsbericht Nr. 75).

Mit der im Juni 2000 getroffenen Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen zur Befristung der künftigen Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke hat die Diskussion um strategische Optionen für eine langfristig tragfähige zukünftige Energieversorgung in Deutschland noch an Dringlichkeit und Bedeutung gewonnen. Das TAB hat sich in seinem im Dezember 2000 veröffentlichten Bericht zum Projekt „Elemente einer Strategie für eine nachhaltige Energieversorgung“ mit solchen Optionen befasst. Dabei stehen die Bemühungen zur Einsparung von Energie und die verstärkte Nutzung der bedeutenden Potenziale der regenerativen Energieträger im Vordergrund. Analysiert werden in diesem Bericht aber auch die Möglichkeiten und Probleme eines verstärkten Einsatzes fossiler Energieträger, vor allem von Erdöl und Erdgas. Großes Gewicht wird auf die Herausarbeitung besonders untersuchungsbedürftiger Fragestellungen gelegt, unter anderem im Problemfeld „Rahmenbedingungen und Instrumente für eine nachhaltige Energieversorgung.“

Ausgehend von den Ergebnissen dieses Projekts hat das TAB dem Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages vorgeschlagen, ein langfristiges Monitoring zu wichtigen Aspekten und Problemen einer „Nachhaltigen Energieversorgung“ zu beschließen. Weiter wurde vorgeschlagen, als erste Studie in diesem Rahmen eine Untersuchung zur Thematik „Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung“ durchzuführen und diese Untersuchung im Wesentlichen auf die Analyse und Bewertung von Maßnahmenbündeln für das Aktivitätsfeld „Mobilität“ zu konzentrieren. Diese Vorschläge wurden unterstützt von der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“, die das TAB um Beiträge zu ihrer Arbeit, insbesondere bei der Behandlung der Instrumentenproblematik, gebeten hatte.

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung stimmte in seiner Sitzung vom 6. Dezember 2000 den Vorschlägen des TAB zu.

Im Mittelpunkt des hiermit vorgelegten ersten Monitoring-Berichts zum Komplex „Nachhaltige Energieversorgung“<sup>1)</sup> steht die quantitative Analyse der Wirksamkeit und der Folgen von Instrumenten und Maßnahmen, durch deren Einsatz erreicht werden könnte, dass auch das Verkehrssystem signifikante Beiträge zu einer nachhaltigen Energieversorgung leistet. In Kapitel II wird zunächst die methodische Vorgehensweise erläutert, wobei der Schwerpunkt auf der Begründung der Szenarien (Trend- und Nachhaltigkeits-

szenario), der Auswahl der quantitativ zu bestimmenden Indikatoren und der Beschreibung der zu untersuchenden Maßnahmenbündel liegt.

In Kapitel III werden die Ergebnisse der Berechnungen für die Verkehrsentwicklung im Trend- und im Nachhaltigkeits-szenario zusammengestellt, und zwar für den Personen- und Güterverkehr, aber ohne den Luftverkehr, der in Kapitel IV gesondert behandelt wird.

In den Kapiteln V und VI werden Folgewirkungen der Verkehrsentwicklung, insbesondere im Nachhaltigkeitsszenario diskutiert: in der wirtschaftlich-sozialen Dimension anhand der Verkehrsausgaben privater Haushalte und der ökonomischen Reichwirkungen von Preiserhöhungen im Straßengüterverkehr und in der ökologischen Dimension anhand der Emissionen von Kohlendioxid.

Kapitel VII enthält vorwiegend qualitative Überlegungen zu möglichen Entwicklungen bis 2050, unter anderem auch über die technischen Potenziale zur weiteren Reduktion von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich.

Im abschließenden Kapitel VIII werden zentrale fiskal- und preispolitische Maßnahmen des Nachhaltigkeitsszenarios im Hinblick auf ihre Kompatibilität mit Verfassungsrecht und Europarecht überprüft.

Die Kapitel II bis VII basieren weitgehend auf dem für das TAB erstellten Gutachten des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW): „Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung – Entwicklungspfade im Bereich Mobilität“, zu dem das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) die Emissionsberechnungen beigetragen hat. Grundlage für die rechtliche Bewertung in Kapitel VIII ist ein für das TAB erarbeitetes Rechtsgutachten von Prof. Dr. Edmund Brandt (Universität Lüneburg) zur „Kompatibilität von Instrumenten und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung mit Europa- und Verfassungsrecht.“

Das TAB dankt allen am Projekt beteiligten Gutachtern für ihre Bereitschaft zur Diskussion von konzeptionellen Fragen und Zwischenergebnissen in der Durchführungsphase des Projekts und für die sorgfältige Abfassung der Endberichte: Dr. Rainer Hopf und Dr. Ulrich Voigt vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Dr. Ulrich Höpfner und Mitarbeitern vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu), Dr. Wietschel und Mitarbeitern vom Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) der Universität Karlsruhe (TH) und Prof. Dr. Edmund Brandt und Mitarbeitern von der Universität Lüneburg.

## II. Zielsetzung und methodisches Vorgehen

### 1. Die Zielsetzung

Ziel dieser Untersuchung ist es, Instrumente und Maßnahmen zu analysieren, mit denen mittel- und langfristig erreicht werden kann, dass auch das Verkehrssystem einen signifikanten Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leistet. Die große Bedeutung, die dem Verkehrsbereich im Kontext der Bemühungen um eine nachhaltige Energieversorgung zukommt, wird durch die folgenden Zahlen verdeutlicht:

Auf den Verkehrssektor entfällt derzeit in Deutschland ein Anteil am Endenergieverbrauch von 30 % (Industrie 26 %,

<sup>1)</sup> Als zweite Untersuchung läuft derzeit das TAB-Projekt „Stand und Perspektiven der geothermischen Stromerzeugung in Deutschland“.

Haushalte und Kleinverbraucher 44 %). Dieser Anteil hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Im Jahr 1970 betrug er in Westdeutschland noch 17 %, 1991 im vereinten Deutschland 26 %. Bezogen auf den Mineralöl-einsatz liegt der Anteil des Verkehrs derzeit bei rund zwei Dritteln.

Neben dieser Bedeutungszunahme im Vergleich zu den anderen Energieverbrauchern weist der Verkehrssektor – als einziger Bereich – gegenüber dem Jahr 1991 noch Steigerungen der absoluten Energieverbrauchsmengen auf (1991: 2 460 Petajoule; 2000: 2 745 Petajoule). Zwar sind gewisse Rückgänge beim spezifischen Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge zu verzeichnen. Jedoch hat die Zunahme der Fahrleistungen sowie der Trend zu immer größeren und leistungsstärkeren Fahrzeugen diesen Effekt bislang übertroffen und insgesamt ein Ansteigen des Energieverbrauchs bewirkt.

Auch bei den Emissionen von Kohlendioxid ist eine vergleichbare Entwicklung festzustellen: Die Bedeutung des Verkehrssektors als Emittent nimmt relativ zu den übrigen Verursacherebenen ständig zu (1992: 19,1 %; 1999: 22 %), und auch die absolute emittierte Menge steigt bis in die jüngste Vergangenheit von Jahr zu Jahr an (1999: 192 Mio. t).

An diesen Ergebnissen wird deutlich, dass die Mobilität von Personen und Gütern nach wie vor ein überdurchschnittlich wachsender Bereich ist. Verkehrsleistungen haben in der Präferenzskala der privaten Haushalte noch immer eine herausgehobene Bedeutung, und der Transport von Gütern ist innerhalb von komplexer werdenden Logistiksystemen die essenzielle Voraussetzung dafür, produktionswirtschaftliche Vorteile durch stärkere Differenzierung der Arbeitsteilung, effiziente Beschaffungssysteme und Lagerhaltung bis hin zu einer Neuorganisation von Wertschöpfungsketten im Rahmen des Einsatzes neuer IuK-Techniken zu realisieren. Aktuell vorliegende Prognosen gehen von einem Anhalten dieser Entwicklung aus. Mit den bislang umgesetzten politischen Maßnahmen zur Beeinflussung des Verkehrssystems ist es nicht gelungen, die Zunahme der Verkehrsleistungen auf weniger umweltbelastende Verkehrsträger zu verlagern bzw. durch technische Verbesserungen steigende Verkehrsleistungen mit sinkendem Energieverbrauch und weniger Umweltbelastungen in Einklang zu bringen.

## 2. Die Szenarien und Rahmenbedingungen

Ausgangspunkt und Grundlage für den quantitativen Teil der Untersuchung sind ein Trendszenario und ein Nachhaltigkeitsszenario, jeweils definiert für das Jahr 2020. Für den Zeitraum 2020 bis 2050 werden lediglich qualitative Überlegungen angestellt.

### 2.1 Das Trendszenario 2020

Im Trendszenario wird die Verkehrsentwicklung, abhängig von den sozio-ökonomischen und demographischen Leitdaten, unter der Annahme prognostiziert, dass die heutige Verkehrspolitik auf allen beteiligten Ebenen im Wesentlichen beibehalten wird. Die sich gegenwärtig abzeichnenden und erkennbaren Veränderungen relevanter Einflussfaktoren allerdings – wie Erweiterung der EU, Ausbau und Erweiterung der Verkehrsnetze, Veränderung des preispoli-

tischen Rahmens für die Verkehrsträger – werden mit einbezogen. Die fahrtzweck- und güterbereichsspezifische Trendprognose des Verkehrsaufkommens (beförderte Personen bzw. Tonnen) und der Verkehrsleistungen (Personenkilometer und Tonnenkilometer) sowie der Fahrleistungen im Straßenverkehr steckt die Entwicklungslinien des Gesamttransportmarktes (und damit auch der Energieverbrauchswerte und der CO<sub>2</sub>-Emissionen) ab.

Die ursprüngliche Absicht, bei diesem prognostischen Rahmen die Ergebnisse des Integrationsszenarios der für die Bundesverkehrswegeplanung fertiggestellten Langfristprognosen zu verwenden, wurde nach eingehender Prüfung der dort für das Jahr 2015 ermittelten Schätzwerte – insbesondere für den Modal Split – und einem Vergleich mit der aktuellen „Ist“-Entwicklung verworfen. Das im Rahmen der BVWP-Prognosen erarbeitete „Trendszenario“, das sich vom Integrationsszenario vor allem durch die preispolitischen Annahmen und generell im Personen- und Güterverkehr durch höhere Steigerungsraten für den motorisierten Individualverkehr bzw. den Straßengüterverkehr unterscheidet, wird als Referenzfall für das Nachhaltigkeitsszenario zugrunde gelegt (BVU et al. 2001).

### Demographische und ökonomische Leitdaten

Langfristige Verkehrsprognosen können nicht isoliert aus der Entwicklung des Verkehrssektors abgeleitet werden, sondern setzen Analysen der Zusammenhänge mit der Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung voraus. Als Grundlage von Vorausschätzungen der Verkehrsnachfrage werden daher Prognosen der Wirtschaftstätigkeit und der Bevölkerung benötigt.

Da die hier erstellte Trendprognose der Verkehrsleistungen auf dem Trendszenario zur Bundesverkehrswegeplanung aufgebaut ist, liegen dieser Untersuchung für die Entwicklung bis zum Jahr 2015, dem Zieljahr der BVWP, auch die sozio-ökonomischen und demographischen Leitdaten der BVWP zugrunde (BVU et al. 2001, S. 11 ff.).

Zur Fortschreibung der Verkehrsnachfrage bis zum Jahre 2020 war die weitere Entwicklung der Leitdaten für den Zeitraum 2015 bis 2020 konsistent mit den grundlegenden Annahmen der BVWP-Prognosen vorzuschätzen. Dabei konnte auch für die Fortschreibung im Wesentlichen die für die Bundesverkehrswegeplanung erstellte Vorausschätzung des ifo-Instituts und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) verwendet werden, die für einige Prognosevariablen einen Ausblick bis 2025 enthält (ifo 1999). Da der Betrachtungszeitraum in der vorliegenden Untersuchung gegenüber der Bundesverkehrswegeplanung lediglich um 5 Jahre verlängert wird, konnte davon ausgegangen werden, dass sich dadurch die strukturellen Zusammenhänge zwischen der Verkehrsnachfrage und den wirtschaftlichen und demographischen Rahmenbedingungen nicht grundlegend verändern. Im Einzelnen wurden für die Ableitung des Trendszenarios 2020 aus der Trendprognose der BVWP bis 2015 die Variablen Einwohner, Erwerbstätige, Haushalte und Bruttoinlandsprodukt (BIP) verwendet (Tabelle 1). Der Vorausschätzung des Güterverkehrs wurde darüber hinaus eine Aufgliederung der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen zugrunde gelegt (Tabelle 2).

Tabelle 1

**Demographische und ökonomische Leitdaten**

Variable	Einheit	1997	2015	durchschn. jährliche Veränderung 2015/2020 in %
Einwohner	1 000	82 053	83 487	–0,07
Haushalte	1 000	37 457	39 745	–0,03
Erwerbstätige	1 000	33 962	34 473	0,14
Bruttoinlandsprodukt zu Preisen von 1991	Mrd. DM (Mrd. €)	3 101 (1 585,5)	4 539 (2 320,7)	1,7

Quelle: DIW 2001, S. 11, nach ifo/BBR, Prognos und Statistisches Bundesamt

Tabelle 2

**Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen**

Bereich	1997 Mrd. DM (Mrd. €) zu Preisen von 1991	2015 zu Preisen	durchschn. jährliche Veränderung 2015/2020 in %
Land- und Forstwirtschaft	45 (23)	44 (22,5)	0,04
Energie und Bergbau	84 (42,9)	95 (48,6)	1,16
verarbeitendes Gewerbe	801 (409,5)	1 133 (579,3)	1,88
Baugewerbe	164 (83,8)	179 (91,5)	0,85
Handel	271 (138,6)	378 (193,3)	1,73
Verkehr und Nachrichtenübertragung	182 (93,1)	312 (159,5)	2,81
Dienstleistungen	854 (436,6)	1 519 (776,6)	2,66
Staat/private Organisationen ohne Erwerbscharakter	404 (206,6)	440 (225)	0,76

Quelle: DIW 2001, S. 11, nach ifo/BBR

**Verkehrs- und ordnungspolitische Rahmenbedingungen**

Die Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer und der allgemeine ordnungspolitische Rahmen im Trendszenario lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Ein autonomer Wertewandel, der sich quasi von selbst ohne gravierende Veränderung des ordnungs-, fiskal- und preispolitischen Rahmens einstellt, und der zu wesentlich umweltverträglicheren Verkehrsabläufen führen würde, wird nicht erwartet.
- Als ordnungspolitisches Leitbild ist für alle Szenarien der BVWP-Prognose grundsätzlich die freie Wahl des Verkehrsmittels unterstellt worden. Dieses Leitbild wird

unverändert übernommen. Abgesehen von zeitlichen und/oder regionalen Verkehrs-/Fahrverboten werden keine allgemeinen dirigistischen Eingriffe in die Verkehrsabläufe erwartet.

- Die Verkehrsmärkte werden weiter liberalisiert. Dies gilt insbesondere für den öffentlichen Straßenpersonennahverkehr und eingeschränkt für den Eisenbahnverkehr.

Die Nachfrageentwicklung im Personen- und Güterverkehr wird neben dem gesellschaftlichen und ordnungspolitischen Rahmen nicht unerheblich auch vom preispolitischen Rahmen, der Konfiguration und dem Ausbauzustand der Verkehrsnetze sowie der Qualität der Verkehrsträger beein-

flusst. Für das Trendszenario werden grundsätzlich die entsprechenden Annahmen der BVWP-Prognosen 2015 (BVU et al. 2001, S. 30 ff.) zugrunde gelegt und bis zum Jahre 2020 unter „Status-quo“-Bedingungen fortgeschrieben.

## 2.2 Das Nachhaltigkeitsszenario

Im Nachhaltigkeitsszenario, das im Mittelpunkt der Untersuchung steht, werden Möglichkeiten ausgelotet, durch ein geeignetes Spektrum von Maßnahmen – bei konstant gehaltenen sozio-demographischen und sozio-ökonomischen Rahmendaten – die für den Referenzfall (Trendszenario) berechneten Ergebnisse in Richtung auf eine nachhaltigere Energieversorgung zu beeinflussen. Dabei werden Einzelmaßnahmen aus verschiedenen Politikbereichen zu effizienten Maßnahmenbündeln zusammengefasst, die verkehrsverlagernde (Veränderung des Modal Split zugunsten umweltverträglicherer Verkehrsabläufe), transportvermeidende (wie Ausschöpfung der Rationalisierungspotenziale) sowie die Technik der Fahrzeuge verbessernde (wie Energieeinsparung) Wirkungen haben. Ein verstärkter Einsatz alternativer Antriebe (Brennstoffzelle und Kraftstoffe) soll durch gezielte Förderung erreicht werden. Bei den Analysen zum Energieverbrauch und zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen werden hierzu quantitative Annahmen getroffen (Kapitel VI).

Das wichtigste Element des Nachhaltigkeitsszenarios ist die Verkehrsverlagerung. Hier wird ein gegenüber dem Trendfall alternativer, fiskal- und verkehrspolitischer Rahmen definiert, der die Wettbewerbssituation der mit dem Straßenverkehr (motorisierter Individualverkehr und Straßengüterverkehr) konkurrierenden Verkehrsträger (Öffentlicher Straßenpersonenverkehr, Eisenbahn und nicht motorisierter Verkehr im Personenverkehr bzw. Eisenbahn und Binnenschifffahrt im Güterverkehr) erheblich verbessert. Die Beziehungsmuster zwischen den Qualitätsansprüchen bzw. den logistischen Anforderungsprofilen der Verkehrsnachfrager und den Angebotsmerkmalen der Verkehrsträger im Referenzfall werden bewusst durchbrochen.

Die beim bodengebundenen Personen- und Güterverkehr zugrunde gelegten Instrumente und Maßnahmen wären auf den Luftverkehr nur sehr eingeschränkt anwendbar. Angesichts der Bedeutung des Luftverkehrs für die klimarelevanten Emissionen wird er in dieser Untersuchung in Anlehnung an eine für das Umweltbundesamt durchgeführte Studie gesondert berücksichtigt (TÜV-TSU et al. 2001).

## 2.3 Tendenzen im Zeitraum 2020 bis 2050

Quantitative Aussagen über die Verkehrsentwicklung im Zeitraum 2020 bis 2050 sind außerordentlich problematisch. Berücksichtigt man, welche gesellschaftlichen Umwälzungen und Veränderungen der individuellen Verhaltensweisen in den letzten 50 Jahren eingetreten sind, welcher Umbruch weltweit (Globalisierung der Produktion und Internationalisierung des Handels) und in Europa (EU-Integration, Liberalisierung der Verkehrsmärkte) derzeit stattfindet, so wird unmittelbar einsichtig, dass der Versuch, für einen Zeitraum von fünf Jahrzehnten die verkehrlichen Gesamtentwicklungen und die Auswirkungen politischer Eingriffe auf diese Verkehrsentwicklungen zu schätzen, nur sehr spekulativ sein kann.

Die Ermittlung von demographischen und sozio-ökonomischen Leitdaten, die Fortschreibung der Verhaltensweisen der auf den Verkehrsmärkten tätigen Akteure und der Beziehungsmuster zwischen den Verkehrsnachfragern und dem Verkehrsangebot erfordern schon für einen Zeitraum von zwei Jahrzehnten ein gehöriges Maß an Phantasie. Für 2050 würden sich die Probleme vervielfachen. Schon die demographische Entwicklung ist nur mit sehr großen Unsicherheiten vorherzusagen, entsprechend problematisch ist eine daraus abgeleitete ökonomische Prognose. Das gilt gleichermaßen für die Rahmenbedingungen aus dem Verkehrsbereich – wie Wettbewerb, Technik, Infrastruktur, Verkehrspolitik – wie auch für die unterstellten Beziehungsmuster zwischen den Determinanten der Prognose und den Verkehrsnachfrage-Zielgrößen. Diese Beziehungsmuster verändern sich im Zeitablauf sehr stark und haben möglicherweise langfristig keine Gültigkeit mehr.

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich daher für den Zeitraum 2020 bis 2050 weitgehend auf einige qualitative Überlegungen zu Tendenzen der Verkehrsnachfrage, des Energieverbrauchs und der Umweltbelastung durch den Verkehr.

## 3. CO<sub>2</sub>-Emissionen als Schlüsselindikator

Obwohl es zahlreiche andere Versuche zur Definition des Leitbilds der Nachhaltigen Entwicklung gibt, hat die Definition der Brundtland-Kommission weitgehende Akzeptanz gefunden. Danach ist eine Entwicklung dann nachhaltig, wenn sie „die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (Hauff 1987, S. 46). Weitgehender Konsens besteht auch darüber, dass eine wirksame Umsetzung des Leitbilds nur möglich ist, wenn ökologische, ökonomische und soziale Belange in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit gesehen und behandelt, vor allem nicht gegeneinander ausgespielt werden (UBA 1997, S. 8).

Kontroversen, in denen die Normativität des Leitbilds deutlich zum Ausdruck kommt, entzündeten sich aber z. B. an der Frage, welches Gewicht den verschiedenen gesellschaftlichen Entwicklungsdimensionen zur Realisierung einer nachhaltigen Entwicklung beigemessen werden soll (Kopfmüller et al. 2001, S. 31 f.). Sollen die ökologische, die ökonomische und die soziale Dimension prinzipiell gleichrangig behandelt werden? Oder soll eine bestimmte Dimension grundsätzliche Priorität erhalten und, wenn ja, welche? De facto räumen die Entwicklungsländer bis heute der sozialen und der ökonomischen Dimension klaren Vorrang ein. In den Industrieländern wird dagegen meist der ökologischen Dimension die höchste Priorität zugeordnet, und die ökonomische und die soziale Dimension werden vorwiegend auf der Ebene der Folgenanalyse ökologisch orientierter Handlungsstrategien betrachtet.

Dem zuletzt genannten Ansatz wird aus Gründen der Praktikabilität auch in dieser Untersuchung über die möglichen Beiträge des Verkehrssystems zu einer nachhaltigen Energieversorgung gefolgt, d. h. die ökologische Dimension erhält Priorität, ökonomische und soziale Aspekte werden als Folgeprobleme analysiert. Dabei wird die Zahl der quantitativ zu bestimmenden Indikatoren sehr klein gehalten. In der prioritären ökologischen Dimension erfolgt eine Fokussierung auf den wichtigsten Leitindikator, die Emission von

Kohlendioxid. Zu deren Bestimmung sind die Verkehrs- und Fahrleistungen und, darauf basierend, die Energieverbräuche zu ermitteln.

Auf der Ebene ökonomisch-sozialer Folgewirkungen wird zum einen die aus den diskutierten Maßnahmen resultierende Kostenbelastung der privaten Haushalte untersucht, von der die Akzeptanz der Maßnahmen in besonderem Maße abhängt. Zum anderen werden ökonomische Rückwirkungen von Preiserhöhungen im Straßengüterverkehr diskutiert; betroffene Interessengruppen kritisieren, dass eine drastische Anhebung der fiskalischen Belastungen die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft bzw. einzelner Wirtschaftssektoren gefährde.

Diese Einschränkungen waren erforderlich, um das Projekt im vorgegebenen zeitlichen und finanziellen Rahmen abwickeln zu können. Es hat sich aber gezeigt, dass schlüssige Aussagen über die Wirksamkeit abgestimmter Maßnahmenbündel trotz der engen Begrenzung des Untersuchungsfeldes möglich sind.

#### **4. Die Maßnahmenbündel**

##### **4.1 Notwendigkeit der Bündelung von Maßnahmen**

Eine wirksame Verkehrsbeeinflussung kann grundsätzlich nicht durch ein einzelnes Instrument oder durch wenige Instrumente erreicht werden. Vielmehr ist hierfür ein abgestimmtes Bündel von Maßnahmen aus allen verkehrspolitischen Bereichen (Investitionspolitik, Preispolitik, Ordnungspolitik, organisatorische Maßnahmen, Öffentlichkeitsarbeit) notwendig (Halbritter et al. 1999, S. 217 ff.). Dadurch wird gewährleistet, dass die Erreichung der angestrebten Ziele nicht durch gegenläufige Wirkungen behindert wird. Die Wirkungen einzelner Maßnahmen müssen sich ergänzen und gegenseitig verstärken. Solche Synergieeffekte wiederum gestatten es, die Intensität von einzelnen Maßnahmen, z. B. der Preispolitik, vergleichsweise gering zu halten und damit Anpassungsschocks zu begrenzen.

Ob und inwieweit die Maßnahmen des Nachhaltigkeitsszenarios für die Volkswirtschaft, für einzelne Regionen, für Wirtschaftssektoren oder für bestimmte Bevölkerungsgruppen besonders negative Rückwirkungen hätten, die Hemmnisse und Akzeptanzprobleme also sehr groß wären, hängt nicht zuletzt von der jeweiligen Eingriffsintensität ab. Das hier im Nachhaltigkeitsszenario unterstellte breite Maßnahmenpektrum erlaubt eine behutsame und schrittweise Dosierung und damit – bei entsprechender Öffentlichkeitsarbeit – eine Verbesserung der Voraussetzungen für eine breite gesellschaftliche Akzeptanz einer derartigen Politik.

Die Verkehrsteilnehmer, die von einer Verteuerung des motorisierten Individualverkehrs betroffen sind, müssen im öffentlichen Verkehrssystem und bei den Verkehrsbedingungen für Radfahrer und Fußgänger ein Angebot vorfinden, das eine Verlagerung von Fahrten als mögliche und akzeptable, wenn nicht sogar als attraktive Alternative ausweist.

Es ist daher in den Szenario-Maßnahmen unterstellt, dass das Angebot der öffentlichen Verkehrsarten sowie des nicht motorisierten Verkehrs mit den Mitteln der Infrastrukturpolitik, einem verbesserten Angebots- und Nachfragemanagement sowie stärkerem Wettbewerb qualitativ und quantitativ ausgebaut wird. Damit soll einerseits

die Aufnahmefähigkeit dieser Systeme für verlagerte Fahrten vom Pkw gewährleistet werden, andererseits soll auch ein eigener „pull“-Effekt vom öffentlichen und vom nicht motorisierten Verkehr ausgehen. Insbesondere ist hier eine Verbesserung von Qualitätsparametern wie Erreichbarkeit, Reisezeiten und -frequenzen, Zuverlässigkeit der Bedienung und Fahrkomfort angesprochen. Eine Quantifizierung dieser Parameter würde ein eigenes Netzmodell erfordern, das im Rahmen dieser Studie nicht erstellt werden konnte. Selbst auf einer solchen Grundlage wäre die vollständige Erfassung der Effekte und die Schätzung und Übertragung entsprechender Elastizitäten für einzelne Relationen oder Netzteile mit außerordentlich großen empirischen Unsicherheiten verbunden. Hier wird daher eine Schätzung auf der Ebene der gesamten Verkehrsleistungen vorgenommen und dabei in Analogie zur BVWP-Prognose (BVU et al. 2001, S. 328) davon ausgegangen, dass der Einfluss von Maßnahmen, die nicht eine Verteuerung des Pkw-Verkehrs zur Folge haben, etwa ein Viertel der Gesamtwirkung ausmacht.

Für den Güterverkehr gilt entsprechend, dass sich die Verlagerungseffekte zur Bahn nur unter der Voraussetzung realisieren lassen, dass es den Eisenbahnunternehmen gelingt, ihre Wettbewerbsposition gegenüber dem Straßengüterverkehr zu verbessern. Viele Defizite und Schwachstellen vor allem im Güterverkehr der DB AG sind seit langem bekannt und z. T. hausgemacht. Stichworte hierfür sind: Entmischung des Personen- und Güterverkehrs, Transportzeiten, automatische Sendungsverfolgung (Tracking, Tracing), Komplettangebote (Transport, Lagerhaltung, fertigungssynchrone Anlieferung, Regalbeschickung etc.), Grenzhemmnisse und -barrieren, Interoperabilität im grenzüberschreitenden Verkehr, Rationalisierung und Automatisierung der Betriebsabläufe, Wettbewerb und Trassenpreise. Sie ist immer noch zu wenig an den Transportbedürfnissen der verladenden Wirtschaft orientiert. In der Transportqualität und der Transportzeit ist die Bahn dem Lkw deutlich unterlegen. Wenn es nicht gelingt, hier deutliche Verbesserungen zu erzielen, dann sind auch die Transportgewinne im Nachhaltigkeitsszenario infrage zu stellen.

Um die gesamten verkehrlichen Wirkungen für das Nachhaltigkeitsszenario zu ermitteln, müssen die Effekte aller betrachteten Maßnahmen zusammengefasst werden. Dabei kann nicht von einer einfachen additiven Wirkung ausgegangen werden, da sich zum Teil zwischen einzelnen Maßnahmen Überschneidungen ergeben. So beeinflusst z. B. die Erhöhung der Mineralölsteuer die gesamte Fahrleistung im Nah- und Fernverkehr, wohingegen die Parkraumbewirtschaftung der Innenstädte sich nur auf ein Teilsegment bezieht, bei dessen Wirkungsbestimmung zu berücksichtigen ist, dass sich durch die Mineralölsteuererhöhung auch in diesem Bereich bereits Verminderungs- und Verlagerungseffekte ergeben.

Bei der Zusammensetzung der Teilwirkungen wird also eine Hierarchie der Maßnahmen zugrunde gelegt, nach der zunächst die Effekte der generell wirkenden Maßnahme (Mineralölsteuererhöhung) berücksichtigt werden und danach diejenigen, die sich auf Teilsegmente beziehen. Die Gesamtwirkung setzt sich multiplikativ aus den zunächst isoliert geschätzten Wirkungen der einzelnen Maßnahmen zusammen.

## 4.2 Maßnahmen in den Szenarien

### 4.2.1 Maßnahmen im Trendszenario 2020

In Tabelle 3 werden die wichtigsten Maßnahmen im Trendszenario 2020 zusammengestellt. Die Maßnahmen werden folgenden Handlungsbereichen zugeordnet: Infrastrukturpolitik, Verkehrsangebotspolitik/Verkehrsnachfrage-Management, Ordnungspolitik, Fiskal- und Preispolitik, Technologiepolitik und Siedlungsstrukturpolitik. Innerhalb die-

ser Handlungsbereiche wird differenziert nach Personen- und Güterverkehr übergreifenden oder nur den Personen- bzw. den Güterverkehr betreffenden Maßnahmen.

### 4.2.2 Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario

In Tabelle 4 werden die Maßnahmen aufgelistet, die dem Nachhaltigkeitsszenario 2020 zugrunde gelegt werden. Es wird ein zusätzlicher Handlungsbereich „Öffentlichkeitsarbeit/Schulung“ eingeführt.

Tabelle 3

#### Maßnahmen im Trendszenario

Handlungs-/Maßnahmenbereich	Maßnahme
<b>1 Infrastrukturpolitik</b>	
<b>1.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Bundesfernstraßen	Investitionsprogramm (IP); Anti-Stau-Programm (ASP)
Schienenwege der Eisenbahn	Netz 21 der DB AG, Anti-Stau-Programm (ASP)
Flughäfen	Kapazitätsausbau zur Vermeidung von weiteren Engpässen
<b>1.2 Personenverkehr</b>	
Radwegenetze in Ballungsräumen	Fortsetzung der Ausbauten wie bisher
ruhender Verkehr (Städte, Knoten)	Erhöhung der Stellplatzzahl in Parkhäusern; Reduktion der Zahl der unbewirtschafteten Stellplätze im Straßenraum
kommunaler ÖPNV	Fortsetzung der Ausbauten im bisherigen Ausmaß
Schnittstellen zwischen den Verkehrsträgern	bedarfsgerechte Anbindung von Flughäfen mit den Verkehrsträgern Schiene und Straße; Fortführung von Maßnahmen in kommunaler Bauasträger-schaft wie P&R, Bike&Ride, Bahnhof/ÖPNV-Anschluss
<b>1.3 Güterverkehr</b>	
	Investitionsprogramm (IP); Anti-Stau-Programm (ASP) weitere Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Schnittstellen zwischen den Verkehrsträgern
	a) kombinierter Verkehr (63 Terminalstandorte, 4 000 KV-Verbindungen, nachfrageorientiertes Bedienungssystem)
	b) Terminalförderung und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung im Binnenschiffsumschlag
	c) funktionsgerechter Ausbau und Erhalt der seewärtigen Zufahrten und Hinterlandanbindungen für die deutschen Seehäfen
<b>2 Verkehrsangebotspolitik/Verkehrsnachfragemanagement</b>	
<b>2.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Verkehrsflusssteuerung im Personen- und Güterverkehr	bis 2015/2020 sind alle staugefährdeten BAB-Abschnitte mit derartigen Anlagen ausgestattet
Einkauf und Förderung von Leistungen der Bahn	keine Einflussnahme des Bundes auf Bedienungsangebote des Schienenpersonen- und -güterfernverkehrs
Harmonisierung technischer Abläufe (Interoperabilität) bei der Bahn	bilaterale Vereinbarungen der DB AG mit den Nachbarbahnen zwecks Anpassung und Harmonisierung technischer Vorschriften und Normen
angebotsorientierte und organisatorische Maßnahmen in der Luftfahrt	Innovationsmaßnahmen im Bereich der Flugsicherung (Flugsicherung kein Engpass); die Betriebsabläufe auf den Flughäfen werden besser abgestimmt

noch Tabelle 3

**Maßnahmen im Trendszenario**

<b>Handlungs-/Maßnahmenbereich</b>	<b>Maßnahme</b>
<b>2.2 Personenverkehr</b>	
überregionaler Linienbusverkehr	keine Veränderungen im überregionalen Linienbussystem gegenüber heute
<b>3 Ordnungspolitik</b>	
<b>3.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Geschwindigkeiten (Straße, Schiene, Wasserstraße)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) nachfrageabhängiges Geschwindigkeitsmanagement im Straßenverkehr</li> <li>b) Schienenverkehr: auf Neubaustrecken Höchstgeschwindigkeit 300 km/h, Netz 21 wird realisiert; im Güterverkehr Erhöhung der Transportgeschwindigkeiten um bis zu 10 %</li> <li>c) bei der Binnenschifffahrt nur geringe relationsbezogene Verbesserungen</li> </ul>
Zugang zum Schienennetz	in EU-Europa generell diskriminierungsfreier Zugang zur Schieneninfrastruktur für EU-Verkehrsunternehmen
<b>3.3 Güterverkehr</b>	
gewichtsbezogene Verkehrsbeschränkungen (für Kfz)	Änderungen der gesetzlichen Vorschriften für Kfz-technische Merkmale, die tendenziell zu schwereren Fahrzeugen und damit zu steigenden Beanspruchungen der Straße führen
<b>4 Fiskal- und Preispolitik</b>	
<b>4.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Steuern auf Mineralöl, Strom, Gas, reg. Energieträger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenverkehr: Realisierung der ökologischen Steuerreform bis 2003, bis 2020 reale Steuerkonstanz</li> <li>• Tankstellenabgabepreise 2020: VK 2,07 DM (1,06 €) real; DK 1,81 DM (0,93 €) real (Preisbasis 1997)</li> <li>• Einführung einer Stromsteuer für Schienenbahnen und O-Busse; erm. Steuersatz für ÖPNV und SPNV</li> <li>• Luftverkehr und Seeschifffahrt bleiben von der Kerosin- bzw. Mineralölsteuer befreit</li> <li>• keine Umlage der Kfz- auf die Mineralölsteuer</li> </ul>
Internalisierung externer Kosten	wegen der Schwierigkeiten, hier einen EU-Konsens herbeizuführen, werden die externen Kosten nicht internalisiert
Emissionsabgaben	keine generelle Einführung, jedoch wie bisher z. B. bei der Kfz-Steuer Orientierung der Abgabenhöhe an den Emissionen
Start- und Landegebühren auf den Verkehrsflughäfen	stärkere Betonung der Passagier- gegenüber den gewichtsbezogenen Anteilen bei den Landeentgelten; Einführung von schadstoffabhängigen Komponenten
GVFG-Mittel	Beibehaltung der Förderkriterien
<b>4.2 Personenverkehr</b>	
Regionalisierungsmittel	Festschreibung der 2001 erreichten Höhe bei den Regionalisierungsmitteln; Länder entscheiden autonom über den Einsatz der Mittel
PersBefGesetz § 45a	keine grundlegenden Änderungen

noch Tabelle 3

**Maßnahmen im Trendszenario**

<b>Handlungs-/Maßnahmenbereich</b>	<b>Maßnahme</b>
<b>4.3 Güterverkehr</b>	
Road Pricing auf Autobahnen	für schwere Lkw >12 t wird eine streckenbezogene Gebühr von 0,15 DM (0,08 €)/Fzkm eingeführt; die zeitbezogene Euro-Vignette entfällt ersatzlos
<b>5 Technologiepolitik</b>	
<b>5.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Rad-Schiene-Weiterentwicklung (z. B. Umspuranlagen)	die Rad-Schiene-Technik fokussiert auf die Schnittstellen zwischen Schienenbahnen mit unterschiedlicher Spurweite
Systeme und Dienste kollektiver Verkehrsbeeinflussung	sie richten sich an den motorisierten Straßenverkehr und werden zügig ausgebaut: Verkehrsfunk, automatisierter Verkehrswarndienst, Parkleitsysteme sowie für den ÖPNV in den Großstädten zunehmend rechnergestützte Betriebsleitsysteme
Systeme und Dienste individueller Verkehrsbeeinflussung	weitere Verbreitung von Zielführungssystemen; im Straßengüterverkehr Einführung von Systemen, die auf effizientere Transportabläufe und bessere Informationsbereitstellung für die Kunden abzielen
alternative Kraftstoffe	keine Maßnahmen, die eine stärkere Durchdringung des Marktes erwarten lassen
Energie sparende Technologien im Verkehr	alle von Prognos genannten Konkretisierungen (Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche bei Pkw, Lkw, Eisenbahn und Luftverkehr) sind keine Maßnahmen, sondern das Ergebnis bzw. die Reaktion von/auf Maßnahmen, z. B. der Preispolitik oder der Forschungsförderung des Staates; hierzu werden keine Angaben gemacht
<b>5.2 Personenverkehr</b>	
Magnetschwebbahn	Inselbetrieb im Entfernungsbereich von 50 bis 75 km Streckenlänge
Kommunikationstechnologien	verstärkte Einführung von Verkehrsleit- und -managementsystemen
qualitative Verbesserung und Erweiterung der ÖV-Angebote	verstärkter Ausbau (Ticketing, Reservierung u. Ä.)
<b>5.3 Güterverkehr</b>	
automatisierte Umschlaganlagen im KV	der Staat fördert die Erprobung und Markteinführung von automatisierten Umschlaganlagen; weitere Förderung von trimodalen Umschlaganlagen z. B. in Binnenhäfen
<b>6 Siedlungsstrukturpolitik</b>	
<b>6.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Ausrichtung der Siedlungsstruktur auf ein integriertes Verkehrssystem	Bauland für Wohnen und Gewerbe wird restriktiver als bisher ausgewiesen, Pilotvorhaben zur Synchronisierung von Siedlungs- und Verkehrsentwicklung

Quelle: DIW 2001, S. 15 ff., nach BVU et al. 2001 und Prognos

Tabelle 4

**Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrsszenarios 2020**

<b>Handlungs-/Maßnahmenbereich</b>	<b>Maßnahme</b>
<b>1 Infrastrukturpolitik</b>	
<b>1.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Bahninfrastruktur	deutlicher Ausbau der Bahninfrastruktur, v. a. für den internationalen Verkehr und den Güterverkehr Steigerung der Streckenleistungsfähigkeit (moderne Zugleitsysteme) keine weitere Stilllegung von Nebenstrecken
Bundesfernstraßennetz	kein genereller Netzausbau, Beseitigung von Engpässen
<b>1.2 Personenverkehr</b>	
ÖPNV	Beschleunigung des kommunalen ÖPNV durch Ausbau systemeigener Trassen und eine bessere Angebotskoordination zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern
Radwegenetz (in Ballungsräumen)	Aufbau geschlossener Radwegenetze mit einer zugunsten des Radverkehrs geänderten Aufteilung städtischer Verkehrsräume
ruhender Verkehr	Reduktion unbewirtschafteter Stellplätze im Straßenraum; Parkhausbau v. a. an Verknüpfungspunkten (P+R), dagegen nur noch ausnahmsweise in innerstädtischen Lagen. In Städten wird verstärkt Anwohnerparkieren eingeführt; Quartiersgaragen.
<b>1.3 Güterverkehr</b>	
Güterverkehrszentren	Bau nach bundesweit vernetzten Planungen, Orientierung an Vor- und Nachläufen, gezielte Veränderung des Modal Split
KV-Terminals (Bahn)	Aufbau eines hochleistungsfähigen europäischen KV-Systems mit Direktzugverbindungen, leistungsfähigen und durchgehenden internationalen Bahnverbindungen nationaler Güterschnellverkehr mit Kleinbehältersystemen
Streckenkapazitäten Rangierbahnhöfe ortsfeste Anlagen (Bahn)	Erhöhung der Bahnhofskapazitäten, gezielte bauliche Maßnahmen zur Beschleunigung des Wagenladungsverkehrs, Automatisierung der Rangierabläufe, automatische Kupplung, Automatisierung der Zugbildung, international kompatible Zugsicherungs- und Betriebsleitsysteme
automatisierte Umschlaganlagen (KV, Hafenumschlag) in der Binnenschifffahrt	Weiterentwicklung des kombinierten Verkehrs mit Binnenschiffen (u. a. Ausbau der Binnenhäfen zu trimodalen Umschlaganlagen, wie in Koblenz)
Binnenwasserstraßen	gezielte Verbesserung bei vorhandenen Engpässen
<b>2 Verkehrsangebotspolitik/Verkehrsnachfragemanagement</b>	
<b>2.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Bahnbetrieb	Entmischung des Eisenbahnbetriebs von Personen- und Güterverkehr, effizientere Gestaltung des Verkehrsablaufs der Bahn

noch Tabelle 4

**Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrsszenarios 2020**

<b>Handlungs-/Maßnahmenbereich</b>	<b>Maßnahme</b>
<b>2.2 Personenverkehr</b>	
Mobilitätsmanagement	ÖPNV: Taktverdichtung, Netzerweiterung, flexible Bedienung, Sammel-taxen in dünnbesiedelten Räumen Busspuren, Vorrangschaltung für Busse und Trams übersichtliches Tarifsysteem, Erleichterung des Fahrscheinerwerbs benutzerfreundliche Informationssysteme für Passagiere attraktive Gestaltung von Bushaltestellen und Bahnhöfen Netz von Mobilitätszentralen Parkraumpolitik und -management: Parkleitsysteme, gezielte Parkraum-bewirtschaftung, Überwachung, Bündelung und Bewirtschaftung von Park-plätzen, Freihalten von Flächen Mobilitätsmanagement in Unternehmen und Behörden (Mitfahrvermittlung am Arbeitsplatz, Reduzierung der Dienstwagen, Dienstfahrräder, umwelt-freundliche Organisation von Dienstreisen)
Organisation des Flugverkehrs	Freigabe von Flugrouten, Verringerung von horizontalen, vertikalen & longi-tudinalen Abständen, verbesserte Lande- und Startmuster, verbesserte Luft-raumkontrolle
<b>2.3 Güterverkehr</b>	
automatisierte Umschlaganlagen (KV, Hafenumschlag)	Technik und Anwendung der Telekommunikation, automatisierte Umschlag-techniken und neue Schiffstypen werden im Rahmen der Forschungs- und Innovationspolitik des Bundes und der Küstenländer zur Effizienzsteigerung der Seehäfen gefördert
grenzüberschreitender Verkehr	Abbau sämtlicher Hemmnisse im internationalen Schienengüterverkehr, Überwindung von Inkompatibilitäten innerhalb der EU
<b>3 Ordnungspolitik</b>	
<b>3.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Marktzugang	Intensivierung des Wettbewerbs auf der Schiene
Fahrerausbildung	obligatorische Schulung in energiesparender, umweltschonender Fahrweise
<b>3.2 Personenverkehr</b>	
Geschwindigkeitsbegrenzung	für Pkw: 120 km/h auf BAB und entsprechend ausgebauten Bundesstraßen, 80 km/h auf sonstigen Überlandstraßen; für Omnibusse: Regelung wie bisher, jedoch stärkere Überwachung
Benutzervorteile	Bevorrechtigung für Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs (Busse, Bahnen) und Pkw mit mehreren Insassen oder Car-Sharing, lokale Verbote für motori-sierte Fahrzeuge
<b>3.3 Güterverkehr</b>	
Marktzugang	Verschärfung der Marktzugangsregelungen im Straßengüterverkehr im Hinblick auf Zuverlässigkeit, finanzielle Leistungsfähigkeit und fachliche Kompetenz volle Bahnkobotage innerhalb der EU
Tempolimit und Überholverbote	Regelung wie bisher, jedoch stärkere Überwachung Überholverbot für LKW auf Bundesfernstraßen
Fahrverbote	Ausdehnung räumlicher und zeitlicher Fahrverbote, v. a. nachts
Sozialvorschriften	verschärfte Überwachung der Vorschriften zu Lenk- und Ruhezeiten

noch Tabelle 4

**Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrsszenarios 2020**

<b>Handlungs-/Maßnahmenbereich</b>	<b>Maßnahme</b>
<b>4 Fiskal- und Preispolitik</b>	
<b>4.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Mineralölsteuer (real, zu Preisen von 1997)	Vergaserkraftstoff: 2,34 DM (1,20 €) Diesel: 2,34 DM (1,20 €)
Tankstellenpreis (real, zu Preisen von 1997)	Vergaserkraftstoff: 3,24 DM (1,65 €)/l Diesel: 3,28 DM (1,68 €)/l
Kfz-Steuer	emissionsabhängige Kfz-Steuer wie bisher
Parkraumbewirtschaftung in Städten	im Mittel 4,00 DM (2,04 €)/Std. (zu Preisen von 1997)
Harmonisierung von Steuern und Abgaben in der EU	Harmonisierung auf hohem Niveau
<b>4.2 Personenverkehr</b>	
Kilometerpauschale	Abschaffung
Kerosinsteuer	Kerosinsteuer von real 0,59 DM (0,30 €) bis 2020 (auf Kerosinpreis von 0,42 DM (0,21 €), Stand 2000, und zu kombinieren mit Emissionsabgabe, s. u.)
Emissionsabgabe im Luftverkehr	Abgabensatz von real 3,17 DM (1,62 €) (umgerechnet auf 1 l Kerosin) bis 2020 (CO <sub>2</sub> - und NO <sub>x</sub> -Emissionen) (auf Kerosinpreis von 0,42 DM (0,21 €), Stand 2000, und zu kombinieren mit Kerosinsteuer, s. o.)
Mehrwertsteuer im grenzüberschreitenden Luftverkehr	Aufhebung der Befreiung
<b>4.3 Güterverkehr</b>	
Autobahn-/Straßenbenutzungsgebühr	für alle Fahrzeuge > 3,5 t zul. GG wird auf dem gesamten Straßennetz eine fahrleistungsabhängige Maut eingeführt; sie liegt fahrzeuggrößenabhängig zwischen 0,40 DM (0,20 €) und 1,00 DM (0,51 €)/Fzkm
<b>5 Technologiepolitik</b>	
<b>5.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Systeme und Dienste kollektiver Verkehrsbeeinflussung	Verkehrsfunk (RDS/TMC), Parkleitsysteme v.a. für den motorisierten Straßenverkehr ÖPNV: rechnergestützte Betriebsleitsysteme, die dem ÖPNV an den Lichtsignalanlagen konsequenten Vorrang einräumen, flächendeckend in allen Großstädten
<b>5.2 Personenverkehr</b>	
alternative Antriebe (Brennstoffzelle und Kraftstoffe)	gezielte Förderung
<b>6 Öffentlichkeitsarbeit/Schulung</b>	
<b>6.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Soft Policies	Öffentlichkeitsarbeit zur Bedeutung des Klimaschutzes bei Organisation des Verkehrs

noch Tabelle 4

**Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrsszenarios 2020**

Handlungs-/Maßnahmenbereich	Maßnahme
<b>6.2 Personenverkehr</b>	
Informationspolitik	Informations- und Imagekampagnen zur Förderung energiesparsamer Verkehrsmittelbenutzung Informationspolitik zu den Schadenswirkungen des Luftverkehrs
<b>6.3 Güterverkehr</b>	
Imagebildung	abgestimmte Werbekampagnen für kombinierte Verkehre Etablierung der Prädikate „umweltfreundlich“ und „verlässlich“ für Bahn und Schifffahrt
Verhaltensmuster	Förderung der Bereitschaft zur langfristigen Einbindung des Schienen- und Schiffstransports in verkehrsträgerübergreifende Logistikketten
<b>7 Siedlungsstrukturpolitik</b>	
<b>7.1 Personen- und Güterverkehr übergreifende Maßnahmen</b>	
Raumordnungs- und Städtebaupolitik	baurechtliche Beschränkungen der Kommunen hinsichtlich der Errichtung von Siedlungen, Gewerbe- und Einkaufszentren, Verdichtung der Landnutzung für Wohn- und Gewerbe Zwecke

Quelle: DIW 2001, S. 25 ff., nach BVU et al. 2001 und Prognos

**III. Verkehrsentwicklung in den Szenarien**

**1. Trendszenario**

Die hier dargestellte Trendprognose dient als Referenzfall für das Nachhaltigkeitsszenario, d. h. sie liefert Vergleichsgrößen für die Abschätzung der Maßnahmewirkungen im Nachhaltigkeitsszenario. Den Berechnungen für die Verkehrsentwicklung im Trendszenario liegen die in Tabelle 3 aufgeführten Maßnahmen zugrunde.

**1.1 Personenverkehr**

**1.1.1 Ausgangssituation**

Die sich für 1997, dem Basisjahr der Untersuchung, ergebende Struktur für Verkehrsaufkommen und -leistung zeigt (Abbildung 1), dass mehr als die Hälfte aller Fahrten und Wege mit dem Pkw und dem motorisierten Zweirad zurückgelegt werden. Bei den Verkehrsleistungen (Personenkilometer/Pkm bzw. Tonnenkilometer/tkm) entfallen etwa drei Viertel auf den motorisierten Individualverkehr.

Mit der Eisenbahn werden lediglich 2 % aller Personenfahrten zurückgelegt, bei den Verkehrsleistungen beträgt ihr Anteil aufgrund der höheren Reiseweite dagegen 7 %. Auf den öffentlichen Straßenpersonenverkehr (v. a. Omnibusse) entfallen jeweils 8 % des Aufkommens und der Leistung des gesamten Personenverkehrs.

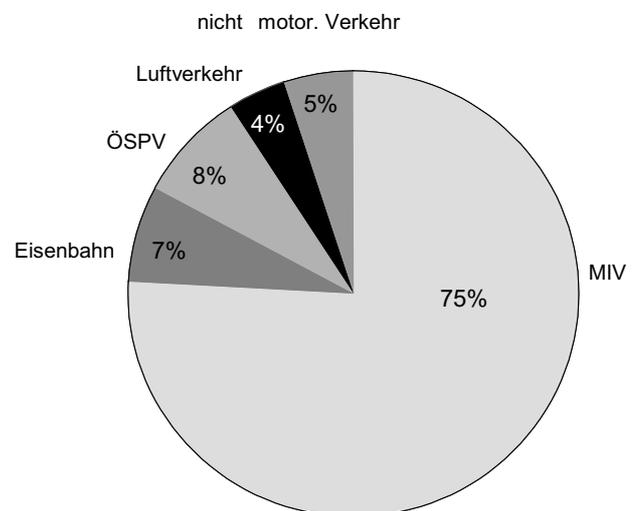
Der Luftverkehr hat am Verkehrsaufkommen lediglich einen Anteil von 0,1 %, bei den Leistungen von 4 %. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei der Erfassung nach dem Territorialprinzip die Verkehrsleistungen nur über dem Bundes-

gebiet berücksichtigt werden. An dieser Leistungsgröße ist der innerdeutsche Verkehr mit rund einem Viertel beteiligt.

Auf den nicht motorisierten Verkehr entfällt mehr als ein Drittel aller Ortsveränderungen (37 %), davon etwa drei Viertel auf Fußwege. Aufgrund der kürzeren Entfernungen macht der Anteil bei den Verkehrsleistungen jedoch nur 5 % aus. Hiervon wiederum wird die Hälfte mit dem Fahrrad zurückgelegt.

Abbildung 1

**Personenverkehrsleistungen im Jahr 1997 –  
Anteile der Verkehrsarten**



Quelle: DIW 2001, S. 29

### 1.1.2 Verkehrsleistungen im Trendszenario 2020

Besondere Bedeutung kommt hier der Annahme zu, dass der reale Abgabepreis für Vergaserkraftstoff von 1997 bis 2020 um 28 % auf 2,07 DM (1,06 Euro)/l steigt. Bei Diesel ist die prozentuale Steigerung aufgrund der niedrigeren Ausgangsbasis deutlich höher und beträgt 46 % (1,81 DM [0,93 Euro]/l).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 5 ausgewiesen. Die gesamten Personenverkehrsleistungen nehmen danach zwischen 1997, dem Basisjahr der BVWP-Prognose, und 2020 von 997 Mrd. Personenkilometer auf 1 272 Mrd. Personenkilometer zu. Dies bedeutet eine Steigerung um rund 28 %.

Die bei weitem größte Steigerung hat unter den Verkehrsarten der Luftverkehr aufzuweisen, dessen Leistungen auf mehr als das Zweieinhalbfache zunehmen. Unter den bodengebundenen Verkehrsarten hat der motorisierte Individualverkehr mit 28 % die größte Zunahme aufzuweisen. Für die Eisenbahn wird ein Wachstum der Verkehrsleistung von 22 % erwartet. Für den Öffentlichen Straßenpersonenverkehr wird eine leichte Abnahme (7 %) vorausgeschätzt. Auch für den nicht motorisierten Verkehr (zu Fuß, Fahrten mit dem Fahrrad) wird eine geringe Verminderung (um 4 %) vorausgeschätzt.

Die für die Berechnung von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Straßenverkehr (vgl. Kapitel VI) zugrunde gelegten Fahrleistungen hängen rechnerisch mit den hier diskutierten Verkehrsleistungen über die Zahl der durchschnittlichen Besetzung der Fahrzeuge mit Reisenden je Fahrzeugkilometer zusammen. Für den gesamten MIV ergibt sich in der BVWP-Prognose eine geringfügige Steigerung der mittleren Fahrzeugbesetzung auf knapp 1,4. Die Fahrleistungen von Personenkraftwagen und motorisierten Zweirädern nehmen daher von 1997 bis 2020 mit 27 % etwa in derselben Größenordnung zu wie die Personenkilometer. Bei den Omnibussen ergibt sich ein Rückgang der Fahrleistungen um 3 %. Dieser fällt damit etwas geringer aus als die Abnahme der Verkehrsleistungen. Es wird also im Mittel von einer leichten Verminderung der Fahrzeugbesetzung ausgegangen.

## 1.2 Güterverkehr

### 1.2.1 Ausgangssituation

Im Basisjahr 1997 stellte sich die Situation im Güterverkehr so dar (Abbildung 2), dass bei den Verkehrsleistungen mehr als die Hälfte auf den motorisierten Individualverkehr entfallen. Der Anteil der Eisenbahn beträgt etwa 17 %. Auf den Straßengüterverkehr entfallen 15 %, auf die Binnenschifffahrt 14 % der Leistung des Güterverkehrs.

Tabelle 5

Verkehrsleistungen im Personenverkehr 1997 bis 2020, Trendszenario

	1997	Trend 2020	Veränderungsrate 1997 bis 2020 in %	
	in Mrd. Pkm		gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
MIV	750	957	27,7	1,1
Eisenbahn	74	90	22,0	0,9
davon:				
Nahverkehr	39	39	- 0,9	0,0
Fernverkehr	35	52	47,8	1,7
ÖSPV	83	77	- 6,8	- 0,3
davon:				
Nahverkehr	56	52	- 8,1	- 0,4
Fernverkehr	27	25	- 3,8	- 0,2
davon:				
Schienenverkehr	14	14	- 3,5	- 0,2
Omnibusverkehr	68	63	- 7,4	- 0,3
Luftverkehr				
Territorialprinzip	36	95	163,3	4,3
Standortprinzip	119	385	223,9	5,2
nicht motorisierter Verkehr	54	52	- 3,9	- 0,2
Verkehr insgesamt <sup>1)</sup>	997	1 272	27,6	1,1

<sup>1)</sup> Für den Luftverkehr wurden die nach dem Territorialprinzip ermittelten Werte der Zusammenfassung zugrunde gelegt.

Tabelle 6

**Verkehrsleistungen im Güterverkehr nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen  
1997 bis 2020, Trendszenario**

	1997	Trend 2002	Veränderungsrate 1997 bis 2020 in %	
	Verkehrsleistungen in Mrd. tkm		gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
Eisenbahn	73	95	30,1	1,2
davon kombinierter Verkehr	15	31	108,4	3,2
Straßengüterfernverkehr	236	454	92,7	2,9
Binnenschifffahrt	62	93	49,1	1,8
Fernverkehr insgesamt	371	642	73,1	2,4
Straßengüternahverkehr	67	85	28,4	1,1
nachrichtlich: Straßengüterverkehr	302	540	78,6	2,6
Verkehr insgesamt	437	727	66,3	2,2
Binnenverkehr	197	271	37,7	1,4
grenzüberschr. Versand	55	121	118,9	3,5
grenzüberschr. Empfang	73	148	101,5	3,1
Transit	45	102	125,8	3,6

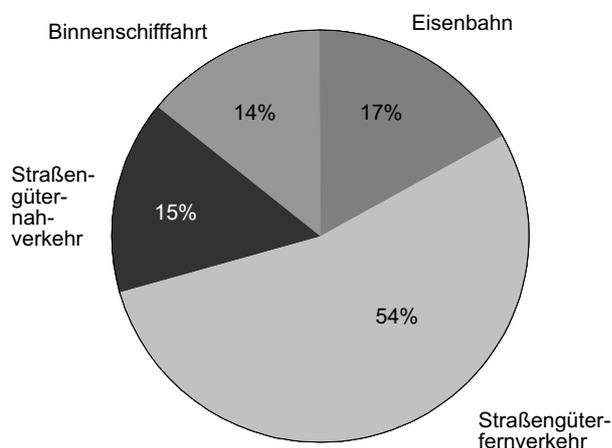
Quelle: DIW 2001, S. 41, nach BVU et al. 2001, Prognose; Berechnungen des DIW

### 1.2.2 Verkehrsleistungen im Trendszenario 2020

Hier ist besonders hervorzuheben, dass im Straßengüterverkehr eine Straßenmaut von 0,15 DM (0,08 Euro)/Fzkm für schwere Lkw auf BAB angenommen wird. Die Ergebnisse

Abbildung 2

**Verkehrsleistungen im Güterverkehr 1997 –  
Anteile der Verkehrsarten**



Quelle: DIW 2001, S. 38

der Berechnungen zu den Verkehrsleistungen im Güterverkehr sind in Tabelle 6 dargestellt.

Die zunehmende Internationalisierung des Handels und die wachsende Globalisierung der Wirtschaft führen versandwie empfangsseitig zu immer höheren durchschnittlichen Transportweiten. Bis 2020 nehmen diese um ein Fünftel zu. Die Verkehrsleistungen (tkm) im Fernverkehr wachsen demzufolge noch stärker als das Verkehrsaufkommen, und zwar um insgesamt 73 %. Das durchschnittliche jährliche Wachstum bis 2020 liegt mit 2,4 % deutlich über dem des BIP.

Maßgeblichen Einfluss auf die Veränderungen des Modal Split haben zwei Effekte: der Güterstruktureffekt und der Substitutionseffekt. Der Güterstruktureffekt beruht darauf, dass einige Gütergruppen aufgrund der verladerseitigen Anforderungen – wie hohes oder niedriges Transportaufkommen, hohe Kosten- und/oder Zeitsensibilität – eindeutig an bestimmte Verkehrsarten gebunden sind. Wachstumsunterschiede bei den einzelnen Güterbereichen – z. B. Mineralölzeugnisse, Steine und Erden, Montangüter, Nahrungs- und Futtermittel, Fahrzeuge, Maschinen – machen sich damit in Veränderungen des Modal Split bemerkbar.

Der Substitutionseffekt besagt, dass innerhalb eines Güterbereiches Verkehrsverlagerungen zwischen den Verkehrsarten stattfinden. Dieser Effekt dürfte im Projektionszeitraum eine noch größere Rolle spielen. Im Substitutionseffekt spiegeln sich die Wettbewerbsgewinne/-verluste der Verkehrsträger wider.

Die Industrie ist zunehmend bestrebt, das „Just-in-Time-Prinzip“ zu realisieren. Aus wirtschaftlichen Gründen wird die kapitalbindende Lagerhaltung abgebaut und auf die Verkehrswege verlagert („rollende Läger“). Die betriebseigene Lagerhaltung wird zugunsten einer fertigungssynchronen An- und Ablieferung („Zero Stock“) aufgegeben. Das erfordert eine Flexibilisierung der Transportleistungen, die unter den gegebenen Randbedingungen weitestgehend nur vom Lkw erbracht werden.

Insgesamt zeigen die Trendprognoseergebnisse eine Veränderung in der Aufkommensstruktur zugunsten von Gütern mit höherer Transportweite, mit höherem Anteil grenzüberschreitender Verkehre und geringerer Affinität zur Schiene. Daraus ergibt sich gegenüber 1997

- eine Steigerung der Verkehrsleistung im Straßengüterfernverkehr um 93 %,
- eine zwar deutlich niedrigere, aber immer noch beachtliche Steigerung von 50 % bei den Verkehrsleistungen der Binnenschifffahrt sowie
- eine Zunahme der Leistungen bei der Bahn von 30 %.

Auffällig bei der Bahn sind bei insgesamt unterdurchschnittlichem Verkehrswachstum die enormen Steigerungsraten des kombinierten Verkehrs (KV); aufkommens- wie auch leistungsmäßig wird sich der KV verdoppeln und damit noch stärker wachsen als der Straßengüterfernverkehr.

Die enormen Steigerungsraten des Straßengüterfernverkehrs (93 % bei den Verkehrsleistungen) führen zu einem Anstieg der Fahrleistungen im Fernverkehr von mehr als zwei Dritteln. Somit liegt die Fahrleistungszunahme deutlich unter dem Anstieg der Verkehrsleistungen. Zwei Effekte dürften hierfür maßgeblich sein: Zum einen erhöht sich die Durchschnittsauslastung der im Straßengüterfern-

verkehr eingesetzten Fahrzeuge und es verringert sich der Leerfahrtenanteil, und zum anderen ist im Güterverkehr generell eine Tendenz zum Einsatz von größeren Fahrzeugen zu konstatieren.

## 2. Nachhaltigkeitsszenario

Wie in Kapitel II erläutert, sollen im Nachhaltigkeitsszenario Möglichkeiten untersucht werden, durch abgestimmte Maßnahmenbündel die für den Referenzfall (Trendszenario) berechneten Ergebnisse in Richtung auf eine nachhaltigere Energieversorgung im Mobilitätssektor zu beeinflussen. Das wichtigste Element des Nachhaltigkeitsszenarios ist die Verkehrsverlagerung, d. h. die Veränderung des Modal Split, aber auch Verkehrsvermeidung spielt eine wichtige Rolle.

### 2.1 Personenverkehr

#### 2.1.1 Verkehrspolitische Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario

Bezugsgrundlage für die quantitative Wirkung verkehrspolitischer Maßnahmen des Nachhaltigkeitsszenarios sind die Ergebnisse zur Verkehrsnachfrage im Trendszenario. Zur Schätzung der Maßnahmewirkungen wird methodisch so vorgegangen, dass zunächst die Potenziale der einzelnen Maßnahmen ermittelt und anschließend ihre Gesamtwirkung im Rahmen des kompletten Bündels der im Nachhaltigkeitsszenario zugrunde gelegten Maßnahmen unter Berücksichtigung der jeweiligen Interdependenzen bestimmt werden. Unter den verschiedenen Maßnahmenbereichen haben diejenigen, die preispolitisch auf Verkehrsnachfrage und Kraftstoffverbrauch einwirken, sowie diejenigen, die direkt den Kraftstoffverbrauch beeinflussen, eine besondere quantitative Bedeutung.

Tabelle 7

### Reale Kraftstoffpreise je Liter

Jahr	Vergaserkraftstoff		Dieselkraftstoff		Vergaser- und Dieselkraftstoff <sup>2)</sup>	
	in DM <sup>1)</sup> (€)	1997 = 100	in DM <sup>1)</sup> (€)	1997 = 100	in DM <sup>1)</sup> (€)	1997 = 100
1960	2,03 (1,03)	125	1,83 (0,93)	147	2,02 (1,03)	130
1970	1,46 (0,74)	90	1,51 (0,77)	122	1,46 (0,74)	94
1980	1,80 (0,92)	111	1,78 (0,91)	144	1,80 (0,92)	116
1990	1,40 (0,71)	86	1,25 (0,63)	101	1,37 (0,70)	89
1997	1,62 (0,82)	100	1,24 (0,63)	100	1,55 (0,79)	100
2000	1,87 (0,95)	115	1,52 (0,77)	122	1,80 (0,92)	116
2020 Trend	2,07 (1,05)	128	1,81 (0,93)	146	1,96 (1,00)	126
2020 Nachh.	3,24 (1,65)	200	3,28 (1,68)	265	3,26 (1,66)	210

<sup>1)</sup> Bezogen auf das Preisniveau des Bruttoinlandsproduktes, 1997 = 100.

<sup>2)</sup> Mit Verbrauchsanteilen gewichtetes arithmetisches Mittel.

Quelle: DIW 2001, S. 22 f., nach BVU et al. 2001; Berechnungen von ifeu und DIW

## Preispolitische Maßnahmen

### *Erhöhung der Mineralölsteuer*

Für das Nachhaltigkeitsszenario ist eine wesentlich kräftigere Verteuerung des Kraftstoffes zugrunde gelegt worden (Tabelle 7). Es wird von einer realen Zunahme beim Abgabepreis für Vergaserkraftstoff im Zeitraum von 1997 bis 2020 um 3 % p. a. ausgegangen. Dies entspricht einer realen Verdoppelung. Gleichzeitig wird – entsprechend der Position der EU-Kommission im aktuellen Weißbuch zur europäischen Verkehrspolitik (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2001) – davon ausgegangen, dass die Mineralölsteuer für Diesel auf das Niveau beim Vergaserkraftstoff angehoben wird. Der reale Kraftstoffpreis je Liter Vergaserkraftstoff beträgt im Nachhaltigkeitsszenario 3,24 DM (1,65 Euro) (1997: 1,62 DM [0,82 Euro]; 2020 Trend: 2,07 DM [1,06 Euro]); bei Dieselmotoren sind es 3,28 DM (1,68 Euro) (1997: 1,24 DM [0,63 Euro]; 2020 Trend: 1,81 DM [0,93 Euro]).

Die Auswirkungen von preispolitischen Maßnahmen auf die Personenverkehrsleistungen werden in der Regel durch entsprechende Elastizitäten gekennzeichnet. Aus vielen Untersuchungen ist bekannt, dass die Kraftstoffnachfrage kurzfristig preisunelastisch reagiert (Dahl/Sterner 1991; Ifo 1995; Storchmann 2001). Die für das Nachhaltigkeitsszenario relevante langfristige Preiselastizität ist höher und weist eine größere Varianz auf (Dahl/Sterner 1991).

Im Rahmen dieses Projektes haben sich die Gutachter entschieden, einen Wert von – 0,55 (Storchmann 1997) für die Elastizität der Kraftstoffnachfrage in Bezug auf den Kraftstoffpreis zugrunde zu legen (DIW 2001, S. 49 f.), wobei sich der Gesamteffekt nahezu hälftig aus einer Verminderung des spezifischen Verbrauchs sowie einer Reduktion der durchschnittlichen Fahrleistung zusammensetzt.

### *Pendlerpauschale*

Diese Form der Subventionierung von Fahrten im Berufsverkehr ist bereits seit 1955 im Steuerrecht verankert und vielfach modifiziert worden. Im Rahmen des Nachhaltigkeitsszenarios ist eine vollständige Abschaffung der Pendlerpauschale angenommen worden. Die Begründung lautet, dass sie einerseits durch ihre räumliche Wirkung (Förderung der Entwicklung zu längeren Fahrtweiten) das ökologische Ziel der Verminderung des Energieverbrauchs konterkariert und andererseits nicht zu einem sozialen Ausgleich der finanziellen Belastungen durch Fahrten im Berufs- und Ausbildungsverkehr beiträgt, weil sie diejenigen Einkommensschichten überproportional begünstigt, deren Einkommensbelastung durch Fahrtkosten unterdurchschnittlich ist.

Die steuermindernde Wirkung der Regelung lässt sich auf der Grundlage der Lohn- und Einkommensteuerstatistik des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt 1999) und einiger zusätzlicher Annahmen ermitteln. Das aktuellste Jahr, für das die Ergebnisse vorliegen, ist 1995. Die Steuerermäßigung durch Werbungskosten für Fahrten zwischen Wohnung und Arbeitsstätte betrug in diesem Jahr etwa 11,5 Mrd. DM (5,9 Mrd. Euro). Eine Hochrechnung für das Jahr 1997 anhand der generellen Lohn- und Einkommensteuerentwicklung ergibt einen Schätzwert von 12,3 Mrd. DM (6,3 Mrd. Euro). Mit dem „Gesetz zur Ein-

führung einer Entfernungspauschale“ (2000) ist die isolierte Förderung des Pkw-Verkehrs zugunsten einer für alle Verkehrsmittel geltenden Regelung abgelöst worden. Gleichzeitig wurde allerdings erstmals die Subventionierung von weiten Fahrten gegenüber solchen über kürzere Distanzen erhöht: Für Fahrten über mehr als 10 km kann nunmehr ein Pauschalsatz von 0,80 DM (0,40 Euro) je Kilometer geltend gemacht werden, gegenüber 0,70 DM (0,35 Euro) für Fahrten mit einer Länge bis zu 10 km.

Angesichts des geringen Anteils der Steuerersparnis am Einkommen der Arbeitnehmer, der sich anhand der Strukturen aus der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe des Statistischen Bundesamtes von 1998 (Statistisches Bundesamt 2001) auf 0,9 % schätzen lässt, bleibt bei dieser aggregierten Betrachtung aller Arbeitnehmer auch die verkehrliche Wirkung relativ schwach.

### *Parkraumbewirtschaftung in Städten und Ballungsgebieten*

Bei den Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario ist als eine preispolitische Maßnahme u. a. die verstärkte Parkraumbewirtschaftung in Städten und Ballungsgebieten zugrunde gelegt worden. Dabei soll auf öffentlichen Parkplätzen in den Kernbereichen der Städte und Ballungsgebiete im Mittel eine Gebühr von 4,00 DM (2,04 Euro) je Stunde erhoben werden. Im Vergleich dazu ergibt sich nach einer aktuellen Untersuchung des Büros für Stadt- und Verkehrsplanung (BSV) für das Ausgangsjahr 1997 eine durchschnittliche Parkgebühr auf öffentlichen Parkplätzen von 2,56 DM (1,30 Euro) (BSV 2001, S. 43). Die Zunahme beträgt damit 56 %.

Zur Abschätzung der verkehrlichen Wirksamkeit ist es zunächst erforderlich, die Gesamtheit der von der Maßnahme betroffenen Fahrten sowie die entsprechenden Fahrleistungen zu bestimmen und anschließend die Reaktionen der betroffenen Verkehrsteilnehmer zu quantifizieren. Als Ergebnis dieser Berechnung ergibt sich eine Reduktionswirkung für den betroffenen Verkehr von 5,5 Mrd. Fahrleistungskilometern. Für diese Wirkung wird – analog zu (Prognos 1991) – eine Zusammensetzung aus den Komponenten Verlagerung auf andere Verkehrsmittel, Bildung von Fahrgemeinschaften und veränderte Zielwahl zu je einem Drittel angenommen.

Für die Bestimmung der Fahrleistungsreduktion innerhalb des gesamten Szenarios ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Parkraumbewirtschaftung gemeinsam mit der Kraftstoffverteuerung als wirksam unterstellt wird. Die Reduktionswirkungen der einzelnen Maßnahmen sind dabei multiplikativ verknüpft.

### *Ordnungspolitische Maßnahmen*

Als quantitative ordnungspolitische Maßnahme wird im Nachhaltigkeitsszenario 2020 ein Tempolimit im Straßenpersonenverkehr zugrunde gelegt. Danach wird für Personenkraftwagen die Höchstgeschwindigkeit auf Bundesautobahnen mit 120 km/h angesetzt, auf anderen Überlandstraßen beträgt sie 80 km/h. Für Omnibusse wird die bestehende Regelung (Tempo 80/100 km/h auf Autobahnen je nach Art und Ausstattung der Fahrzeuge sowie Tempo 60/80 auf anderen Überlandstraßen) beibehalten. Um die Befolgung der Vorschriften zu verbessern, wird eine effiziente Überwachung angenommen.

Es wurde davon ausgegangen, dass angesichts der vergleichsweise geringen Absenkung der Durchschnittsgeschwindigkeiten die Fahrleistungen konstant bleiben (Hopf et al. 1996; DIW et al. 1997). Dagegen lassen sich durch die Dämpfung der Höchstgeschwindigkeit und die daraus resultierende Verstärkung der Fahrzeugbewegungen Verminderungen beim Kraftstoffverbrauch erzielen, die sich bei isolierter Betrachtung dieser Maßnahme auf rund 5 % belaufen. Im Kontext des gesamten Szenarios, in dem bereits die angenommene Kraftstoffpreiserhöhung zu einer stärker an der Kraftstoffeffizienz orientierten Fahrweise anregen dürfte, fällt der Effekt allerdings geringer aus.

Als weitere den Pkw-Verkehr betreffende Maßnahme wird eine obligatorische Schulung der Fahrzeugführer in energiesparender, umweltschonender Fahrweise in das Szenario aufgenommen. Hierdurch dürfte die oben angesprochene Verbrauchsreduzierung noch unterstützt werden.

#### Infrastrukturpolitik, Verkehrsangebotspolitik und Öffentlichkeitsarbeit

Ein wesentlicher Teil der Wirkungen des Szenarios wird durch preispolitische Lenkung erzielt. Der ausschließliche Einsatz preispolitischer Maßnahmen allerdings würde zu sozialen Unverträglichkeiten führen oder flankierende Maßnahmen zum Ausgleich derartiger Effekte erfordern. Die alleinige Belastung bzw. Behinderung von Personenkraftwagen, als den bedeutendsten CO<sub>2</sub>-Emittenten, ohne die gleichzeitige nennenswerte Verbesserung alternativer Verkehrsangebote würde als schikanös empfunden werden und zugleich zu erheblichen Störungen im Wirtschafts- und sozialen Leben führen.

Wie in Kapitel II bereits geschildert, wird daher in den Szenario-Maßnahmen unterstellt, dass das Angebot der öffentlichen Verkehrsarten sowie des nicht motorisierten Verkehrs qualitativ und quantitativ so ausgebaut wird, dass die Aufnahmefähigkeit dieser Systeme für verlagerte Fahrten vom Pkw gewährleistet wird und darüber hinaus auch ein eigener „pull“-Effekt vom öffentlichen und vom nicht motorisierten Verkehr ausgehen kann.

Da die vollständige Erfassung der damit ausgelösten Effekte mit ganz erheblichen empirischen Unsicherheiten verbunden wäre, wurde angenommen, dass Maßnahmen, die nicht eine Verteuerung des Pkw-Verkehrs zur Folge haben, etwa 25 % zur Gesamtwirkung auf die Verkehrsleistungen beitragen.

Für die Beeinflussung von Einstellungen und Verhaltensweisen durch Öffentlichkeitsarbeit und weitere Formen der „Soft Policies“ werden keine speziellen Verlagerungswirkungen berechnet. Sie dienen als Grundvoraussetzung dafür, dass die verkehrspolitischen Maßnahmen in dieser Stringenz überhaupt akzeptiert werden. Auch alle übrigen, hier nicht explizit angesprochenen Maßnahmen führen, für sich genommen, nicht zu Verlagerungen, sondern verstärken die gewünschten Wirkungen im Hinblick auf Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen (z. B. Regelungen zur Fahrzeugtechnik, Siedlungsstrukturpolitik).

#### 2.1.2 Verkehrsleistungen im Nachhaltigkeitsszenario 2020

Um die gesamten verkehrlichen Wirkungen für das Szenario zu ermitteln, müssen die Effekte aller betrachteten Maß-

nahmen zusammengefasst werden. Dabei kann nicht von einer einfachen additiven Wirkung ausgegangen werden, da sich zum Teil zwischen einzelnen Maßnahmen Überschneidungen ergeben (Kapitel II).

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse für die Berechnungen zu den Verkehrsleistungen im Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Stand im Jahr 1997 und zum Trendszenario 2020 ausgewiesen (siehe auch Abbildungen 3 und 4). Die über alle Verkehrsarten zusammengefassten Verkehrsleistungen vermindern sich im Nachhaltigkeitsszenario gegenüber der Trendentwicklung um 6 %.

Gegenüber dem Jahr 1997 nehmen die gesamten Verkehrsleistungen um 20 % zu. Diese Steigerung liegt deutlich über der des Pkw-Verkehrs (10 %). Der größte Teil der Wachstumsreduktion im motorisierten Individualverkehr wird damit durch Steigerungen bei den anderen bodengebundenen Verkehrsarten ausgeglichen. Gegenüber der Ausgangssituation 1997 sind die Entwicklungen bei Bahn und ÖSPV sehr unterschiedlich. Aufgrund der starken Zunahme, die in der BVWP-Prognose für den Fernverkehr der Bahn bereits im Trendszenario erwartet wird, fällt die Steigerung hier besonders kräftig aus. Für den Fernverkehr ergibt sich gegenüber 1997 nahezu eine Verdoppelung der Leistungen, für die Eisenbahn insgesamt eine Steigerung um etwa zwei Drittel.

Die Verkehrsleistungen (Personenkilometer) des motorisierten Individualverkehrs gehen gegenüber dem Trendszenario um 14 % zurück. Dieser Effekt ist vor allem auf die Erhöhung der Mineralölsteuer zurückzuführen, die in allen Segmenten der Verkehrsnachfrage Verminderungen verursacht und damit das Niveau des Pkw-Verkehrs generell zurückführt. Während also gegenüber der Trendentwicklung eine deutliche Abnahme des motorisierten Individualverkehrs zu verzeichnen ist, ergibt sich gegenüber dem Basisjahr 1997 noch ein Zuwachs der Verkehrsleistungen, und zwar um 10 %. Trotz der zum Teil kräftigen Intensität der Maßnahmen gelingt es nicht, das Wachstum des Pkw-Verkehrs völlig zu stoppen bzw. eine Reduktion zu erreichen.

Die öffentlichen Verkehrsarten sowie der nicht motorisierte Verkehr übernehmen die verlagerten Verkehrsleistungen vom Pkw. So steigen die Personenkilometer bei der Eisenbahn und dem öffentlichen Straßenpersonenverkehr jeweils um rund ein Drittel gegenüber der Trendentwicklung. Von dieser Zunahme profitieren alle Betriebsbereiche (Nah/Fern, Schiene/Bus) in der gleichen Größenordnung. Aufgrund der Verteuerungen des Parkens in den Innenstädten gewinnt der Nahverkehr allerdings geringfügig mehr an zusätzlichen Verkehrsleistungen.

Im öffentlichen Straßenpersonenverkehr ist für die Trendentwicklung ein Rückgang um 7 % gegenüber 1997 angenommen worden. Mit den Maßnahmen der nachhaltigen Verkehrspolitik ergibt sich ein Zuwachs der Verkehrsleistungen um rund ein Viertel, wobei der Fernverkehr etwas stärker zunimmt als der Nahverkehr.

Ein kräftiges Wachstum ergibt sich auch für den nicht motorisierten Verkehr, dessen Leistungen gegenüber dem Trendszenario um rund ein Drittel zulegen. Bezogen auf 1997 wird für Radfahrten und Fußwege eine Zunahme um ein Viertel geschätzt.

Für den Luftverkehr sind Möglichkeiten einer ökologisch verträglicheren Gestaltung in einem kürzlich erarbeiteten

Tabelle 8

**Verkehrsleistungen im Personenverkehr 1997 bis 2020,  
Trend- und Nachhaltigkeitsszenario**

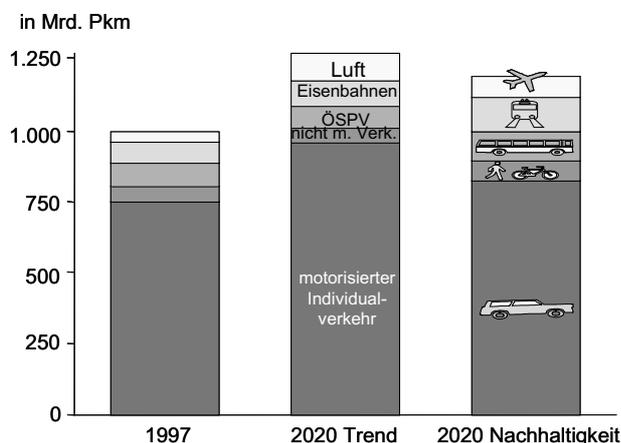
	Trend Nachh. 1997 2020 2020			Veränderungsraten 1997 bis 2020 in %			Nachh. Trend 2020
	in Mrd. Pkm			Trend	Nachhaltigkeit		
	1997	2020	2020	gesamter Zeitraum	gesamter Zeitraum	durchschnittl. jährlich	
MIV	750	957	824	27,7	9,9	0,4	- 14,0
Eisenbahn	74	90	121	22,0	63,0	2,1	33,5
davon:							
Nahverkehr	39	39	52	- 0,9	33,2	1,3	34,5
Fernverkehr	35	52	69	47,8	96,3	3,0	32,8
ÖSPV	83	77	103	- 6,8	24,6	1,0	33,6
davon:							
Nahverkehr	56	52	69	- 8,1	23,7	0,9	34,6
Fernverkehr	27	25	34	- 3,8	26,4	1,0	31,5
davon:							
Schienenverkehr	14	14	19	- 3,5	29,2	1,1	33,9
Omnibusverkehr	68	63	84	- 7,4	23,6	0,9	33,5
Luftverkehr							
Territorialprinzip	36	95	74	163,3	105,3	3,2	- 22,0
Standortprinzip	119	385	310	223,9	160,5	4,3	- 19,6
nicht motorisierter Verkehr	54	52	70	- 3,9	29,6	1,1	34,8
Verkehr insgesamt <sup>1)</sup>	997	1 272	1 192	27,6	19,6	0,8	- 6,3

<sup>1)</sup> Für den Luftverkehr werden die nach dem Territorialprinzip ermittelten Werte der Zusammenfassung zugrunde gelegt.

Quelle: DIW 2001, S. 60, nach BVU et al. 2001, Prognos sowie Berechnungen des DIW

Abbildung 3

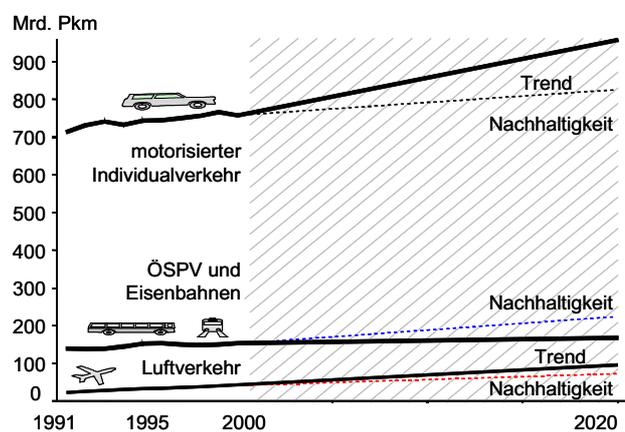
**Personenverkehrsleistung in Deutschland  
im Jahr 1997 und in den Szenarien 2020  
Trend und Nachhaltigkeit**



Quelle: DIW 2001, S. 61

Abbildung 4

**Personenverkehrsleistung**



Quelle: DIW 2001, S. 62

Gutachten untersucht worden (TÜV-TSU et al. 2001). Dabei ergibt sich ein Rückgang der Verkehrsleistungen gegenüber der Trendentwicklung von rund 20 %. Wegen der anderen Aufgabenstellung dieser Studie wurden nur die Wirkungen für den Luftverkehr selbst, nicht aber die Auswirkungen von Verkehrsverlagerungen auf die anderen Verkehrsarten analysiert. Im Rahmen der hier erarbeiteten Studie wird die Verlagerung von Flügen zu Pkw und Bahn nur für den innerdeutschen Verkehr berücksichtigt. Verlagerungen im Verkehr mit dem europäischen Ausland, für den Bahn und Pkw als übernehmende Verkehrsarten noch infrage kommen, konnten hier nicht untersucht werden. Die Untersuchungsmethoden und Ergebnisse des Gutachtens zum Luftverkehr werden ausführlich in Kapitel IV dargestellt.

Da ein Teil der Reaktionen auf die Verteuerungen im motorisierten Individualverkehr in einer besseren Auslastung der Pkw besteht, steigt die durchschnittliche Besetzung der Fahrzeuge im Ergebnis um 5 %. Es wird hier also eine leichte Entkoppelung von Verkehrsleistungen und Fahrleistungen erreicht werden. Dabei zeigt sich ein gewisser Unterschied zum Trendszenario, in dem Fahrleistungs- und Verkehrsleistungsentwicklung weitgehend parallel verlaufen.

## 2.2 Güterverkehr

### 2.2.1 Verkehrspolitische Maßnahmen im Nachhaltigkeitsszenario

Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Verkehrsleistungen bis 2020 liegt mit 2,4 % im Trendszenario deutlich über der des BIP (1,7 %). Die allmähliche Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Verkehrszunahme, die auch von der EU favorisiert wird (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2001), um die aus dem Verkehr resultierenden Folgeprobleme nicht ins Uferlose wachsen zu lassen, scheint damit in weite Ferne gerückt.

Viele der heute existierenden Verkehrs- und Umweltprobleme sind eine unmittelbare Folge der EU-Politik, einen einheitlichen europäischen Binnenmarkt herzustellen. Die Verwirklichung des europäischen Binnenmarktes war hinsichtlich der Wirtschaftsdynamik in der EU mit großen Erwartungen verknüpft. Die zunehmende Liberalisierung der Verkehrsmärkte – freie Preisbildung und Aufhebung sämtlicher Kabotagevorbehalte im Straßengüterverkehr – hat seit Anfang der 90er Jahre zu einem starken Preisverfall für Transportleistungen geführt. Diese Entwicklung auf den Transportmärkten wiederum begünstigte und förderte ein enorm transportintensives Wirtschafts- und Produktionssystem („Just in Time“ und „Zero Stock“).

Um dem Ziel der Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Verkehrsnachfrage in der EU näher zu kommen, bedarf es mehr als der klassischen gemeinsamen Verkehrspolitik. Diese bedarf unter anderem der Ergänzung um

- wirtschaftspolitische Maßnahmen, die auf Änderungen der Produktionsweise abzielen, um damit die Verkehrsnachfrage zu reduzieren;
- raum- und insbesondere stadtentwicklungspolitische Maßnahmen zur Vermeidung unnötigen Mobilitätsbedarfs;

- haushaltspolitische und fiskalische Maßnahmen, um die Internalisierung der externen Kosten, darunter vor allem der Umweltkosten, zu erreichen und
- eine Wettbewerbspolitik, insbesondere im Bereich des Schienenverkehrs, die gewährleistet, dass die Marktöffnung nicht durch die bereits tätigen marktbeherrschenden Unternehmen gebremst wird (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2001, S. 121 f.).

Besondere Bedeutung haben dabei preispolitische und ordnungspolitische Maßnahmen der Verkehrspolitik, die zusammen mit investitionspolitischen und sonstigen Maßnahmen im Folgenden diskutiert werden.

#### Preispolitische Maßnahmen

Eine sehr wirksame Strategie für mehr Nachhaltigkeit im Verkehr ist die vollständige Internalisierung der externen bzw. sozialen Kosten des Verkehrs, eine Forderung, die auch im Weißbuch der EU erhoben wird (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2001). Als geeignete preispolitische Instrumente hierfür wurden im Rahmen dieser Studie die Mineralölsteuer und die Straßenbenutzungsgebühr instrumentalisiert. Beide Abgaben werden gegenüber dem Trendszenario deutlich angehoben.

In der verkehrswissenschaftlichen Diskussion wird mehrheitlich dafür plädiert, die Straßenbenutzungsgebühr für die Wegekostenanlastung und die Mineralölsteuer eher als Instrument für die Internalisierung der externen Effekte einzusetzen. Diesem Denkansatz wird auch hier grundsätzlich gefolgt. Allerdings gilt es zu beachten, dass die hier gewählte Größenordnung bei beiden Abgaben aus pragmatischen Erwägungen von diesem Prinzip abweicht. Die Straßenmaut ist deutlich höher – gemessen an den von den Lkw verursachten Wegekosten – als sie sein müsste. Die Mineralölsteuer im Nachhaltigkeitsszenario liegt unter dem Satz, der zur vollständigen Internalisierung der externen Effekte notwendig wäre. Eine Straßenmaut, die zwar deutlich über dem zur Anlastung der Wegekosten erforderlichen Satz liegt, sich in ihrer absoluten Höhe aber an den bereits in der Schweiz eingeführten Gebührensätzen orientiert, erscheint politisch eher durchsetzbar als eine Erhöhung der Mineralölsteuer um einen Satz, der zu einem Tankstellenabgabepreis von deutlich mehr als 5,00 DM (2,55 Euro)/l Dieselmotorkraftstoff (real) führen würde. Auf die Vereinbarkeit einer solchen Straßenmaut mit EU-Recht wird in Kapitel VIII eingegangen.

Die Mineralölsteuer auf Dieselmotorkraftstoff ist dem Steuersatz auf Vergaserkraftstoffe angeglichen. Der Tankstellenabgabepreis beträgt 3,28 DM (1,68 Euro)/l (real), im Trendszenario 2020 beträgt er 1,81 DM (0,93 Euro)/l. Als weitere preispolitische Maßnahme wird im Nachhaltigkeitsszenario eine fahrleistungsabhängige Maut eingeführt, die auf dem gesamten Straßennetz und von allen Güterverkehrsfahrzeugen > 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht zu entrichten ist. Die Ausgestaltung der Straßenbenutzungsgebühr ähnelt dem Schweizer System. Im Zeitverlauf steigend sind 2020 für Lkw von 3,5 bis 12 t: 0,40 DM (0,20 Euro)/Fzkm, für Lkw von 12 bis 18 t: 0,60 DM (0,31 Euro)/Fzkm und für Lkw von 18 bis 40 t zul. GG: 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm zu bezahlen. Die Erhebung auf dem gesamten Straßennetz verhindert, dass Fahrzeuge auf das nachgeordnete Netz ausweichen, um der Maut zu entgehen. Der Geltungsbereich ab 3,5 t zuläs-

siges Gesamtgewicht soll sicherstellen, dass nicht auf kleinere Fahrzeuge umgerüstet wird, um der Mautpflicht zu entgehen.

Die Kfz-Steuer hat heute im Rahmen der Gesamtkosten eines Fuhrunternehmers ein relativ geringes Gewicht (euro-norm- bzw. schadstoffabhängig 1 bis 2 %). Der aktuellen verkehrspolitischen Diskussion und dem Vorschlag, die Kfz-Steuer für deutsche Lkw als Kompensation für die ab 2003 vorgesehene Straßenmaut zu streichen, wird hier nicht gefolgt. Sie bleibt in der bisherigen Höhe – gestaffelt nach Emissionsklassen – erhalten.

Zertifikate – beispielsweise bezogen auf CO<sub>2</sub>-Emissionen – gelten als das ideale theoretische Instrument in der Umweltökonomik. Sie sind von allen pretialen Instrumenten ökologisch das Treffsicherste und gelten auch als ökonomisch sehr effizient. Zertifikatlösungen werden für den Verkehrsbereich erst seit jüngerer Zeit diskutiert und haben noch keine umfassende Anwendung gefunden. Im Güterverkehr wären mit der Einführung von Zertifikaten eine Vielzahl von Problemen auf der praktischen wie auch auf der theoretischen Ebene verbunden, die noch einer eingehenden Diskussion bedürfen. Im Rahmen dieser Studie werden sie ungeachtet ihrer Vorzüge deshalb nicht weiter betrachtet.

#### Ordnungspolitische Maßnahmen

Ordnungspolitische Maßnahmen wie verstärkte Kontrolle bestehender Geschwindigkeitsbegrenzungen und Überholverbote für Lkw auf Bundesfernstraßen (verschärfte Ahndung bei Verstößen), verschärfte Überwachung der Vorschriften zu Lenk- und Ruhezeiten für das Personal im Straßengüterverkehr, Vorschriften zum Einbau von nicht manipulierbaren Fahrtenschreibern und Temporeglern sowie eine allgemein stärkere Überwachung der bestehenden Vorschriften und Regelungen sind für eine nachhaltige Güterverkehrsentwicklung sinnvolle flankierende Maßnahmen.

Auch die weitere Liberalisierung des europäischen Eisenbahnamarktes mit dem Ziel, den Marktzugang für Dritte zu erleichtern, um über mehr Wettbewerb die Effizienz von Bahntransporten zu erhöhen, ist ein essenzielles ordnungspolitisches Instrument.

Diese Maßnahmen bewirken einerseits direkte Kraftstoffverbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Minderungen (Überwachung von Tempolimits, Überholverbote, obligatorische Fahrerausbildung) und unterstützen andererseits über eine Effizienzsteigerung alternativer Verkehrsträger (z. B. Bahnkobotage) oder durch ihre Kostenwirksamkeit (z. B. Sozialvorschriften) die beabsichtigte Verkehrsverlagerung auf Bahn und/oder Binnenschifffahrt.

#### Investitionspolitische Maßnahmen

Die investitionspolitischen Instrumente sind zusammen mit organisatorischen und angebotspolitischen Maßnahmen gezielt einzusetzen, um die Netze und die Umschlageneinrichtungen (Güterverkehrszentren, KV-Terminals) von Bahn und Binnenschifffahrt qualitativ und quantitativ erheblich zu erweitern. Die Engpassbeseitigung im Netz der Eisenbahnen und in den Umschlagzentren für den kombinierten Verkehr, die erhöhte Durchlassfähigkeit der Strecken und die generelle Verkürzung der Transportzeiten sind notwendige flankierende Maßnahmen, damit die von den preispoli-

tischen Instrumenten induzierten „potenziellen“ Verkehrsverlagerungen auch realisiert werden können. Es macht keinen Sinn, Straßentransporte erheblich zu verteuern und die in jeglicher Hinsicht ungenügenden Transportalternativen bei Bahn und Binnenschifffahrt auf dem heutigen Stand zu belassen. Gelingt es mittel- und langfristig nicht, die vielfältigen Mängel, Defizite und Schwachstellen deutlich zu reduzieren, dann sind die im Nachhaltigkeitsszenario für die Bahn ermittelten Verkehrsmengen Makulatur.

#### Sonstige Maßnahmen

Sinnvoll ergänzt um organisatorische Maßnahmen (wie Verkehrsleitsysteme, Stauregelung), eine erweiterte Öffentlichkeitsarbeit (Werbekampagnen für umweltverträgliches Verhalten der Verlager, Spediteure und Verkehrsträger sowie für die Benutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel), eine gezielte Technologiepolitik (Steigerung der Energieeffizienz der Verkehrsträger sowie der Verkehrs- und Betriebssysteme) sowie eine umfassende (obligatorische) Schulung in energiesparender Fahrweise, kann ein derart umfassend zusammengesetzter „Instrumentenmix“ beträchtliche Minderungen der Schadstoffemissionen bewirken

#### Wirkungsanalyse

Eine Wirkungsanalyse der im vorigen Abschnitt behandelten Einzelmaßnahmen wäre zu unübersichtlich und technisch kaum zu bewerkstelligen. Zudem ist ein solches Vorgehen auch inhaltlich nicht sinnvoll. Zum einen kann in der Regel das gewünschte Ziel wegen der vielfältigen Ausweichmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer nur mit einem Bündel an Maßnahmen aus den verschiedenen Bereichen erreicht werden. Zum anderen lassen sich die Wirkungen von Einzelmaßnahmen nicht einfach additiv zu einem Gesamteffekt zusammenführen, da sie entweder in Konkurrenz zueinander stehen (eine Lkw-Fahrt kann bei verschlechterten Angebotsbedingungen des Straßengüterverkehrs und entsprechenden Angebotsverbesserungen für Eisenbahn und Binnenschifffahrt nur zu einer Verkehrsart verlagert werden) oder sich ergänzen und verstärken.

Aus diesem Grunde werden die Einzelmaßnahmen zu effizienten Maßnahmenbündeln zusammengefasst, die in erster Linie auf die Haupteinflussfaktoren für den Modal Split einwirken:

- Transportpreise,
- Transportzeit,
- Kapazitäten der Verkehrsträger,
- Angebotsqualität.

Wie oben bereits aufgeführt, können die preispolitischen Maßnahmen nur im Zusammenspiel mit Maßnahmen zur Kapazitätserweiterung und zur Steigerung der Angebotsqualität (v. a. Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, Informationsbedürfnis der Verlager sowie die Serviceleistungen (Logistik) für alle am Transportprozess Beteiligten) vor allem bei der Bahn ihre volle Wirksamkeit entfalten. Anderenfalls bleibt das Nachhaltigkeitsszenario Wunschdenken. Für beide Einflussfaktoren (Kapazitäten und Angebotsqualität) sind jedoch keine autonomen Berechnungen durchgeführt worden; sie werden implizit im Sinne der angestrebten Verkehrsverlagerung als realisiert unterstellt.

Durch die im Nachhaltigkeitsszenario implementierten Maßnahmen werden Transportpreise und -zeiten generell zu Lasten der Straße verändert. Die Reaktionen der Verlagerer auf veränderte Transportpreise und -zeiten werden wiederum mittels Elastizitäten (IWW 2001, S. 90; DIW et al. 1994) ermittelt. Auffallend ist dabei, dass die Verlagerer wesentlich stärker auf Transportkostenänderungen als auf Transportzeitänderungen reagieren. Für die verschiedenen Güterbereiche liegen die Zeitelastizitäten im Straßengüterfernverkehr ungefähr zwischen  $-0,08$  und  $-0,16$ , die Preiselastizitäten bei  $-0,6$  bis  $-1,2$  (DIW 2001, S. 87).

Die Transportzeiten verändern sich im Nachhaltigkeitsszenario im Gesamteffekt um rund 10 % zu Lasten des Lkw und zugunsten der Bahn. Diese Effekte resultieren zu einem Drittel aus straßenseitigen (z. B. verschärfte Kontrollen und Überwachung bestehender Geschwindigkeitsvorschriften auf allen Straßenkategorien, verschärfte Ahndung bei Verstößen, verschärfte Vorschriften und verstärkte Überwachung der Sozialvorschriften, ebenfalls verbunden mit einer verstärkten Ahndung bei Verstößen) und zu zwei Dritteln aus schienenseitigen Maßnahmen (z. B. stärkere Entmischung des Betriebs im Personen- und Güterverkehr, schnelle Linien- und Direktzugverbindungen im kombinierten Verkehr, moderne Zug- und Betriebsleitsysteme, Automatisierung der Umschlaganlagen, Abbau sämtlicher Grenzbarrieren und sonstiger eisenbahntechnischer Inkompatibilitäten im internationalen Schienengüterverkehr). Gegenüber der Binnenschifffahrt wirken sich die Transportzeiterhöhungen des Straßengüterverkehrs aufgrund der überdurchschnittlich langen Transportzeiten dieses Verkehrsträgers auch im Nachhaltigkeitsszenario nicht wettbewerbswirksam aus.

Das Maßnahmenbündel „Transportkosten“ zielt auch auf eine Verkehrsvermeidung. Erhöhte Transportkosten führen bei Verladern zu anderen Überlegungen hinsichtlich ihrer Produktionsstrategien (weniger „Just in Time“, Aufbau von Lagern), ihrer regionalen Bezugs-/Lieferverflechtungen sowie bei den Verkehrsträgern zu einer besseren Auslastung der vorhandenen Kapazitäten und damit zu einer Verringerung der Fahrleistungen.

Die Möglichkeiten, die Transportpreise und -kosten zu beeinflussen, sind vielfältig. Innerhalb des Maßnahmenbündels „Transportpreise und -kosten“ haben die Maut und die Mineralölsteuer sicherlich die größten Wirkungen hinsichtlich Transportverlagerung und Transportvermeidung. Auch die Verschärfung der Sozialvorschriften (Lenk- und Ruhezeiten für das Fahrpersonal) und deren verstärkte Überwachung wirken sich kostenerhöhend aus, wenn etwa zusätzliches Personal eingestellt werden muss oder sich die Umlaufzeiten der Lkw erhöhen.

Anhand von Kostenrechnungen für Lkw unterschiedlicher Nutzlastklassen wurde untersucht, wie sich bei den jeweils unterstellten Abgabesätzen die Kostenstrukturen verändern (DIW 2001, S. 88 f.). Im Trendszenario werden bei den kleineren Fahrzeugen ( $< 7,5$  t zul. GG, Einsatz im Güternahverkehr, 25 000 km Jahresfahrleistung) die geringfügig steigenden Kraftstoffpreise durch die erwartete Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche fast vollständig kompensiert. Anders sieht es jedoch im Nachhaltigkeitsszenario aus. Hier führen Maut und deutlich höhere Kraftstoff-

preise zu einer gegenüber dem Trend um 12 % höheren Kostenbelastung.

Ganz anders wirken sich die Maßnahmen bei den großen im Fernverkehr eingesetzten Lkw und Sattelzügen aus (40 t zul. GG, 150 000 km Jahresfahrleistung). Im Trendszenario sind durch die Einführung der Maut (0,15 DM [0,08 Euro]/km) und dem gegenüber dem Referenzszenario erhöhten DK-Preis 14 % Kostensteigerungen zu verzeichnen. Unter den Bedingungen des Nachhaltigkeitsszenarios werden sich – ohne Berücksichtigung von Anpassungsreaktionen – die Kosten erheblich erhöhen. Gegenüber den Kosten im Trend steigen sie im Nachhaltigkeitsszenario im gewählten Beispiel um 55 %. Kraftstoffkosten und Straßenbenutzungsgebühren haben jeweils knapp drei Zehntel Anteil an den Gesamtkosten. Im Nachhaltigkeitsszenario könnten im Fernverkehr mit schweren Lkw Kostensteigerungen auch daraus resultieren, dass infolge verstärkter Überwachung der Sozialvorschriften (Lenk- und Ruhezeiten des Fahrpersonals) der Fuhrunternehmer gezwungen ist, mehr Fahrpersonal einzusetzen oder dass die Lkw eine geringere Einsatzzeit – gemessen in jährlichen Einsatztagen – aufweisen. Beide Alternativen würden sich unmittelbar kostensteigernd auswirken; sie sind hier allerdings nicht berücksichtigt.

Die möglichen Anpassungsreaktionen des Fuhrunternehmers auf diese Kostensteigerungen sind zunächst vielfältig:

- Einsparungen bei den sonstigen betrieblichen Kosten,
- Optimierung der Tourenplanung,
- Erhöhung des Auslastungsgrades,
- Verringerung des Leerfahrtenanteils.

Angesichts des schon heute sehr intensiven Wettbewerbs im gewerblichen Straßengüterfernverkehr dürften die Möglichkeiten zur innerbetrieblichen Kosteneinsparung allerdings bereits weitestgehend ausgeschöpft sein.

Die verladende Wirtschaft kann ebenfalls reagieren. Hier besteht die Möglichkeit, sich hinsichtlich der Bezugs-/Absatzquellen (regional) anders zu orientieren oder über eine erhöhte Fertigungstiefe Kosten einzusparen. Die Möglichkeiten hierzu sind zweifellos vorhanden, sie werden allerdings für den Betrachtungszeitraum bis 2020 als gering eingeschätzt. In der Regel sind die Bindungen an die eigenen Lieferanten oder die Absatzmärkte relativ eng. Noch langwieriger und problematischer dürfte eine Umstrukturierung des eigenen Produktionsapparates sein, um die Fertigungstiefe zu erhöhen. Die Umkehrung des bisherigen Trends (weniger „lean“ production, größere Fertigungstiefe, Wiedereinführung von Lagerhaltung etc.) dürfte in einem für das Ziel „mehr Nachhaltigkeit im Güterverkehr“ nennenswerten Ausmaß nur sehr langfristig möglich sein. Bis 2020 werden diese Effekte auf etwas mehr als 1 % geschätzt (Transportaufkommen). Zusammen mit den innerbetrieblichen Rationalisierungsmaßnahmen (Routenoptimierung, s. o.) wird das Vermeidungspotenzial bei den Verkehrsleistungen auf 2,5 % geschätzt.

Nach Realisierung aller Anpassungsmechanismen dürften die Kostensteigerungen für den gesamten Straßengüterverkehr etwa 35 bis 40 % betragen. Diese Kostensteigerungen werden mit dem Elastizitätskonzept in Reaktionen des Verkehrsmarktes umgesetzt.

### 2.2.2 Verkerleistungen im Nachhaltigkeitszenario 2020

In Tabelle 9 und Abbildung 5 werden die Endergebnisse zu den Verkehrsleistungen dargestellt, wie sie sich für das Nachhaltigkeitszenario ergeben. Einbezogen sind die Verlagerungsmöglichkeiten und die parallel dazu geschätzten Vermeidungs- und Rationalisierungspotenziale. In der Gegenüberstellung zum Trendszenario wird die Spannweite der Gestaltungsmöglichkeiten des Verkehrsablaufs im Güterfernverkehr aufgezeigt.

Die für die Gesamtbilanz der Emissionen relevanten Verlagerungen auf Bahn und Binnenschifffahrt erfordern einen zusätzlichen Aufwand im Straßengüterverkehr durch Vor- und Nachlauf. Diese Effekte sind ebenso berücksichtigt wie die durch die Verlagerung entstehenden höheren Transportweiten bei der Bahn.

Der durch die Preiserhöhungen bedingte Vermeidungseffekt im Fernverkehr beträgt 3,9 %, bezogen auf die Verkehrsleistung. Die stärksten Veränderungen ergeben sich bei den Güterbereichen „Verbrauchsgüter“ (Leistung –6,1 %), „Landwirtschaftliche Erzeugnisse“ (–5,7 %) und „Nahrungs- und Futtermittel“ (–3,5 %). Die durchschnittlichen Transportweiten, die im Trendszenario um fast ein Fünftel zunehmen, werden im Nachhaltigkeitszenario um 2,4 % reduziert. Auch im Nachhaltigkeitszenario sind BIP- und Verkehrswachstum bei weitem noch nicht entkoppelt (Abbildung 6). Allerdings hat sich die Transportintensität schon geringfügig vermindert.

Transportverlagerungs- und -vermeidungseffekte führen beim Straßengüterfernverkehr zu einer Verringerung der Verkehrsleistung um fast ein Fünftel (Tabelle 9). Das Verminderungspotenzial von 83 Mrd. tkm beim Straßengüterfernverkehr wirkt sich am stärksten bei der Bahn aus. Gegenüber dem Trendszenario kann sie noch einmal um 45 Mrd. tkm auf 140 Mrd. tkm zulegen. Bezogen auf das Basisjahr 1997 wäre das fast eine Verdoppelung der Verkehrsleistungen.

Aus den Verlusten des Straßengüterfernverkehrs ergibt sich für die Binnenschifffahrt im Saldo nur ein deutlich geringerer Zuwachs von 13 Mrd. tkm, dies entspricht einem Anstieg der Verkehrsleistungen von knapp 15 %. Allerdings sind die Verkehrsgewinne der Binnenschifffahrt im Trendszenario, die aus den entsprechenden BVWP-Prognosen abgeleitet worden sind, schon außerordentlich hoch. Die Steigerungsrate ist deutlich höher als bei der Bahn. Anders als bei der Bahn werden im Nachhaltigkeitszenario für die Binnenschifffahrt daher keine Attraktivitätssteigerungen in einem nennenswerten Ausmaß mehr erwartet.

Beim Straßengüterverkehr sind sowohl beim Verkehrsaufkommen als auch bei den Verkehrsleistungen Zunahmen gegenüber dem Trendszenario zu verzeichnen. Alternativen zum Straßenverkehr sind praktisch nicht vorhanden, Bahn und Binnenschifffahrt sind keine Verkehrsmittel für die Feinverteilung. Die Steigerungen im Nahverkehr auf der Straße resultieren aus den Verlagerungen vom Straßengüterfernverkehr zu Bahn und Binnenschifffahrt. Verkehrsverlagerungen ziehen häufig einen Vor- und/oder Nachlauf auf der Straße nach sich.

Tabelle 9

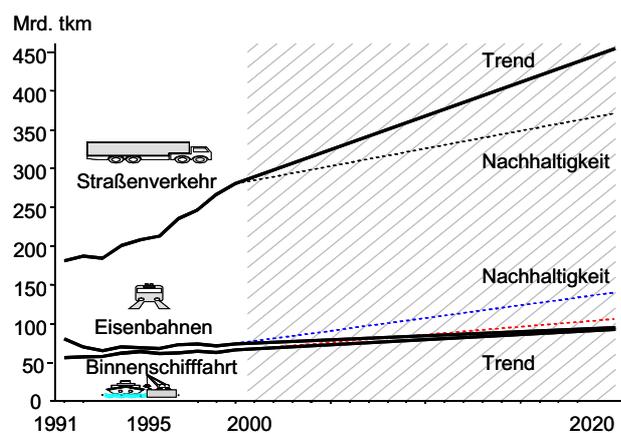
#### Verkehrsleistungen im Güterverkehr nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 bis 2020, Trend- und Nachhaltigkeitszenario

	1997	Trend 2020	Nachh. 2020	Veränderungsraten 1997 bis 2020 in %			Nachh./ Trend 2020
				Trend		Nachhaltigkeit	
				Verkehrsleistungen in Mrd. tkm	gesamter Zeitraum	gesamter Zeitraum	
Eisenbahn	73	95	140	30,1	92,0	2,9	47,6
dar. kombinierter Verkehr	15	31	44	108,4	195,9	4,8	42,0
Straßengüterfernverkehr	236	454	371	92,7	57,3	2,0	–18,4
Binnenschifffahrt	62	93	106	49,1	70,7	2,4	14,5
Fernverkehr insg.	371	642	617	73,1	66,4	2,2	–3,9
Straßengüterverkehr	67	85	91	28,4	37,4	1,4	7,0
nachrichtlich:							
Straßengüterverkehr	302	540	462	78,6	52,9	1,9	–14,4
Verkehr insgesamt	437	727	708	66,3	62,0	2,1	–2,6
Binnenverkehr	197	271	260	37,7	32,0	1,2	–4,1
grenzüberschr. Versand	55	121	114	118,9	107,6	3,2	–5,1
grenzüberschr. Empfang	73	148	140	101,5	91,3	2,9	–5,1
Transit	45	102	102	125,8	125,7	3,6	0,0

Quelle: DIW 2001, S. 100, nach BVU et al. 2001, Prognos; Berechnungen des DIW

Abbildung 5

**Verkehrsleistungen im Güterfernverkehr**



Quelle: DIW 2001, S. 102

Hinsichtlich der Hauptverkehrsbeziehungen (Binnenverkehr, grenzüberschreitender Versand und Empfang, Transit) werden auf den grenzüberschreitenden Relationen etwas größere Rückgänge als im Binnenverkehr erwartet.

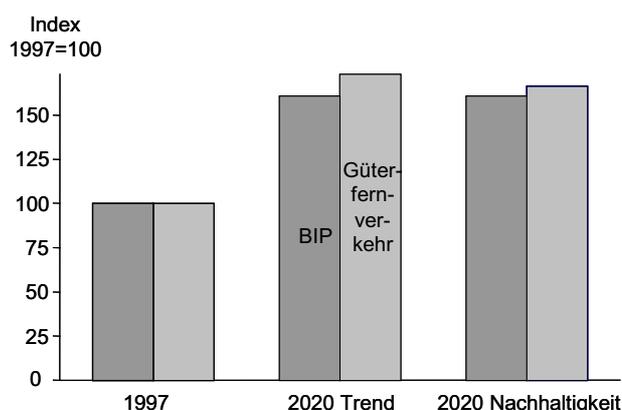
Die Eisenbahn, die im Trendszenario gegenüber der Ausgangssituation noch erhebliche Verkehrsanteile verliert, kann ihre Verkehrsanteile demgegenüber unter den Rahmenbedingungen des Nachhaltigkeitsszenarios deutlich verbessern (Tabelle 10). Bei den Verkehrsleistungen erreicht die Bahn einen Marktanteil von einem Fünftel. Beim gesamten Straßengüterverkehr, der unter „Status-quo“-Bedingungen bei den Tonnenkilometern seinen Marktanteil auf etwa drei Viertel steigern kann, sinkt der Verkehrsanteil auf zwei Drittel.

Aus der Entwicklung der durchschnittlichen Transportweiten wird deutlich, dass Bahn und Binnenschifffahrt die Straße vor allem auf den längeren (grenzüberschreitenden) Relationen ersetzen. Während die entsprechenden Werte bei Bahn und Binnenschifffahrt auf jeweils 313 km zunehmen, geht die durchschnittliche Transportentfernung im Straßengüterfernverkehr um mehr als 5 % auf 303 km zurück.

Eine wichtige Eckgröße für die Ableitung der Umweltbelastungen des Straßengüterverkehrs sind die Fahrleistungen. Die Ergebnisse werden daher im Kapitel VI im Rahmen der Diskussion der CO<sub>2</sub>-Emissionen präsentiert. Die Fahrleistungen lassen sich methodisch aus der Entwicklung des Fahrzeugbestandes, der Verkehrsleistungen (tkm) und dem durchschnittlichen Auslastungsgrad der Fahrzeuge bestimmen. Es wird angenommen, dass die Auslastung sich im Trendszenario – durch intensives TK-gestütztes Flottenmanagement und auch aufgrund erhöhter Verkehrsdichte auf den Straßen – um etwa 10 % erhöht, sodass die Steigerungsrate der Fahrleistungen des Fernverkehrs unter der liegt, die für die Verkehrsleistungen prognostiziert worden sind. Im Nachhaltigkeitsszenario führen die Verkehrsverlagerungen, die Transportvermeidungseffekte sowie die höhere Auslastung der Lkw zu einer erheblichen Reduktion der Fahrleistungen. Per saldo werden die Fahrleistungen

Abbildung 6

**BIP- und Güterfernverkehrswachstum (tkm) im Jahr 1997 und in den Szenarien 2020 Trend und Nachhaltigkeit**



Quelle: DIW 2001, S. 98

zwar auch unter den Nachhaltigkeitsbedingungen immer noch erheblich über dem Basiswert 1997 liegen, die Abnahme im Fernverkehr gegenüber dem Trendszenario ist jedoch sehr deutlich.

**IV. Luftverkehr**

Der Luftverkehr ist in den vergangenen Jahrzehnten erheblich stärker gewachsen als die anderen Verkehrsarten. Mit dieser Zunahme war ein erheblicher Anstieg der Luftschadstoffemissionen verbunden, trotz der Erfolge der Luftfahrtindustrie, durch organisatorische und operationelle Maßnahmen sowie durch technische Verbesserungen der Triebwerke und des Fluggeräts den spezifischen Treibstoffverbrauch und die spezifischen Schadstoffemissionen zu senken. Ohne eine signifikante Veränderung fiskalischer und ordnungspolitischer Rahmenbedingungen dürfte sich diese Entwicklung fortsetzen.

Die im Folgenden vorgestellten Ergebnisse für den Luftverkehr orientieren sich weitgehend an einer Studie, die im Auftrag des Umweltbundesamtes bearbeitet wurde (TÜV-TSU et al. 2001). In dieser Studie wurden nicht technische Maßnahmen zur Verringerung von aus dem Luftverkehr resultierenden Schadstoffbelastungen untersucht. Der Analysezeitraum und die verwendeten Basisdaten sind mit denen der vorliegenden Untersuchung vergleichbar.

**1. Ausgangssituation**

Die Besonderheiten des Luftverkehrs lassen sich u. a. folgendermaßen charakterisieren: Im grenzüberschreitenden Verkehr, welcher fast 90 % des gesamten Flugverkehrs ausmacht, wird keine Mehrwertsteuer erhoben. Der Flugkraftstoff wird generell (weltweit) nicht mit der Mineralölsteuer belastet. Für beide Ausnahmen sind keine sachlichen, inhaltlichen oder ökonomischen Begründungen erkennbar. Die aktuellen konjunkturell und politisch bedingten Friktionen und Rückgänge im Luftverkehr dürften unter den derzeitigen Rahmenbedingungen nur vorübergehender

Tabelle 10

**Anteile und Transportweiten im Güterverkehr nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 und 2020, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario**

	1997	Trend 2020	Nachh. 2020	1997	Trend 2020	Nachh. 2020
	Verkehrsleistung Anteile in %			durchschnittliche Transportweite in km		
Eisenbahn	16,7	13,0	19,7	247	297	313
dar. kombinierter Verkehr	3,4	4,2	6,2	439	445	466
Straßengüterfernverkehr	53,9	62,5	52,3	271	320	303
Binnenschifffahrt	14,2	12,8	15,0	266	306	313
Fernverkehr insgesamt	84,8	88,3	87,1	265	314	307
Straßengüternahverkehr	15,2	11,7	12,9	29	31	33
nachrichtlich: Straßengüterverkehr	69,1	74,2	65,3	95	130	115
Verkehr insgesamt	100,0	100,0	100,0	117	153	148
Binnenverkehr	45,1	37,3	36,7	225	253	247
grenzüberschr. Versand	12,6	16,6	16,2	294	333	322
grenzüberschr. Empfang	16,8	20,3	19,8	278	323	312
Transit	10,3	14,0	14,4	639	672	672
Fernverkehr insgesamt	84,8	88,2	87,1	265	314	307

Quelle: DIW 2001, S. 103, nach BVU et al. 2001, Prognos; Berechnungen des DIW

Natur sein. Die fortschreitende Liberalisierung der Luftverkehrsmärkte wird voraussichtlich zu einer weiteren Erhöhung des Wettbewerbs- und Preisdrucks beitragen und damit der ohnehin latent vorhandenen Luftverkehrsnachfrage zusätzliche Impulse verleihen. Die zu erwartenden Steigerungsraten würden nicht nur die Kapazitätsprobleme der Luftverkehrsstraßen und der Flughäfen erheblich verschärfen, sondern auch die Umweltprobleme. Weltweit hatte der Luftverkehr im Jahr 1997 einen Anteil von etwa 2 % am gesamten Primärenergieverbrauch, in Deutschland lag dieser Anteil in derselben Größenordnung.

In die Bemühungen zur Emissionsreduzierung im Luftverkehr müssen neben nationalen auch die geflogenen Strecken über internationalen Gebieten einbezogen werden. Zur verursachergerechten Zuordnung dieser Strecken sind unterschiedliche Prinzipien denkbar, etwa nach der Nationalität der Fluggesellschaft oder nach der der Passagiere. Als ausreichend verursachergerecht und zugleich praktikabel kann das Standortprinzip angesehen werden, das Verbrauch und Emissionen des gesamten Fluges dem Land des Startortes zuordnet. Eine Flugreise von Deutschland nach Spanien würde damit je zur Hälfte Deutschland (Hinflug) und Spanien (Rückflug) zugerechnet. Dieses Prinzip wird im Folgenden verwendet.

## 2. Trendszenario

Für den gesamten Luftverkehr (Passagier- und Luftfrachtverkehr) wird für die „Status-quo“-Entwicklung vom Trendszenario im BVWP-Gutachten ausgegangen. Danach weist unter allen Verkehrsarten der Luftverkehr die bei weitem größte

Steigerung auf. Der gesamte innerdeutsche Luftverkehr wird, ähnlich wie bisher, unterdurchschnittlich expandieren, während auf den grenzüberschreitenden Relationen noch ein kräftiges Plus zu erwarten ist. Beim Luftfrachtaufkommen wird bis 2020 eine mittlere jährliche Zunahme um mehr als 5 % erwartet. Bezogen auf 1997 wird sich das Luftfrachtaufkommen bis 2020 mehr als verdreifachen.

## 3. Nachhaltigkeitsszenario

### 3.1 Maßnahmen

Die Verminderung von Emissionen im Luftverkehr kann grundsätzlich durch den Einsatz emissionsärmerer Technik, durch operative Änderungen (Flughöhen, Flugrouten, Auslastungssteigerung etc.) sowie durch die Verminderung der Nachfrage nach Leistungen des Luftverkehrs erreicht werden. Ordnungsrechtliche Maßnahmen, die sich nur auf die Technik auswirken – wie etwa Emissionsgrenzwerte für Flugzeuge –, wurden im Rahmen dieses Projektes nicht betrachtet. Wichtige denkbare Maßnahmen sind beispielsweise:

- ordnungspolitische Maßnahmen wie die Einschränkung des Kurzstreckenverkehrs (Distanzen bis etwa 800 km),
- fiskalpolitische Maßnahmen wie die Einführung einer Kerosinsteuer analog zur Mineralölsteuer oder die Erhebung einer Emissionsabgabe bei jeder Landung und
- „Soft Policies“ wie freiwillige Selbstverpflichtungserklärungen der Luftverkehrsunternehmen und Maßnahmen zur Verbesserung der öffentlichen Wahrnehmung ökologischer Gesichtspunkte (public awareness).

Die Maßnahme „Einschränkung des Kurzstreckenverkehrs“ wurde nicht weiter verfolgt. Gründe liegen in der mit kurzen Strecken verbundenen nur geringen Minderung bei Energieverbräuchen und Emissionen, in den mit der Ausgestaltung der Maßnahme verbundenen Unwägbarkeiten – insbesondere in der rechtlichen Problematik (z. B. Entschädigungszahlungen) – und in dem innerhalb Europas ohnedies bestehenden Trend zum Ersatz teilweise unrentabler Kurzstreckenflüge durch Bahnverkehre.

„Soft Policies“ können zusätzlich die Akzeptanz von Maßnahmen mit größerer Eingriffsintensität verbessern. Zum Beispiel könnten Selbstverpflichtungserklärungen der Luftverkehrsunternehmen die Bereitschaft erhöhen, den Luftverkehr anbieterseitig stärker nach ökologischen Gesichtspunkten zu optimieren. Bei der Festlegung von freiwilligen Vereinbarungen wäre darauf zu achten, dass bestimmte Voraussetzungen wie die stringente Festlegung und Quantifizierung von Zielen, eine rechtliche Bindung sowie das Monitoring von Entwicklungen und die Sanktionierung von Zielverfehlungen gewährleistet werden.

Der Schwerpunkt der weiteren Betrachtung liegt auf fiskalpolitischen Maßnahmen. Die Einführung einer Kerosinsteuer würde – analog zur Mineralölsteuer für Kraftfahrzeuge – die Betankung und damit die Betriebskosten verteuern. Die Realisierung solcher Maßnahmen ist jedoch nicht unproblematisch, da der internationale Luftverkehr auf bilateralen Abkommen beruht, die faktisch alle eine Steuerfreiheit vorsehen und somit geändert werden müssten.

Die Erhebung einer Emissionsabgabe bei jeder Landung könnte dagegen ohne Änderung dieser internationalen Abkommen erfolgen, wenn sie allgemein eingeführt würde, also keine Nation oder Fluggesellschaft benachteiligt wäre. Beispielsweise wird bereits eine emissionsabhängige Landgebühr in Zürich erhoben, welche sich allerdings nur auf die Emissionen in Flughafennähe (LTO-Zyklus) bezieht. Der Landing-Take-Off-(LTO)-Zyklus umfasst ausschließlich Betriebszustände und damit verbundene Emissionen im Flughafenbereich (Landeanflug, Rollen etc.). Daneben fallen jedoch auch erhebliche Emissionen während des Flugbetriebes – insbesondere bei Langstrecken – außerhalb des Flughafens an. In der im vorliegenden Bericht untersuchten Emissionsabgabe wird beides – die Emissionen während der gesamten Flugstrecke und jene bei Start und Landung – berücksichtigt. Für die Flugstrecke wird ein zusätzlicher flugzeugspezifischer Emissionssatz für den Reiseflug eingeführt.

Bei beiden ausgewählten fiskalischen Maßnahmen würde die gesamte Flugstrecke innerhalb und außerhalb Europas berücksichtigt werden (beim Tanken – also vor dem Start in Europa – greift die Kerosinsteuer; bei der Landung die Abgabeerhebung). Durch diese Maßnahmen wären alle Fluggesellschaften im Verkehr mit Europa – nicht nur die europäischen Gesellschaften – betroffen. Dabei wird angenommen, dass über entsprechende bilaterale Abkommen die Einführung der fiskalischen Maßnahmen in ganz Europa gewährleistet ist, also in der Europäischen Union und in den benachbarten europäischen Ländern (z. B. auch in Polen und in der Schweiz). Nur so könnten Ausweichreaktionen der Passagiere und der Fluggesellschaften weitgehend vermieden werden.

Die Maßnahmen „Kerosinsteuer“ und „Emissionsabgabe bei Landung“ wurden in der Studie für das UBA in jeweils zwei Intensitätsstufen betrachtet (TÜV-TSU et al. 2001). Die Vari-

ante einer niedrigen Kerosinsteuer orientiert sich an den durchschnittlichen Mineralölsteuersätzen für Dieseltreibstoff im Straßenverkehr der EU. Die Kerosinsteuer würde danach 2002 europaweit mit 0,08 DM (0,04 Euro)/l eingeführt und stiege bis 2010 jährlich um diesen Betrag, so dass sich für 2010 ein realer Kerosinpreis (zu Preisen von 2000) von 0,90 DM (0,46 Euro)/l ergäbe. Bis zum Prognosejahr 2020 sind keine weiteren Erhöhungen der Kerosinsteuer unterstellt worden. Wegen der erwarteten autonomen relativen Preissteigerungen bei Kerosin läge der durchschnittliche Literpreis dann bei rund 1,00 DM (0,51 Euro) real.

Wenn eine moderate Emissionsabgabe schrittweise eingeführt und gleichermaßen auf den CO<sub>2</sub>- und den NO<sub>x</sub>-Ausstoß erhoben würde, ergäbe sich – bei unterstellter gleicher Emissionsstruktur in der Flugzeugflotte wie 1995 – eine Belastung, die vergleichbar wäre mit der Belastung durch eine niedrige Kerosinsteuer, im Jahr 2010 ein Satz von 0,11 DM (0,05 Euro) je kg CO<sub>2</sub> und 26,80 DM (13,70 Euro) je kg NO<sub>x</sub>.

Mit der Variante einer hohen Kerosinsteuer stiege der Literpreis für in Europa getankten Flugkraftstoff (Kerosin) von 2002 bis 2010 auf real 3,50 DM (1,78 Euro). Eine Emissionsabgabe auf den CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Ausstoß, die in ihrer Höhe den Belastungen aus der hohen Kerosinsteuer entspräche, läge bei 0,63 DM (0,32 Euro) je kg CO<sub>2</sub> und 150 DM (76,69 Euro) je kg NO<sub>x</sub> 2010.

Zusätzlich wurde ein Maßnahmenbündel betrachtet, das die Einführung sowohl der hohen Emissionsabgabe als auch der niedrigen Kerosinsteuer im Zeitraum 2002 bis 2010 vorsieht. Die hier im Rahmen des Nachhaltigkeitsszenarios vorgestellten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf dieses Maßnahmenbündel aus niedriger Kerosinsteuer und hoher Emissionsabgabe. Auf eine hohe Kerosinsteuer wurde verzichtet, weil diese eher dazu führen würde, dass im Verkehr mit und innerhalb von Europa Betriebskonzepte mit Langstreckenmaschinen wirtschaftlich werden, die einen Tankstopp außerhalb des Einführungsgebiets (in Nahost, Afrika) vorsehen (sog. „Tankering“).

### 3.2 Ergebnisse

Die untersuchten preislichen Maßnahmen wirken sich nicht unmittelbar auf die Nachfrage nach Luftverkehrsleistungen aus:

- Die Mineralölindustrie könnte die Preise für ihre anderen Produkte erhöhen, um den Kerosinpreis zu stützen und einen Nachfragerückgang zu vermeiden.
- Die Flugzeug- bzw. Triebwerkshersteller würden auf Druck der Airlines und auch, um ihre Absatzmärkte nicht wegbrechen zu lassen, verstärkt Anstrengungen unternehmen, die Energieeffizienz der Flugzeuge zu verbessern (Aerodynamik, Gewicht, Triebwerke). Jährliche Effizienzverbesserungen von 1 bis 2 % werden dabei für erreichbar gehalten.
- Die Airlines würden mittel- und langfristig aus eigenen wirtschaftlichen und wettbewerblichen Erwägungen heraus bestrebt sein, die Erhöhung der Kerosinpreise durch Senkung der übrigen Betriebskosten zu kompensieren. Die Kosten könnten reduziert werden durch Erhöhung der Flugzeugauslastung und eine höhere Sitzplatzdichte, durch Erwerb und Einsatz energieeffizienteren Fluggeräts (einschließlich re-engineering) oder durch opera-

tionelle Maßnahmen („flight management“, „improved routing“, Energieeinsparung am Boden etc.).

- Die Flugsicherungsbehörden könnten durch ein vereinheitlichtes Flugsicherungssystem (Eurocontrol) ebenfalls noch nennenswerte Sparpotenziale mobilisieren. Eine effizientere Flugsicherung würde zu direkteren Wegen und weniger Warteschleifen führen.

In einem Nachfrage-Reaktionsmodell des DIW wurden die vielfältigen Kompensationsmöglichkeiten quantitativ analysiert. Dabei zeigt sich, dass 5 % bis 15 % der abgabebedingten Kostenerhöhung durch Reaktionen, die über die im Trend ohnehin zu erwartenden weiteren Rationalisierungsmaßnahmen hinausgehen, aufgefangen werden können.

Die Reaktionen der Kunden auf die letztlich verbleibenden Preiserhöhungen wurden mit Hilfe von Preiselastizitäten bestimmt. Auf Basis verfügbarer Literaturangaben wurde im Geschäftsverkehr mit Elastizitäten von  $-0,1$  (Langstrecken) bis  $-0,2$  (innerdeutscher Verkehr) gerechnet, im Urlaubsverkehr mit Werten von  $-0,8$  (Langstrecke) bis  $-1,2$  (innerdeutsch). Im Geschäftsverkehr können Flüge über lange Strecken zumeist nicht mit anderen, alternativen Verkehrsmitteln abgewickelt werden; hier besteht eher die Möglichkeit, die Reisehäufigkeit (z. B. Kongressbesuche) zu reduzieren. Im privaten Verkehr steht die hohe Wertschätzung der Urlaubsreise im Vordergrund, so dass davon auszugehen ist, dass in privaten Haushalten eher bei anderen Haushaltsausgaben als beim Urlaub gespart wird. Die höchste Nachfragerreaktion ist bei Urlaubsreisen in den Mittelmeerraum zu erwarten, die sich um bis zu 500 DM (256 Euro) pro Person verteuern könnten. Doch auch hier ergäbe sich kein Rückgang, sondern die Nachfrage würde vermutlich eher stagnieren (vgl. TÜV-TSU et al. 2001).

Im Frachtverkehr wird etwa die Hälfte der Luftfracht als Zuladung in Passagiermaschinen befördert. Dieser Teil wird

durch die Maßnahmen nur unterdurchschnittlich in dem Maße belastet, wie durch die zusätzliche Beladung ein Mehrverbrauch an Treibstoff resultiert. Für die in reinen Frachtmaschinen beförderten Güter sind niedrige Preiselastizitäten unterstellt worden, da es sich überwiegend um besonders eilbedürftige Güter handelt. Damit weist die Nachfrage im Frachtverkehr – auch bei Berücksichtigung der Maßnahmen – deutlich höhere Wachstumsraten als der Personenverkehr auf.

Im gewählten Maßnahmenbündel dominiert die Wirkung der hohen Emissionsabgabe. Selbst unter diesen relativ starken fiskalpolitischen Restriktionen würde sich die Personenverkehrsleistung bis 2020 in etwa verzweieinhalbfachen (Standortprinzip). In noch stärkerem Maße würde voraussichtlich die Luftfracht zunehmen. Dies hat im Wesentlichen zwei Ursachen:

- Die starke Zunahme der Flugleistung im Trendszenario kann im Nachhaltigkeitsszenario bei Einführung der genannten Maßnahmen nur abgeschwächt werden. Da es vielfach zum Lufttransport bei vorgegebenen Relationen keine Alternative gibt, ist die Reaktion der Kunden (siehe Preiselastizitäten) nur schwach ausgeprägt. So wachsen die Verkehre auf den Fernstrecken überproportional, lediglich auf den Urlauber-Relationen nach Südeuropa wäre unter den Prämissen des Maßnahmenbündels ein leichter Rückgang der Urlauberzahlen im Vergleich zu 1995 bzw. 1997 zu verzeichnen.
- Zum Zweiten wird die preissteigernde Wirkung der Maßnahmen durch Auffangreaktionen – vor allem durch eine über den Trend hinausgehende Reduzierung des spezifischen Verbrauchs je Tonne Nutzlast – gedämpft.

Die Ergebnisse für den Passagier- und Luftfrachtverkehr sind zusammengefasst in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11

**Passagierluft- und Luftfrachtverkehr 1997 bis 2020 für das Trend- und Nachhaltigkeitsszenario (Standortprinzip)**

	1997	Trend 2020	Nachh. 2020	Veränderungsraten 1997 bis 2020 in %			Nachh./ Trend 2020
				Trend	Nachhaltigkeit		
				gesamter Zeitraum	gesamter Zeitraum	durch- schnittl. jährlich	
<b>Passagiere</b>							
beförderte Personen in Mio.	53	141	113	164,0	111,6	3,3	–19,9
Verkehrsleistungen in Mrd. Pkm	119	385	310	223,5	160,5	4,3	–19,5
<b>Luftfracht</b>							
beförderte Tonnen in Mio.	0,9	3,0	2,1	242,5	139,7	3,9	–30,0
Verkehrsleistungen in Mrd. tkm	4,9	17,7	12,9	261,2	163,3	4,3	–27,1

Quelle: DIW 2001, S. 113, nach BVU et al. 2001, DSF/DLR und Berechnungen des DIW

#### 4. Ausblick

Der Luftverkehr hat weltweit einen erheblichen ökonomischen Stellenwert. Sein Bedeutungsschwerpunkt liegt weniger in den direkten, indirekten und induzierten Beschäftigungswirkungen oder dem jeweiligen Anteil am Bruttoinlandsprodukt. Vielmehr hat er eine strategische Bedeutung für die gesamte Wirtschaft, und insbesondere für das Tourismusgewerbe. Der Luftverkehr ermöglicht weltweite, zeitlich schnell umsetzbare Geschäftsreiseaktivitäten und Frachtbeförderungen. Er ist insofern eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit einer globalisierten Wirtschaft.

Der ökonomischen Bedeutung des Luftverkehrs stehen die von ihm verursachten beträchtlichen ökologischen Belastungen gegenüber. In Anbetracht der Gefahr einer globalen Klimaerwärmung erscheint die Sonderstellung der internationalen Verkehre, insbesondere die Abgabefreiheit des Luftverkehrs, immer weniger gerechtfertigt. Zur Einführung von Abgaben für den Luftverkehr gibt es in der EU seit längerem Überlegungen.

Aufgrund der Anreize zur Entwicklung verbrauchsgünstigeren Fluggeräts und zur Umrüstung vorhandener Maschinen wären für die Luftfahrtindustrie positive zusätzliche Nachfrageeffekte zu erwarten. Bei einer schrittweisen Einführung der Maßnahmen dürften sich die negativen ökonomischen Effekte auf die internationale Geschäftstätigkeit und den Tourismus (traditionelle Ferienreiseländer innerhalb und außerhalb Europas) in Grenzen halten.

#### V. Ausgewählte wirtschaftliche und soziale Folgewirkungen des Nachhaltigkeitsszenarios

Eine umfassende Diskussion der wirtschaftlichen und sozialen Aspekte einer Nachhaltigkeitsstrategie im Verkehrsbebereich war im Rahmen dieses Gutachtens nicht möglich (Kapitel II.3). Daher wurde eine stark vereinfachende Herangehensweise gewählt, die anhand ausgewählter Indikatoren wesentliche wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des Nachhaltigkeitsszenarios beleuchtet. Als „Leitindikatoren“ wurden beim Personenverkehr die Verkehrsausgaben der privaten Haushalte und beim Gütertransport der Anteil der Transportkosten an den Gesamtkosten bei den einzelnen Gütergruppen ausgewählt.

##### 1. Verkehrsausgaben der privaten Haushalte

###### 1.1 Historische Entwicklung und Status quo

Die langfristige Betrachtung zeigt, dass die Verkehrsausgaben im Zeitablauf einen ständig zunehmenden Stellenwert im Budget der privaten Haushalte erlangten. Sie wiesen unter den gesamten Konsumausgaben eine besonders hohe Dynamik auf. Zwischen 1950 und 1990 nahmen sie um 6,7 % im Jahresdurchschnitt zu und stiegen damit wesentlich schneller als die Käufe der privaten Haushalte insgesamt (4,8 % p. a.). Die Verkehrsausgaben hatten damit das zweitstärkste Wachstum aller Verwendungsbereiche. Ihre Zunahme wurde nur noch von den Ausgaben für Nachrichtenübermittlung übertroffen.

Die relative Bedeutung der Ausgaben für Mobilität vergrößerte sich im Laufe dieser Entwicklung deutlich. Während im Jahr 1950 lediglich 6,4 % der Konsumausgaben in den alten Ländern auf die Benutzung von Verkehrsmitteln ent-

fielen, stieg der Anteil bis 1990 auf 15 %. Nach den Ausgaben für Nahrungs- und Genussmittel sowie denjenigen für Wohnungsmiete bildeten die Verkehrsausgaben damit die drittgrößte Verwendungskategorie. Der bedeutendste Teil dieser Expansion vollzog sich bereits bis zum Jahr 1970, in dem der Verkehrsanteil schon knapp 13 % erreichte. Danach hat er sich unter leichten Schwankungen bis auf 15 % im Jahr 1990 weiter erhöht. Die Entwicklung zeigt, dass das Bedürfnis nach Mobilität mit steigendem Einkommen und größeren Spielräumen beim privaten Konsum zu einem wesentlichen Faktor bei der Ausgabengestaltung der Haushalte geworden ist, wohingegen Grundbedürfnisse, wie die Versorgung mit Nahrungs- und Genussmitteln sowie Bekleidung und Schuhen, stark an Bedeutung verloren haben.

Die starke Expansion der Verkehrsausgaben wurde vor allem durch die private Motorisierung getragen, für die immer mehr Haushalte einen erheblichen Teil ihres Einkommens verwendeten. So sind die Ausgaben für Anschaffung und Nutzung von Kraftfahrzeugen von 1970 bis 1990 in den alten Bundesländern im Jahresdurchschnitt um 7,8 % gestiegen. Die Zunahme übertraf damit die der Haushaltsausgaben insgesamt, die sich im Mittel um 6,6 % pro Jahr erhöhten. Ihr Anteil am Konsum der Haushalte stieg demzufolge an, und zwar auf etwa 13 %. Während 1970 in Westdeutschland knapp die Hälfte aller Haushalte über ein eigenes Fahrzeug verfügte, nahm dieser Anteil bis 1990 auf etwa 70 % zu. Nach 1990 hat die Entwicklung im vereinigten Deutschland relativ schnell an diese Strukturen angegeschlossen.

Bei den Verkehrsausgaben der Haushalte lag nach den ersten Boomjahren der „nachgeholten“ Motorisierung in Ostdeutschland der Anteil an den Gesamtausgaben in Deutschland bis zum Jahr 2000 unter leichten Schwankungen zwischen 14 % und 15 %. Davon wiederum entfiel der weitaus größte Teil auf die Haltung und Nutzung von Pkw (2000: 87 %). Mit insgesamt 275,3 Mrd. DM (140,7 Mrd. Euro) gaben die privaten Haushalte im Jahr 2000 etwa jede achte Mark für das eigene Fahrzeug aus.

###### 1.2 Entwicklung bis 2020

Für die künftige Bedeutung der Verkehrsausgaben der Haushalte sowohl in der Trendentwicklung als auch im Zusammenhang mit den Maßnahmen des Nachhaltigkeitsszenarios werden im Folgenden einige Überlegungen und Schätzungen durchgeführt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere bei den Entwicklungen der von den Verbrauchern nachgefragten Fahrzeugtechnik und der Marktpreise einer künftigen Pkw-Generation aus heutiger Sicht größere Unsicherheiten bestehen.

Basis der Berechnungen sind die Annahmen und zugrunde gelegten Maßnahmen der Szenarien, die Ergebnisse der Verkehrsleistungs- und Fahrleistungsprognosen, die TREMOD-Ergebnisse zum Kraftstoffverbrauch (Kapitel VI) sowie zusätzliche Annahmen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 ausgewiesen.

Das bei weitem größte Volumen entfällt auf die Ausgaben zur Fahrzeuganschaffung, die 1997 mit 116 Mrd. DM (59,3 Mrd. Euro) knapp die Hälfte der gesamten Pkw-Ausgaben ausmachten. Für die künftige Entwicklung ist vor allem die weitere Motorisierung von Bedeutung. Hier wird aus der Pkw-Bestandsvorausschätzung für die Bundesver-

Tabelle 12

**Verkehrsausgaben<sup>1)</sup> der privaten Haushalte in Deutschland 1997  
sowie in den Szenarien Trend und Nachhaltigkeit 2020**

Ausgabenkategorien	1997	Szenario 2020	
		Trend	Nachhaltigkeit
		– in Mrd. DM (€) –	
Pkw insgesamt	251,8 (128,7)	310,0 (158,5)	320,7 (163,9)
Pkw-Anschaffung	116,4 (59,5)	151,6 (77,5)	153,7 (78,5)
Kraftstoffe	62,1 (31,7)	62,3 (31,8)	69,0 (35,2)
dar. Mineralölsteuer	37,0 (18,9)	36,1 (18,4)	46,0 (23,5)
übrige Pkw-Ausgaben	73,3 (37,4)	95,4 (48,7)	96,7 (49,4)
Parkraumbewirtschaftung	×	0,7 (0,3)	1,3 (0,6)
sonstige Verkehrsleistungen	37,6 (19,2)	40,0 (20,4)	53,6 (27,4)
Verkehrsausgaben insgesamt	289,4 (147,9)	350,0 (178,9)	374,3 (191,3)
Haushaltsausgaben insgesamt	2 001,7 (1 023,4)	×	×
		– Anteil an den Haushaltsausgaben insgesamt in % –	
Pkw insgesamt	12,6	×	×
Pkw-Anschaffung	5,8	×	×
Kraftstoffe	3,1	×	×
dar. Mineralölsteuer	1,8	×	×
übrige Pkw-Ausgaben	3,7	×	×
Parkraumbewirtschaftung	×	×	×
sonstige Verkehrsleistungen	1,9	×	×
Verkehrsausgaben insgesamt	14,5	×	×
Haushaltsausgaben insgesamt	100,0	×	×

<sup>1)</sup> zu Preisen von 1997.

Quellen: DIW 2001, S. 72, nach Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW

kehrswegenplanung ein Wert von 52 Mio. Fahrzeugen für das Trendszenario 2020 abgeleitet.

Mehrere Faktoren, mit zum Teil unterschiedlicher Wirkungsrichtung, sind für die Preisentwicklung der Fahrzeuge von Bedeutung:

- In der Verkehrsprognose wird eine deutliche Zunahme des Anteils von Fahrzeugen mit Dieselmotor sowohl für das Trend- als auch für das Nachhaltigkeitsszenario angenommen. Hieraus resultiert eine gewisse Verteuerung bei den Fahrzeugen. Eine Auswertung bei den größeren Fahrzeugherstellern ergab einen mittleren Preisaufschlag von Pkw mit Dieselantrieb gegenüber solchen mit Benzinmotor (bei im Übrigen vergleichbaren Fahrzeugen der jeweiligen Flotte) von etwa 10 %.
- Schwieriger einzuschätzen sind die mit einer Optimierung des Kraftstoffverbrauchs in Richtung sehr niedriger Verbrauchswerte (Drei-Liter-Auto) verbundenen Kostenwirkungen, die durch neue Motorkonzepte, Leichtbau, Verringerung des Luft- und Rollwiderstands, etc.

entstehen. Hier gibt es bislang noch wenige Referenzfahrzeuge, bei denen zudem die Preisrelation zu konventionellen Vergleichsfahrzeugen wahrscheinlich noch nicht den sich langfristig – bei größeren Produktionsmengen – ergebenden Verhältnissen entspricht. Empirisch fundierte Schätzungen sind daher nur eingeschränkt möglich. Es werden hier Kostensteigerungen von 10 % (Trendszenario) bzw. 15 % (Nachhaltigkeitsszenario) zugrunde gelegt. Hinsichtlich der Preisentwicklung der Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechniken (z. B. Brennstoffzelle) liegen noch keine belastbaren Erkenntnisse vor.

- Bei den Kraftstoffverbrauchsrechnungen wird von einem gewissen „Downsizing“ bei den Fahrzeuggrößen (kleinere und leistungsschwächere Fahrzeuge) ausgegangen. Die Effekte auf den Fahrzeugpreis werden auf der Grundlage der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes bereits in DIW (1996) berechnet. Beispielsweise ergibt sich bei einer Ersetzung von jeweils 25 % der Fahrzeuge einer Hubraumklasse durch solche

der nächst niedrigeren Kategorie eine Reduzierung der Fahrzeugpreise um 7 %.

Berücksichtigt werden außerdem im Nachhaltigkeitsszenario die Wirkungen der Abschaffung der Pendlerpauschale und der Fahrzeugpreiserhöhungen auf den Fahrzeugbestand.

Unter diesen Annahmen ergibt sich für die Trendentwicklung als Nettowirkung eine Steigerung der Ausgaben zur Anschaffung von Pkw um 30 %, die vor allem durch die Zunahme der Motorisierung bedingt ist. Im Nachhaltigkeitsszenario nehmen die Ausgaben gegenüber dem Trend kaum noch zu. Die etwas höheren Fahrzeugkosten der verbrauchsoptimierten Fahrzeuge und ihr steigender Anteil werden durch ein stärkeres „Downsizing“ und eine – relativ geringe – Bestandsreduktion nahezu ausgeglichen.

Die Ausgaben für Kraftstoffe werden anhand der Fahrleistungsvorausschätzung, der mittleren Verbrauchswerte sowie der zugrunde gelegten Kraftstoffpreise ermittelt. Dabei ergibt sich im Trendszenario mit 62,3 Mrd. DM (31,8 Mrd. Euro) ein nahezu identischer Wert wie im Ausgangsjahr 1997. Hier wird die Zunahme der Fahrleistungen und die Preisentwicklung durch den deutlichen Rückgang des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs (um 37 %) kompensiert. Im Nachhaltigkeitsszenario steigen die Kraftstoffausgaben gegenüber der Trendentwicklung um 11 % auf 69 Mrd. DM (35,3 Mrd. Euro) an. Der im Vergleich zum Trendszenario weiter zurückgehende spezifische Kraftstoffverbrauch sowie die Verminderung der Fahrleistungen werden von der kräftigen Erhöhung des Kraftstoffpreises übertroffen.

Die von den Haushalten zu zahlende Mineralölsteuer ergibt sich aus den in beiden Szenarien verwendeten Annahmen zum Steuersatz. Gegenüber 1997 vermindert sich das reale Steueraufkommen im Trendszenario leicht um 2,2 % auf 36,1 Mrd. DM (18,4 Mrd. Euro). Im Nachhaltigkeitsszenario nimmt es gegenüber dem Trend um 27 % zu.

Die „übrigen“ Pkw-Ausgaben werden mit der Entwicklung der Pkw-Anschaffungskosten fortgeschrieben. Sie enthalten für 1997 auch die Gebühren, die im Rahmen der Parkraumbewirtschaftung anfallen. Für die beiden Szenarien werden daher hierfür nur die jeweils sich ergebenden zusätzlichen Beträge angesetzt.

Die Haushaltsausgaben für „sonstige“ Verkehrsleistungen bestehen überwiegend aus den Entgelten für die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel. Sie werden mit der Entwicklung der Verkehrsleistungen von Eisenbahn und öffentlichem Straßenpersonenverkehr fortgeschrieben. Während sich im Trendszenario gegenüber 1997 nur ein geringer Zuwachs (6 %) ergibt, nehmen die Ausgaben im Nachhaltigkeitsszenario gegenüber dem Trend kräftig zu, und zwar um ein Drittel.

Die gesamten Ausgaben der Haushalte für Verkehrsleistungen steigen im Trend von 1997 bis 2020 um 21 % auf 350 Mrd. DM (178,9 Mrd. Euro). Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme um 0,8 %, die damit weit unter der mittleren Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes (knapp 2 %) liegt. Geht man davon aus, dass die jährliche Zunahme der Konsumausgaben der privaten Haushalte nicht außerordentlich gravierend unter der Rate des Bruttoinlandsproduktes liegt – im Zeitraum von 1991 bis 2000 stieg das Bruttoinlandsprodukt zu Preisen von 1995

im Jahresdurchschnitt um 1,6 %, die Konsumausgaben der privaten Haushalte um 1,5 % –, so ergibt sich aus den Prognoseergebnissen eine unterdurchschnittliche Zunahme der Verkehrsausgaben innerhalb des gesamten Ausgabenbudgets der privaten Haushalte.

Im Nachhaltigkeitsszenario 2020 steigen die Verkehrsausgaben gegenüber der Trendentwicklung um 7 % auf 374 Mrd. DM (191,2 Mrd. Euro) an. Bezogen auf das Ausgangsjahr 1997 ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 1,1 %. Auch mit dieser Steigerung dürfte die Zunahme der Verkehrsausgaben gemessen am gesamten Ausgabevolumen der privaten Haushalte noch unterdurchschnittlich verlaufen.

## 2. Ökonomische Rückwirkungen von Preiserhöhungen im Straßengüterverkehr

Für das Nachhaltigkeitsszenario wird angenommen, dass die Transportkosten des Straßengüterfernverkehrs im Jahr 2020 um etwa 35 bis 40 % höher sind als im Trendszenario (Kapitel III.2.2). Bei diesem Wert ist unterstellt, dass die Reaktionen der verladenden Wirtschaft auf Transportpreiserhöhungen

- durch bessere Auslastung der Transportgefäße,
- durch kürzere Distanzen zwischen Versender und Empfänger,
- durch Wegfall von Transporten (z. B. erhöhte Fertigungstiefe)

bereits stattgefunden haben.

Gegen drastische Anhebungen der fiskalischen Belastungen wenden vor allem die betroffenen Interessengruppen ein, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft sei gefährdet und würde Produktionsverlagerungen ins Ausland provozieren. Um diese Argumentation zu überprüfen, ist im Rahmen des Gesamtprojekts untersucht worden, welche Auswirkungen die Kostenerhöhungen auf die Gesamtwirtschaft haben. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Kostenbelastung der Wirtschaft sich nur um rund 0,5 % erhöhen würde.

Es bleibt jedoch zu prüfen, ob nicht einzelne Wirtschaftssektoren von Transportkostensteigerungen so überdurchschnittlich betroffen würden, dass sie in ihrer Existenz bedroht wären. Selbst bei Berücksichtigung der indirekt enthaltenen Transporte bleibt der Kostenanteil des Güterfernverkehrs bei vielen Wirtschaftsbereichen unter 3 % (Tabelle 13). Nur in wenigen Bereichen dürften Transportpreiserhöhungen spürbare wirtschaftliche Folgen haben; neben dem Baustoffsektor (Kostenanteil: 13,6 %) sind dies die Forstwirtschaft/Fischerei (5,5 %), Nahrungsmittel (6 %), Papier und Pappe (4,9 %), Holzbearbeitung (4,4 %), Glaswaren (4,1 %), Chemische Erzeugnisse (3,9 %) sowie der Verkehrsbereich selbst, in dem die Transportkostenhöhe wirklich eine größere Rolle spielt. Überdurchschnittlich, nämlich um etwa 1,7 % (DIW 1996), steigen auch die Preise der Exporte. Neben den im Warenwert indirekt enthaltenen Transportleistungen sind sie auch durch die direkten Verkehrsleistungen belastet.

Insgesamt weitaus stärker wirkt sich der Preis – allerdings nur in Verbindung mit angebotsverbessernden Maßnahmen für die alternativen Verkehrsträger – jedoch auf die Konkurrenzsituation zwischen den Verkehrsarten aus.

Tabelle 13

## Sektorale Effekte von Kostenerhöhungen im Straßengüterverkehr in %

	Preiseffekt <sup>1)</sup>	Anteile der Lkw-Transportkosten	
		direkte	direkte + indirekte
Lkw-Transporte	40,0	0,6	102,0
landwirtschaftliche Produkte	0,4	1,2	2,6
Forstwirtschaft, Fischerei	1,0	3,8	5,5
Elektrizität, Fernwärme	0,2	0,5	1,7
Gas	0,2	0,4	0,9
Wasser	0,0	0,1	0,7
Kohle, Koks, Briketts	0,2	0,6	2,4
Erze, Torf	0,5	1,5	2,7
Erdöl, Erdgas	0,0	0,1	0,2
chemische Erzeugnisse	0,6	1,9	3,9
Mineralölerzeugnisse	0,6	1,2	1,7
Kunststoffherzeugnisse	0,5	1,5	3,2
Gummierzeugnisse	0,7	1,7	3,0
Gewinnung von Baustoffen	2,9	10,1	13,6
Feinkeramik	0,6	1,4	2,5
Glas und Glaswaren	0,8	2,3	4,1
Eisen und Stahl	0,3	0,9	3,3
NE-Metall und -halbzeug	0,3	0,8	2,2
Gießereierzeugnisse	0,5	1,2	2,6
Zieheneierzeugnisse	0,4	0,9	2,3
Stahl-, Leichtmetallbau	0,4	1,0	2,6
Maschinenbauerzeugnisse	0,5	1,4	2,7
Büromaschinen	0,2	0,5	1,2
Straßenfahrzeuge	0,4	1,2	2,7
Wasserfahrzeuge	0,2	0,6	2,1
Luft-, Raumfahrzeuge	0,2	0,5	1,1
elektrotechnische Erzeugnisse	0,5	1,2	2,4
Feinmech., optische Erzeugnisse	0,3	0,7	1,6
EBM-Waren	0,4	1,1	2,4
Musikinstrumente, Spielwaren	0,1	0,3	1,2
Holzbearbeitung	0,7	2,3	4,4
Holzwaren	0,4	1,5	3,1
Zellstoff-, Papierherstellung	0,9	2,3	4,1
Papier- u. Pappwaren	0,9	2,3	4,9
Druckereierzeugnisse	0,5	1,5	3,2
Lederwaren, Schuhe	0,2	0,5	1,3
Textilien	0,3	0,8	1,8
Bekleidung	0,2	0,6	1,4
Nahrungsmittel	0,9	3,2	6,0
Getränke	0,9	3,1	5,2
Tabakwaren	0,2	0,5	0,9
Hoch-, Tiefbau	0,6	1,4	4,8
Ausbaugewerbe	0,4	1,1	2,8
Großhandel, Rückgewinnung	0,5	1,3	2,2

1) Verteuerung bei vollständiger Preisüberwälzung.

noch Tabelle 13

**Sektorale Effekte von Kostenerhöhungen im Straßengüterverkehr in %**

	Preiseffekt <sup>1)</sup>	Anteile der Lkw-Transportkosten	
		direkte	direkte + indirekte
Leistungen des Einzelhandels	0,2	0,5	1,1
Eisenbahnen	0,9	3,3	4,8
Schifffahrt, Häfen	0,1	0,3	0,9
Post, Telekom	0,6	1,4	1,9
sonstiger Verkehr, ohne Lkw	2,1	6,3	8,6
Leistungen der Banken <sup>2)</sup>			
Versicherungsgewerbe	0,1	0,3	1,4
Vermietung	0,0	0,0	0,6
Gastgewerbe, Heime	0,1	0,2	2,2
Wissenschaft, Kultur, Presse	0,1	0,3	1,8
Gesundheitswesen	0,1	0,2	0,8
sonstige Dienstleistungen	0,3	0,8	1,7
Gebietskörperschaften	0,2	0,6	1,3
Sozialversicherung	0,1	0,3	1,5
priv. Org. ohne Erwerbszweige	0,1	0,2	1,0

<sup>1)</sup> Verteuerung bei vollständiger Preisüberwälzung.

<sup>2)</sup> keine interpretierbaren Werte.

Quelle: DIW 2001, S. 94, nach Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW

## VI. Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen

Für die Ermittlung der verkehrsbedingten Kohlendioxidemissionen wird das Modell TREMOD (Transport Emission Estimation Model) (ifeu 2001) verwendet. Dabei wird auch der verkehrsbedingte Verbrauch an erschöpflichen Primärenergieträgern (fossile Brennstoffe, Kernenergie) ermittelt, welcher in den Ergebnistabellen mit aufgeführt ist.

### 1. Berechnungsgrundlagen

Für das Basisjahr 1997 werden – soweit verfügbar – statistisch abgesicherte Daten verwendet. In die Berechnungen für das Trendszenario 2020 fließen Annahmen über bereits beschlossene Gesetze und getroffene freiwillige Vereinbarungen der Industrie sowie über aus heutiger Sicht wahrscheinliche technische Änderungen ein. Im Nachhaltigkeitsszenario 2020 wird darauf aufbauend von der Erreichung anspruchsvollerer Reduktionsziele etwa beim Kraftstoff- bzw. Energieverbrauch der einzelnen Verkehrsträger als auch bei der Umweltverträglichkeit der Energieversorgung ausgegangen. Dabei wird als zusätzliche Option – stellvertretend für die Nutzung alternativer Kraftstoffe – der Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen, welche mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff betrieben werden, angenommen.

#### 1.1 Berechnungsmodell

TREMOD ist ein Modell zur Berechnung anthropogener luftgängiger Emissionen aus mobilen Emissionsquellen. Es wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) im Auftrag des Umweltbundesamtes

entwickelt und wird regelmäßig aktualisiert und fortgeschrieben. Es stellt mittlerweile das offizielle Instrumentarium der Verkehrsemissionsberechnung in Deutschland dar. Eine ausführliche Darstellung des Modells findet sich in (ifeu 2001).

TREMOD umfasst alle in Deutschland betriebenen Personenverkehrsträger (Pkw, motorisierte Zweiräder, Busse, Bahnen, Schiffe, Flugzeuge) und Güterverkehrsträger (Lkw und Zugmaschinen, Bahnen, Schiffe, Flugzeuge) sowie den sonstigen Kfz-Verkehr (Straßen-, Schienen-, Wasser- und Luftverkehr) (Knörr/Höpfner 1998). Das Modell basiert auf einem differenzierten Emissionsfaktoren-/Aktivitäten-Ansatz. Die einfließenden Basisdaten reichen von Fahr- und Verkehrsleistungen sowie Auslastungsgraden über die technischen Eigenschaften der Verkehrsmittelbestände bis hin zu spezifischen Energieverbräuchen.

Emissionsseitig wird von TREMOD eine Reihe von Schadstoffen erfasst, wobei in der vorliegenden Studie ausschließlich die Kohlendioxidemissionen betrachtet werden (Kapitel II.3). Bilanziert werden hierfür die direkten Emissionen während des Fahrzeugbetriebes (Verbrennung des Kraftstoffes) und die indirekten Emissionen, die in der dem Endenergieverbrauch vorgelagerten Prozesskette (z. B. bei der Exploration und beim Transport von Primärenergieträgern, bei der Kraftstoffherstellung in Raffinerien, bei der Stromerzeugung in Kraftwerken) entstehen. Nicht betrachtet werden der Energieverbrauch und die Emissionen bei der Herstellung der Fahrzeuge und der Bereitstellung der Infrastruktur. Für die betrachteten Verkehrsmittel werden im Folgenden wesentliche Detailannahmen benannt, insbesondere dort, wo signifikante Veränderungen einbezogen werden.

## 1.2 Straßenverkehr

Für Personenkraftwagen sind – wie auch bei anderen Verkehrsmitteln – die CO<sub>2</sub>-Emissionen wesentlich mit dem Kraftstoffverbrauch korreliert. Der Kraftstoffverbrauch für Pkw für das Basisjahr 1997 wird differenziert nach verschiedenen Fahrzeugschichten (u. a. Hubraumklasse, Antriebsart, Euronorm) in unterschiedlichen Verkehrssituationen auf Basis statistischer Daten ermittelt. Der zukünftige Kraftstoffverbrauch wird über denjenigen neu zugelassener Fahrzeuge für jedes Jahr geschätzt und unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Fahrzeuge, der altersabhängigen jährlichen Fahrleistung und des Anteils der Fahrzeuge mit Klimaanlage in einem in TREMOD implementierten Umschichtungsmodell als durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch in den Szenarien ermittelt.

Im Trendszenario werden auch Selbstverpflichtungserklärungen der Industrie, den Durchschnittsverbrauch der Pkw-Flotte zu senken, einbezogen. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch verbesserte Motoren, reduziertes Fahrzeuggewicht und einen höheren Anteil kleinerer Fahrzeuge in der Flotte das Ziel von 140 g CO<sub>2</sub>/km bis zum Jahr 2008 erreicht wird. Ähnliche Verpflichtungen sind auch von japanischen und koreanischen Automobilherstellern (JAMA 2000; KAMA 2000) bekannt. Darüber hinaus wird im Trendszenario davon ausgegangen, dass für 2012 der Wert von 120 g CO<sub>2</sub>/km im Flottendurchschnitt erreicht wird und überdies nach 2012 eine weitere Minderung des Verbrauchs der neu zugelassenen Pkw um 1 % pro Jahr eintritt.

Bei den Neuzulassungen von Diesel-Pkw wird der heutige Trend fortgeschrieben. Damit nimmt der Anteil der Diesel-Pkw an der Fahrleistung von 18 % im Jahr 1997 auf 43 % im Jahr 2020 zu. Mit diesen Annahmen ginge der Kraftstoffverbrauch der Diesel-Pkw von 7,6 l/100 km auf 4,9 l/100 km, der der Otto-Pkw von 9,0 l/100 km auf 6,0 l/100 km zurück.

Bei den Berechnungen für das Trendszenario werden – wie im vergleichbaren Standard-Szenario für das Umweltbundesamt (ifeu 2001) – keine alternativen Kraftstoffe (z. B. Erdgas, Biokraftstoffe) berücksichtigt. Der Anteil dieser Kraftstoffe ist aus heutiger Sicht gering und wegen der Unsicherheiten in den betreffenden Daten liegt der Fehler dieser vereinfachenden Annahme innerhalb der Fehlerbandbreite der anderen Input-Daten für das Modell.

Im Nachhaltigkeitsszenario wird für Pkw eine darüber hinausgehende Reduktion des Kraftstoffverbrauchs angenommen. Bis zum Jahr 2008 entspricht die Entwicklung derjenigen des Trendszenarios. Zwischen 2008 und 2012 werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw-Neuzulassungen auf 90 g/km reduziert. Eine weitere Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den Neuzulassungen von 1 % pro Jahr erfolgt zwischen 2012 und 2020. Mit diesen Annahmen sinkt der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des Diesel-Pkw-Bestandes im Jahr 2020 auf 4,0 l/100 km, und bei den Pkw mit Otto-Motor auf 4,9 l/100 km.

Zudem wird im Nachhaltigkeitsszenario angenommen, dass ab dem Jahr 2012 verstärkt Fahrzeuge mit alternativen Kraftstoffen in die Flotte eingeführt werden. Stellvertretend für alternative Kraftstoffe und die damit verbundenen Möglichkeiten der Kohlendioxideinsparung werden Brennstoffzellenfahrzeuge – betrieben mit rein regenerativ hergestelltem Wasserstoff aus Windkraft – berücksichtigt. Aus den Anteilen, die diese Fahrzeuge an den jeweiligen gesamten

Pkw-Neuzulassungen haben (von 2 % im Jahr 2012 steigend auf 22 % im Jahr 2020) errechnet sich ihr Fahrleistungsanteil im Jahr 2020 zu 9 %. Der Fahrleistungsanteil der Diesel-Pkw liegt entsprechend bei 40 %, der der Otto-Pkw bei 51 % (ifeu 2002). Zur Einordnung: In einem „optimistischen Entwicklungsszenario“ der EU (EU 2001) wird folgender Anteil alternativer Kraftstoffe an der Kraftstoffmenge im Jahr 2020 angenommen: Biokraftstoffe 8 %, Erdgas 10 %, Wasserstoff 5 %.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen wird im Trendszenario je Gewichtsklasse von einer Minderung des Kraftstoffverbrauchs der Neufahrzeuge mit EURO3/4-Norm von 2 % gegenüber EURO2-Fahrzeugen ausgegangen. Bei EURO5-Fahrzeugen (ab 2008) wird von einer Minderung von 5 % gegenüber EURO2-Fahrzeugen ausgegangen. Danach wird eine weitere Abnahme von 0,5 % je Jahr unterstellt. Da sich in diesem Szenario allerdings der Anteil der größeren Fahrzeuge (Sattelzüge) im Bestand erhöht und der Auslastungsgrad der Fahrzeuge – und damit auch das Transportgewicht – zunimmt, ergibt sich auch eine gegenläufige (steigende) Wirkung auf den spezifischen Kraftstoffverbrauch. Gegenüber dem Bezugsjahr 1997 bleibt der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der Klasse der schweren Nutzfahrzeuge damit nahezu konstant.

Im Nachhaltigkeitsszenario wird bei schweren Nutzfahrzeugen bis zum Jahr 2008 die gleiche Entwicklung wie im Trendszenario unterstellt. Anschließend wird eine Minderung von 1 % pro Jahr bei den Neuzulassungen angenommen. Der Auslastungsgrad der Fahrzeuge erhöht sich gegenüber dem Trendszenario um 5 %. Mit diesen Annahmen geht der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der Klasse der schweren Nutzfahrzeuge um ca. 4 % gegenüber dem Trendszenario zurück. Tabelle 14 weist den mittleren Kraftstoffverbrauch von Pkw und schweren Nutzfahrzeugen aus. Die für das Trend- als auch Nachhaltigkeitsszenario für Pkw und für schwere Nutzfahrzeuge verwendeten Annahmen sind zusammenfassend in Tabelle 15 dargestellt.

## 1.3 Schienenverkehr

Beim Schienenverkehr wird der öffentliche Verkehr auf Schienen im Inland, ohne Industrie- und andere nicht öffentliche Bahnen (z. B. Hafengebühren), berücksichtigt. Im Schienenverkehr spielen als Parameter zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen – neben der Änderung des spezifischen Energieverbrauchs – der Anteil der Elektro- und Dieseltraktion sowie der Auslastungsgrad eine wichtige Rolle. Ein besonderes Gewicht haben hier Emissionsveränderungen in der vorgelagerten Stromproduktion. Die verwendeten Annahmen für den Schienenverkehr sind in Tabelle 16 zusammengestellt.

## 1.4 Binnenschifffahrt

Generell wird davon ausgegangen, dass der Anteil der Schifffahrt an den CO<sub>2</sub>-Emissionen relativ zu anderen Verkehrsträgern gesehen gering ist. Bezug genommen wird hier auf den Güterverkehr mit Binnenschiffen auf inländischen Gewässern. Bei der Binnenschifffahrt wird im Trendszenario eine Verminderung des spezifischen Energieverbrauchs gegenüber 1997 um 5 % angenommen. Im Nachhaltigkeitsszenario wird ein Rückgang des spezifischen Energieverbrauchs von 20 % unterstellt.

Tabelle 14

**Mittlerer Kraftstoffverbrauch von Pkw und schweren Nutzfahrzeugen  
im Trend- und Nachhaltigkeitsszenario**

<b>Fahrzeug</b>	<b>Dimension</b>	<b>Basisjahr 1997</b>	<b>Trendzenario 2020</b>	<b>Nachhaltigkeitsszenario 2020</b>
Pkw Diesel	l/100 km	7,6	4,9	4,0
Pkw Otto	l/100 km	9,0	6,0	4,9
Pkw Brennstoffzelle	MJ/km			1,3
Schwere Nutzfahrzeuge	l/100 km	31,5	31,2	30,0

Quelle: DIW 2001, S. 119, nach Berechnungen des ifeu

Tabelle 15

**Szenarienannahmen für den Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr)**

	<b>Trendzenario 2020</b>	<b>Nachhaltigkeitsszenario 2020</b>
Pkw-Fahrzeugbestände	Zunahme von Diesel-Pkw bis 43 % Anteil an der Pkw-Fahrleistung in 2020	Einführung von Pkw mit Brennstoffzellen <sup>1)</sup> ab 2012, Anteil an der Pkw-Fahrleistung in 2020 bei 9 %
Energieverbrauch Pkw	Abnahme der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Pkw-Neuzulassungen im NEFZ <sup>2)</sup> bis 2008 auf 140 g/km (ACEA <sup>3)</sup> -Zusage) und bis 2012 auf 120 g/km (Ziel EU-Ministerrat), danach weitere Abnahme von 1 % pro Jahr	Abnahme der CO <sub>2</sub> -Emissionen der Pkw-Neuzulassungen im NEFZ bis 2008 auf 140 g/km (wie Trend) und bis 2012 auf 90 g/km, danach weitere Abnahme von 1 % pro Jahr
Energieverbrauch leichter Nutzfahrzeuge	Pkw-Neuzulassungen ab 1997: 1 % pro Jahr	wie Trendzenario
Energieverbrauch schwerer Nutzfahrzeuge	Abnahme bei Neuzulassungen mit EURO3/4-Norm um 2 % gegenüber EURO2, mit EURO5 <sup>4)</sup> (ab 2008) um 5 %, danach weitere Abnahme von 0,5 % pro Jahr	bis 2008 wie Trendzenario, danach weitere Abnahme um 1 % pro Jahr
Auslastung schwerer Nutzfahrzeuge	Erhöhung 1997 bis 2020 um 11 % bei gleichzeitiger Zunahme des Anteils größerer Fahrzeuge (Sattelzüge)	Erhöhung gegenüber 2020 Trendzenario um 5 %

<sup>1)</sup> Brennstoffzelle wird mit rein regenerativ erzeugtem Wasserstoff betrieben.<sup>2)</sup> NEFZ = Neuer europäischer Fahrzyklus.<sup>3)</sup> ACEA = European Automobile Manufacturers Association.<sup>4)</sup> EURO2, 3, 4 oder 5 = europäische Schadstoffnormen für Fahrzeuge gestaffelt nach Jahren (EURO4 gilt z. B. ab 2005, wird jedoch von vielen Neufahrzeugen schon heute unterschritten).

Quelle: DIW 2001, S. 118, nach Berechnungen des ifeu (ergänzt)

Tabelle 16

**Szenarienannahmen für den Schienenverkehr**

	<b>Trendzenario 2020</b>	<b>Nachhaltigkeitsszenario 2020</b>
Auslastungsgrade	Keine Veränderung gegenüber 1999 <sup>1)</sup>	Zunahme beim Personennah- und Güterverkehr um 10 % und beim Personenfernverkehr um 20 %
Anteile der Betriebsarten	Anteile der Elektrotraktion 2020: Güterverkehr 95 % (1999 <sup>1)</sup> : 91 %) Personenfernverkehr: 97 % (94 %) Personennahverkehr: 75 % (72 %) Rest jeweils Dieseltraktion	Anteile der Elektrotraktion 2020: Güterverkehr: 96 % Personenfernverkehr: 98 % Personennahverkehr: 80 % Rest jeweils Dieseltraktion
spezifischer Energieverbrauch	Veränderung gegenüber 1999 <sup>1)</sup> : Güterverkehr und Rangieren: – 10 %; Personenfernverkehr: keine Änderung; Personennahverkehr: – 10 %	Veränderung gegenüber 1999 <sup>1)</sup> : Güterverkehr/Rangieren: – 20 % Personenfernverkehr: – 10 % Personennahverkehr: – 20 %

<sup>1)</sup> Die Datenbasis bezieht sich hier auf 1999, wobei aufgrund von Datenunsicherheiten in der Bahnstatistik ein explizites „Runterrechnen“ auf 1997 nicht sinnvoll erschien.

Quelle: DIW 2001, S. 119, nach Berechnungen des ifeu (ergänzt)

## 1.5 Luftverkehr

Der Luftverkehr umfasst den von deutschen Flughäfen abgehenden Verkehr bis zur ersten Zwischenlandung (Standortprinzip). Nach dem Standortprinzip werden Verbrauch und Emissionen des gesamten Fluges dem Land des Startortes zugeordnet. Im Trendszenario wird eine Verminderung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs zwischen 1997 und 2020 um 20 % im Inlandsverkehr und um 30 % im grenzüberschreitenden Verkehr angenommen. Dies gilt für alle Verkehrsformen und Verkehrsbeziehungen. Der Auslastungsgrad wird nicht geändert.

Im Nachhaltigkeitsszenario wird ein Rückgang des spezifischen Energieverbrauchs um weitere 10 % gegenüber dem Trendszenario angenommen. Zudem wird der Auslastungsgrad um 10 % erhöht.

## 1.6 Bereitstellung von Kraftstoffen und Strom (Energetische Vorketten)

In die CO<sub>2</sub>-Berechnung gehen neben den Emissionen bei der Verkehrsmittelnutzung auch die Emissionen im Zusammenhang mit der Bereitstellung der Kraftstoffe und von Strom ein. Die entsprechenden Daten hierfür sind in TREMOD bereits enthalten. Die Daten für die Bereitstellung von Kraftstoffen und Strom für 1997 sind unter anderem mit den relevanten Statistiken des Umweltbundesamtes und der AGEB-Energiebilanz abgestimmt. Bei den Emissionen der Vorkette wurden auch Exploration und Tankertransporte etc. berücksichtigt.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Bahnstroms im Trendszenario werden in Anlehnung an (Prognos 1999) modelliert; der spezifische CO<sub>2</sub>-Faktor bleibt danach in etwa gleich. Dabei können Unwägbarkeiten, die sich durch den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie und deren Substitution durch andere Energieträger ergeben, heute nur sehr grob und im Rahmen dieser Studie keinesfalls präzise abgeschätzt werden. Tendenziell unterliegt die Stromproduktion der Bahn den gleichen Zwängen und Möglichkeiten wie die der öffentlichen Versorgung: Die auslaufende Kernenergie muss durch stärkeren Einsatz von Erdgas, Kohle und möglichst vielen regenerativen Energieträgern ersetzt werden. Im Falle der fossilen Energieträger muss deren CO<sub>2</sub>-erhöhender Effekt durch Wirkungsgradsteigerungen kompensiert werden. Allerdings ist das Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 ein wichtiger Bahnstromlieferant und auch dasjenige mit den längsten Restlaufzeiten (Stilllegung geplant für 2021); daher kann der Ersatz von Kernenergiestrom bei der Deutschen Bahn in etwa parallel zu demjenigen in der öffentlichen Stromversorgung verlaufen, was hier hilfsweise unterstellt wird.

Der Berechnung im Nachhaltigkeitsszenario wird das „Solare Langfristszenario“ (Nitsch 2002) zugrunde gelegt, was im gleichen Zeitraum zu einer Verminderung des spezifischen CO<sub>2</sub>-Faktors um etwa 25 % führt.

Bei der Herstellung des in Brennstoffzellenfahrzeugen verwendeten Wasserstoffs wird das regenerative Szenario (Windkraftstromerzeugung), wie es für die „Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie“ ermittelt wurde, zugrunde gelegt (VES 2001).

## 2. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen für die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Trend- und des Nachhaltigkeitsszenarios sind in den Tabellen 17 (Straßenverkehr) (S. 43), 18 (Schienenverkehr) (S. 44), 19 (Binnenschifffahrt) (S. 44) und 20 (Flugverkehr) (S. 45) dargestellt. Ausgewiesen werden auch Fahr- bzw. Verkehrsleistungen und Energieverbräuche.

### 2.1 Straßenverkehr

Im Trendszenario werden – trotz einer Zunahme der Fahrleistungen im Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr) um 29 % – die CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen des Straßenverkehrs im Jahr 2020 – nach zwischenzeitlich geringem Anstieg – wieder das Niveau von 1997 erreichen. Dies ist insbesondere auf den Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen im motorisierten Individualverkehr (MIV) (–16 %) zurückzuführen. Ein für diesen Zeitraum angemessener Anstieg der Fahrleistung um 27 % wird durch den unterstellten hohen Rückgang des spezifischen Verbrauchs der Neufahrzeuge mehr als kompensiert.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge steigen dagegen zwischen 1997 und 2020 im Trendszenario um 39 % an. Dies entspricht in etwa der Steigerung der Fahrleistung und drückt damit aus, dass in der Klasse der schweren Nutzfahrzeuge – u. a. wegen der Verschiebung hin zu größeren Fahrzeugen – kaum Minderungen des durchschnittlichen Verbrauchs erzielt werden. Allerdings werden wegen der erhöhten Auslastungsgrade die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen günstiger.

Im Nachhaltigkeitsszenario nehmen die CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen des Straßenverkehrs (Personen- und Güterverkehr) gegenüber 1997 um 29 % ab. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des MIV gehen dabei auf fast die Hälfte des Wertes von 1997 zurück – trotz einer Steigerung der Fahrleistung um 4 %. Dies ist Ausdruck der sehr anspruchsvollen Verbrauchsziele in diesem Szenario und zudem des Anteils von 9 % Fahrleistungen mit rein regenerativem Kraftstoff. Der CO<sub>2</sub>-Minderungseffekt der Schicht „Brennstoffzellenfahrzeuge“ liegt im Nachhaltigkeitsszenario grob geschätzt bei 8 % (ifeu 2002).

Wie im Trendszenario nehmen die CO<sub>2</sub>-Emissionen der schweren Nutzfahrzeuge – wegen der Zunahme der Fahrleistung und der relativ geringen Minderung des Durchschnittsverbrauchs – gegenüber 1997 zu (14 %), sodass ihr Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs von 25 % im Jahr 1997 auf ca. 40 % im Nachhaltigkeitsszenario 2020 steigt.

### 2.2 Schienenverkehr

Im Trendszenario nehmen die CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen des Schienenverkehrs gegenüber 1997, trotz der Zunahme der Verkehrsleistung (Personenverkehr 18 %, Güterverkehr 30 %), kaum zu. Im Güterverkehr wird die Erhöhung der Verkehrsleistung durch einen geringeren spezifischen Energieverbrauch, einen höheren Anteil der Elektrotraktion an der Verkehrsleistung sowie Änderungen bei den spezifischen Emissionen der Kraftwerke ausgeglichen. Im Personenfernverkehr nehmen, bedingt durch die Verkehrsleistungserhöhung gegenüber 1997 (48 %), die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu, während sie im Personennahverkehr sowie bei den Straßen-, Stadt- und U-Bahnen abnehmen. Insgesamt bleiben damit

Tabelle 17

**Ergebniszusammenstellung für den Straßenverkehr, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario**

	1997	Trend- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	Nachhaltigkeits- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	prozentuale Veränderung zu Trendszenario
<b>Fahrleistungen (Mrd. Fzg-km/Jahr)<sup>1)</sup></b>						
Pkw und Zweiräder	539	685	27%	563 <sup>4)</sup>	4%	
Wohnmobile	5	9	80%	7	40%	
Busse	4	4	0%	5	25%	
leichte Nutzfahrzeuge <sup>2)</sup>	27	40	48%	36	33%	
schwere Nutzfahrzeuge <sup>2)</sup>	52	72	38%	61	17%	
gesamter Straßenverkehr <sup>3)</sup>	627	809	29%	671	7%	
<b>Endenergie<sup>3)</sup></b>						
Dieselmotorkraftstoff (kt/Jahr)	22 800	34 100	50%	26 400	16%	
Ottomotorkraftstoff (kt/Jahr)	29 800	18 000	–40%	11 100	–63%	
Wasserstoff (PJ/Jahr)				62		
<b>Kohlendioxid (kt/Jahr)</b>						
Pkw und Zweiräder (inkl. Wohnmobile)	132 000	111 000	–16%	68 800 <sup>4)</sup>	–48%	–38%
Busse	3 850	3 550	–8%	4 320	12%	22%
leichte Nutzfahrzeuge <sup>2)</sup>	9 390	11 300	20%	10 300	10%	–9%
schwere Nutzfahrzeuge <sup>2)</sup>	48 600	67 600	39%	55 200	14%	–18%
gesamter Straßenverkehr <sup>3)</sup>	194 000	193 000	–0,5%	139 000	–29%	–28%
<b>erschöpfliche Energieträger (PJ/Jahr)</b>						
Pkw und Zweiräder (inkl. Wohnmobile)	1 810	1 540	–15%	955 <sup>4)</sup>	–47%	
Busse	52	49	–6%	60	15%	
leichte Nutzfahrzeuge <sup>2)</sup>	127	156	23%	142	12%	
schwere Nutzfahrzeuge <sup>2)</sup>	657	932	42%	761	16%	
gesamter Straßenverkehr <sup>3)</sup>	2 650	2 670	1%	1 920	–28%	

<sup>1)</sup> Zwar unterscheiden sich die Fahrleistungen des Straßengüterverkehrs in TREMOD in der Struktur und in der absoluten Höhe von den im DIW-Gutachten (DIW 2001) in Tabellen 4.9 und 5.19 angegebenen Fahrleistungen. Da aber sowohl TREMOD als auch die DIW-Daten auf den Kraftstoffeinsatz für den Verkehrssektor in der Energiebilanz abgestimmt sind, wird das Berechnungsergebnis für die Güterverkehrsemissionen von diesen Unterschieden nicht berührt. Beide Fahrleistungsgerüste werden auch in offiziellen Datenquellen verwendet.

<sup>2)</sup> inkl. sonstige Kfz.

<sup>3)</sup> inkl. sonstige Kfz und Wohnmobile.

<sup>4)</sup> inkl. mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellen-Fahrzeugen (stellvertretend für verschiedene regenerative Brennstoffe/Aktivitäten) beim Nachhaltigkeitsszenario.

Quelle: DIW 2001, S. 121, nach Berechnungen des ifeu (ergänzt)

Tabelle 18

## Ergebniszusammenstellung für den Schienenverkehr, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario

	1997	Trend- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	Nachhaltigkeits- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	prozentuale Veränderung zu Trendszenario
<b>Verkehrsleistung</b>						
Personennahverkehr (Mrd. Pkm)	39,1	38,7	–1%	52,1	33%	
Personenfernverkehr (Mrd. Pkm)	34,9	51,6	48%	68,5	96%	
SSU-Bahnen (Mrd. Pkm)	14,4	13,9	–4%	18,6	29%	
Personenverkehr gesamt (Mrd. Pkm)	88,4	104,2	18%	139,2	58%	
Güterverkehr (Mrd. tkm)	72,8	94,7	30%	139,8	92%	
<b>Endenergie</b>						
Strom (GWh/Jahr)	11 800	13 600	15%	15 200	29%	
Diesel (kt/Jahr)	647	477	–26%	456	–30%	
<b>Kohlendioxid (kt/Jahr)</b>						
Personennahverkehr	4 190	3 700	–12%	3 410	–19%	–8%
Personenfernverkehr	1 980	2 940	48%	2 370	20%	–19%
SSU-Bahnen	983	846	–14%	694	–29%	–18%
Güterverkehr	2 930	2 980	2%	2 980	2%	0%
Schienenverkehr gesamt	10 100	10 500	4%	9 460	–6%	–10%
<b>erschöpfliche Energieträger (PJ/Jahr)</b>						
Personennahverkehr	66	51	–23%	47	–29%	
Personenfernverkehr	33	40	21%	32	–3%	
SSU-Bahnen	17	11	–35%	9	–47%	
Güterverkehr	48	41	–15%	41	–15%	
Schienenverkehr	163	143	–12%	129	–21%	

Quelle: DIW 2001, S. 123, nach Berechnungen des ifeu (ergänzt)

Tabelle 19

## Ergebniszusammenstellung für die Binnenschifffahrt, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario

	1997	Trend- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	Nachhaltigkeits- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	prozentuale Veränderung zu Trendszenario
Transportleistung (Mrd. tkm)	62	93	55%	106	71%	
Diesel (kt)	620	912	47%	850	37%	
CO <sub>2</sub> gesamt (kt)	2 230	3 310	49%	3 090	39%	–7%
erschöpfliche Energieträger (PJ/Jahr)	30	46	53%	43	43%	

Quelle: DIW 2001, S. 123, nach Berechnungen des ifeu (ergänzt)

Tabelle 20

**Ergebniszusammenstellung Flugverkehr, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario  
(Berechnung für das Standortprinzip)**

	1997	Trend- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	Nachhaltigkeits- szenario 2020	prozentuale Veränderung zu 1997	prozentuale Veränderung zu Trendszenario
<b>Verkehrsleistung</b>						
Personenverkehr (Mrd. Pkm)	119	385	224 %	310	160 %	
Güterverkehr (Mrd. tkm)	4,9	17,7	261 %	12,9	163 %	
<b>Kerosin (kt)</b>	<b>5 910</b>	<b>13 900</b>	<b>135 %</b>	<b>8 880</b>	<b>50 %</b>	
Personenverkehr	4 820	10 900	126 %	7 140	48 %	
Güterverkehr	1 080	2 980	176 %	1 740	61 %	
<b>CO<sub>2</sub> gesamt (kt)</b>	<b>20 900</b>	<b>49 800</b>	<b>139 %</b>	<b>31 800</b>	<b>52 %</b>	<b>- 36 %</b>
Personenverkehr	17 100	39 200	129 %	25 600	50 %	- 35 %
Güterverkehr	3 820	10 600	177 %	6 220	63 %	- 41 %
<b>erschöpfliche Energieträger (PJ/Jahr)</b>						
Personenverkehr	287	697	143 %	445	55 %	
Güterverkehr	53	149	181 %	87	64 %	

Quelle: DIW 2001, S. 124, nach Berechnungen des ifeu (ergänzt)

die Kohlendioxidemissionen des Personenverkehrs im Trendszenario gegenüber 1997 nahezu konstant.

Im Nachhaltigkeitsszenario steigen die Verkehrsleistungen im Personenverkehr auf der Schiene um rund 60 % an, im Güterverkehr um rund 90 %. Dennoch gehen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des gesamten Schienenverkehrs um rund 6 % gegenüber 1997 zurück. Dies ist in erster Linie eine Folge des unterstellten relativ hohen Einsatzes von regenerativer Energie („Solares Langfristszenario“) in der Stromproduktion, aber auch der verbesserten durchschnittlichen Energieverbräuche und der erhöhten Auslastungsgrade.

### 2.3 Binnenschifffahrt

Die Transportleistung im Trendszenario steigt gegenüber 1997 um etwa 55 % an. Wegen der angenommenen Verbesserungen im spezifischen Kraftstoffverbrauch nehmen die Kohlendioxidemissionen um 49 % zu. Im Nachhaltigkeitsszenario steigt die Transportleistung gegenüber dem Trend nochmals um 10 % an. Aufgrund der angenommenen weiteren Verbesserungen des spezifischen Verbrauchs sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen trotz dieser Zunahme um 7 % gegenüber dem Trendszenario.

### 2.4 Luftverkehr

Die Verkehrsleistung im Flugverkehr – hier definiert nach dem Standortprinzip – nimmt zwischen dem Basisjahr und dem Jahr 2020 im Trendszenario um 224 %, im Nachhaltigkeitsszenario um 160 % zu. Wegen des höheren Anteils von Fernflügen mit ihrem niedrigeren spezifischen Verbrauch und der Reduktion des spezifischen Verbrauchs der Flugzeugflotte nehmen die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Trendszenario

mit 139 % gegenüber dem Basisjahr wesentlich weniger zu als die Verkehrsleistung. Auch im Nachhaltigkeitsszenario ergibt sich gegenüber dem Bezugsjahr 1997 eine Steigerung der gesamten Kohlendioxidemissionen (um 52 %), trotz einer weiteren Reduzierung des spezifischen Verbrauchs und einer zusätzlich angenommenen Erhöhung der Auslastung der Flugzeuge.

### 2.5 Gesamtverkehr

Im Trendszenario steigen die Kohlendioxidgesamtemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland inklusive des von Deutschland ausgehenden Flugverkehrs zwischen 1997 und 2020 um 13 % an (Tabelle 21). Dieser Anstieg ist fast ausschließlich eine Folge der Zunahme des Lkw- und Flugverkehrs. Während die Sektoren Straßen- und Schienenverkehr gegenüber 1997 etwa unveränderte Kohlendioxidemissionen aufweisen, der Anstieg des Binnenschiffsverkehrs fällt wegen seiner insgesamt geringen Bedeutung in der Gesamtschau nicht ins Gewicht, nimmt der Luftverkehr um 139 % zu.

In der hier gewählten Abgrenzung (Standortprinzip) hatte der Luftverkehr im Jahr 1997 einen Anteil von 9 % an den CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen des motorisierten Verkehrs. Dieser Anteil erhöht sich bis auf 19 % im Trendszenario 2020. Der CO<sub>2</sub>-Anteil des Personenverkehrs auf der Straße an den gesamten Kohlendioxidemissionen des Verkehrs verringert sich im gleichen Bezugsraum von 60 % auf 45 %, der Anteil des Straßengüterverkehrs erhöht sich von 26 % auf 31 %.

Im Nachhaltigkeitsszenario vermindern sich die Kohlendioxidgesamtemissionen des motorisierten Verkehrs zwi-

Tabelle 21

Zusammenstellung der CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen

	1997 (kt/a)	Anteile in 1997 (%)	Trend-szenario 2020 (kt/a)	Veränderung zu 1997 (%)	Anteile in Trend-szenario (%)	Nachhaltig-keitsszenario 2020 (kt/a)	Veränderung zu 1997 (%)	Anteile in Nachhaltig-keitsszenario (%)
Straße	194 000	85	193 000	-0,5	75	139 000	-29	76
Schiene	10 100	5	10 500	4	5	9 460	-6	5
Schiff	2 230	1	3 310	49	1	3 090	39	2
Luft	20 900	9	49 800	139	19	31 800	52	17
<b>Summe</b>	<b>227 230</b>	<b>100</b>	<b>256 610</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>183 350</b>	<b>-19</b>	<b>100</b>

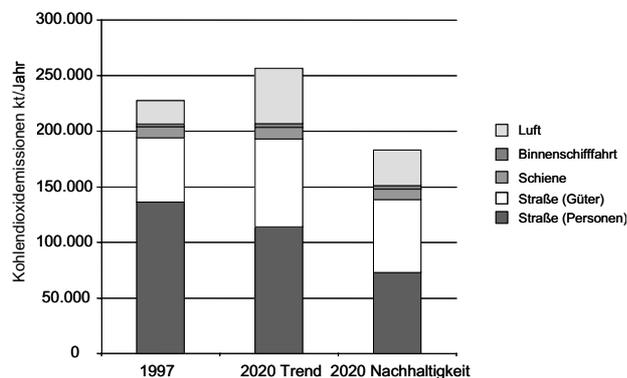
Quelle: Zusammenstellung des TAB

schen 1997 und 2020 um etwa 20 %. Dabei wird eine höhere Minderung in einzelnen Sektoren durch den Luftverkehr zum Teil wieder ausgeglichen. So reduzieren sich im Straßenverkehr unter den Randbedingungen des Nachhaltigkeitsszenarios die Kohlendioxidemissionen um knapp 30 %; beim Schienenverkehr nehmen sie angesichts der hohen Zuwachsraten bei den Verkehrsleistungen nur geringfügig ab. Im Luftverkehr steigen sie (um etwa 50 %) dagegen kräftig an.

Damit erhöht der Luftverkehr seinen Anteil an den CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen von 9 % im Jahr 1997 auf 17 %. Der Anteil des Personenverkehrs auf der Straße an den gesamten Kohlendioxidemissionen des Verkehrs verringert sich im gleichen Zeitraum von 60 % auf 40 %; der Anteil des Straßengüterverkehrs erhöht sich von 26 % auf 36 %.

Die Ergebnisse sind zusammenfassend in Abbildung 7 graphisch dargestellt.

Abbildung 7

CO<sub>2</sub>-Emissionen (kt/Jahr) des Verkehrs in Deutschland für 1997 und 2020, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario

Quelle: DIW 2001, S. 126, nach Berechnungen des ifeu

## VII. Tendenzen im Zeitraum 2020 bis 2050

Auf die Problematik quantitativer Aussagen über die Verkehrsentwicklung in einem Zeitraum von 50 Jahren wurde bereits hingewiesen (Kapitel II.2.3). Wie sich die demographischen und sozio-ökonomischen Leitdaten, die Verhaltensweisen der Akteure auf den Verkehrsmärkten oder die Rahmenbedingungen aus dem Verkehrsbereich – Wettbewerb, Technik, Infrastruktur, Verkehrspolitik usw. – über einen so langen Zeitraum verändern werden, ist in hohem Maße ungewiss. Quantitative Abschätzungen über die Entwicklung von Verkehrsnachfrage, Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des Verkehrs bis 2050 sind infolgedessen höchst spekulativ; sie machen allenfalls Sinn, um Visionen der künftigen Entwicklung aufzuzeigen oder in Szenarien eingebettet „Wenn-Dann“-Aussagen zu machen, die die Chancen und Risiken künftiger Entwicklungen verdeutlichen können.

Dieses Kapitel enthält daher im Wesentlichen nur einige qualitative Überlegungen zu möglichen Entwicklungen bis 2050.

## 1. Personenverkehr

Welche gewaltigen Veränderungen sich in einem Zeitraum von 50 Jahren ergeben können, zeigen beispielhaft folgende Zahlen. Zwischen 1950 und 2000 hat sich die Zahl der Personenkraftwagen von 570 000 auf 42,8 Mio. um den Faktor 75 erhöht. Die Verkehrsleistung hat sich in diesem Zeitraum etwa verzehnfacht (von 88 Mrd. auf 936 Mrd. Pkm); der Energieverbrauch ist um den Faktor 12 gestiegen. Die angegebenen Steigerungsfaktoren enthalten auch die Zunahmen, die sich durch die Vergrößerung des Bezugsgebietes in der Folge der deutschen Vereinigung ergeben haben. Eine isolierte Darstellung für die alten Bundesländer ist wegen mangelnder Differenzierung der meisten Daten nicht möglich.

Diese Entwicklung ist zu Beginn dieses Zeitraums von Experten nicht für möglich gehalten worden. Aus der Historie von Pkw-Prognosen ist zu ersehen, dass diese in der Regel über Zeiträume von 15 bis 20 Jahren von der Realität überholt worden waren (vgl. Schühle 1986).

Ein vergleichbarer Schub für die Mobilitätsentwicklung wie in den letzten 50 Jahren – bedingt durch die technische

Vervollkommnung des Automobils und die Expansion der Massenkaufkraft – ist für die kommenden 50 Jahre derzeit nicht erkennbar. Längerfristig angelegte Aussagen über technische Entwicklungen beziehen sich heute eher auf alternative Antriebssysteme und Kraftstoffe sowie auf Optimierungen der Fahrzeugtechnik (Kapitel VII.3). Der Fokus liegt dabei auf einer besseren ökologischen Verträglichkeit des Pkw und damit seiner langfristigen Überlebensfähigkeit als dominierendes Massenverkehrsmittel. Bezüglich der mobilitätserzeugenden Wirkung des Kraftfahrzeuges zeichnen sich dagegen in Deutschland gewisse Sättigungstendenzen ab.

In der hier durchgeführten Abschätzung bis 2020 flachen sich die Wachstumsraten der Kennziffern „Fahrten je Einwohner“ und „Personenkilometer je Einwohner“ gegenüber der Entwicklung in den alten Bundesländern bis 1990 ab (DIW 2001). Diese rückläufige Tendenz wird bei den Verkehrsleistungen durch verkehrspolitische Maßnahmen mit dem Ziel der Verbesserung der ökologischen Nachhaltigkeit weiter verstärkt. Schreibt man die abnehmende Tendenz der Wachstumsraten personenspezifischer Verkehrsleistungen langfristig fort, so dürfte die Annahme der Stagnation dieser Größe gegen Ende des Betrachtungszeitraumes gerechtfertigt sein.

Auf Basis dieser Annahmen und einer in (Prognos 2001a) erstellten Abschätzung der Bevölkerungsentwicklung bis 2050 (Abnahme um 16 %) werden in (IER/WI 2001) entsprechende Verkehrsleistungen berechnet. Danach ergibt sich für die Trendentwicklung bis zum Jahr 2050 ein Rückgang der gesamten personenkilometrischen Leistung im motorisierten Verkehr gegenüber 2020 um 10 %. Dieses Ergebnis liegt in der Größenordnung der Verkehrsleistungen für das Jahr 2000.

Die Sensitivität der Verkehrsleistungen zur Bevölkerungszahl lässt sich wie folgt darstellen: Ginge man – abweichend von (Prognos 2001a) – z. B. von einer konstanten Einwohnerzahl zwischen den Jahren 2020 und 2050 aus, so ergäbe sich ceteris paribus eine Zunahme der Verkehrsleistungen gegenüber 2020 um 8 %. Aus diesen beiden Eckwerten für die Entwicklung der Verkehrsleistung nach 2020 (Abnahme um 10 % bzw. Zunahme um 8 %) ergibt sich unter „Statusquo“-Bedingungen ein „Korridor möglicher Veränderungen“. Dabei wird jedoch vorausgesetzt, dass sich im betrachteten Zeitraum keine grundlegenden Veränderungen der sozio-ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen ergeben.

Diese Sensitivitätsrechnung zeigt, dass bei einer verkehrspolitisch unbeeinflussten Entwicklung der personenbezogenen Mobilität und innerhalb der gesetzten Rahmenbedingungen nach dem Jahr 2020 nicht mit einer signifikanten Zunahme der Personenverkehrsleistung zu rechnen ist. Weiterhin wird aber auch deutlich, dass ein möglicher Rückgang der Personenverkehrsleistung nicht so signifikant ausfallen dürfte, um eine wesentliche Annäherung an das Nachhaltigkeitsziel für 2050 (Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % gegenüber dem Stand von 1990) im Personenverkehr gewissermaßen im Selbstlauf zu erreichen.

Im Nachhaltigkeitsszenario ergab sich bis zum Jahre 2020 für den Personenverkehr eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 (Basisjahr für das Reduktionsziel 80 %) von mehr als einem Drittel (DIW 2001, S. 132). Um

sich dem CO<sub>2</sub>-Reduktionsziel von 80 % im Personenverkehr stärker zu nähern, sind vor dem Hintergrund der im Trend- und Nachhaltigkeitsszenario 2020 skizzierten möglichen Entwicklungsrichtungen der Verkehrsnachfrage grundsätzlich auch nach dem Jahre 2020 noch Maßnahmen zur Beeinflussung und Gestaltung notwendig.

Generell zeigen unter den Maßnahmen, die auf eine Beeinflussung des Verkehrsnachfrageverhaltens (Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung) und damit eine Verringerung der Verkehrsleistung zielen, die preispolitischen das größte Potenzial. Langfristig bieten sich auch andere Instrumente an als die im vorliegenden Szenario bis 2020 unter dem Aspekt der kurzfristigen Umsetzbarkeit zugrunde gelegten. Beispielsweise wäre der Handel von Emissionsrechten auf Praktikabilität und Wirksamkeit im Verkehrsbereich zu prüfen.

Bei der Umsetzung preispolitischer Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Pkw stellt sich die Frage der sozialen Akzeptanz in besonderer Weise. Um den motorisierten Individualverkehr durch Verkehrsvermeidung und Umlenkung der Nachfrage auf öffentliche Verkehrsmittel wirksam in die durch das Nachhaltigkeitsziel (–80 % CO<sub>2</sub> bis 2050) vorgegebene Richtung zu bringen, wären noch wesentlich stärkere reale Anhebungen des Kraftstoffpreises notwendig als im vorliegenden Nachhaltigkeitsszenario (bis 2020) unterstellt wurden. Beispielsweise wird in der deutschen Fallstudie eines OECD-Projektes (Environmentally Sustainable Transport [EST]) für ein Nachhaltigkeitsszenario von einer Versechsfachung des Kraftstoffpreises auf 11,20 DM (5,72 Euro) bis zum Jahr 2030 ausgegangen (UBA/IWW 2000). Allerdings dürften drastischen Preiserhöhungen in einer von Katastrophen freien Entwicklung gesellschaftspolitisch kaum durchsetzbar sein.

Maßnahmen, die Attraktivitätsverbesserungen bei den öffentlichen Verkehrsmitteln und dem nicht motorisierten Verkehr zum Ziel haben, dürften – für sich allein genommen – keine größeren Verkehrsverlagerungen auslösen. Ihre Verkehrsteilnehmer anziehende Wirkung ergibt sich vor allem dann, wenn noch ein entsprechender „push“ durch eine Verschlechterung der Bedingungen für Autofahrer hinzukommt.

Der Beitrag von Verhaltensänderungen der Verkehrsteilnehmer zu einem „nachhaltigen“ Verkehrssystem wird vermutlich auch nach dem Jahr 2020 begrenzt bleiben. Der größere Teil der Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen wird auch in der fernerer Zukunft durch technische Verbesserungen erbracht werden müssen. Dazu wird es zwingend notwendig sein, die technischen Möglichkeiten, den Verbrauch von fossiler Energie einzuschränken, soweit wie möglich auszuschöpfen. Ohne eine begleitende Preispolitik als Anreiz, energiesparende Technik zu verwenden, dürfte dies kaum möglich sein.

## 2. Güterverkehr

Die enormen Wachstumsraten des Güterverkehrs bis 2020 und die daraus resultierende Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind nicht vereinbar mit einer angestrebten nachhaltigen Verkehrsentwicklung. Selbst unter den Bedingungen des Nachhaltigkeitsszenarios bis 2020 ist im Güterverkehr noch mit einem kräftigen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu rechnen (2020/1990: 39 %). Bemerkenswert an der Entwicklung ist, dass die Verkehrsleistungen stärker zunehmen als das

Bruttoinlandsprodukt. Eine Entkoppelung des Güterverkehrswachstums vom Wirtschaftswachstum findet bis 2020 nicht statt.

Für die Entwicklung nach 2020 ist nicht davon auszugehen, dass es zu einer signifikanten Veränderung kommt. Selbst wenn die Transportintensität des Wirtschaftssystems – gemessen an den gesamtwirtschaftlichen Wachstumsraten – nur noch verlangsamt steigen oder sogar zurückgehen sollte, sind bei den Güterverkehrsleistungen immer noch Zuwächse zu erwarten.

Konkrete Abschätzungen der Güterverkehrsleistungen bis 2050 auf der Grundlage des Wirtschafts- und Bevölkerungsszenarios von (Prognos 2001a) sind beispielsweise in (IER/WI 2001) und (Prognos 2001) zu finden. Danach ergibt sich zwischen 2020 und 2050 ein Anstieg von einem Drittel (durchschnittlich 0,9 % p. a.). Die Tendenzen zur Globalisierung und Internationalisierung von Produktion und Handel als auch zur nationalen und internationalen Intensivierung der Arbeitsteilung setzen sich auch nach 2020 fort. Dies führt unmittelbar zu einer Steigerung der Transportintensität des Wirtschaftssystems und bewirkt einen weiteren Anstieg der Verkehrsleistungen.

Auf den Güterverkehrsmärkten sind nach 2020 keine autonomen Entwicklungen absehbar, die signifikant zu einer Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen würden. Inwieweit technische Entwicklungen (Antriebstechniken, erneuerbare Energieträger) einen signifikanten Beitrag liefern könnten, bleibt abzuwarten. Daher erscheint es angebracht, die preispolitischen Maßnahmen des „Nachhaltigkeitsszenarios“ – eventuell in gesteigerter Intensität – auch nach 2020 auf die Güterverkehrsmärkte einwirken zu lassen. Dies würde einerseits die Entwicklung umweltfreundlicherer Technik fördern und andererseits auch die beiden weiteren wichtigen Ansatzebenen der Transportverlagerung und Transportvermeidung begünstigen.

Einer weiteren Transportverlagerung von Straßengütern auf das Schienen- und Wasserstraßennetz über das im Nachhaltigkeitsszenario erreichte Ausmaß hinaus sind ökologische Grenzen gesetzt. Die ökologische Vorteilhaftigkeit von Bahn- und Binnenschifftransporten dürfte bei steigenden Verkehrsanteilen immer geringer werden. Beide Verkehrsträger sind für die Feinverteilung weniger geeignet als der Lkw und erfordern (im Gegensatz zum Lkw) in der Regel energieintensive Umladevorgänge und Lkw-Vor- und Nachläufe. Für eine immer stärkere Erweiterung des Schienen- und Wasserstraßennetzes dürfte auf Dauer auch die gesellschaftliche Akzeptanz fehlen.

Die Ansatzebene Transportvermeidung bekäme – wenn technische Entwicklungen und Transportverlagerungen langfristig nur bedingt zu einer Verminderung der Emissionen des Verkehrs beitragen würden – ein größeres Gewicht. Allerdings schafft z. B. die anstehende Integration weiterer Länder Ost- und Mitteleuropas in die EU zusätzliche Wachstumsimpulse für den Güterverkehr, sodass mittelfristig wenig Chancen bestehen, den Einfluss verkehrserzeugender Faktoren nennenswert zu verringern. Das prognostizierte Wachstum der Transportleistungen ist auch ein Ergebnis der zunehmenden räumlichen und funktionalen Differenzierung von Wirtschaft und Gesellschaft. Daher erscheinen drastische „Ad-hoc“-Maßnahmen zur Verringerung der Transportintensität im heutigen Wirtschaftssystem

nicht umsetzbar. Bei einem Betrachtungszeitraum bis 2050 relativiert sich diese Aussage jedoch.

Der grenzenlos freie Handels- und Dienstleistungsverkehr innerhalb Europas, den die EU durchgesetzt hat, hat über ein allgemein sinkendes Transportpreisniveau die Verkehrsintensität des EU-Wirtschaftssystems erheblich verstärkt. Als ein langfristiges Ziel wäre es daher anzusehen, diese Verkehrsintensität wieder erheblich zu vermindern. Die Koordinierung der verschiedenen politischen Ebenen (EU-Ebene, national, regional/lokal) und der integrierte Einsatz der jeweils zur Verfügung stehenden Instrumente (EU: Preispolitik, Internalisierung der externen Kosten, Umweltverträglichkeitsprüfungen für die Transeuropäischen Netze; national: verschärfte Umweltverträglichkeitsanforderungen für die Verkehrsplanungen des Bundes sowie bessere Abstimmung mit den Verkehrsplanungen der Länder und Kommunen; regional/lokal: stärkere Verzahnung von Städtebau-, Gewerbe-, Infrastruktur- und Verkehrsplanung) scheint langfristig der erfolversprechendste Weg zu sein, um eine behutsame Verringerung der Transportintensität und damit auch eine Entkoppelung von Wirtschafts- und Verkehrswachstum zu bewirken.

### 3. Technische Potenziale zur Reduktion von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

Auch für die technischen Potenziale zur Verringerung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen gilt, dass Aussagen für den Zeitraum nach 2020 problematisch sind. Es sind aber gewisse Tendenzen erkennbar, die die Entwicklung zwischen 2020 und 2050 prägen könnten – unter der Voraussetzung, dass sich die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gegenüber heute nicht grundlegend ändern.

Auch in den nächsten Jahrzehnten werden Verbrennungsmotoren im Straßen-, Wasser- und Luftverkehr dominieren. Ihre Wirkungsgrade sowie die Kraftübertragung auf das Rad bzw. den Fahrweg werden allerdings gegenüber heute weiterhin verbessert werden. Diesem Verbesserungspotenzial sind jedoch physikalische Grenzen gesetzt, sodass gegenüber dem heute konzipierten und im Jahr 2020 voraussichtlich realisierten technischen Zustand der Neufahrzeuge nur wenige weitere Einsparungsprozente realisiert werden dürften. Unbeschadet dessen können auch Einspareffekte durch das reine Downsizing der Motoren erzielt werden, insbesondere wenn Randbedingungen, wie verringerte Ansprüche an Beschleunigung und Endgeschwindigkeit der Fahrzeuge, dies unterstützen und eine Rücknahme der installierten Motorleistung gestatten.

Zusätzlich werden wohl auch die Möglichkeiten der Energierückgewinnung genutzt werden müssen, um die im Fahrzeug vorhandene kinetische Energie nach einem Abbremsen für den Anfahr-Vorgang wieder einsetzen zu können. Dabei scheinen sich die rein mechanischen Systeme (Schwungrad usw.) weniger durchzusetzen als solche, die eine im weitesten Sinne elektrische Speicherung (Kondensator, Batterie) vornehmen und auf die Installation von Elektromotoren angewiesen sind. Die Rückspeisung in den Fahrrad wird im Schienenverkehr schon lange praktiziert. Sie wird in ihren Wirkungsgraden weiter optimiert werden.

Ein weiteres und tendenziell größeres Einsparungspotenzial liegt in der Gestaltung des Fahrzeuges selbst: Nach wie vor erledigt der Pkw mit dem vergleichsweise höchsten Auf-

wand an Material je angebotenem bzw. vor allem genutztem Platzkilometer seine Transportaufgabe. Sehr große Bedeutung hat daher die Reduktion der benötigten Menge an Material durch Downsizing der Fahrzeuge, sei es durch bessere Anpassung der Fahrzeuggröße an die notwendige Transportaufgabe, sei es durch Verzicht auf Raumgröße und Komfort, sei es durch Verzicht auf Komponenten, die durch die installierte Leistung des Fahrzeugs und die verkehrlichen Randbedingungen mitbestimmt werden. Teilweise wird diese Anpassung der Fahrzeuge auch mit einer Optimierung des Luftwiderstandsbeiwertes einhergehen können.

Additiv oder alternativ zur Reduktion der benötigten Materialmenge können und werden andere Materialien mit anderen Eigenschaften eingesetzt werden. Ziel der Optimierung ist immer eine Reduktion der Fahrzeugmasse bei mindestens vergleichbaren Verformungs-, Sicherheits- und Produkteigenschaften, wie sie bei heutigen Fahrzeugen anzutreffen sind. Hierzu werden beispielsweise beträchtliche Forschungsmittel in die Entwicklung von Kohlefaser-Verbundstoffen investiert, da deren Eigenschaften die geforderten Randbedingungen am ehesten zu erfüllen scheinen.

Schließlich wird bei zunehmend erkannter oder preislich flankierter Notwendigkeit der Energieeinsparung im Verkehr auch der heutige Trend zur weiteren Komfortsteigerung gebrochen werden müssen. Dieser Komfort ist in der Regel mit Gewichtszunahmen beim Fahrzeug verbunden und bewirkt damit einen erhöhten Kraftstoffverbrauch bzw. verursacht in vielen Fällen wie bei der Klimaanlage einen direkten zusätzlichen Energieverbrauch.

Grundsätzlich sind Fahrzeuge, insbesondere Pkw, mit allen zuvor genannten Veränderungen vorstellbar. Dazu gehören u.a. auch bereits mehrfach angedachte Konzepte für „1-Liter-Pkw“, die bei einer Kombination der dargestellten Möglichkeiten durchaus realisierbar erscheinen.

Dieses Reduktionspotenzial der Fahrzeuggestaltung ist beim Straßengüterverkehr, bei der Schiene, dem Schiffs- und auch dem Flugverkehr zwar prinzipiell auch vorhanden, aber grundsätzlich wesentlich geringer als beim Pkw. Zum einen, weil viele Verbesserungen in der Vergangenheit schon stattgefunden haben; zum anderen, weil – dies gilt vor allem für den Vergleich Nutzfahrzeuge zu Pkw – die heutigen und erst recht die zukünftigen Relationen von Masse des Fahrzeugs zur Transportaufgabe deutlich günstiger sind als beim Pkw. Gleichwohl wird auch in diesem Bereich reduziert werden können und müssen: Alle Verkehrsmittel sind in ihren Basisgewichten, in ihrem Luft- bzw. Wasserwiderstand, in ihrem Verhältnis Eigengewicht zu Ladungsgewicht usw. erheblich zu verbessern.

Doch zeigen die Szenarien in dieser Studie u. a. auch, dass den Energie- und Kohlendioxideinsparungen, die unter Umständen im Pkw-Verkehr auf der Straße realisiert werden, konstante bzw. ansteigende Emissionen aus dem Straßengüterverkehr und dem Flugverkehr gegenüberstehen, in denen die spezifischen technischen Einsparungen geringer sind als die Steigerungen der Verkehrsleistungen. Somit ist es absehbar, dass etwa die Hälfte der Kohlendioxidemissionen des Verkehrs im Jahr 2020 in Bereichen verursacht wird, die sich den relativ hohen Minderungspotenzialen des Pkw-Verkehrs entziehen. Damit ist – ohne ausführliche Szenarienrechnungen und auch in einer Zuspitzung der Argumentation – vorgezeichnet, dass Effekte, die über eine Halbierung

des Energieverbrauchs und der Kohlendioxidemissionen des Verkehrsbereiches hinausgehen, entweder aus entsprechend in der Fahrleistung und im Modal Split geänderten Verkehrsgerüsten resultieren oder auf den Einsatz kohlenstoffreduzierter Energieträger zurückzuführen sind.

Die Möglichkeiten, über die Verwendung von Energieträgern, die entweder einen geringen spezifischen Kohlenstoffgehalt aufweisen bzw. nicht oder nur zum Teil auf fossiler Energieerzeugung aufbauen, zu Kohlendioxidreduktionen zu kommen, sind im Grundsatz bekannt:

- Der kurz- und mittelfristige Ersatz von Otto- bzw. Diesel-Kraftstoffen durch Erdgas mit seinem sehr günstigen Kohlenstoffgehalt ist insbesondere dann sinnvoll, wenn Erdgas mit hohem energetischen Wirkungsgrad eingesetzt wird. Hier können neue Verbrennungstechniken, aber auch die Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff und dessen Nutzung via Brennstoffzelle geringfügige Kohlendioxideinsparungen mit sich bringen.
- Biogene Energieträger wie Biodiesel, Pflanzenöle, Bioethanol oder Biogas weisen in der Regel in der Gesamtklimabilanz Vorteile auf. Zur Förderung der Marktdurchdringung hat der Bundestag im Juni 2001 die Befreiung von Biokraftstoffen von der Mineralölsteuer beschlossen (Bundestag 2002). Dies steht im Einklang mit einem Richtlinienvorschlag der Europäischen Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2001a). Die Umweltvor- bzw. -nachteile biogener Energieträger sind von der Herkunft der Biomasse (Klärschlamm, Bioabfälle etc.) und bei Anbaubiomasse zusätzlich von der Art der landwirtschaftlichen Erzeugung geprägt. Die Anbaubiomasse steht in bestimmten Regionen in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung; ihr sinnvoll nutzbares Potenzial ist auch unter Naturschutzaspekten begrenzt.
- Andere Formen der regenerativen Energie wie die Wasser- oder Windkraft bzw. die Solarthermie können nach ihrer Umwandlung in Strom im Fahrzeug genutzt werden. Der direkte Weg, dies über eine Speicherbatterie und den Elektroantrieb im Fahrzeug zu tun, zeigte bisher gegenüber dem konventionellen Antrieb Nachteile wegen des hohen Gewichts, der geringen Speicherdichte oder der hohen thermischen Eigenverluste der Batterien.
- Eine weitere Speichermöglichkeit regenerativer Energie besteht in der Umwandlung des Stroms zu Wasserstoff. Er kann im Kraftfahrzeug nach Speicherung entweder im Verbrennungsmotor mit Abgasnachbehandlung oder in einer Brennstoffzelle genutzt werden. Für beide Wege stehen Optimierungen an; welches Verfahren bessere Wirkungsgrade realisiert, wird sich zeigen.
- Zudem können neben dem reinen Einsatz von regenerativen Energieträgern Mischformen realisiert werden, wie sie sich zum Beispiel durch Beimischung biogener Komponenten zu den etablierten Kraftstoffen ergeben.

Somit besteht prinzipiell kein Zweifel daran, dass regenerative Energien auch im Verkehrsbereich eingesetzt werden und damit über die Erzeugungskette bzw. die Eigenschaften der Energieträger zu einer Minderung der Kohlendioxidemissionen beitragen können. Auf diese Weise würden sie Minderungsraten realisieren helfen, die den langfristigen Klimazielen entsprechen.

Allerdings sind die verfügbaren Mengen an regenerativen Energieträgern auf absehbare Zeit begrenzt. Es wird noch mehrere Jahrzehnte dauern, bis Erzeugungskapazitäten, Infrastrukturen und international stabile Mechanismen geschaffen sind, um die benötigten Mengen verfügbar zu machen. Zudem ist aus heutiger Sicht unstrittig, dass der Einsatz regenerativer Energieträger in der stationären Anwendung mehr Kohlendioxid mit besseren Wirkungsgraden einspart als in der mobilen Anwendung. Deshalb ist mit der Feststellung, dass regenerative Energieträger im Grundsatz zu einer Entlastung der Klimabilanz des Verkehrs beitragen können, noch keine Aussage über die realisierten Potenziale an regenerativen Energieträgern, über den dafür diskutierten Zeitraum sowie über die Verfügbarkeit für den Verkehrssektor gemacht.

### VIII. Zur Kompatibilität verkehrspolitischer Maßnahmen für eine nachhaltige Energieversorgung mit Verfassungs- und Europarecht

Dieses Kapitel enthält Kommentare zur Frage der Kompatibilität einiger zentraler fiskal- und preispolitischer Maßnahmen, wie sie in den vorangehenden Kapiteln im Zusammenhang mit dem Nachhaltigkeitsszenario diskutiert wurden, mit Verfassungsrecht und Europarecht. Verfassungsrechtlich ist das Verhältnis zu Artikel 12 Abs. 1 GG (Berufsfreiheit) besonders problematisch. Was das europäische Sekundär-, aber auch das europäische Primärrecht betrifft, so wird der Spielraum für einen Instrumenteneinsatz auf nationaler Ebene immer geringer.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es in diesem Kapitel nicht um die Frage der politischen Realisierbarkeit geht.

Im Einzelnen werden folgende Maßnahmen kommentiert (Kapitel III u. IV):

- Schrittweise Erhöhung der Mineralölsteuer für Vergaser- und Dieselmotoren bis zum Jahre 2020 auf jeweils real 2,34 DM (1,20 Euro) (Preise von 1997);
- ersatzlose Abschaffung der so genannten Pendlerpauschale (Kilometerpauschale);
- schrittweise Einführung einer fahrleistungsabhängigen Maut auf dem gesamten Straßennetz und für alle Güterverkehrsfahrzeuge > 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht bis 2020:
  - Lkw von 3,5 bis 12 t = 0,40 DM (0,20 Euro)/Fzkm;
  - Lkw von 12 bis 18 t = 0,60 DM (0,31 Euro)/Fzkm;
  - Lkw von 18 bis 40 t = 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm;
- im Luftverkehr: schrittweise Einführung bis 2020 einer Kerosinsteuer von real 0,59 DM (0,30 Euro), zusammen mit einer Emissionsabgabe von real 3,17 DM (1,62 Euro) (umgerechnet auf 1 l Kerosin; CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen).

#### 1. Erhöhung der Mineralölsteuer

Die Mineralölsteuer ist eine Verbrauchsteuer. Die Gesetzgebungskompetenz liegt beim Bund; Änderungen des Mineralölsteuergesetzes bedürfen nicht der Zustimmung des Bundesrates. Die rechtliche Ausgestaltung der Erhöhung der Mineralölsteuer in dem vorgeschlagenen Umfang bis

2020 könnte mittels eines weiteren Gesetzes zur Fortführung der ökologischen Steuerreform vorgenommen werden. Mit einem solchen Gesetz könnten wiederum Steuererhöhungstatbestände in § 2 MinÖlStG eingefügt werden, die bis zum Jahr 2020 eine schrittweise Erhöhung der Steuersätze auf Vergaser- und Dieselmotoren bis zur Zielgröße bewirken würden.

#### 1.1 Verstoß gegen Grundrechte

Eine schrittweise Erhöhung der Mineralölsteuer auf Vergaserkraftstoff und Diesel würde verschiedene Grundrechtsträger unterschiedlich beeinträchtigen. Die Steuer berührt die Nutzung von Pkw und Lkw. Während bei Lkw davon ausgegangen werden kann, dass sie annähernd ausschließlich im Rahmen der Berufsausübung genutzt werden, werden Pkw sowohl im Rahmen privater als auch im Rahmen beruflicher Betätigung genutzt. Je nach Anwendungsfall sind unterschiedliche Grundrechtsbeeinträchtigungen denkbar. Im Rahmen des privaten Verbrauchs von Vergaserkraftstoff und Diesel kommen Verstöße gegen das Gleichheitsgrundrecht aus Artikel 3 Abs. 1 GG und gegen die allgemeine Handlungsfreiheit aus Artikel 2 Abs. 1 GG in Betracht. Für den beruflich bedingten Kraftfahrzeugverkehr besteht im Kern die Möglichkeit der Beeinträchtigung der Berufsfreiheit aus Artikel 12 Abs. 1 GG.

Im Rahmen der Beurteilung der Rechtmäßigkeit von Beeinträchtigungen der genannten Grundrechte kann im Folgenden nicht abschließend entschieden werden, ob solche Beeinträchtigungen zulässig sind oder nicht. Es sollen aber Anhaltspunkte für mögliche Initiativen des Gesetzgebers gegeben werden, die verdeutlichen, unter welchen Voraussetzungen Beeinträchtigungen von grundrechtlich geschützten Freiheiten zulässig sind.

##### 1.1.1 Verstoß gegen die Berufsfreiheit, Artikel 12 Abs. 1 GG

Wenn gesetzliche Regelungen die Berufsausübung beeinträchtigen, ist zu klären, ob den Anforderungen des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes entsprochen wird. Dabei ist zu ermitteln, ob das Ziel, das der Gesetzgeber mit der Regelung verfolgt, zu der Beeinträchtigung der in ihrer Berufsfreiheit betroffenen Grundrechtsträger in einem angemessenen Verhältnis steht. Die Maßstäbe an die Rechtmäßigkeit der Regelung sind umso höher, je intensiver die Beeinträchtigung der Berufsfreiheit ausfällt.

Inwieweit die im Nachhaltigkeitsszenario vorgesehene Erhöhung der Mineralölsteuer auf Vergaser- und Dieselmotoren Grundrechtsträger letztlich in ihrer Berufsfreiheit beeinträchtigt, kann hier nicht entschieden werden. Jedenfalls ist auch hier im Rahmen der Rechtfertigung eines Eingriffs zu berücksichtigen, dass die Ausgestaltung der Steuererhöhung schrittweise erfolgt. Sollten sich übermäßige Beeinträchtigungen ergeben, ist zu ermitteln, inwieweit Kompensationen an anderer Stelle die Beeinträchtigung abmildern können.

Für das Transportgewerbe, das zunehmend einem inner-europäischen Wettbewerb ausgesetzt ist, stellt sich die Frage, ob in Deutschland ansässige Spediteure durch eine derartige Erhöhung der Mineralölsteuer im europäischen Wettbewerb unzumutbar beeinträchtigt würden. Die so genannte Inländerdiskriminierung gegenüber der europäischen Konkur-

renz läge dann vor, wenn die Erhöhung der Mineralölsteuer ein nationaler Alleingang Deutschlands wäre, der nicht durch Kompensationen zugunsten des deutschen Speditionsgewerbes aufgewogen würde.

### 1.1.2 Verstoß gegen das Gleichheitsgrundrecht, Artikel 3 Abs. 1 GG

Der allgemeine Gleichheitssatz aus Artikel 3 Abs. 1 GG enthält einerseits ein Grundrecht des Einzelnen und damit ein subjektiv-öffentliches Recht. Andererseits birgt er einen in allen Bereichen geltenden Verfassungsgrundsatz, dem auch über den Anwendungsbereich der subjektiv-rechtlichen Seite hinaus Bedeutung zukommt. Die Norm soll die Gleichbehandlung von Personen in vergleichbaren Sachverhalten sicherstellen. Verstöße gegen das Gleichheitsgrundrecht werden durch eine zweistufige Prüfung ermittelt.

Auf der ersten Stufe ist die Frage der Beeinträchtigung zu untersuchen. Eine Beeinträchtigung im Gleichheitsgrundrecht liegt dann vor, wenn wesentlich Gleiches ungleich oder wesentlich Ungleiches gleich behandelt wird. Ist das der Fall, bedingt das jedoch noch keinen Verstoß gegen Artikel 3 Abs. 1 GG. In einem zweiten Schritt ist dann festzustellen, ob die Beeinträchtigung gerechtfertigt werden kann. Dafür ist zu ermitteln, ob die Beeinträchtigung willkürlich erfolgt, denn nur willkürliche Beeinträchtigungen des Gleichheitsgrundrechts stellen einen Verstoß gegen Artikel 3 Abs. 1 GG dar. Das ist dann der Fall, wenn der Ungleichbehandlung kein sachlich rechtfertigender Grund zugrunde liegt.

Für das Steuerrecht folgt aus dem allgemeinen Gleichheitssatz das Gebot der Steuergerechtigkeit. Daraus ergeben sich jedoch keine strengeren Anforderungen als in anderen Bereichen. Der Gleichheitssatz verlangt nach der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts, dass die Besteuerung an der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit ausgerichtet wird.

Eine Erhöhung der Mineralölsteuer würde die Verbraucher in rechtlicher Hinsicht nicht unterschiedlich belasten, da bei der Abwälzung über die Kraftstoffpreise alle Verbraucher gleichermaßen betroffen sind. Auf der tatsächlichen Ebene könnte sich eine Ungleichbehandlung ergeben, da diejenigen, die über mehr Einkommen bzw. über ein größeres Vermögen verfügen als andere, leichter in der Lage sind, sich dem auf Vermeidung gerichteten Lenkungszweck zu entziehen. Fraglich ist, ob darin ein Verstoß gegen den Gleichheitssatz liegt. Zunächst ist dafür das genaue Maß der Ungleichbehandlung zu bestimmen.

Die schrittweise Erhöhung der Mineralölsteuer mildert das Maß der Beeinträchtigung für Leistungsschwächere erheblich ab. Die technischen Entwicklungen gehen schon heute zu solchen Kraftfahrzeugen hin, die einen geringeren Verbrauch aufweisen. Der lange Zeitraum bis zur vollständigen Erreichung der Zielwerte lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass weitere technologische Entwicklungen bis dahin die Serienreife erreicht haben werden. Insoweit kann durchaus davon ausgegangen werden, dass eine wesentliche Beeinträchtigung der Mobilität – auch der Leistungsschwächeren – durch eine Erhöhung der Mineralölsteuer, wie sie im Nachhaltigkeitszenario bis zum Jahr 2020 vorgenommen wird, nicht zu befürchten ist (Kapitel V.1). Im Gegenteil

können die angestrebten technologischen Entwicklungen durch die Regelung gefördert werden. Wenn etwa die Automobilindustrie befürchten muss, dass erhebliche Teile der Bevölkerung künftig aus Kostengründen auf ein eigenes Kraftfahrzeug verzichten müssen, wird sie Anstrengungen unternehmen, Fahrzeuge zu entwickeln, die sich die Menschen leisten können.

Die unvollständige Berücksichtigung der persönlichen Leistungsfähigkeit der einzelnen Verbraucher ist im Übrigen bei Verbrauchsteuern systemimmanent (Peters et al. 2000, S. 37). Der Prüfungsmaßstab darf daher nicht so streng sein, dass die Erhebung einer Verbrauchsteuer mit Lenkungswirkung unmöglich wird. Güter, die zum Verbrauch bestimmt sind, werden stets von Personengruppen unterschiedlicher Leistungsfähigkeit nachgefragt. Die Erwägungen hinsichtlich der künftigen technologischen Entwicklungen sind geeignet, eine potenzielle Beeinträchtigung sachlich zu rechtfertigen.

### 1.1.3 Verstoß gegen die allgemeine Handlungsfreiheit, Artikel 2 Abs. 1 GG

Für die Verbraucher, die als Privatpersonen von der Erhöhung der Mineralölsteuer betroffen sind, kommt eine Verletzung ihrer allgemeinen Handlungsfreiheit in Betracht. Die Mineralölsteuererhöhung soll zur Vermeidung von Kraftstoffverbrauch führen. Das kann unter anderem dadurch geschehen, dass die Kraftfahrzeughalter ihre Fahrzeuge weniger benutzen, Fahrzeuge mit geringerem Verbrauch bzw. einem anderen Antriebssystem anschaffen oder gar ganz auf ein Kraftfahrzeug verzichten. Sofern die Regelung derartige Vermeidungseffekte bewirken könnte, läge darin ein Eingriff in die allgemeine Handlungsfreiheit.

Eingriffe in die allgemeine Handlungsfreiheit sind dann gerechtfertigt, wenn sie der verfassungsmäßigen Ordnung entsprechen. Somit können alle formell und materiell rechtmäßigen Gesetze, Rechtsverordnungen und Satzungen sowie die auf sie gestützten Einzelmaßnahmen Eingriffe in das Recht aus Artikel 2 Abs. 1 GG rechtfertigen (Pieroth/Schlink 1993, Rn. 440). Zu beachten sind jedoch der Parlamentsvorbehalt und das Verhältnismäßigkeitsprinzip.

Nach dem Parlamentsvorbehalt und der vom Bundesverfassungsgericht entwickelten Wesentlichkeitslehre muss der Parlamentsgesetzgeber in grundlegenden normativen Bereichen, zumal im Bereich der Grundrechtsausübung, alle wesentlichen Entscheidungen selbst treffen. Insbesondere darf er die wesentlichen Entscheidungen nicht der Exekutive, also dem Verordnungsgeber, überlassen. Die Erhöhung der Mineralölsteuersätze wäre durch Änderungen des Mineralölsteuergesetzes vorzunehmen, so dass der Parlamentsvorbehalt gewahrt würde.

Die Wahrung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes setzt voraus, dass der Gesetzgeber ein legitimes Ziel verfolgt. Das eingesetzte Mittel muss geeignet sein, das gesetzgeberische Ziel zu fördern. Zudem darf kein Mittel ersichtlich sein, das das gesetzgeberische Ziel mit Sicherheit gleichermaßen verwirklichen würde. Letztlich darf die Maßnahme auch nicht unzumutbar in die Freiheit der Betroffenen eingreifen (Pieroth/Schlink 1993, Rn. 318 ff.). Hierbei sind das gesetzgeberische Ziel und die Freiheitsbeschränkung der Betroffenen gegeneinander abzuwägen. Je mehr dabei der gesetzliche Eingriff elementare Äußerungsformen der menschli-

chen Handlungsfreiheit berührt, umso bedeutsamer müssen die zu seiner Rechtfertigung vorgebrachten Gründe sein.

Neben dem legitimen Ziel des Gesetzgebers, den Umwelt- und Ressourcenschutz zu fördern, sind auch hier die schrittweise Erhöhung der Steuersätze und die erwarteten technologischen Entwicklungen zugunsten der gesetzlichen Regelung zu beachten. Die Erhöhung der Mineralölsteuer würde sich solange als verhältnismäßig darstellen, wie einerseits Vermeidungseffekte die Zielverwirklichung fördern und andererseits keine übermäßige Beeinträchtigung der Mobilität einsetzt. Eine kontinuierliche Beobachtung der Entwicklung während der schrittweisen Erhöhung der Steuersätze kann zusätzlich dazu beitragen, die Zweck-Mittel-Relation zu wahren.

## 1.2 Verstoß gegen Europarecht

Verstöße gegen europäisches Primärrecht, also gegen Vorschriften des EG-Vertrages, sind nicht ersichtlich. Möglicherweise enthalten aber sekundärrechtliche Normierungen, insbesondere Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft, Vorgaben, die einer Erhöhung der Mineralölsteuersätze entgegenstehen würden.

Mit der Richtlinie 92/82/EWG des Rates vom 19. Oktober 1992 zur Annäherung der Verbrauchsteuersätze für Mineralöle, die bis zum 31. Dezember 1992 von den Mitgliedstaaten in nationales Recht umzusetzen war, sind nach Artikel 1, 2 RL 92/82/ EWG in allen Mitgliedstaaten bestimmte Mindestsätze bei der Mineralölsteuer zu erheben. In der Bundesrepublik Deutschland wird die Richtlinie 92/82/EWG durch die Normierungen im Mineralölsteuergesetz umgesetzt. Eine Begrenzung der Mineralölsteuersätze nach oben ist in der Richtlinie 92/82/EWG nicht vorgesehen.

Außerdem verfolgt die Europäische Gemeinschaft die Harmonisierung der Struktur der Verbrauchsteuern auf Mineralöle mit der Richtlinie 92/81/EWG vom 19. Oktober 1992, die ebenfalls bis zum 31. Dezember 1992 in nationales Recht umzusetzen war. Gemäß Artikel 1 RL 92/81/EWG erheben die Mitgliedstaaten eine harmonisierte Verbrauchsteuer auf Mineralöl, deren Steuersätze nach Maßgabe der Richtlinie 92/82/EWG (s. o.) festzusetzen sind. Die Formulierung könnte so zu verstehen sein, dass die tatsächlich erhobenen Steuersätze auch nach oben nicht wesentlich von den Mindeststeuersätzen der Richtlinie 92/82/EWG abweichen dürfen. Gegen die Auffassung spricht jedoch, dass die Richtlinie zur Harmonisierung der Struktur der Verbrauchsteuer auf Mineralöle sich vorrangig auf die Lösung erhebungstechnischer Fragen bezieht. So wird unter anderem geregelt, welche Mineralölprodukte der Richtlinie unterfallen, bei welcher Temperatur die Steuer zu berechnen ist und welche Ausnahmetatbestände normiert werden dürfen. Dagegen ist nicht ersichtlich, dass auch die Erhebung von Mineralölsteuersätzen beschränkt werden soll, die erheblich über die Mindestsätze der Richtlinie 92/82/EWG hinausgehen.

## 1.3 Fazit

Eine schrittweise Erhöhung der Mineralölsteuer auf real 2,34 DM (1,20 Euro) pro Liter Vergaserkraftstoff und Diesel bis zum Jahr 2020 kann durch Bundesgesetz und ohne Zustimmung des Bundesrates geregelt werden. Die damit verbundenen Beeinträchtigungen in den Grundrechten aus

Artikel 12 Abs. 1, 3 Abs. 1 und 2 Abs. 1 GG können unter den genannten Voraussetzungen gerechtfertigt werden. Europarechtliche Vorgaben stehen der Regelung nicht entgegen.

## 2. Abschaffung der Entfernungspauschale

Mit der ersatzlosen Abschaffung der Entfernungspauschale für Pendler nach § 9 Abs. 1 Satz 3 Nr. 4 und 5 Abs. 2 EstG soll ein Anreiz gesetzt werden, den Weg zwischen Arbeitsplatz und Wohnort möglichst kurz zu halten, um somit die für diesen Weg entstehenden Kosten zu minimieren. Darüber hinaus wird ein Umstieg auf preisgünstigere Verkehrsmittel wie innerörtlichen ÖPNV, Fahrrad u. Ä. angestrebt. Die angestrebte Verkürzung der Berufswege und der Umstieg auf andere Verkehrsmittel würden dabei zu einem verminderten Verbrauch von Treibstoffen führen und damit dem Ressourcenschutz und der Emissionsvermeidung dienen.

Das Aufkommen aus der Einkommenssteuer steht zumindest teilweise dem Bund zu; der Bund besitzt infolgedessen die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz. Da die Länder am Ertrag der Steuer beteiligt sind, bedürfte eine Änderung des EstG der Zustimmung des Bundesrates. Der Abschaffung der Entfernungspauschale müsste demnach der Bundesrat zustimmen.

### 2.1 Verstoß gegen die Berufsfreiheit, Artikel 12 Abs. 1 GG

Die Entfernungspauschale für Pendler wird für den Weg zwischen Wohnort und Arbeitsstätte gewährt, sie fällt demnach in Zusammenhang mit der Berufsausübung an. Fraglich ist, ob durch die ersatzlose Abschaffung der Entfernungspauschale ein Eingriff in den Schutzbereich des Grundrechts auf Berufsfreiheit nach Artikel 12 Abs. 1 GG erfolgt. Artikel 12 Abs. 1 GG schützt umfassend die Auswahl und Ausübung des Berufs, wobei allerdings für die Frage der Rechtfertigung des Eingriffs eine Unterscheidung zwischen Berufswahl und Berufsausübung erforderlich ist (Jarass/Pieroth 2000, Artikel 12 Rdnr. 17 und 20).

Beruf i. S. des Artikel 12 Abs. 1 GG ist jede auf Dauer angelegte, erlaubte und auf die Schaffung und Erhaltung der Lebensgrundlage angelegte Tätigkeit. Dabei gewährt das Grundrecht auf Berufsfreiheit einen umfassenden Schutz von der Wahl einer bestimmten Berufsausbildung und der Ausbildungsstätte bis zu Fragen der Berufsausübung. Mit der Freiheit der Berufsausübung wird u. a. die Freiheit der Wahl der Arbeitsstätte geschützt, mithin also die Frage, wann und wo der Beruf ausgeübt werden soll (Maunz et al. 1999, GG Artikel 12, Rdnr. 14).

Durch die Abschaffung der Entfernungspauschale werden Arbeitnehmer, die sich für eine Berufsausübung in einiger Entfernung von ihrem Wohnort entschieden haben, benachteiligt. Sie können die Fahrtkosten für den Weg zu ihrer Arbeitsstätte nicht mehr steuerlich geltend machen. Das könnte, insbesondere bei finanzschwächeren Arbeitskräften, zu einer finanziellen Überforderung führen und den Wechsel zu einer Arbeitsstätte erforderlich machen, der dem Wohnort näher liegt. Insofern wird durch die Abschaffung der Entfernungspauschale die freie Wahl der Arbeitsstätte beeinträchtigt. Ein Eingriff in den Schutzbereich des Arti-

kel 12 Abs. 1 GG liegt in Form einer Einschränkung der Berufsausübungsfreiheit vor.

Wenn gesetzliche Regelungen wie im vorliegenden Fall die freie Berufsausübung beeinträchtigen, ist eine Prüfung der Verhältnismäßigkeit der Regelung vorzunehmen. Dabei ist insbesondere zu prüfen, ob das vom Gesetzgeber mit der Regelung verfolgte Ziel in einem angemessenen Verhältnis zu der Beeinträchtigung der betroffenen Grundrechtsträger steht. In dem Zusammenhang sind die Anforderungen an die Rechtmäßigkeit der Regelung umso höher, je intensiver die Beeinträchtigung der Berufsfreiheit ausfällt. Berufsausübungsregelungen wie die Abschaffung der Entfernungspauschale für Pendler sind danach zulässig, soweit vernünftige Erwägungen des Gemeinwohls es zweckmäßig erscheinen lassen; der Grundrechtsschutz beschränkt sich auf in sich verfassungswidrige, weil etwa übermäßig belastende oder unzumutbare Auflagen (Maunz et al. 1999, GG Artikel 12, Rdnr. 318). Demnach müssen die Auflagen geeignet und erforderlich sein, den Zweck zu erfüllen, und dürfen darüber hinaus den Grundrechtsträger nicht unzumutbar belasten, m. a. W. die Regelung muss den Grundsätzen der Verhältnismäßigkeit entsprechen.

Bereits auf der Ebene der Geeignetheit ergeben sich hier Schwierigkeiten. Mit der Umstellung der Entfernungspauschale auf eine verkehrsmittelunabhängige Berechnungsgrundlage ist ein Anreiz für den Wechsel auf ressourcenschonendere Verkehrsmittel geschaffen worden. Ebenso ist für die Umsetzung der Vorschläge für eine nachhaltige Energieversorgung von einem Instrumentenmix unter Berücksichtigung einer Erhöhung der Mineralölsteuer auszugehen (Kapitel II), was wiederum einen Umstieg von Pkw auf andere Verkehrsmittel begünstigen und einen Anreiz zur Verkürzung der Wegstrecken setzen dürfte. Insofern dürfte die Abschaffung der Entfernungspauschale als solche für Pendler keine zusätzlichen wesentlichen Anreize mehr für einen Umstieg auf andere Verkehrsmittel setzen, sie dürfte daher als nicht geeignet anzusehen sein.

Sollte man jedoch Geeignetheit und Erforderlichkeit bejahen wollen, so dürfte spätestens auf der Ebene der Angemessenheit eine Rechtfertigung nicht mehr möglich sein. Bisher wurde auch ein Arbeitsplatz in einiger Entfernung vom Wohnort vom Staat durch Gewährung der Entfernungspauschale gefördert. Eine sofortige und ersatzlose Streichung der Entfernungspauschale ohne Übergangsfristen würde diese Förderung auf einen Schlag wegfallen lassen, eine erhebliche Mehrbelastung für viele Arbeitnehmer darstellen und sich gerade für Arbeitnehmer mit längeren Wegen zwischen Wohnort und Arbeitsplatz als unzumutbar darstellen. Eine Unzumutbarkeit dürfte sich auch durch die Umsetzung der Vorschläge zu einer nachhaltigen Energieversorgung durch einen Instrumentenmix einschließlich der Erhöhung der Mineralölsteuer ergeben. Dadurch werden einerseits die Kosten für die Pendler durch höhere Kraftfahrzeugsteuern erhöht, während andererseits die steuerliche Geltendmachung dieser Kosten abgeschafft wird. Das dürfte zu einer die Grenze der Zumutbarkeit übersteigenden Belastung führen. Darüber hinaus sind auch arbeitsmarktpolitische Gründe zu beachten, denn immerhin setzt die Entfernungspauschale Anreize, auch Arbeitsmöglichkeiten wahrzunehmen, die sonst wegen der hohen Fahrtkosten und der dadurch bedingten Mehrbelastungen nicht wahrgenommen werden würden.

Insofern entspricht die Abschaffung der Entfernungspauschale für Pendler nicht den Grundsätzen der Verhältnismäßigkeit, der Eingriff in die Berufsausübungsfreiheit wäre daher nicht gerechtfertigt.

## 2.2 Fazit

Der Bundesgesetzgeber verfügt über die Gesetzgebungskompetenz für die Abschaffung der Entfernungspauschale für Pendler. Eine solche gesetzliche Regelung würde der Zustimmung des Bundesrates bedürfen.

Jedoch stellt die Abschaffung der Entfernungspauschale einen Eingriff in die Berufsausübungsfreiheit gemäß Artikel 12 Abs. 1 GG dar. Dieser Eingriff wäre nicht gerechtfertigt und insoweit verfassungswidrig.

## 3. Einführung einer Straßennutzungsgebühr für Lkw

Unter der Maßgabe, mit der Lkw-Maut einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland zu leisten, wird abweichend von den Plänen der Bundesregierung geprüft, ob eine Lkw-Maut in europa- und verfassungsrechtlich zulässiger Weise

- von allen Lkw ab 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht,
- für die Benutzung aller Straßen (Bundesautobahnen, sonstige Bundesfernstraßen, Landes- und Kreisstraßen) und
- in Höhe von  
0,40 DM (0,20 Euro)/Fzkm für Lkw von 3,5 bis 12 t,  
0,60 DM (0,31 Euro)/Fzkm für Lkw von 12 bis 18 t und  
1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm für Lkw von 18 bis 40 t

erhoben werden darf.

### 3.1 Verstoß gegen Europarecht

Europarechtliche Anforderungen an die Lkw-Maut ergeben sich maßgeblich aus der Richtlinie 1999/62/EG „über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge“ (Wegekostenrichtlinie) (Rat der Europäischen Union 1999).

#### 3.1.1 Mautpflichtige Fahrzeuge

Die Wegekostenrichtlinie gilt nach deren Artikel 1 für Mautgebühren, die von den in Artikel 2 der Wegekostenrichtlinie definierten Fahrzeugen erhoben werden. „Fahrzeug“ ist gemäß Artikel 2 Buchstabe d) ein Kraftfahrzeug oder eine Kraftfahrzeugkombination, die ausschließlich für den Güterkraftverkehr bestimmt sind und deren zulässiges Gesamtgewicht mindestens 12 Tonnen beträgt. Eine „Mautgebühr“ im Sinne der Richtlinie ist eine für eine Fahrt zwischen zwei Punkten auf einem der in Artikel 7 Abs. 2 genannten Verkehrswege zu leistende Zahlung, deren Höhe sich nach der zurückgelegten Wegstrecke und dem Fahrzeugtyp richtet. Wird eine Abgabe für die zurückgelegte Entfernung auf Straßen erhoben, gilt für schwere Lkw ab 12 t die Wegekostenrichtlinie.

Für leichtere Lkw mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 3,5 bis unter 12 t gilt die Wegekostenrichtlinie nicht. Ebenso findet die Wegekostenrichtlinie keine Anwendung auf Pkw. Soll von leichten Lkw oder Pkw eine Maut erhoben werden,

muss deren inhaltliche Ausformung und rechtliche Zulässigkeit gesondert bestimmt werden. Es würde sich um ein weiteres Instrument zur nachhaltigen Energieversorgung handeln, das nicht unter der Maßgabe der Wegekostenrichtlinie zu begutachten wäre. Soweit aber von schweren Lkw eine fahrleistungsabhängige Abgabe erhoben wird, sind die Voraussetzungen der Wegekostenrichtlinie einzuhalten.

Im Folgenden ist also zu prüfen, ob nach der Wegekostenrichtlinie eine Lkw-Maut von schweren Lkw ab 12 t zulässigem Gesamtgewicht für die Benutzung aller Straßen in Höhe von 0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm erhoben werden darf.

### 3.1.2 Mautpflichtige Straßen

Gemäß Artikel 7 Abs. 2 Buchstabe a) der Wegekostenrichtlinie werden Mautgebühren nur für die Benutzung von Autobahnen oder anderen mehrspurigen Straßen, die ähnliche Merkmale wie Autobahnen aufweisen, sowie für die Benutzung von Brücken, Tunneln und Gebirgspässen erhoben. In solchen Mitgliedstaaten, die über kein allgemeines Netz von Autobahnen oder nicht über ähnliche Straßen verfügen, können auch Mautgebühren für die Benutzung der unter technischen Gesichtspunkten höchsten Straßenkategorie des betreffenden Mitgliedstaates erhoben werden.

Die Bundesrepublik Deutschland verfügt über ein flächendeckendes Netz an Autobahnen. Für die Benutzung der Autobahnen durch schwere Lkw darf eine Maut erhoben werden. Die Ausnahmeregelung für Länder, die über kein allgemeines Netz von Autobahnen verfügen, greift für die Bundesrepublik Deutschland nicht. Damit darf in Deutschland keine flächendeckende Mautgebühr von schweren Lkw für die Benutzung aller Bundes-, Landes- und Kreisstraßen erhoben werden. Das würde einen Verstoß gegen die Wegekostenrichtlinie darstellen und wäre mit europäischem Recht nicht zu vereinbaren.

Die Lkw-Maut für schwere Lkw kann daher grundsätzlich nur für die Benutzung von Autobahnen oder autobahnähnlichen Streckenabschnitten des Straßennetzes erhoben werden.

Unter der Voraussetzung, dass nur Autobahnen mautpflichtig sind, ist eine umfangreiche Verlagerung des Gütertransportes von den Autobahnen in das übrige Fernstraßennetz zu befürchten. Auf diese Gefahr reagiert Artikel 7 Abs. 2 Buchstabe b) Ziffer i) der Wegekostenrichtlinie. Danach können die Mitgliedstaaten nach Anhörung der Kommission Mautgebühren auch für die Benutzung anderer Abschnitte des primären Straßennetzes erheben, insbesondere wenn es aus Sicherheitsgründen gerechtfertigt ist.

Wann Sicherheitsgründe vorliegen, wird in der Wegekostenrichtlinie nicht definiert. Ob die Verlagerung des Schwerlastverkehrs von den Autobahnen in das allgemeine Straßennetz eine Gefährdung der Sicherheit und damit einen Sicherheitsgrund i. S. d. Richtlinie darstellt, ist fraglich. Grundsätzlich bergen sonstige Straßen wegen des nicht getrennten Gegenverkehrs, der vorhandenen Kreuzungen, der fehlenden Überholmöglichkeiten, der schlechteren Übersicht, der Ortsdurchfahrten, der engen Kurvenradien usw. (Eigenart der Strecke) ein höheres Risiko von Unfällen als Autobahnen. Jedoch muss das erhöhte Sicherheitsrisiko im Einzelfall für jeden Streckenabschnitt bestimmt werden. Maßgeblich für die rechtliche Zulässigkeit der Ausweitung der Mautpflicht

aus Sicherheitsgründen wird sein, in welchem Maße überhaupt Verlagerungen stattfinden. Ein lediglich geringer Zuwachs des Schwerlastverkehrs wird in der Regel kein erhöhtes Sicherheitsrisiko im Vergleich zum normalen Risiko darstellen. Darüber hinaus kommt es für die Beurteilung der Sicherheitsgründe auf die konkrete Eigenart der Strecke an. Im Einzelfall können deswegen umfangreiche Verlagerungen durchaus ein Sicherheitsrisiko im Sinne der Wegekostenrichtlinie darstellen. Die Feststellung ändert jedoch nichts an dem Grundsatz, dass die Lkw-Maut nur für die Benutzung von Autobahnen oder ähnlichen Straßen durch schwere Lkw erhoben werden darf. Die Zulässigkeit der Ausweitung der Mautpflicht für sonstige Straßen wird die Ausnahme sein. Eine flächendeckende Lkw-Maut für alle Straßen ist daher ausgeschlossen (Wolf 2000, S. 123 u. 128).

### 3.1.3 Eurovignette

Nach Artikel 7 Abs. 3 der Wegekostenrichtlinie dürfen für die Benutzung ein und desselben Streckenabschnitts nicht gleichzeitig Mautgebühren und Benutzungsgebühren (Vignette) erhoben werden. Für die rechtliche Zulässigkeit der Einführung einer Lkw-Maut muss damit die Eurovignette abgeschafft und das entsprechende Abkommen zwischen Belgien, Dänemark, Deutschland, Luxemburg und den Niederlanden aufgehoben werden (Wolf 2000, S. 123 u. 128).

### 3.1.4 Höhe der Lkw-Maut

Grundsätzliche Berechnung der Lkw-Maut nach der Wegekostenrichtlinie

Nach Artikel 7 Abs. 9 der Wegekostenrichtlinie müssen sich die gewogenen durchschnittlichen Mautgebühren an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau des betreffenden Verkehrsnetzes orientieren. Das betreffende Verkehrsnetz sind das mautpflichtige Autobahnnetz, die autobahnähnlichen mautpflichtigen Abschnitte und sonstige, aus Sicherheitsgründen ausnahmsweise als mautpflichtig anerkannte Strecken des allgemeinen Verkehrsnetzes.

Nach Berechnungen des IWW (IWW 2000, S. 8) betragen im Jahr 2000 die gesamten Wegekosten der Autobahnen rund 9,8 Mrd. DM (5 Mrd. Euro). In dem Betrag sind die Aufwendungen des Bundes für den Ausbau, die Erhaltung, die Modernisierung und den Betrieb der Autobahnen enthalten. Dort sind auch in einem gewissen Umfang ungedeckte Wegekosten erfasst. Ungedeckte Wegekosten sind die Kosten für den weiteren Ausbau von Autobahnen oder deren Instandhaltung, die nicht durch eine entsprechende Bereitstellung von Haushaltsmitteln durch den Bund gedeckt sind. Wegen der fehlenden Mittel sind notwendige Infrastrukturmaßnahmen an den Autobahnen in den vergangenen Jahren unterblieben (IWW 2000, S. 4 ff.). Inwieweit in den vom IWW ermittelten Wegekosten auch umweltschutzbezogene Aufwendungen mit einbezogen wurden, ist nicht klar. Jedenfalls gilt, dass notwendige, umweltschutzbezogene Aufwendungen für den rechtmäßigen Betrieb der Autobahnen (z. B. passive und aktive Lärmschutzmaßnahmen, Kosten der Ersatzmaßnahmen nach dem Bundesnaturschutzgesetz bzw. Ausgleichszahlungen nach den Naturschutzgesetzen der Länder, Kosten der Planfeststellung und der Umweltverträglichkeitsprüfung usw.) zu den Wegekosten zu zählen sind. Sie sind notwendig, um die Autobahnen in rechtlich zulässiger Weise zu errichten und zu betreiben. Schließlich

können auch die Kosten für die Einrichtung des Mauterfassungssystems, für die Verwaltung und für die Kontrolle als Wegekosten berechnet werden.

Zur Klarstellung: In den vom IWW ermittelten 9,8 Mrd. DM (5 Mrd. Euro) sind nicht die so genannten externen Kosten (u. a. die Umwelt-, Stau- und Unfallkosten) enthalten. Solche Kosten sind auch keine Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen i. S. d. Artikel 7 Abs. 9 der Wegekostenrichtlinie (EuGH 2001, S. 81 u. 87, Nr. 95 ff.; Wolf 2000, S. 123 u. 128). Der vom IWW errechnete Betrag spiegelt damit ein Aufkommen wider, das durch die gewogenen durchschnittlichen Mauthöhen für schwere Lkw grundsätzlich erzielt werden dürfte. In der nachfolgenden Untersuchung soll davon ausgegangen werden, dass die 9,8 Mrd. DM (5 Mrd. Euro) als Richtgröße zutreffend berechnet wurden und damit in etwa den jährlichen Kosten des Bundes für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen entsprechen.

Im Hinblick auf die jährlichen durchschnittlichen Fahrleistungen schwerer Lkw ab 12 t zulässigem Gesamtgewicht im Bundesautobahnnetz geht die Bundesregierung davon aus, dass 0,01 DM (0,005 Euro)/Fzkm Lkw-Maut ein Mautaufkommen von durchschnittlich 240 Mio. DM (122,7 Mio. Euro) pro Jahr bewirkt (BMVBW 2001, Kabinettsentwurf zur Lkw-Maut, S. 22). Hieraus folgt, dass bei einer Abgabenhöhe von rund 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm das notwendige Aufkommen zur Deckung der Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen in Höhe von 9,8 Mrd. DM (5 Mrd. Euro) erzielt werden würde. Schwankungen im Abgabenaufkommen nach unten (z. B. durch den Eintritt von Lenkungsfolgen) aber auch nach oben (erwarteter Zuwachs des Straßengüterverkehrs bis 2010) sind nicht ausgeschlossen. Solche Schwankungen bzw. Ungenauigkeiten in der Berechnung dürften aber keinen Einfluss auf die Rechtmäßigkeit der Abgabe haben. Nach Artikel 7 Abs. 9 der Wegekostenrichtlinie soll sich die durchschnittliche Gebührenehöhe an den entstandenen Kosten „orientieren“. Es ist nicht die Rede davon, dass die Abgabenhöhe die Kosten exakt decken muss. Eine solche genaue Berechnung erscheint eben gerade wegen der zu erwartenden Schwankungen auch nicht möglich zu sein. Daher kann mit dem Begriff i. S. d. Artikel 7 Abs. 9 nur gemeint sein, dass die durchschnittlich gewogenen Gebührenehöhen in etwa die Kosten für den Bau, den Betrieb und die Unterhaltung der mautpflichtigen Straßen decken. Geringfügige Überschreitungen der tatsächlich entstandenen Kosten sind damit grundsätzlich zulässig (Rat der Europäischen Union 1999).

Eine gewogene durchschnittliche Mauthöhe von 0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm würde demgegenüber ein Aufkommen bewirken, das erheblich höher liegen würde als die jährlichen Ausgaben des Bundes für seine Autobahnen. Die gewogenen durchschnittlichen Gebührensätze würden sich nicht mehr an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen i. S. d. Artikel 7 Abs. 9 der Wegekostenrichtlinie orientieren.

Ausnahme: Abgabenhöhen oberhalb der durchschnittlich gewogenen Gebührensätze

Es ist zu klären, ob die Wegekostenrichtlinie Vorschriften enthält, nach denen es möglich ist, die Gebührenehöhe über die gewogenen durchschnittlichen Wegekosten von rund

0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm auf die angestrebten 0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm anzuheben.

Die Wegekostenrichtlinie eröffnet in Artikel 7 Abs. 10 für die Mitgliedstaaten die Möglichkeit, „unbeschadet der gewogenen durchschnittlichen Mautgebühren gemäß Abs. 9“ die Mautsätze nach Fahrzeugemissionsklassen und Tageszeiten zu differenzieren. Soweit nach Emissionsklassen differenziert wird, darf keine Mautgebühr mehr als 50 % über der Gebühr liegen, die für gleichwertige Fahrzeuge erhoben wird, die die strengsten Emissionsnormen erfüllen. Wird nach Tageszeit unterschieden, darf keine Mautgebühr mehr als 100 % über der während der günstigsten Tageszeit erhobenen Gebühr liegen. Eine Differenzierung der Gebühren nach Fahrzeugklassen oder Tageszeit muss dem angestrebten Ziel angemessen sein.

Bei nachfolgender Auslegung der Vorschrift wäre eine Überschreitung der gewogenen durchschnittlichen Gebührensätze von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm möglich: Alle Lkw, unabhängig von Emissionsklassen und der Tageszeit, müssen die gewogene durchschnittliche Gebührenehöhe entrichten. Bezüglich der Lkw, die mehr Emissionen als andere Lkw verursachen, hat der Gesetzgeber einen Ermessensspielraum und kann die durchschnittliche Gebührenehöhe für solche Lkw bis zu 50 % überschreiten. Ebenso kann der Gesetzgeber Lkw, die z. B. während der Hauptverkehrszeit transportieren, mit einem Aufschlag bis zu 100 % belegen. Bei einer solchen Auslegung des Artikel 7 Abs. 10 der Wegekostenrichtlinie wären Abgabenhöhen bis zu 0,61 DM (0,31 Euro)/Fzkm für stark emittierende Lkw und bis zu 0,82 DM (0,41 Euro)/Fzkm während der Hauptverkehrszeiten möglich.

Eine solche Auslegung würde aber eindeutig dem Wortlaut bzw. der Systematik der Vorschrift widersprechen. Die gewogenen durchschnittlichen Gebührensätze sollen sich insgesamt, also in der Summe, an einem Mautaufkommen orientieren, das die jährlichen Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen deckt (erforderliches Mautaufkommen). Werden höhere Gebührensätze für Fahrzeuge mit niedrigen Emissionsklassen oder während der Hauptverkehrszeiten erhoben, ist insgesamt mit einem höheren Aufkommen zu rechnen. Die gewogenen durchschnittlichen Gebührensätze würden sich nicht mehr am erforderlichen Aufkommen orientieren.

Werden also auf der einen Seite höhere Gebühren von besonders stark emittierenden Lkw oder während der Hauptverkehrszeit erhoben, müssen auf der anderen Seite Nachlässe gewährt werden. Insgesamt ist darauf zu achten, dass die Summe der Einnahmen aus den unterschiedlichen Gebührensätzen ein Aufkommen ergibt, das in etwa mit dem erforderlichen Aufkommen für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen übereinstimmt, und dass die Gebührensätze die Differenzierung von max. 50 % für unterschiedliche Emissionsklassen bzw. max. 100 % für bestimmte Tageszeiten einhalten.

Damit sind nach Artikel 7 Abs. 10 der Wegekostenrichtlinie zwar grundsätzlich höhere Gebührensätze als die 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm möglich. Der Durchschnitt der gewogenen Gebührensätze muss aber die Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm in etwa einhalten. Eine Anhebung der gewogenen durchschnittlichen Gebühren auf die angestrebten

0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm ist nach Artikel 7 Abs. 10 der Wegekostenrichtlinie ausgeschlossen.

Nach Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie bleibt das Recht der Mitgliedstaaten unberührt, „einen Prozentsatz des Betrags der Mautgebühren dem Umweltschutz und dem ausgewogenen Bau der Verkehrsnetze zuzuweisen, sofern dieser Betrag nach Artikel 7 Abs. 9 berechnet wird“. Es stellt sich die Frage, wie die Vorschrift zu deuten ist.

Zunächst müssen die Begriffe „Verkehrsnetze“ und „Umweltschutz“ konkretisiert werden. Die Berechnung der Höhe der Mautgebühren beinhaltet bereits nach Artikel 7 Abs. 9 der Wegekostenrichtlinie als Kostenstelle den Ausbau der Autobahnen als mautpflichtige Strecken. Dass das daraus resultierende Aufkommen auch zum Ausbau der gebührenpflichtigen Autobahnen verwendet werden darf, erscheint selbstverständlich. Das muss in Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie nicht gesondert betont werden. Mit den Verkehrsnetzen i. S. d. Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie sind deswegen andere Verkehrswege als die Autobahnen gemeint. Hierzu zählen deswegen sowohl die alternativen Verkehrsträger (Schiene und Wasserstraße) als auch die sonstigen, nicht gebührenpflichtigen Straßen.

Umweltschutz bzw. die Umweltschutzkosten lassen sich ebenfalls nur in Abgrenzung zu den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Straßen definieren. Bereits oben wurde angedeutet, dass notwendige, umweltschutzbezogene Aufwendungen für den rechtmäßigen Betrieb der Autobahnen Wegekosten i. S. d. Artikel 7 Abs. 9 der Wegekostenrichtlinie darstellen. Sie sind also keine Umweltkosten i. S. d. Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie. Mit den dort genannten Umweltschutz(-kosten) sind deswegen sonstige Aufwendungen des Bundes für den Erhalt und die Verbesserung der Umwelt erfasst.

Insoweit wird mit Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie verdeutlicht, dass das Aufkommen der Lkw-Maut ohne Sachbezug zum Erhebungsgrund (Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen) zumindest teilweise zur Finanzierung der Umwelt oder der übrigen Verkehrsnetze verwendet werden darf.

Damit ist aber noch nicht geklärt, ob nach Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie das bisher berechnete Lkw-Maut-Aufkommen in Höhe von rund 9,8 Mrd. DM (5 Mrd. Euro) um einen Prozentsatz zur Finanzierung von Maßnahmen des Umweltschutzes und des ausgewogenen Ausbaus der Verkehrsnetze erhöht werden darf oder nicht. Dürfte das Aufkommen nicht erhöht werden und entscheidet sich ein Mitgliedstaat, einen Teil des Aufkommens der Lkw-Maut für den Umweltschutz zu verwenden, entsteht eine Finanzierungslücke beim Bau, Betrieb und Ausbau der Autobahnen. Das Gleiche gilt für eine Finanzierung des ausgewogenen Ausbaus der Verkehrsnetze. Der Staat müsste zugunsten des Umweltschutzes und des Ausbaus der Verkehrsnetze auf die vollständige Deckung seiner Aufwendungen für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen verzichten bzw. auf andere Finanzierungsquellen (etwa die Einnahmen aus der Mineralölsteuer) zurückgreifen. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass Mitgliedstaaten sich freiwillig für diesen Schritt entscheiden. Die Möglichkeit des Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie zur Zuweisung eines Prozentsatzes des Betrags zum Umweltschutz oder zum Ausbau der Verkehrsnetze würde damit aber praktisch leer lau-

fen. Um das Ergebnis zu verhindern, müsste es – im Sinne der ersten Auslegung – möglich sein, das Aufkommen der Lkw-Maut um einen Prozentsatz zu erhöhen.

Der Wortlaut des Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie scheint aber gegen eine solche Auslegung zu sprechen. Er ist so zu deuten, dass die Gebührenhöhen sich an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der mautpflichtigen Autobahnen orientieren und danach berechnet werden müssen. Das daraus resultierende Aufkommen ist der Betrag i. S. d. Artikel 9 Abs. 2. Ein Prozentsatz des Betrags kann dem Umweltschutz bzw. dem ausgewogenen Ausbau der Verkehrsnetze zugewiesen werden. Es ist in Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie nicht die Rede davon, dass der Betrag um einen Prozentsatz erhöht und das daraus resultierende zusätzliche Aufkommen den genannten Zwecken zugewiesen werden darf. Vielmehr kann das Aufkommen der durchschnittlich gewogenen Mautgebühren anteilig dem Umweltschutz und dem ausgewogenen Ausbau der Verkehrsnetze zugewiesen werden.

Hiervon geht auch der Rat der Europäischen Union in seinem gemeinsamen Standpunkt zur Wegekostenrichtlinie aus. Er betont zu Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie, dass die Mitgliedstaaten nach dieser Vorschrift „einen Teil der Einkünfte“ für andere Zwecke verwenden können, vorausgesetzt, „die durchschnittlich gewogene Mautgebühr orientiert sich an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau des betreffenden Verkehrswegenetzes“ (Rat der Europäischen Union 1999).

Auch die Entwicklungsgeschichte der Wegekostenrichtlinie spricht gegen die Zulässigkeit einer Erhöhung des Aufkommens nach Artikel 9 Abs. 2 der Richtlinie. Die Entwicklung lässt vermuten, dass mit Mautgebühren nur die Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der abgabenpflichtigen Strecken gedeckt werden sollten. Umweltschutzaspekte spielen nur eine untergeordnete Rolle. Hieraus folgt für die Auslegung des Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie, dass mit der Norm nicht die Tür für eine Erhöhung des Aufkommens zum Zwecke der Finanzierung von Maßnahmen des Umweltschutzes oder dem Ausbau der Verkehrsnetze geöffnet werden sollte.

Auch der Normzusammenhang deutet darauf hin, dass eine Erhöhung des Aufkommens nach Artikel 9 Abs. 2 der Wegekostenrichtlinie unzulässig ist. Erstes Ziel der Wegekostenrichtlinie ist die Beseitigung der Wettbewerbsverzerrungen zwischen Verkehrsunternehmen aus den Mitgliedstaaten. Es soll durch eine Harmonisierung der Abgabensysteme verwirklicht werden. Hierzu wurden Mindesthöhen der Kfz-Steuer und Höchstgebühren der Benutzungsgebühren festgelegt. Höchstgebühren für Mautgebühren fehlen. Die Bestimmung der Mautgebührenhöhe durch die Mitgliedstaaten wurde aber dadurch beschränkt, dass sie nach den Kosten ausschließlich für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der abgabenpflichtigen Straßen berechnet werden muss. Bereits hieraus resultieren Schwankungen, da die Straßenkosten in den Mitgliedstaaten nicht gleich hoch sind: Ein Autobahnnetz im Gebirge ist mit höheren Kosten verbunden als in der Ebene. Werden unter den Voraussetzungen die Mautgebühren um einen Prozentsatz – der noch dazu sehr unbestimmt zwischen einem und 100 % liegen kann – erhöht, rückt die Angleichung der Abgabensysteme in noch weitere Ferne.

Zulässigkeit eines nationalen Alleingangs?

Es stellt sich die Frage, ob die Bundesrepublik Deutschland mit einer Lkw-Maut in Höhe von 0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm einen nationalen Alleingang beschreiten darf.

Zunächst ist festzuhalten, dass eine solche Gebührenhöhe nicht mit der Wegekostenrichtlinie zu vereinbaren ist. Jedoch bedeutet ein Verstoß einer nationalen Maßnahme gegen sekundäres europäisches Gemeinschaftsrecht nicht per se die Unzulässigkeit der nationalen Vorschrift. Außerdem entfaltet eine Richtlinie keine generelle Sperrwirkung für nationale Alleingänge. In einigen Vorschriften des EG-Vertrages sind strengere Maßnahmen sogar ausdrücklich vorgesehen. Beispielsweise sind nach Artikel 176 EGV Mitgliedstaaten nicht daran gehindert, verstärkte umweltpolitische Schutzmaßnahmen im Vergleich zu den sekundärrechtlichen Vorgaben beizubehalten oder zu ergreifen. Wann und unter welchen Voraussetzungen ein nationaler Alleingang zulässig ist, ist im Einzelnen umstritten (Gellermann 1994, S. 89 ff.). Einigkeit herrscht jedoch insoweit, dass ein Alleingang immer dann ausgeschlossen ist, wenn gegen die Ziele der Richtlinie verstoßen wird. Richtlinien sind hinsichtlich ihres Ziels verbindlich.

Ziel der neuen Gebührenrichtlinie ist, wie bereits oben beschrieben, die Beseitigung von Wettbewerbsverzerrungen zwischen den Verkehrsunternehmen aus den Mitgliedstaaten, und zwar durch die Harmonisierung der Abgabensysteme. Das Ziel soll durch klare Vorgaben für die Zulässigkeit der Berechnung der Gebührenhöhen erreicht werden. Bestünde nunmehr für die Mitgliedstaaten die Möglichkeit, von diesen Vorgaben abzuweichen, würde die Harmonisierung nicht erreicht werden. Derartige nationale Maßnahmen würden im Ergebnis gegen die bindenden Ziele der Wegekostenrichtlinie verstoßen. Daher ist kein Spielraum für nationale Alleingänge bei der Berechnung der Gebührenhöhe gegeben.

### 3.2 Verfassungsrechtliche Zulässigkeit

Fraglich ist, ob eine Lkw-Maut in Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm – nur insoweit ist sie europarechtlich zulässig – mit den finanzverfassungsrechtlichen und grundrechtlichen Anforderungen zu vereinbaren ist.

#### 3.2.1 Finanzverfassungsrechtliche Anforderungen

Der Lkw-Maut liegt mit der geduldeten Nutzung bestimmter Streckenabschnitte der Autobahnen eine individuell erbrachte hoheitliche Leistung zugrunde. Bei der Lkw-Maut handelt es sich deswegen um eine Gebühr.

Bemessung der Höhe der Gebühr

Fraglich ist, ob eine Gebühr in Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm in finanzverfassungsrechtlich zulässiger Weise berechnet wurde.

Gebühren dienen regelmäßig der Neutralisierung eines Sondervorteils, der auf einer öffentlichen Leistung beruht. Das ist der klassische Zweck der Gebühr. Zwei finanziell relevante Ansätze sind dabei einschlägig. Gebühren sollen entweder die Kosten der Aufwendungen der öffentlichen Hand

auf die Verursacher überwälzen oder den Vorteil, den der Schuldner durch die Staatsleistung erlangt hat, entsprechend dem Wert der Leistung abschöpfen. Mit der Lkw-Maut sollen hier die Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen angelastet werden. Es geht um Kostendeckung. Eine Bemessung der Gebührenhöhe nach dem Kostendeckungsprinzip drängt sich daher auf.

Das Kostendeckungsprinzip bemisst die Höhe der Gebühr nach den durch die staatliche Leistung verursachten Kosten und gleicht so die durch eine staatliche Sonderleistung beim Privaten entstandenen Vermögensverbesserungen aus. Das Kostendeckungsprinzip verlangt von der Gebührenbemessung, dass das Gesamtaufkommen aus der Gebühr den Gesamt-Verwaltungsaufwand nicht überschreiten darf (Kostenüberschreitungsverbot). Nach der ganz überwiegenden Meinung ist das Kostendeckungsprinzip nicht bindend (vgl. Isensee/Kirchhof 1990, S. 1; Murswiek 1993, S. 60 ff.). Insbesondere können Gebühren über die Kosten hinaus zum Zwecke der Lenkung erhöht werden. Hierauf muss aber nicht weiter eingegangen werden. Es geht hier um die Frage, ob eine Gebührenhöhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm zulässig ist. Deutlich höhere Gebühren würden bereits gegen die Wegekostenrichtlinie verstoßen und werden deswegen hier nicht mehr geprüft.

Die Gebührenhöhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm ist nach den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen berechnet. Ihr Aufkommen überschreitet deswegen nicht die Kosten des Gesamt-Verwaltungsaufwands und verstößt damit nicht gegen das Kostendeckungsprinzip.

Eine Lkw-Maut in Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm ist finanzverfassungsrechtlich zulässig.

#### 3.2.2 Grundrechtliche Zulässigkeit der Lkw-Maut

Durch die Lkw-Maut können gleich mehrere Freiheitsrechte der Transportunternehmer betroffen sein. Hierzu zählen die Berufsfreiheit nach Artikel 12 Abs. 1 GG, die Eigentumsgarantie nach Artikel 14 Abs. 1 GG und die allgemeine Handlungsfreiheit nach Artikel 2 Abs. 1 GG. Darüber hinaus kann der Gleichheitsgrundsatz aus Artikel 3 Abs. 1 GG in mehrfacher Hinsicht verletzt sein. Hierzu ist anzumerken, dass die Grundrechtsbetroffenheit und die Rechtfertigung von Eingriffen in jedem Einzelfall festzustellen ist. Es ist z. B. durchaus denkbar, dass bei der Einführung der geplanten Lkw-Maut Ausnahmetatbestände für bestimmte Transportunternehmen oder bestimmte Gütergruppen wegen der Schutzpflicht des Staates geschaffen werden müssen bzw. Eingriffe im Einzelfall nicht gerechtfertigt sind. Solche Fragen können aber hier nicht abschließend behandelt werden. Die Prüfung wird deswegen auf die Frage beschränkt, ob die Lkw-Maut in Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm zur Anlastung der Wegekosten mit Artikel 12 Abs. 1 GG zu vereinbaren ist. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf die Rechtfertigung möglicher anderer Grundrechtseingriffe in Freiheitsrechte ziehen. Darüber hinaus wird untersucht, ob Artikel 3 Abs. 1 GG dadurch verletzt ist, dass die Transportunternehmer zur Finanzierung der gesamten Kosten der Autobahninfrastruktur herangezogen werden und nicht auch sonstige Autobahnnutzer, die ebenfalls Kosten verursachen.

Grundrechtsprüfung des Artikel 12 Abs. 1 GG

Mit der Lkw-Maut wird in die Berufsausübungsfreiheit der Transportunternehmer aus Artikel 12 Abs. 1 GG eingegriffen. Der Eingriff ist gerechtfertigt, wenn er u. a. den Anforderungen des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit entspricht.

Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit grenzt den Spielraum des Gesetzgebers beim Erlass von Regelungen, die in die Freiheitsrechte der Bürger eingreifen, ein. Er verlangt, dass Umfang und Intensität des Eingriffs auf das zur Erreichung des Ziels unerlässliche Maß beschränkt werden. Im Einzelnen verpflichtet das Verhältnismäßigkeitsprinzip den Gesetzgeber auf die Verfolgung eines legitimen Zwecks mittels geeigneter, erforderlicher und den Betroffenen zumutbaren Mitteln.

Die Anlastung der Wegekosten ist ein legitimes Ziel. Weitere Ziele der Lkw-Maut könnten auch in der Steuerung liegen (Schaffung von finanziellen Anreizen zum Verzicht auf Transportvorgänge, zur Vermeidung von Leerfahrten oder zu Verlagerung von Transportvorgängen von der Straße auf die Schiene bzw. Wasserstraße). Mit der Verwirklichung der Ziele könnte ein Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland geleistet werden. Die Verfolgung anderer Ziele dürfte aus europarechtlicher Sicht unschädlich sein, soweit die Höhe der Lkw-Maut nach den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen berechnet wurde.

Die Mautgebühr ist in der Höhe zur Anlastung der Autobahnkosten geeignet und erforderlich. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dass selbst in der Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm zumindest in geringem Umfang Vermeidungs- und Verlagerungseffekte auf Seiten des Straßen-gütertransportes eintreten.

Problematisch erscheint jedoch die Zumutbarkeit. Zumutbar ist ein Eingriff, wenn zwischen der Schwere des Grundrechtseingriffs und den rechtfertigenden Gründen ein angemessenes Verhältnis besteht. Würden die Transportunternehmer nur zur Finanzierung der speziell von ihnen verursachten Kosten herangezogen, wäre die Zumutbarkeit der Lkw-Maut ohne weiteres zu bejahen. Mit den 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm tragen sie aber die gesamten Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen. Lkw verursachen zwar grundsätzlich deutlich höhere Schäden als Pkw oder leichte Lkw. Dennoch werden die Autobahnen weder ausschließlich für Lkw gebaut, noch verursachen diese alleine alle Schäden. Daher erscheint eine Gebührenhöhe mit dem Ziel der Anlastung der gesamten Kosten nicht zu rechtfertigen. Hierzu müssen mit der Lkw-Maut noch weitere Ziele – wie oben angedeutet – verfolgt werden. Die Verwirklichung des Vermeidungs- und Verlagerungsziels könnte einen Beitrag zum Schutz der Umwelt und zur nachhaltigen Energieversorgung leisten. Die Ziele würde es rechtfertigen, dass die Transporteure nicht nur zur Deckung der speziell von ihnen verursachten Kosten herangezogen werden, sondern auch zur Deckung der gesamten Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der mautpflichtigen Strecken.

Eingriffe in Artikel 12 Abs. 1 GG durch die Lkw-Maut sind grundsätzlich gerechtfertigt.

Ungleichbehandlung von Transporteuren gegenüber Autofahrern?

Fraglich ist, ob eine Ungleichbehandlung der Transportunternehmer gegenüber den sonstigen Autobahnnutzern vorliegt.

Eine Ungleichbehandlung, die einer verfassungsrechtlichen Rechtfertigung bedarf, liegt dann vor, wenn eine Personengruppe oder Situation durch einen Eingriff in einer bestimmten Weise rechtlich anders behandelt wird als eine andere Personengruppe oder Situation. Können beide Personengruppen oder Situationen unter einem gemeinsamen, andere Personengruppen und Situationen ausschließenden Oberbegriff gefasst werden, dann liegt eine Ungleichbehandlung i. S. d. Artikel 3 Abs. 1 GG vor. Die Personengruppe der Transporteure wird durch die Auferlegung der Gebühr anders rechtlich behandelt als die Personengruppe der Auto- oder Motorradfahrer, die keine Gebühr entrichten muss. Beide Personengruppen können aber unter dem Oberbegriff der Autobahnnutzer zusammengefasst werden. Dieser Oberbegriff schließt andere Personengruppen und Situationen, insbesondere die Nutzer des übrigen Straßennetzes, aus.

Damit liegt in der einseitigen Belastung der Lkw-Fahrer durch die Mautgebühr eine Ungleichbehandlung gegenüber den übrigen Autobahnnutzern vor, die der Rechtfertigung bedarf. Eine Ungleichbehandlung ist nicht zu rechtfertigen, wenn sie willkürlich – also ohne sachlichen Grund – erfolgt. Zum einen ziehen aber gerade die Transporteure einen erheblich höheren wirtschaftlichen Nutzen aus der bisher unentgeltlichen Nutzungsmöglichkeit der Autobahnen als der Großteil der Autofahrer. Zum anderen verursachen Lkw ungleich höhere Schäden und Kosten an den mautpflichtigen Straßen und an der Umwelt. Die einseitige Belastung der Transportunternehmer ist aus den Gründen nicht willkürlich und deswegen gerechtfertigt.

### 3.3 Fazit

Aus der Wegekostenrichtlinie ergeben sich strenge Anforderungen an die Zulässigkeit einer Lkw-Maut. Sie gilt für Lkw ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 12 t. Eine Lkw-Maut für schwere Lkw darf grundsätzlich nur für die Benutzung von Autobahnen erhoben werden. Aus Sicherheitsgründen ist eine Ausdehnung der Mautpflicht für einzelne Strecken des sonstigen Straßennetzes ausnahmsweise zulässig.

Die Berechnung der Abgabenhöhe muss sich an den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen orientieren. Externe Kosten dürfen nicht einbezogen werden. Nach den hier vorliegenden Eckdaten betragen die jährlichen Kosten des Bundes hierfür etwa 9,8 Mrd. DM (5 Mrd. Euro) pro Jahr. Geht man unter Berücksichtigung der jährlichen Verkehrsleistung schwerer Lkw davon aus, dass ein Pfennig/km ein jährliches Mautaufkommen von rund 240 Mio. DM (122,7 Mio. Euro) bewirkt, sind die jährlichen Kosten des Bundes durch eine Mautgebühr von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm gedeckt. Eine wesentliche Überschreitung der Höhe, insbesondere die zu prüfende Abgabenhöhe von 0,60 (0,31) bzw. 1,00 DM (0,51 Euro)/Fzkm, ist europarechtlich unzulässig.

Gegenüber der verbleibenden Lkw-Maut in Höhe von 0,41 DM (0,21 Euro)/Fzkm bestehen keine grundlegende verfassungsrechtliche Bedenken. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass es aus grundrechtlicher Sicht problematisch erscheint, wenn mit der Lkw-Maut ausschließlich das Ziel der Anlastung der Wegekosten verfolgt wird. Die Transporteure müssten die gesamten Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen tragen, obwohl sie nicht alleine die Kosten verursachen. Deswegen müssen noch weitere Ziele (Schaffung von finanziellen Anreizen zum Verzicht auf Transportvorgänge, zur Vermeidung von Leerfahrten oder zur Verlagerung von Transportvorgängen von der Straße auf die Schiene bzw. Wasserstraße) angestrebt werden. Mit der Verwirklichung der Ziele könnte ein Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung, zum Umweltschutz und zur Entlastung der Straßen geleistet werden. Die Verfolgung anderer Ziele dürfte aus europarechtlicher Sicht solange unschädlich sein, soweit die Höhe der Lkw-Maut nach den Kosten für den Bau, den Betrieb und den Ausbau der Autobahnen berechnet wurde.

#### 4. Lenkende Maßnahmen im Luftverkehr

Bei der rechtlichen Würdigung des im Nachhaltigkeitsszenario untersuchten Maßnahmenbündels „niedrige Kerosinsteuer kombiniert mit hoher Emissionsabgabe“ wird auf die rechtliche Bewertung dieser Maßnahmen von Prof. Dr. Gerd Winter (TÜV-TSU et al. 2001) rekurriert. Dabei werden Kerosinsteuer und Emissionsabgabe getrennt bewertet.

##### 4.1 Kerosinsteuer

Kerosin ist bisher auf nationaler Ebene gemäß § 4 Abs. 1 und 2 MinÖlStG von der Mineralölsteuer befreit. Diese Steuerbefreiung könnte auf nationaler Ebene durch eine Änderung des Mineralölsteuergesetzes abgeschafft werden.

###### 4.1.1 Vereinbarkeit mit Verfassungsrecht

Die vorgeschlagene Kerosinsteuer ist eine Steuer im Rechtssinne, da sie nicht für eine staatliche Gegenleistung geschuldet wird, sondern eine staatliche Einnahmeerzielung und nebenbei eine Verhaltenslenkung beabsichtigt. Der Bund ist nach Artikel 105 Abs. 2 GG kompetenzrechtlich für die Erhebung der Steuer zuständig. Da es sich darüber hinaus um eine überörtliche Verbrauchssteuer handelt, steht deren Aufkommen nach Artikel 106 Abs. 1 Nr. 2 GG dem Bund zu. Die Einführung einer Kerosinsteuer verstößt nicht gegen nationales Recht.

###### 4.1.2 Vereinbarkeit mit Gemeinschaftsrecht

Für die Prüfung der Vereinbarkeit der Kerosinsteuer mit Gemeinschaftsrecht ist in erster Linie die Richtlinie 92/81/EWG heranzuziehen. Sie sieht in Artikel 8 Abs. 1 lit. B eine Befreiung des gewerblichen Flugzeugverkehrs von Verbrauchsteuern für „Mineralöllieferungen zur Verwendung als Kraftstoff für die Luftfahrt mit Ausnahme der privaten nicht gewerblichen Luftfahrt“ vor. Die Vorgabe ist in Deutschland durch § 4 MinÖlStG umgesetzt. Insofern würde die Einführung einer Kerosinsteuer im hier untersuchten Sinne gegen Europarecht verstoßen, eine Änderung der Richtlinie wäre erforderlich.

###### 4.1.3 Vereinbarkeit mit internationalem Recht

In erster Linie ist hier das Abkommen über den internationalen zivilen Luftverkehr (Chicagoer Abkommen – ChA) heranzuziehen. Hinsichtlich der Erhebung einer Kerosinsteuer sind vor allem Artikel 15 und Artikel 24 relevant.

Artikel 24 (a) Satz 2 ChA lautet:

„Treibstoffe, Schmieröle, Ersatzteile, übliche Ausrüstungsgegenstände und Bordvorräte, die sich bei Ankunft in dem Hoheitsgebiet eines anderen Vertragsstaats an Bord eines Luftfahrzeugs eines Vertragsstaats befinden und beim Verlassen des Hoheitsgebiets des anderen Staates an Bord geblieben sind, sind von Zollabgaben, Untersuchungsgebühren oder ähnlichen staatlichen oder örtlichen Abgaben und Gebühren befreit.“

Demnach wäre zwar eine Steuer auf Kerosin, das sich bei Landung an Bord des Flugzeuges befindet, unzulässig; eine Steuer auf Kerosin, das erst nach der Landung an Bord genommen wird, wäre jedoch zulässig. Darüber hinaus hat der ICAO-Rat jedoch am 14. Dezember 1993 beschlossen, dass auch Kerosin, das für den Verbrauch während des Fluges an Bord genommen wird, von Steuern befreit werden soll. Doch obwohl die EU-Staaten diesem Beschluss zugestimmt haben, entfaltet der Ratsbeschluss keine völkerrechtliche Verbindlichkeit und steht daher der Einführung einer nationalen oder europaweiten Kerosinsteuer nicht entgegen (TÜV-TSU et al. 2001, S. 112).

Artikel 15 Abs. 3 Satz 2 ChA lautet:

„Die Vertragsstaaten erheben keine Gebühren, Taxen oder sonstigen Abgaben für ihr Hoheitsgebiet lediglich für das Recht der Durchreise, Einreise oder Ausreise eines Luftfahrzeugs eines Vertragsstaats oder der an Bord befindlichen Personen oder Güter.“

Jedoch ist zu beachten, dass Artikel 15 ChA auf die Kerosinsteuer nicht anwendbar ist, da hier nur das Verbot von Gebühren, Taxen und sonstigen Abgaben „für das Recht der Durchreise“ geregelt ist. Die Kerosinsteuer ist jedoch eine Steuer, wobei schon fraglich ist, ob sie unter den Begriff der „sonstigen Abgaben“ fällt, für den Verbrauch von Kerosin. Insofern ist die hier vorgeschlagene Steuer auch mit Artikel 15 ChA vereinbar.

Darüber hinaus existiert neben dem Chicagoer Abkommen noch eine Reihe bilateraler Abkommen, nach denen die Besteuerung von in den Vertragsstaaten an Bord genommenem Treibstoff untersagt ist. Insofern widerspricht die Erhebung einer Kerosinsteuer diesen Abkommen. Die Bundesregierung müsste folglich eine Änderung dieser Abkommen veranlassen.

##### 4.2 Emissionsabgabe

Eine Abgabe auf die Emissionen der Flugzeugtriebwerke im Luftverkehr existiert bisher nicht. Hier wird angenommen, dass sie durch ein Bundesgesetz eingeführt wird.

###### 4.2.1 Vereinbarkeit mit Verfassungsrecht

Die Emissionsabgabe ist keine Steuer, sondern eine nicht steuerliche Abgabe. Da nicht-steuerliche Abgaben dem Prinzip des steuerfinanzierten Staates entgegenlaufen, bedürfen sie einer besonderen sachlichen Legitimation. Dabei

unterscheidet das Bundesverfassungsgericht zwischen vier Legitimationsgründen (TÜV-TSU et al. 2001, S. 115 f.):

- Die Abgabe stellt einen Ausgleich für den aus einer öffentlichen Leistung gewonnenen Vorteil dar.
- Die Abgabe beruht auf der Inanspruchnahme eines ausdrücklichen Kompetenztitels, der auf die Regelung der Finanzierung der in ihm bezeichneten Sachaufgabe bezogen ist.
- Die Abgabe zieht Personen, die in spezifischer Sachnähe zu einer Sachaufgabe stehen, zu deren Finanzierung heran (Sonderabgabe).
- Der Abgabe kommt eine Antriebs- und/oder Ausgleichsfunktion zu.

Für die Emissionsabgabe kommen die Legitimationstypen zwei und drei nicht in Betracht, ebenso liegt die Annahme einer Gebühr im Sinne des ersten Legitimationszweckes eher fern, da die Nutzung der Luft in dem Sinne keinen aus einer öffentlichen Leistung gewonnenen Vorteil im Sinne einer Dienstleistung oder eines Produktes der Verwaltung, wie der Vorteil traditionell angesehen wird, darstellt. Aufgrund des bereits oben bejahten Lenkungszweckes der Abgabe ist die Annahme einer Lenkungs- und Ausgleichsabgabe im Sinne des vierten Legitimationszweckes hier nahe liegend. Insofern sind die genaueren Anforderungen dieser Rechtfertigung zu untersuchen.

Unklar ist dabei, ob die Inanspruchnahme der Umweltgüter, an welche die Lenkungsfunktion hier anknüpft, erlaubnispflichtig sein muss, die Abgabe also eine Kompensation für die Nutzungsgestattung darstellen soll. In dem Fall wäre eine Emissionsabgabe nicht möglich, da die Luftverschmutzung durch den Luftverkehr keiner Erlaubnispflicht unterliegt. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass die Abgabe eine Kompensation für die tatsächlich-faktische Nutzung der Umweltgüter darstellen und an die faktische Nutzung anknüpfen soll. Danach wäre als Voraussetzung keine Erlaubnispflicht anzunehmen, die faktische Nutzung würde als Anknüpfungspunkt ausreichen.

Außerdem darf die Abgabe den „Wert der öffentlichen Leistung“ nicht übersteigen. Worin jedoch der Wert der öffentlichen Leistung bei der Nutzung von Umweltgütern, bei der es mehr um die Wiedergutmachung eines Schadens denn um die Abschöpfung eines Vorteils geht, bestehen könnte, ist noch unklar. Denkbar wäre, dass die verursachten Schäden sozusagen als negativer Gegenwert der öffentlichen Leistung angesetzt werden und durch die Lenkungsabgabe ausgeglichen werden sollen. Würde man dem Ansatz folgen, so ist wohl zu unterstellen, dass die Gebührensätze die Schäden im Bereich Klimabeeinflussung und Abbau der Ozonschicht nicht übersteigen.

Eine mögliche andere Rechtfertigung, die am Lenkungszweck ansetzen würde, würde nach einem gewichtigen öffentlichen Interesse der Lenkungsmaßnahme fragen und die Effektivität der angestrebten Lenkungsmaßnahme als Maßstab nehmen. Danach müsste man wohl zu dem Schluss kommen, dass der Schutz des Klimas und der Ozonschicht in öffentlichem Interesse steht und die Emissionsabgabe auch effektiv geeignet ist, dieses Ziel zu erreichen.

Insofern ist die Emissionsabgabe unter verfassungsrechtlichen Aspekten nicht zu beanstanden.

Neben der finanzverfassungsrechtlichen Konformität bleibt noch ein Grundrechtsverstoß durch die Emissionsabgabe zu prüfen. In Betracht kommt dabei ein Verstoß gegen Artikel 12 Abs. 1 GG in Form der Berufsausübungsfreiheit der Luftverkehrsunternehmen. Soweit jedoch hier der Schutzbereich betroffen ist, ist dieser Eingriff gerechtfertigt, denn die Emissionsabgabe dient dem legitimen Zweck des Schutzes von Klima und Ozonschicht; sie ist dafür auch geeignet. Bei der Prüfung der Erforderlichkeit ist festzustellen, dass zwar andere Maßnahmen wie eine niedrigere Emissionsabgabe oder Maßnahmen der Öffentlichkeitsaufklärung weniger eingriffsintensiv wären, jedoch nicht die gleiche Effektivität aufweisen, während andere Maßnahmen von gleicher Effektivität wie eine Kerosinsteuer ebenso eingriffsintensiv sind. Insofern ist die Emissionsabgabe auch erforderlich. Sie ist des Weiteren auch angemessen bzw. verhältnismäßig im engeren Sinne. Damit liegt durch die Emissionsabgabe auch kein Grundrechtsverstoß vor.

#### 4.2.2 Vereinbarkeit mit Gemeinschaftsrecht

Infrage kommt hier ein Verstoß gegen die Dienstleistungsfreiheit und das Abgabenrecht. Darüber hinaus ist das Urteil des EuGH in der Rechtssache C-346/97 (Braathens Sverige AB) zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Dienstleistungsfreiheit ist zu bemerken, dass der Luftverkehr als Unterfall des Verkehrs gilt und die Vorschriften über die allgemeine Dienstleistungsfreiheit nach Artikel 51 EG-V auf den Verkehr nicht anwendbar sind. Darüber hinaus wäre sie aber auch nicht diskriminierend, da sie auf Flüge in- und ausländischer Betreiber gleichermaßen erhoben wird und das Ziel des Umweltschutzes auch ein legitimes Ziel darstellt.

Im Bereich des Abgabenrechts wäre ein Verstoß gegen das Diskriminierungsverbot des Artikel 90 EGV anzudenken. Danach dürfen ausländische Waren weder mittelbar noch unmittelbar höher besteuert werden als inländische. Da dieses Diskriminierungsverbot jedoch produktbezogen ist (Anknüpfung an Waren), fällt eine Emissionsabgabe nicht unter das Diskriminierungsverbot. Darüber hinaus ist sie, wie erwähnt, nicht diskriminierend.

Darüber hinaus jedoch hat der EuGH in dem erwähnten Urteil über eine Luftverkehrs-Emissionsabgabe zu entscheiden gehabt, die in den Jahren 1988 bis 1996 in Schweden erhoben und aus dem Kerosinverbrauch der Flugzeuge errechnet wurde. Dabei ist der EuGH zu dem Ergebnis gekommen, dass eine solche Abgabe mit den Vorgaben der Richtlinien 92/81/EWG und 92/18/EWG im Widerspruch stehe und daher nicht zulässig sei. Insofern ist davon auszugehen, dass eine Emissionsabgabe wie die hier geplante, die auch an den Kerosinverbrauch gekoppelt wäre, ebenfalls vom EuGH als gemeinschaftsrechtswidrig angesehen werden würde.

Insofern dürfte die Einführung einer Emissionsabgabe auf nationaler Ebene vermutlich am Widerstand des EuGH scheitern.

#### 4.2.3 Vereinbarkeit mit Völkerrecht

Die Emissionsabgabe wird zwar für die Verschmutzung der Luft in Anlehnung an den Kerosinverbrauch bzw. den Ausstoß der Luftschadstoffe, sie wird aber aus Anlass einer Landung auf einem deutschen Flughafen erhoben. Daher

sind aus völkerrechtlicher Sicht wiederum die Vorschriften des Chicagoer Abkommens zu den Gebühren im Luftverkehr einschlägig. Dabei enthält Artikel 15 Abs. 1 und 2 ChA ein Diskriminierungsverbot, nach denen die Gebühren für Flugzeuge ausländischer Betreiber nicht höher sein dürfen als die Gebühren für Flugzeuge inländischer Betreiber. Wie bereits dargelegt, soll die Emissionsabgabe jedoch für Flugzeuge in- wie ausländischer Betreiber gleichermaßen erhoben werden und knüpft an die Flugstrecke an. Sie verstößt daher nicht gegen derartige Diskriminierungsverbote.

Darüber hinaus ist zu bedenken, dass Artikel 15 Abs. 2 ChA eigentlich nur Gebühren für die Benutzung von Flughäfen betrifft. Die Emissionsabgabe wird zwar anlässlich der Benutzung von Flughäfen erhoben, sie knüpft jedoch an die Verschmutzung der Umwelt an und wird, während die Flughafenengebühren tatsächlich für die Nutzung und zum Zweck der Kostendeckung der Flughäfen erhoben werden, zum Zweck der Internalisierung von Umweltkosten und damit zu dem Ziel einer Senkung der Umweltbelastung erhoben. Insofern verfolgt sie einen anderen Zweck und muss nicht an Artikel 15 Abs. 2 ChA gemessen werden.

Vergleichbares gilt für die Vorschrift nach Artikel 15 Abs. 3 Satz 2 ChA, keine Gebühren lediglich für die Ein-, Aus- und Durchreise von Flugzeugen und Passagieren zu erhe-

ben. Auch hier ist wiederum zu bedenken, dass die Emissionsabgabe auf Basis eines anderen Grundes als der Durchreise, nämlich der Nutzung der natürlichen Ressourcen, erhoben werden soll. Diesen Gebühren steht der Artikel 15 Abs. 2 Satz 3 nicht entgegen.

Insofern ist festzuhalten, dass das Chicagoer Abkommen der Einführung einer Emissionsabgabe nicht entgegensteht.

#### 4.3 Fazit

Die Einführung einer Kerosinsteuer wäre nach nationalem Recht und dem Chicagoer Abkommen möglich, würde aber gegen zahlreiche bilaterale Luftverkehrsabkommen und gegen das geltende Europarecht verstoßen.

Eine Emissionsabgabe könnte aus nationaler Sicht eingeführt werden, auch völkerrechtliche Vorschriften stünden dem nicht entgegen. Inwieweit europarechtliche Vorschriften einer Emissionsabgabe entgegenstehen, ist umstritten. Der EuGH vertritt wohl die Ansicht, eine solche Abgabe wäre europarechtswidrig.

Insofern erscheint die Einführung sowohl der Kerosinsteuer als auch der Emissionsabgabe auf europäischer Ebene als erfolgversprechender Weg.

## Literatur

### 1. In Auftrag gegebene Gutachten

BRANDT, E. (2001): Rechtsgutachten zur Kompatibilität von Instrumenten und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung mit Europa- und Verfassungsrecht (unter Mitarbeit von: Dreher, J., Kiesewetter, R., Reshöft, J.). Hamburg/Lüneburg

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (2001): Instrumente und Maßnahmen zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung – Entwicklungspfade im Bereich Mobilität (Bearbeiter: Hopf, R., Voigt, U. Die Berechnungen der Emissionen wurden von Höpfner, U., Knörr, W. u. Lambrecht, U. [ifeu] durchgeführt). Berlin

IIP (Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion der Universität Karlsruhe) (2001): Vergleichender Überblick über energiepolitische Instrumente und Maßnahmen im Hinblick auf ihre Relevanz für die Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung (Bearbeiter: Rentz, O., Wietschel, M., Enzensberger, N., Dreher, M., Fichtner, W.). Karlsruhe

### 2. Weitere Literatur

ACEA (European Automobile Manufacturers Association) (1999): 1999/125/EG Empfehlung der Kommission vom 05.02.1999 über die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen (bekannt gegeben unter Aktenzeichen K[1999] 107) (Text von Bedeutung für den EWR); Amtsblatt Nr. L 040 vom 13/02/1999, S. 0049–0050

ACEA (European Automobile Manufacturers Association) und European Commission (1998): CO<sub>2</sub> emissions from cars – The EU Implementing the Kyoto Protocol. In: <http://europa.eu.int/comm/environment/climat/acea.pdf>

AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (1996): Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland. Erscheinungsweise jährlich, Köln/Berlin

BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen) (Hg.) (1999): Verkehr in Zahlen (VIZ). Diverse Jahrgänge bearbeitet vom DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (Bearbeiter: Radke, S.). Bonn/Berlin

BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen) (2001): Kabinettsentwurf zur Lkw-Maut, S. 22, veröffentlicht unter [www.bmvbw.de](http://www.bmvbw.de)

BSV (Büro für Stadt- und Verkehrsplanung) (2001): Gesamtwirkungsanalyse zur Parkraumbewirtschaftung. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 75. Bergisch Gladbach

BUNDESTAG (Deutscher Bundestag) (2000): Nationales Klimaschutzprogramm. Fünfter Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO<sub>2</sub>-Reduktion“, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Drucksache 14/4729; 14. 11. 2000

BUNDESTAG (Deutscher Bundestag) (2002): Bundestagsdrucksache 14/9265. Berlin

BVU, IFO, ITP UND PLANCO (Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Institut für Wirtschaftsforschung e. V., Intraplan Consult, PLANCO Consult) (2001): Verkehrsprognose 2015 für die Bundesverkehrswegeplanung – Schluss-

bericht. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (FE-Nr.96.578/1999). München u. a. O.

DAHL, C., STERNER, T. (1991): Analysing gasoline demand elasticities. A survey. In: *Energy Economics* 13, S. 203–210, Amsterdam

DFS/DLR (Deutsche Flugsicherung/Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) (1997): Langfristprognose des Luftverkehrs Deutschlands 1995–2010–2015. Ergebnisse des engpassfreien Referenz-Szenarios (unveröffentlichtes Manuskript)

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1996): Ökonomische Folgenanalyse im Rahmen des TAB-Projekts „Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger“ (Autoren: Kuhfeld, H., Schlör, H., Voigt, U.). Gutachten im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Berlin

DIW, FHG-ISI, ÖKO-INSTITUT, FZ JÜLICH-STE (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Fraunhofer Gesellschaft – Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Institut für angewandte Ökologie, Forschungszentrum Jülich Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung) (1997): Politikszenerien für den Klimaschutz, Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes. Band 1, Szenarien und Maßnahmen zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahre 2005. Schriften des Forschungszentrums Jülich (Stein G., Strobel B. [Hg.], Ziesing H. J. [Federführung]), Reihe Umwelt Band 5., Jülich

DIW, IFEU, IVU, HACON (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Gesellschaft für Informatik, Verkehrs- und Umweltplanung, Hannoversche Consulting für Verkehrswesen, Transporttechnik und Elektronische Datenverarbeitung) (1994): Verminderung der Luft- und Lärmbelastungen im Güterfernverkehr 2010. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes (Forschungsbericht 104 05 962). In: *Berichte des Umweltbundesamtes Nr. 5/1994*

EUGH (Europäischer Gerichtshof) (2001): In: *EuZW (Europäische Zeitschrift für Wirtschaftsrecht)* 81, 87, Nr. 95 ff. München/Frankfurt a. M.

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT (1999): Richtlinie 1999/62/EG „über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge“ (Wegekostenrichtlinie). *Abl. der EG Nr. L 187/42*, vom 20. 07. 1999. Brüssel

GELLERMANN, M. (1994): Beeinflussung des bundesdeutschen Rechts durch Richtlinien der EG. Köln

HALBRITTER, G. (1999): Umweltverträgliche Verkehrskonzepte. Beiträge zur Umweltgestaltung A143. Berlin

HAUFF, V. (Hg.) (1987): *Unsere gemeinsame Zukunft*. Grevén

HOPF, R., KLOAS, J., RIEKE, H., SCHMIED, M., WITTKKE, F., LINDNER, K., MERTEN, D. (1996): Effizienz von Maßnahmen zur Verbrauchseinschränkung bei Mineralölversorgungsstörungen. Gutachten des DIW im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft. Berlin

- IER/WI (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart/Wuppertal Institut) (2001): Verkehrsrahmenprognose bis 2050. Im Auftrag der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH) (2001): Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1980–2020 (Aktualisierung des Daten- und Rechenmodells) (Autoren: Knörr, W. et al.). Entwurf des Endberichts, im Auftrag des Umweltbundesamtes; UFOPLAN Nr. 201 45 112; Heidelberg, 31. 10. 2001
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH) (2002): Persönliche Kommunikation mit Udo Lambrecht
- IFO (Institut für Wirtschaftsforschung e. V.) (1995): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen preispolitischer Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im Verkehr. Gutachten im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, München
- IFO (Institut für Wirtschaftsforschung e. V.) (1999): Regionalisierte Strukturdatenprognose für das Jahr 2015 mit Zwischenwerten für 2005, 2010 sowie ein Ausblick auf 2025 – Schlussbericht. Im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, München
- ISENSEE, J., KIRCHHOF, P. (Hg.) (1990): Handbuch des Staatsrechts, Band IV., Heidelberg
- IWW (Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung der Universität Karlsruhe) (2000): Berechnung wegekostenorientierter Benutzungsentgelte für Bundesfernstraßen und Abschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen. Karlsruhe
- IWW (Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung der Universität Karlsruhe) (2001): Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 200 96 130 des Umweltbundesamtes. Karlsruhe
- JAMA (2000): 2000/304/EG: Empfehlung der Kommission vom 13. 04. 2000 über die Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen (JAMA) (bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2000) 803) (Text von Bedeutung für den EWR); Amtsblatt Nr. L 100 vom 20/04/2000, S. 0057
- JARASS, H. D., PIEROTH, B. (2000): GG-Kommentar 5. Aufl., München
- KAMA (2000): 2000/303/EG: Empfehlung der Kommission vom 13. 04. 2000 über die Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen (KAMA) (bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2000) 801) (Text von Bedeutung für den EWR); Amtsblatt Nr. L 100 vom 20/04/2000, S. 0055
- KNÖRR, W., HÖPFNER, U. (1998): TREMOD – Schadstoffe aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland. In: 20 Jahre ifeu-Institut (Schmidt, M., Höpfner, U. [Hg.]), Braunschweig/Wiesbaden, S. 115–144
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2001): Weißbuch – Die europäische Verkehrs-
- kehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft. Brüssel
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2001a): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen vom 07. 11. 2001 über alternative Kraftstoffe für den Straßenverkehr und ein Bündel von Maßnahmen zur Förderung und Verwendung von Biokraftstoffen. KOM(2001) 547, Brüssel
- KOPFMÜLLER, J., BRANDL, V., JÖRISSEN, J., PAETAU, M., BANSE, G., COENEN, R., GRUNWALD, A. (2001): Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Berlin
- MAUNZ, T., DÜRIG, G., HERZOG, R. (1999): Grundgesetz-Kommentar Std. 36. EL 10, München
- MURSWIEK, D. (1993): Die Entlastung der Innenstädte vom Individualverkehr. Die Innenstadtzufahrtsabgabe. Band 1, Baden-Baden
- NITSCH, J. (2002): Perspectives of Future Energy Supply. In: Photovoltaics Guide for Decision Makers (A. Bubenzer et al.) (in Vorbereitung). Berlin u. a. O.
- PETERS, M., BONGARTZ, M., SCHRÖER-SCHALLENBERG, S. (2000): Verbrauchsteuerrecht. München
- PIEROTH, B., SCHLINK, B. (1993): Grundrechte/Staatsrecht II, 9. Aufl., Heidelberg
- PROGNOS AG (2001): Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der verkehrlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2005. Gutachten im Auftrag des Bundesministers für Verkehr. Basel
- PROGNOS AG (2001): Erarbeitung von Entwürfen alternativer verkehrspolitischer Szenarien zur Verkehrsprognose 2015. Schlussbericht zu Projekt-Nr. 96.579/1999 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Basel
- PROGNOS AG (2001a): Szenarienerstellung – Soziodemografische und ökonomische Rahmendaten, Zwischenbericht. Gutachten im Auftrag der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages. Basel
- PROGNOS AG/EWI (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln) (1999): Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt. Für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin. Basel
- PROJEKTGEMEINSCHAFT BERGMANN, HARTMANN, IFEU, ZEW (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH) (2001): Flexible Instrumente der Klimapolitik im Verkehrsbereich – Ergebnisbericht der Vorstudie. Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg. Heidelberg u. a. O.
- RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (1999): Gemeinsamer Standpunkt zur Richtlinie 1999/62/EG (Wegekostenrichtlinie). Abl. der EG, Nr. C 58/1 vom 01. 03. 1999, S. 14., Brüssel

- SCHÜHLE, U. (1986): Verkehrsprognosen im prospektiven Test. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau – Technische Universität Berlin, Nr. 18., Berlin
- STATISTISCHES BUNDESAMT (1999): Fachserie 14, Finanzen und Steuern; Reihe 7.1 Lohn- und Einkommensteuer 1995. Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2001): Fachserie 15, Wirtschaftsrechnungen – Einkommens- und Verbrauchsstichprobe; Heft 4 Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte. Wiesbaden
- STORCHMANN, K.-H. (1997): Europäische Umweltabgabe auf den Pkw-Verkehr? – Empirische Analyse der Kraftstoffnachfrage. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 68. Jg., Heft 4, S. 249 ff., Köln
- STORCHMANN, K.-H. (2001): The impact of fuel taxes on public transport – an empirical assessment for Germany. In: Transport Policy, Vol. 8, p. 19–28
- TÜV RHEINLAND (1994): Abgas-Emissionsfaktoren von PKW in der Bundesrepublik Deutschland – Abgasemissionen von Fahrzeugen der Baujahre 1986 bis 1990. (Hassel, D. et al.) im Auftrag des Umweltbundesamtes; UBA-Bericht 8/94, Berlin
- TÜV RHEINLAND (1997): Ermittlung von Pkw-Emissionsfaktoren von Fahrzeugen der Baujahre 1991 bis 1994 in der Bundesrepublik Deutschland und Fortschreibung des Handbuchs – Teil 1 (Hassel, D. et al.) im Auftrag des Umweltbundesamtes; Forschungsbericht 205 06 100/0, Köln
- TÜV RHEINLAND (1999): Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs. FuE-Vorhaben Nr. 105 06 085 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Köln
- TÜV-TSU, DIW, WI, FORSCHUNGSSTELLE FÜR EUROPÄISCHES UMWELTRECHT AN DER UNIVERSITÄT BREMEN (TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wuppertal Institut) (2001): Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Luftverkehrs. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes. In Texte des Umweltbundesamtes, Heft 17/01. Berlin
- UBA (Umweltbundesamt) (1987): Nachhaltiges Deutschland – Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Berlin
- UBA/IWW (Umweltbundesamt/Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung der Universität Karlsruhe) (2000): OECD-Projekt Environmentally Sustainable Transport (EST) Phase 3, Deutsche Fallstudie. Berlin
- VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategien) (2001): Konzept für den Umweltvergleich und die Umweltbewertung (Autoren: Patyk, A., Höpfner, U. [ifeu]). Im Auftrag der Task-Force „Verkehrswirtschaftliche Energiestrategien“ (Automobilindustrie und Energiewirtschaft in Kooperation mit dem BMVBW), 1999–2001
- WOLF, R. (2000): Rechtsprobleme einer Schwerverkehrsabgabe, ZUR 2/2000, S. 123 ff., Baden-Baden

**Anhang****1. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1	Demographische und ökonomische Leitdaten . . . . .	11
Tabelle 2	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen . . . . .	11
Tabelle 3	Maßnahmen im Trendszenario . . . . .	14
Tabelle 4	Maßnahmen eines nachhaltigen Verkehrsszenarios 2020 . . . . .	17
Tabelle 5	Verkehrsleistungen im Personenverkehr 1997 bis 2020, Trendszenario . . . . .	21
Tabelle 6	Verkehrsleistungen im Güterverkehr nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 bis 2020, Trendszenario . . . . .	22
Tabelle 7	Reale Kraftstoffpreise je Liter . . . . .	23
Tabelle 8	Verkehrsleistungen im Personenverkehr 1997 bis 2020, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	26
Tabelle 9	Verkehrsleistungen im Güterverkehr nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 bis 2020, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	30
Tabelle 10	Anteile und Transportweiten im Güterverkehr nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 und 2020, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	32
Tabelle 11	Passagierluft- und Luftfrachtverkehr 1997 bis 2020 für das Trend- und Nachhaltigkeitsszenario (Standortprinzip) . . . . .	34
Tabelle 12	Verkehrsausgaben der privaten Haushalte in Deutschland 1997 sowie in den Szenarien Trend und Nachhaltigkeit 2020 . . . . .	36
Tabelle 13	Sektorale Effekte von Kostenerhöhungen im Straßengüterverkehr in % . . . . .	38
Tabelle 14	Mittlerer Kraftstoffverbrauch von Pkw und schweren Nutzfahrzeugen im Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	41
Tabelle 15	Szenarienannahmen für den Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr) . . . . .	41
Tabelle 16	Szenarienannahmen für den Schienenverkehr . . . . .	41
Tabelle 17	Ergebniszusammenstellung für den Straßenverkehr, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	43
Tabelle 18	Ergebniszusammenstellung für den Schienenverkehr, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	44
Tabelle 19	Ergebniszusammenstellung für die Binnenschifffahrt, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	44
Tabelle 20	Ergebniszusammenstellung Flugverkehr, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario (Berechnung für das Standortprinzip) . . . . .	45
Tabelle 21	Zusammenstellung der CO <sub>2</sub> -Gesamtemissionen . . . . .	46

**2. Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Personenverkehrsleistungen im Jahr 1997 – Anteile der Verkehrsarten . . . . .	20
Abbildung 2	Verkehrsleistungen im Güterverkehr 1997 – Anteile der Verkehrsarten . . . . .	22
Abbildung 3	Personenverkehrsleistung in Deutschland im Jahr 1997 und in den Szenarien 2020 Trend und Nachhaltigkeit . . . . .	26
Abbildung 4	Personenverkehrsleistung . . . . .	26
Abbildung 5	Verkehrsleistungen im Güterfernverkehr . . . . .	31
Abbildung 6	BIP- und Güterfernverkehrswachstum (tkm) im Jahr 1997 und in den Szenarien 2020 Trend und Nachhaltigkeit . . . . .	31
Abbildung 7	CO <sub>2</sub> -Emissionen (kt/Jahr) des Verkehrs in Deutschland für 1997 und 2020, Trend- und Nachhaltigkeitsszenario . . . . .	46





