

Zweiter Bericht

der Enquete-Kommission
„Schutz der Erdatmosphäre“

zum Thema

Mobilität und Klima

– Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik –

Eingesetzt durch Beschluß des Deutschen Bundestages vom 25. April 1991

– Drucksache 12/419 –

Zusammensetzung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“

Mitglieder

Dr. Klaus W. Lippold (Offenbach), MdB (CDU/CSU)
Vorsitzender

Dr. Liesel Hartenstein, MdB (SPD)
Stellvertretende Vorsitzende

Klaus Harries, MdB (CDU/CSU)
Dr. Peter Paziorek, MdB (CDU/CSU)
Dr. Christian Ruck, MdB, (CDU/CSU)
Trudi Schmidt (Spiesen), MdB (CDU/CSU)
Bärbel Sothmann, MdB (CDU/CSU)
Brigitte Adler, MdB (SPD)
Prof. Monika Ganseforth, MdB (SPD)
Horst Kubatschka, MdB (SPD)
Dr. Klaus Kübler, MdB (SPD)
Martin Grüner, MdB, Parl. Staatssekretär a.D. (F.D.P.)
Marita Sehn, MdB (F.D.P.)

Prof. Dr. Wilfrid Bach
Prof. Dr. Dr. Rudolf Dolzer
Dr. Ing. Alfred-Herwig Fischer
Prof. Dr. Hartmut Graßl
Prof. Dr. Klaus Heinloth
Prof. Dr. Peter Henricke
Prof. Dr. Hans-Jürgen Jäger
Prof. Dr. Eckart Kutter
Prof. Dr. Klaus Michael Meyer-Abich, Senator a.D.
Prof. Dr. Hans Michaelis, Generaldirektor a.D.
Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Prof. Dr. Alfred Voß
Prof. Dr. Ing. Carl-Jochen Winter

Beratende Mitglieder

Dr. Dagmar Enkelmann, MdB (PDS/Linke Liste)
Dr. Klaus-Dieter Feige, MdB (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN)

Sekretariat

MR Roland Jacob (Leiter)

ORR Klaus Aschinger, Jurist
Michael Bisek, Dipl.-Geograph
Bernhard Burdick, Dipl.-Agraringenieur
Dr. Birgit Keller, Dipl.-Physikerin
Dr. Kora Kristof, Dipl.-Volkswirtin
Dr. Martin Rieland, Dipl.-Meteorologe
Ralf Schmidt, Dipl.-Geograph
Dr. Manfred Treber, Dipl.-Physiker
Thomas Fürst (Organisatorische Aufgaben)
Elke Greif (Sekretariatsaufgaben)

Vorwort

Der Schutz des Klimas ist zu einer großen Herausforderung unserer Zeit geworden. Setzen sich die Emissionen der klimarelevanten Spurengase ungebrochen fort, so wird es in der Mitte des nächsten Jahrhunderts zu einer globalen Erwärmung von $3\pm 1,5^\circ\text{C}$ kommen. Dies wird in der internationalen Wissenschaft nicht mehr in Frage gestellt. Ebenso sicher sind sich die Wissenschaftler darüber, daß die prognostizierte Klimaänderung größer sein wird als die natürliche Klimaschwankung. Durch die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse, die auch von den Kritikern nicht widerlegt werden konnten, wie eingehende Diskussionen mit diesen gezeigt haben, hat sich der Druck, unverzüglich zu handeln, weiter erhöht. Dies gilt für die internationale Staatengemeinschaft und die Europäische Union ebenso wie für die Bundesrepublik Deutschland.

Warum muß verkehrspolitisch sofort gehandelt werden?

Im Hinblick auf die Klimaproblematik ist vor allem der mit dem Verkehrswachstum verbundene steigende Ausstoß an Kohlendioxid (CO_2) – Hauptverursacher des anthropogenen Treibhauseffektes – von entscheidender Bedeutung. Gegenwärtig beträgt der Anteil des Verkehrs am Treibhauseffekt 20 %. Soll nun das klimapolitisch notwendige Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2005 den CO_2 -Ausstoß um insgesamt 25 % zu reduzieren, erreicht werden, muß auch der Verkehrsbereich hierzu seinen Beitrag leisten.

Nahezu jeder zweite Deutsche besitzt schon jetzt ein Auto. Das sind rund 40 Mio Kraftfahrzeuge. Dennoch ist eine Sättigung der Motorisierung nicht absehbar. Weitere 5 Mio europäische LKW befahren bundesdeutsche Straßen, den ausländischen Personenverkehr nicht eingerechnet. Diese Zahlen werden nach Vorhersagen von Verkehrsexperten in den nächsten Jahren noch weiter ansteigen. Vor allem im Güterverkehr wird ein erheblicher Zuwachs der Gesamtverkehrsleistung erwartet, da sich durch die Liberalisierung des europäischen Binnenmarktes und die Öffnung nach Osteuropa die Bundesrepublik Deutschland immer mehr zum Verkehrskreuz Europas entwickelt. Damit werden auch die verkehrsbedingten Probleme wie Flächen- und Ressourcenverbrauch weiter zunehmen. Den Großstädten und Ballungsräumen droht schon heute der Verkehrsinfarkt, aber auch der Schienenverkehr kann ohne Neuorganisation und Ausbau kaum weiteres Frachtvolumen aufnehmen.

Mobilität ist unabdingbare Voraussetzung für wirtschaftliche Entwicklung, Beschäftigung und individuelle Entfaltungsmöglichkeiten. Mobilität bedeutet aber auch Energieverbrauch, Schadstoffemissionen, Luftverschmutzung und Lärm. Mit ihrem zweiten Bericht zeigt die Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ Wege und Möglichkeiten auf, die negativen Auswirkungen der Mobilität unter Wahrung der positiven Aspekte zu vermeiden. Sie gibt damit dem Deutschen Bundestag aber auch allen übrigen für die Verkehrsentwicklung relevanten Entscheidungsträgern ein breites Instrumentarium für eine klimaverträgliche Verkehrspolitik an die Hand.

Die Enquete-Kommission folgt dabei einer systemorientierten Betrachtung. Sie verknüpft globale mit europäischen, bundesweiten sowie kommunalorientierten Aspekten. Sie stellt den Klimaschutz in den Vordergrund, vernachlässigt aber keineswegs andere umweltpolitische Belange und bezieht wirtschafts-, finanz-, haushalts- und regionalpolitische Aspekte ebenso ein wie Raumordnungs- und Infrastrukturpolitik. Sie verschleiern die Konflikte zwischen diesen Feldern nicht, sondern legt diese offen. Dies ist ein Vorzug, den keine sonstige mit Handlungsempfehlungen verbundene Analyse aufweist.

Zentrale Größe einer klimaverträglichen Verkehrspolitik ist die Verkehrsvermeidung. Dabei geht es nicht um eine Beschneidung der Mobilität. Es soll weder die Erreichbarkeit eines Zieles erschwert, noch die Zahl der zurückgelegten Wege pro Tag, die seit 30 Jahren weitgehend konstant geblieben ist, verringert werden. Es geht darum, den Verkehrsaufwand durch eine Verminderung der Entfernungen zu

reduzieren; vielleicht sogar mit einem Gewinn an dem für uns alle so kostbar gewordenen Gut Zeit.

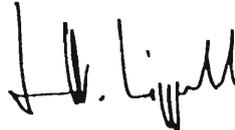
Ganz wesentlich ist darüber hinaus die Verlagerung des Verkehrs auf emissionsärmere Verkehrsträger. Hier sind vor allem Möglichkeiten einer Verlagerung der Güter von der Straße auf Schiene und Wasserwege zu suchen, aber auch eine stärkere Verlagerung von Personenverkehr auf insgesamt emissionsärmere Verkehrsträger. Dies reicht von Alternativen zum Luftverkehr bis hin zur besseren Kooperation von Individualverkehr und Öffentlichem Verkehr.

Zudem müssen alle technisch möglichen Potentiale ausgeschöpft werden, um Verkehr energieeffizient und damit emissionsarm abzuwickeln. Dieses Potential muß sofort erschlossen werden, bietet es doch die in kürzester Zeit größtmöglichen Emissionsreduktionen. Sowohl beim PKW und LKW aber auch bei der Bahn und beim Flugzeug lassen sich durch technische Veränderungen erhebliche Verbrauchsminderungen erzielen. Down-sizing oder neue Triebwerkstechnologien sind hier die Schlagworte, aber auch die Optimierung der Verkehrsabläufe muß in ein Gesamtverkehrskonzept integriert werden. Vor allem die Kraftfahrzeugindustrie, größter deutscher Wirtschaftsfaktor, ist gefordert, schnellstmöglich einen gewaltigen Technologiesprung durchzuführen. Nur so wird es gelingen, weltweit die führende Rolle zu erhalten, den neuen ökologischen Anforderungen an Individualverkehr gerecht zu werden und so dauerhaft Arbeitsplätze zu sichern.

Bei allen Maßnahmen gilt es, ein funktionsfähiges Verkehrssystem zu erhalten. Dies ist unverzichtbare Voraussetzung für eine arbeitsteilige Wirtschaft, die regionale Verteilung von Arbeitsplätzen und Warenangeboten und damit unseres Wohlstands. Um diese Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems zu erhalten, müssen neue Wege beschritten werden. Dies gilt nicht nur für den motorisierten Individualverkehr, sondern schließt alle Verkehrsträger ein. Vor allem der Luftverkehr spielt hierbei aufgrund seiner Klimarelevanz und seiner überdurchschnittlichen Wachstumsdynamik eine entscheidende Rolle.

Ich hoffe, daß möglichst viele unserer Empfehlungen politisch umgesetzt werden und dies im Hinblick auf den Klimaschutz möglichst schnell.

Bonn, den 15. Juli 1994



Dr. Klaus. W. Lippold, MdB
Vorsitzender der Enquete-Kommission
„Schutz der Erdatmosphäre“

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammensetzung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“	2
Vorwort	3
1 Verkehr im Spannungsfeld zwischen Klima, Gesellschaft und Wirtschaft	9
1.1 Einstellung zum Verkehr – Pro und Contra	9
1.2 Klimagefährdung und Veränderung des Ozongehaltes – die Rolle der verkehrsbedingten Emissionen	11
1.2.1 Veränderung des Klimas durch den Menschen	11
1.2.2 Veränderung des Ozongehaltes durch den Menschen	14
1.2.3 Klima- und ozonrelevante Emissionen des Verkehrsbereichs	15
2 Verkehrsentwicklung	20
2.1 Ursachen und Hintergründe der Verkehrsentstehung	20
2.2 Verkehrsentwicklung bis heute	24
2.2.1 Europäische Kennziffern	24
2.2.2 Kennziffern des bundesdeutschen Verkehrssektors	27
2.2.3 Güterverkehrsentwicklung	28
2.2.4 Personenverkehrsentwicklung	30
2.2.5 Sonderfelder der Verkehrsentwicklung	32
2.2.5.1 Verkehrssituation in den Ballungsräumen	32
2.2.5.2 Entwicklung des Luftverkehrs	35
2.3 Verkehrsprognosen	38
2.3.1 Prognosen des Gesamtdeutschen Verkehrswegeplans 1992	39
2.3.2 Sonderaspekte zu den Verkehrsprognosen	42
2.3.2.1 Prognoseprobleme durch die Vereinigung	42
2.3.2.2 Aspekte der Ostöffnung	43
2.3.2.3 Entwicklung des Luftverkehrs in der Zukunft	43
3 Wirkungen und Folgen des Verkehrs	46
3.1 Belastungen durch Emissionen	46
3.1.1 Globale Auswirkungen der Verkehrsemissionen	46
3.1.2 Regionale Auswirkungen der Verkehrsemissionen	49
3.2 Sonstige verkehrsbedingte Einflüsse	51
3.2.1 Wirkung von Verkehrslärm	51
3.2.2 Aspekte der Verkehrssicherheit	51
3.2.3 Unterschiedliche Mobilitätsbedürfnisse der verschiedenen Bevölkerungsgruppen	55

	Seite
3.3 Ressourceneinsatz	56
3.3.1 Energie	56
3.3.2 Stoffe	58
3.3.3 Inanspruchnahme von Fläche für den Verkehr	59
3.4 Ökonomische Wirkungen des Verkehrs	59
3.4.1 Produktion und Beschäftigung	59
3.4.2 Arbeitsteiligkeit und Verkehr	61
3.4.3 Staatliche und private Investitionen und sonstige Ausgaben im Verkehrssektor	61
3.4.4 Regionalpolitische Aspekte	63
3.4.5 Außenhandel und Verkehr	64
3.4.6 Einfluß der Mobilität auf die Lebensqualität	64
3.5 Dynamik der Verkehrsentwicklung bei derzeitigen Randbedingungen	64
4 Potentiale zur Reduktion von Emissionen im Verkehrsbereich ...	69
4.1 Verkehrsvermeidung	69
4.1.1 Beeinflussung der verkehrsverursachenden Strukturen	72
4.1.1.1 Gestaltung der Siedlungsstrukturen	72
4.1.1.2 Veränderung von Gewohnheiten und institutionellen Rahmenbedingungen	78
4.1.2 Substitution durch immateriellen Verkehr	80
4.2 Verkehrsverlagerung / Vernetzung der Verkehrssysteme	81
4.2.1 Verlagerung im Personenverkehr	81
4.2.2 Verlagerung im Güterverkehr	83
4.3 Organisation der Verkehrssysteme und betriebliche Optimierung der Einzelverkehrsträger	85
4.3.1 Erhöhung der Auslastung der Verkehrsmittel	86
4.3.2 Verkehrsmanagement	86
4.3.3 Infrastrukturausbau	87
4.4 Optimierung der Technik	88
4.4.1 Verbesserung der Fahrzeugtechnik	89
4.4.2 Alternative Antriebe	94
5 Diskussion der Maßnahmen und Wirkungen	97
5.1 Gestaltung der Rahmenbedingungen	98
5.1.1 Gestaltung der räumlichen Struktur	98
5.1.2 Bereitstellung von Verkehrsinfrastruktur	101
5.1.3 Verbesserte Organisation des Verkehrs	103
5.1.4 Verkehrsgestaltung durch Gestaltung wirtschaftlicher Verflechtungen	104
5.1.5 Bewußtseinsbildung, Verhaltensänderung, Schulung	105
5.1.6 Freiwillige Selbstverpflichtung der Automobilindustrie	105

	Seite
5.2	Ordnungsrechtliche Maßnahmen 105
5.3	Preispolitische Maßnahmen 109
5.3.1	Maßnahmen zur Verteuerung des Verkehrs 109
5.3.2	Finanzielle Anreize 114
5.3.3	Resumee zu den preispolitischen Maßnahmen 115
5.4	Instrumente zur Aktivierung der Potentiale im Luftverkehr 116
5.5	Vernetzung der Einzelmaßnahmen – Entwicklung von Handlungsstrategien 117
6	Aspekte der Gesamtbewertung – Zielsetzungen und Hemmnisse 121
6.1	Reduktionsziele 121
6.2	Zielkonflikte und Hemmnisse 122
6.3	Auflösung der Zielkonflikte 127
7	Handlungsempfehlungen der Kommission:
	(Votum der Kommissionsmitglieder: Prof. Dr. Dr. Rudolf Dolzer, Dr.-Ing. Alfred-Herwig Fischer, Martin Grüner, Klaus Harries, Prof. Klaus Heinloth, Prof. Dr. Hans-Jürgen Jäger, Dr. Klaus W. Lippold, Prof. Dr. Hans Michaelis, Dr. Peter Paziorek, Dr. Christian Ruck, Trudi Schmidt, Marita Sehn, Prof. Dr. Wolfgang Seiler, Bärbel Sothmann, Prof. Dr. Alfred Voß, Prof. Dr.-Ing. Carl-Jochen Winter 129
7.0	Zusammenfassung 129
7.1	Grundsätze 131
7.2	Der Handlungsrahmen 132
7.2.1	Weiterentwicklung des Bundesverkehrswegeplans und Beschleunigung der Umsetzung 133
7.2.2	Empfehlungen zur Bahnreform in Deutschland 134
7.2.3	Forderung: Europäische Bahnreform 135
7.2.4	Empfehlungen für eine CO ₂ -optimierte Arbeitsteilung zwischen den Verkehrsträgern 136
7.2.5	Bessere Pkw-Auslastung und Bildung von Fahrgemeinschaften 137
7.2.6	Leit- und Informationstechniken zur Verkehrsoptimierung 138
7.2.7	Verringerung des Treibstoffverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen von Personenkraftwagen 139
7.2.8	CO ₂ - bzw. Verbrauchsverbesserungen bei den Schienen-, Schiffs- und Luftverkehrsmitteln und beim Lkw 141
7.2.9	Raumordnungs-, Flächennutzungs- und Wohnraumverdichtungs-politik 141
7.2.10	Politische Steuerung bei den verkehrsinduzierenden Strukturen 142
7.3	Bilanzierung der durch die Handlungsempfehlungen zu erwartenden CO ₂ -Minderung 143
7.4	Rahmenkonvention für die Errichtung eines gemeinsamen europäischen Verkehrsraumes 144
	Zusatzvotum des Kommissionsmitgliedes Prof. Dr. Alfred Voß 146
	Zusatzvotum des Kommissionsmitgliedes Dr.-Ing. Alfred-Herwig Fischer 146

8	Minderheitsvotum der Kommissionsmitglieder:	
	Brigitte Adler, Prof. Dr. Wilfrid Bach, Prof. Monika Ganseforth, Prof. Dr. Harmut Graßl, Dr. Liesel Hartenstein, Prof. Dr. Peter Hennicke, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler, Prof. Dr. Eckard Kutter, Prof. Dr. Klaus-Michael Meyer-Abich	148
8.0	Aktionsprogramm (Kurzfassung)	148
8.1	Grundsätze	151
8.2	Zusammenstellung geeigneter Maßnahmebündel	152
8.3	Handlungsbereiche zur Minderung der Verkehrsfolgen	153
8.3.1	Sofortprogramm zur Minderung des Energieaufwandes	156
8.3.2	Schaffung von Rahmenbedingungen für die Beeinflussung der Verkehrsentwicklung und Arbeitsteilung im Verkehr	158
8.3.3	Konzepte zur Verkehrsvermeidung durch Beeinflussung der verkehrsauslösenden Strukturen	159
8.4	Aufbau einer Politik der umfassenden Verkehrswende	163
8.4.1	Basisannahmen für die Minderungspolitik	163
8.4.2	Maßnahmebündel des Gesamtkonzeptes und Minderung auf Wirkungsebenen	164
8.4.3	Bilanz der Minderungspolitik	167
	Zusatzvotum des beratenden Kommissionsmitgliedes Dr. Dagmar Enkelmann	180
Anhang 1		
	Sondervotum der Kommissionsmitglieder Prof. Dr. Peter Hennicke, Prof. Dr. Wilfrid Bach, Prof. Monika Ganseforth, Prof. Dr. Eckard Kutter, Prof. Dr. Klaus-Michael Meyer-Abich, Dr. Liesel Hartenstein, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler, Brigitte Adler	182
Anhang 2		
	Sondervotum der Kommissionsmitglieder Prof. Dr. Klaus-Michael Meyer Abich, Prof. Dr. Wilfried Bach, Prof. Monika Ganseforth, Prof. Dr. Hartmut Graßl, Prof. Dr. Peter Hennicke, Prof. Dr. Eckard Kutter, Dr. Liesel Hartenstein, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler	182
Anhang 3		
	Sondervotum der Kommissionsmitglieder Martin Grüner, Prof. Dr. Dr. Rudolf Dolzer, Dr.-Ing. Alfred-Herwig Fischer, Klaus Harries, Prof. Klaus Heinloth, Prof. Dr. Hans-Jürgen Jäger, Dr. Klaus W. Lippold, Prof. Dr. Hans Michaelis, Dr. Peter Paziorek, Dr. Christian Ruck, Trudi Schmidt, Marita Sehn, Prof. Dr. Wolfgang Seiler, Bärbel Sothmann, Prof. Dr. Alfred Voß, Prof. Dr.-Ing. Carl-Jochen Winter	183
	Glossar	184
	Literaturverzeichnis	189

1 Verkehr im Spannungsfeld zwischen Klima, Gesellschaft und Wirtschaft

1.1 Einstellung zum Verkehr – Pro und Contra

Gegenwärtig sind rund 20 % der energiebedingten CO₂-Emissionen der Bundesrepublik Deutschland den direkten Emissionen aller Verkehrsträger zuzurechnen. (vgl. Abb. 1.2-2: Verursacher der CO₂-Emissionen). Dieser Anteil ist in den zurückliegenden vier Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen, da der Verkehrssektor expandierte und die Bemühungen um effiziente Energienutzung in den anderen Sektoren größere Erfolge aufwies. Dieser Trend dürfte sich in Zukunft weiter fortsetzen. Über die Wirkungen der klimarelevanten Emissionen hinaus hat der Verkehrssektor zahlreiche Folgewirkungen, die bei der Bewertung des Sektors Verkehr mitberücksichtigt werden müssen. Hierzu zählt einerseits die ungebrochene Dynamik des Verkehrssystems bezüglich seiner Struktur und seiner Raumwirksamkeit („System Raumstruktur-Verkehr“). Dies läßt das verkehrsorientierte Leben und Wirtschaften für viele nur bedingt zukunftsfähig erscheinen. Andererseits stehen hinter allen diesen Verkehrsvorgängen Wünsche und Bedürfnisse von Menschen, auf die diese nicht verzichten wollen.

Eine Ursache der enormen Verkehrszunahme ist im Personenverkehr die steigende Pkw-Nutzung mit zunehmenden Entfernungen bei fast konstanter Wegehäufigkeit und Reisezeit. Zunehmende Gütermengen und größere Entfernungen, die vor allem im Straßengüterverkehr bewältigt werden, markieren die Güterverkehrsentwicklung. Ursache dieser Dynamik ist die Ausgleichsfunktion des Verkehrs, z. B. das Ausschöpfen von Größenvorteilen unter Rückgriff auf Transport und Ausnutzung von Arbeitskostengefällen. Dies gilt auch für den Gütertausch im Rahmen der Arbeitsteiligkeit, den Rohstofftransport, die Beförderung von Arbeitskräften sowie den Zubringerverkehr bei zentralisierten Einrichtungen. Oft dient Verkehr auch als Ausgleich für Disparitäten in ganz anderen Bereichen, nämlich als Ausgleich für die räumliche Trennung von „Wohnen“ und „Arbeiten“, als Ausgleich für die mangelhafte Ernährungs- und Versorgungsgrundlage von Staaten sowie bei mangelhaften wirtschaftlichen Chancen der peripheren Regionen usw.. Die Ursachen und Hintergründe der Verkehrsentstehung werden ausführlich in Kap.2.1 beschrieben.

Darüber hinaus ist der Verkehrsbereich mit nahezu allen gesellschaftlichen und politischen Bereichen sowohl auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene verflochten. Verkehr reagiert sowohl auf Ordnungspolitik unterschiedlicher Ebenen als auch auf marktmäßige Randbedingungen (Abb. 1.1-1):

Bereiche wie Standortgefüge, Produktionsstrukturen und Siedlungsstrukturen werden durch Raumordnung, Finanz- und Förderpolitik bestimmt, durch Infrastrukturbereitstellung flankiert und durch inter-

nationale Verflechtungen mitgeformt. Ein großer Gestaltungseffekt ergibt sich dabei aus der heutigen „Leichtigkeit des Transports“. Das Standortgefüge hat sich daneben nach Kriterien betriebswirtschaftlicher Optimierung entwickelt; aber auch der parallel steigende Wohlstand mit der Verfügbarkeit des Automobils als Folge, wirkt über die individuelle Verkehrserreichbarkeit „standortbildend“ (Umlandwanderung). Gerade diese Vernetzungen erklären einen großen Teil der dem Verkehrssektor immanenten Dynamik; sie machen die Schwierigkeiten verständlich, mit denen jeder Versuch eines gestaltenden Eingriffs in den Verkehr konfrontiert wird.

Auf den ersten Blick scheinen Wachstum und Wohlstand untrennbar mit einer Verkehrssteigerung in ähnlicher Größenordnung verbunden; für die jüngere Vergangenheit der Hocheinkommensländer hatte diese Hypothese insbesondere deshalb Gültigkeit, weil Transport und Verkehr uneingeschränkt dazu eingesetzt wurden, die Möglichkeiten von Wirtschaft und Gesellschaft auf relativ einfache Weise effizienter zu machen:

1. Im Güterverkehr sind zwar die Internationalisierung und die Veränderung der Güterstruktur weitgehend extern determiniert, aber maßgebend für den Siegeszug des Straßentransports war letztlich seine räumliche Flexibilität und das niedrige Kostenniveau in Verbindung mit ubiquitärer Infrastrukturverfügbarkeit. Das sind Sachverhalte, durch welche die umfassenden Logistikleistungen der Spediteure, die geringe Fertigungstiefe, die räumliche Ausdehnung von Zulieferbereichen erst ermöglicht werden, und die dann die räumlichen Randbedingungen für die privaten Lebensbereiche vorgeben.
2. Bei der privaten Lebensgestaltung haben sich parallel zu steigendem Wohlstand und wachsenden Ansprüchen (Versorgung, Arbeitsqualität, Wohnqualität) bestimmte, verkehrsorientierte Gewohnheiten und Vorlieben herausgebildet. Bei vielen individuellen Entscheidungen (z. B. Wohnort- und Arbeitsplatzwahl) hatte der Verkehrsaufwand hinsichtlich Kosten und Zeit nur geringe Bedeutung. Es erfolgten tiefgreifende Sekundärveränderungen der räumlichen Struktur, insbesondere der regionalen Lebensräume.

Neben den Folgen der Internationalisierung der Wirtschaft mit allen positiven, aber auch negativen Begleiterscheinungen (Rückgang regionaler Kreisläufe und Versorgungsstrukturen) ist die Ausdehnung der regionalen Lebensräume hauptverantwortlich für die raumstrukturellen Veränderungen. Eine Umorientierung dieser Prozesse erfordert eine langfristige Vorbereitung.

Mobilitätsphänomene und die durch „leichten Transport“ induzierten Wirtschaftsprozesse wurden bisher aus Sicht vieler Wirtschaftsvertreter positiv beurteilt,

da die Verkehrsentwicklung bis heute in engem Zusammenhang mit dem Wirtschaftswachstum steht; zwar sind die Zusammenhänge nicht unbedingt kausal, aber viele scheinen sich die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Verkehrsentwicklung nicht vorstellen zu können. Eine derartige Sicht des Verkehrs äußert sich schon in einfachen Definitionsfragen wie beispielsweise beim Begriff der Verkehrsmobilität: Während der Aufwand im Verkehr stark angewachsen ist und weitere Steigerungen zu erwarten sind, sind die eigentlichen Gründe für die Verkehrsvorgänge gegenüber früher kaum verändert. Während auf der einen Seite unter „Mobilität“ die Zahl der Wege – oder besser: Aktivitäten pro Tag – verstanden

wird, wird auf der anderen Seite der Verkehrsaufwand – die sogenannte „Leistung“ – als Mobilität quantifiziert. Es ist klar, daß bei letzterer Definition der Fahrverkehr eine enorme Überbewertung erfährt und die scheinbar unwichtigen Dinge wie zu Fuß gehen oder Radfahren oft „unter den Tisch fallen“. Deshalb sind oft schon reine Verkehrsstatistiken mit großen Vorbehalten zu interpretieren. Wenn etwa 1/3 aller Wege in der Bundesrepublik zu Fuß oder mit dem Fahrrad bewältigt werden, ist die Aussage 80 % Auto und 20 % ÖPNV (für den motorisierten Verkehr) abzuändern in die Aussage 33 % Fuß/Rad, 54 % Auto und 13 % ÖPNV – und dies relativiert die Bedeutung der Automobilität in ganz erheblichem Maße.

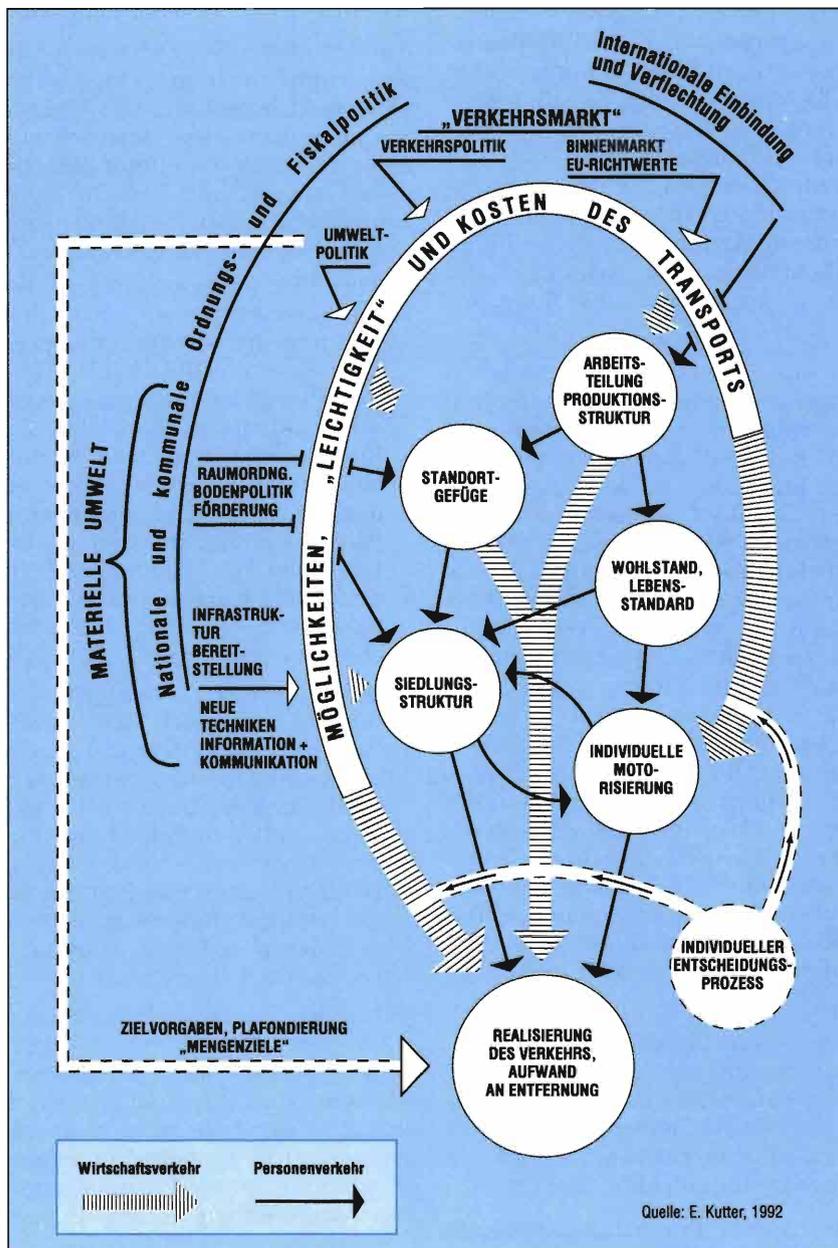


Abb. 1.1-1: Beziehungsgefuge bei der Entstehung von Transport und Verkehr (Kutter, 1992)

Die positive Sicht des Verkehrs bzw. der Verkehrsmöglichkeiten steht im Konflikt zu seinen diversen negativen Begleiterscheinungen. Aus der Sicht der Vorsorgepflicht ist dabei die Frage entscheidend, ob für das Ausmaß der Transportorientierung natürliche Grenzen bestehen und ob ab einer bestimmten Stufe der Expansion Engpässe prinzipiell nicht mehr zu beseitigen sind. Oft wird in diesem Zusammenhang die Existenz der dem Verkehrssektor immanenten Dynamik vermutlich verdrängt, und auch in Prognosen entsprechend unzureichend berücksichtigt.

Ein weiterer Aspekt für die Frage, wie die zukünftige Verkehrsgestaltung gehandhabt werden soll, ist die Tatsache, daß die Industrieländer noch immer eine Vorbildfunktion für die Schwellen- und Entwicklungsländer darstellen. Würden jedoch mitteleuropäische oder amerikanische Verkehrsverhältnisse und Mobilitätsstrukturen auf diese Länder übertragen, würden sowohl die Ressourcen als auch die ökologische Tragfähigkeit der Erde überfordert. Eine lineare Weiterentwicklung des bisherigen Mobilitätsverhaltens in der Bundesrepublik Deutschland würde zudem langfristig die Mobilität gefährden. Die prognostizierten Verkehrssteigerungen könnten vom heutigen Verkehrssystem nicht mehr getragen werden.

Im Quervergleich der CO₂-Verursacherebereiche scheint das Minderungsziel im Verkehrsbereich wohl am schwierigsten zu erreichen. Dies könnte zunächst für Kompensationslösungen – also überproportionale Minderungen in anderen Teilbereichen mit „leichteren“ Möglichkeiten – sprechen. Dabei darf allerdings nicht übersehen werden, daß im Verkehrsbereich viele sonstige – positive wie negative – Folgewirkungen gegeneinander abzuwägen sind. Entscheidende Bedeutung erlangen dabei die Aspekte der langfristigen Machbarkeit und Finanzierbarkeit, bei denen unser heute gewohntes Raumstruktur- und Verkehrssystem sehr ungünstig abschneidet. Damit dürfte für den Verkehrssektor in der Tat eine Neuorientierung sowohl der verkehrspolitischen Herangehensweise als auch der Einordnung von Folgeerscheinungen und Sekundäreffekten erforderlich sein. Gelingt diese Neuorientierung nicht, ist zu befürchten, daß es auf kommunaler, bundesstaatlicher, aber auch auf supranationaler Ebene beim hinlänglich bekannten „Herumkurieren an den Folgen“ bleibt. Das Verkehrssystem ist hierfür besonders anfällig, da Verkehr selbst auch eine Folgewirkung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung ist. Neben den Auswirkungen auf Lebensqualität und Ressourcenverbrauch werden dann auch die Zielsetzungen für Umwelt und globales Klima kaum erreicht werden können. Um diese Entwicklung abzuwenden, sind die Kosten und Nutzen einer zweckentsprechenden Vorsorgepolitik gegenüber den Kosten und Nutzen einer Politik des „business as usual“ abzuwägen. Die fundierte Beurteilung wird dabei erst dann möglich sein, wenn neben kurz- und mittelfristigen Betrachtungen auch der längere Betrachtungszeitraum in alle Überlegungen einbezogen wird. Eine derartige Forderung nach Langfristigkeit ergibt sich dabei schon aus den langen Abschreibungszeiträumen für teure Verkehrsinfrastruktur.

1.2 Klimagefährdung und Veränderung des Ozongehaltes – die Rolle der verkehrsbedingten Emissionen

Die Emissionen anthropogener Schadstoffe haben nicht nur regionale Auswirkungen, sondern beeinflussen in wachsendem Maße auch das globale ökologische Gleichgewicht. Folgen dieser Störungen sind:

- Die Veränderung der Strahlungsbilanz der Erde (anthropogener Treibhauseffekt), verbunden mit einer Änderung des globalen Klimas.
- Die Veränderung des Ozongehaltes der Atmosphäre, die sich zum einen auf die Intensität der an der Erdoberfläche ankommenden und alle Lebewesen schädigenden UV-B-Strahlung auswirkt. Zum anderen ist Ozon das dritt wichtigste Treibhausgas und damit auch am anthropogenen Treibhauseffekt beteiligt.
- Die Veränderung der Oxidationskapazität aufgrund der Zunahme der troposphärischen Ozonkonzentration und die Beeinflussung der biogeochemischen Kreisläufe anderer wichtiger umweltrelevanter Spurensbstanzen.

Wichtige verkehrsbedingte Schadstoffe in diesem Zusammenhang sind z. B. Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Methan (CH₄) und weitere flüchtige organische Verbindungen (VOC) sowie das Kohlendioxid (CO₂). Hinzu kommen zunehmende Emissionen von N₂O durch die vermehrte Anwendung von Katalysatoren.

1.2.1 Veränderung des Klimas durch den Menschen

Das Klima ist durch den statistischen Ablauf aller Wetterereignisse – gemittelt über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten – für jedes Gebiet der Erde definiert. Eine Änderung des Klimas kann nicht aus singulären Extremereignissen (z. B. Jahrhundertsommer) abgeleitet werden. Erst durch fortlaufende Messungen über mehrere Jahrzehnte lassen sich Klimaveränderungen, z. B. durch Feststellen von Trends und/oder veränderter Häufigkeitsverteilung von außergewöhnlichen Wetterereignissen, nachweisen. Dabei ist die häufig herangezogene Änderung der mittleren bodennahen Lufttemperatur nicht der einzige Indikator von Klimaänderungen. Niederschlag, Bodenfeuchte, Bewölkung, Wind sowie Häufigkeit und Stärke von Wetterereignissen (Abweichung vom Mittelwert) sind gleichwichtige Klimagrößen. Andere wichtige Klimaänderungsindikatoren sind z. B. auch zeitliche Veränderungen der Fläche bzw. Volumina von Gletschern.

Treibhauseffekt

Das Klima der Erde wird wesentlich durch Gase geringer Konzentration, die natürlicherweise in der Atmosphäre vorkommen, so u. a. durch den Wasserdampf (H₂O), das Kohlendioxid (CO₂), das Ozon (O₃),

das Distickstoffoxid (N₂O) und das Methan (CH₄) mitbestimmt. Diese Spurenstoffe lassen die kurzweilige Sonnenstrahlung fast ungehindert zur Erdoberfläche vordringen, absorbieren jedoch stark die von der Erdoberfläche emittierte Wärmestrahlung. Dieses als natürlicher Treibhauseffekt bezeichnete Phänomen sorgt dafür, daß sich an der Erdoberfläche statt strengem Frost eine mittlere Temperatur von etwa 15°C einstellt.

Durch anthropogene Aktivitäten, vor allem durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, durch die Intensivierung der Landwirtschaft und die Reduktion des Waldbestandes nehmen die Konzentrationen von CO₂, CH₄ und N₂O in der Atmosphäre zu und beeinflussen damit auch zunehmend den Strahlungshaushalt der Erde. Dieser anthropogene Treibhauseffekt wird zusätzlich durch die industriell produzierten FCKW, H-FCKW und FKW, sowie das photochemisch gebildete troposphärische Ozon (O₃) verstärkt. Der Beitrag der einzelnen Treibhausgase am anthropogenen Treibhauseffekt – gemittelt über die letzten 10 Jahren – wird wie folgt abgeschätzt (EK, 1991): CO₂ mit 50 %, CH₄ mit 13 %, FCKW mit 24 %, N₂O mit 5 % sowie die durch indirekte Effekte verursachten Veränderungen des stratosphärischen Wasserdampfes und des troposphärischen Ozons zusammen mit 8 %.

Volumenanteile der wichtigsten klimarelevanten Spurenstoffe (Tab. 1.2-1)

Das wichtigste anthropogene Treibhausgas ist das Kohlendioxid (CO₂). 1991 betrug das mittlere, troposphärische Mischungsverhältnis 355 ppmv, das damit um ca. 27 % über dem vorindustriellen Wert von 275 ppmv lag. Der heutige CO₂-Gehalt in der Atmosphäre ist höher als zu irgendeinem Zeitpunkt in den vergangenen 200 000 Jahren. Setzt sich die gegenwärtige Zunahme des atmosphärischen CO₂-Gehalts von etwa 0,5 % pro Jahr weiter fort, so würde um das Jahr 2050 ein Wert von 450 ppmv überschritten sein.

Das mittlere troposphärische Mischungsverhältnis für Methan (CH₄) lag 1991 bei 1,74 ppmv und damit um mehr als das Doppelte über dem vorindustriellen Wert von 0,7 ppmv. Der jährliche Anstieg der atmosphärischen CH₄-Konzentration hat sich von 1 % pro Jahr in den frühen 80er Jahren auf ca. 0,5 bis 0,8 % pro Jahr Ende der 80er Jahre und jüngst sogar auf noch geringere Werte abgeschwächt. Als Gründe dafür werden diskutiert: geringere Erdgaslecks, eine erhöhte UV-B-Strahlung durch Ozonabbau und der Zusammenbruch vieler Industriebetriebe im ehemaligen Ostblock.

Tabelle 1.2-1

Wichtige Kennzahlen klimarelevanter Spurengase in der Troposphäre (Stand 1991)

	Kohlendioxid	Methan	FCKW 11	FCKW 12	Distickstoffoxid	Ozon ¹⁾
Mischungsverhältnis in	ppmv	ppmv	pptv	pptv	ppbv	ppbv
Vorindustrieller Wert (1750 bis 1800) .	275	0,7	0	0	288	5–15
Wert in 1991	355	1,74	280	484	311	30–50
mittl. Anstieg pro Jahr in den 80er Jahren ²⁾	1,8 (0,5 %)	0,015 (0,9 %)	9,5 (4 %)	17 (4 %)	0,8 (0,25 %)	0,15 (0,5) ⁸⁾
Verweilzeit (Jahre)	50–200	10	50	105	130–150	0,1
rel. GWP ³⁾ (Mol.)	1	23	12 400	15 800	206	2 000 ⁷⁾
rel. GWP (kg) ⁴⁾	1	58	3 970	5 750	206	1 800 ⁷⁾
Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt in % ⁵⁾	50	13 ⁶⁾	5	12	5	7

¹⁾ Sämtliche Angaben sind sehr grobe Mittelwerte, da die Ozonkonzentration in der Troposphäre räumlich und zeitlich sehr variabel ist; der Effekt des verminderten stratosphärischen Ozons ist nicht berücksichtigt.

²⁾ Der jährliche Anstieg der Mischungsverhältnisse hat sich für einige Spurengase in den letzten Jahren verändert; für CH₄ wird ein Anstieg von 0,5 bis 0,8 % pro Jahr beobachtet; für FCKW 11 und 12 ist der Anstieg nahezu zum Stillstand gekommen (s. Text).

³⁾ rel. GWP (Mol.): relatives Treibhauspotential (GWP) bezogen auf das gleiche Volumen CO₂ (Mol.), Zeithorizont: 100 Jahre

⁴⁾ rel. GWP (kg): GWP bezogen auf die gleiche Masse CO₂ (kg)

⁵⁾ Anteil: Anteil der einzelnen Treibhausgase am zusätzlichen Treibhauseffekt in den achtziger Jahren dieses Jahrhunderts.

⁶⁾ In diesem Anteil von 13 Prozent von CH₄ sind nur die direkten Effekte enthalten.

⁷⁾ Maximalwert für Ozonmoleküle in Höhe der Tropopause

⁸⁾ Ozon in der Troposphäre der nördlichen Erdhälfte

Der atmosphärische Gehalt an Distickstoffoxid (N_2O) steigt gegenwärtig (1991) mit etwa 0,8 ppbv pro Jahr an. Das mittlere Mischungsverhältnis in der Troposphäre lag 1991 mit 311 ppbv um 8 % über dem vorindustriellen Wert. Der Anstieg der N_2O Konzentration ist geringer als dies die Zunahme der anthropogen bedingten NO_2 -Emissionsraten erwarten läßt. Dieser gegenüber den Emissionsraten zeitlich verzögerte Anstieg der N_2O -Konzentration ist auf die verhältnismäßig lange Verweilzeit des N_2O in der Atmosphäre von 150 Jahren zurückzuführen. Auf der anderen Seite bewirkt die lange Verweilzeit des N_2O , daß selbst bei einer Stabilisierung der N_2O -Emissionsraten auf dem heutigen Niveau die Konzentration des N_2O in der Atmosphäre weiterhin zunehmen und erst in ca. 250 Jahren einen neuen dynamischen Gleichgewichtswert erreichen wird, der um etwa den Faktor 2 über dem vorindustriellen Wert liegen dürfte.

Die in den 30er Jahren dieses Jahrhunderts entwickelten und nach 1950 verstärkt eingesetzten vollhalogenierten Fluorchlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) sind nicht nur extrem klimarelevant, sondern auch für den stratosphärischen Ozonabbau verantwortlich (vgl. Kap. 1.2.2). Die mittleren Mischungsverhältnisse von FCKW 11 und FCKW 12 sind in den 80er Jahren um ca. 4 % pro Jahr angestiegen und haben 1991 Werte von 280 bzw. 484 pptv erreicht. Dieser Anstieg hat sich in jüngster Zeit stark verringert und ist 1993 nahezu zum Stillstand gekommen. Diese Entwicklung ist auf den starken Rückgang der FCKW-Emissionen zurückzuführen. Nach der 4. Vertragsstaatenkonferenz des Montrealer Protokolls ist der Ausstieg aus den vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen bis Ende 1995 zu erwarten. Im Gegensatz dazu steigen die Mischungsverhältnisse der verstärkt zum Einsatz kommenden FCKW-Substitute, u. a. H-FCKW und FKW. Diese Substitute haben zwar ein geringeres (z. B. H-FCKW 22) bzw. kein (R 134a) Ozonzerstörungspotential, sind aber in ähnlicher Weise klimawirksam wie die vollhalogenierten FCKW.

Das troposphärische Ozon ist in den letzten 20 Jahren in den mittleren Breiten der Nordhemisphäre jährlich um etwa 0,15 ppbv ($0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) angestiegen. Die gegenwärtig in Reinluftgebieten gemessenen Werte liegen im Jahresmittel zwischen 40 bis 50 ppbv (80 bis $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und damit um mehr als das Doppelte über dem vorindustriellen Wert. Dieser Anstieg der O_3 -Konzentration wird auf die anthropogenen Emissionen von Ozon-Vorläufersubstanzen, wie z. B. Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Methan (CH_4) und anderer flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) zurückgeführt, die unter Einwirkung von Sonnenstrahlung durch photochemische Reaktionen abgebaut werden und dabei zur Bildung von Photooxidantien, u. a. von Ozon, führen.

Klimaänderung

Der wissenschaftliche Sachstand über die Ursachen des anthropogenen Treibhauseffekt sowie über dessen Folgen für das Klima der Erde haben sich seit dem 3. Bericht der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ (EK, 1991) weiter gefe-

stigt. Es sind in den letzten Jahren neue Erkenntnisse über die Auswirkung der Konzentrationsveränderungen der klimarelevanten Spurenstoffe in der Atmosphäre auf den Strahlungshaushalt der Erde und das Ausmaß der daraus resultierenden Klimaänderungen gewonnen worden, welche die im 3. Bericht der Enquete-Kommission gemachten Aussagen unterstützen. Die in der Wissenschaft aber noch mehr in der Öffentlichkeit geführte Debatte der vergangenen zwei Jahre um die wissenschaftliche Absicherung der Zahlenangaben zur anthropogenen globalen Erwärmung durch Spurengaszunahme hat keine Argumente für eine Revision der Werte geliefert.

Generell besteht Einigkeit darüber, daß die Zunahme der Konzentrationen der klimarelevanten Spurenstoffe einen anthropogenen Treibhauseffekt bewirkt, der sich zeitverzögert auf das Klimasystem der Erde auswirkt. Es konnte nachgewiesen werden, daß die derzeit vorhandenen gekoppelten Ozean-Atmosphären Modelle in der Lage sind, die wesentlichen Merkmale des heutigen Klimas zuverlässig zu beschreiben (Gates, 1992; Roeckner u. a., 1992; McFarlane u. a., 1992). Es kann davon ausgegangen werden, daß diese Modelle auch Aussagen über die Folgen einer sich ändernden chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre für die künftige Entwicklung des globalen Klimas zulassen. Allerdings sind Aussagen über Änderungen des regionalen Klimas und der daraus resultierenden Folgen wegen der unzureichenden räumlichen Auflösung der Modelle und fehlender Analogien aus der Klimageschichte noch relativ ungenau.

Die durch Oxidation der anthropogen emittierten Spurengase SO_2 , NO_x und NH_3 gebildeten Aerosole führen zu einer erhöhten Lufttrübung und damit zu einer verstärkten Rückstreuung der Sonnenstrahlung (negativer Treibhauseffekt). Bei globaler Mittelung ist dieser negative Treibhauseffekt geringer als der durch die Zunahme der Konzentration der Treibhausgase bedingte positive Treibhauseffekt. Dagegen haben die Aerosole in Gebieten mit hoher Lufttrübung einen erheblichen Einfluß auf das regionale Klima. Darüber hinaus wirken die anthropogen bedingten Aerosole als Kondensationskerne und tragen damit zur Bildung und Verteilung von Wolken bei, die ihrerseits einen wichtigen Einfluß auf das Strahlungsgleichgewicht der Erde haben.

Setzt sich der Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen aufgrund der vielfältigen Aktivitäten des Menschen wie bisher weiter fort, so wird bereits in der ersten Hälfte des nächsten Jahrhunderts eine Verdoppelung des äquivalenten CO_2 -Gehalts gegenüber dem vorindustriellen Wert erreicht sein. Bis zum Jahr 2100 wäre die Vervierfachung überschritten. Für diesen Fall sagen die Modelle eine Zunahme der globalen Temperatur der bodennahen Atmosphäre um ca. 3°C (Unsicherheitsbereich 2 bis 5°C) voraus. Darüber hinaus werden wesentliche Veränderungen im globalen Wasserkreislauf erwartet. Die Erwärmung ist jedoch wegen der Verzögerung durch die Ozeane und die Eisgebiete nur ein Teil der vom Spurengasanstieg insgesamt angestoßenen Erwärmung. Ein solcher Temperaturanstieg ist vergleichbar mit der Temperaturdifferenz zwischen der Eiszeit vor 18 000 Jahren und der

jetzigen Warmzeit (4 bis 5 °C), allerdings mit dem Unterschied, daß die heute anthropogen ausgelöste Änderung des Klimas um ein Vielfaches schneller erfolgt als der Klimawechsel zwischen der Eiszeit und der nachfolgenden Warmzeit. Bei einer mittleren globalen Erwärmung um 2 °C wäre schon ein Klimazustand erreicht, den es bisher für den Menschen (*homo sapiens*) nicht gegeben hat.

Angesichts der großen Komplexität des Klimasystems sind regionale wie globale Überraschungen zu erwarten. Die besondere Empfindlichkeit des Klimasystems belegen auch erste Auswertungen der beiden neuesten Eiskernbohrungen in Grönland, GRIP und GISP2, (GRIP, 1993; Dansgaard u. a., 1993; Grootes u. a., 1993; Taylor u. a., 1993). Sie zeigen übereinstimmend erhebliche, zum Teil innerhalb von Jahrzehnten ablaufende Temperatursprünge für die letzte Eiszeit sowie während der Übergangsphasen von der Eiszeit zur Warmzeit. Zweifelsfrei würde eine derartig rasche Änderung des globalen Klimas erhebliche ökologische, soziale und wirtschaftliche Auswirkungen haben, deren Ausmaß heute noch nicht hinreichend genau abgeschätzt werden kann.

1.2.2 Veränderung des Ozongehaltes durch den Menschen

Ozon gehört zu den wenigen Spurenstoffen, die nicht durch natürliche oder anthropogene Quellen in die Atmosphäre emittiert, sondern ausschließlich durch photochemische Prozesse in der Atmosphäre gebildet werden. 90 % des Gesamt ozons befindet sich in der Stratosphäre. Die höchsten O₃-Mengen werden meist in Schichten zwischen 20 und 30 km Höhe beobachtet (stratosphärische Ozonschicht). Das stratosphärische Ozon wird hauptsächlich in den Tropen gebildet und von dort in die mittleren und höheren Breiten transportiert.

Die Ozonmenge in der Stratosphäre hat in den letzten 20 Jahren in den mittleren und hohen Breiten beider Hemisphären im Mittel um 5 bis 10 % pro Jahrzehnt abgenommen (WMO/UNEP, 1992). Die höchsten Ozonverluste werden in den Winter- und Frühjahrsmonaten beobachtet. Extreme O₃-Verluste treten über der Antarktis im Frühjahr auf. Vielfach ist dort über eine Zeitperiode von mehreren Wochen Ozon in Höhen von 15 bis etwa 20 km, also in der stratosphärischen Ozonschicht, nicht mehr nachweisbar (Antarktisches Ozonloch). Der Abbau des stratosphärischen Ozons ist auf die Wirkung der chemisch aktiven Verbindungen wie Chlormonoxid (ClO), Brommonoxid (BrO) und Stickoxide (NO_x) zurückzuführen. Diese Verbindungen entstehen bei der Photolyse der langlebigen Vorläufersubstanzen (u. a. FCKW, Halogenverbindungen, N₂O), die durch menschliche Aktivitäten in der Troposphäre emittiert werden.

Demgegenüber wird in der Troposphäre eine Zunahme der O₃-Konzentration beobachtet. Wesentliche Quellen des troposphärischen Ozons (etwa 10 % des Gesamt ozongehaltes) sind der Eintrag ozonreicher Luftmassen aus der Stratosphäre sowie photochemische Prozesse in der Troposphäre. Der Eintrag aus der Stratosphäre erfolgt in hohen und mittleren Breiten beider Hemisphären und erreicht in den

Winter- und Frühjahrsmonaten, insbesondere in der Nordhemisphäre, sein Maximum. Die photochemische Produktion des troposphärischen Ozons ist von der Verteilung und der Konzentration der Ozon-Vorläufer CO, VOC, CH₄ und NO_x sowie von der Intensität der Sonnenstrahlung abhängig. Besonders kritisch ist die Verteilung und die Konzentration der NO_x. Bei Werten kleiner als ca. 10 pptv wird Ozon durch photochemische Reaktionen abgebaut, dagegen wird es bei NO_x-Konzentrationen oberhalb von 10 pptv gebildet. Maximale photochemische Produktionsraten werden in den mittleren Breiten der Nordhemisphäre in den Sommermonaten beobachtet. Dagegen treten die höchsten O₃-Werte in den Tropen während der Trockenzeit auf, wenn durch die Verbrennung von Biomasse erhebliche Mengen an NO_x und VOC in die Atmosphäre emittiert werden. Das mittlere Ozon-Mischungsverhältnis in den bodennahen Luftmassen der Nordhemisphäre hat sich aufgrund der verkehrsbedingten Emissionen von CO, VOC und NO_x gegenüber dem Zustand vor etwa 80 Jahren mehr als verdoppelt und inzwischen mittlere Werte um 40 bis 50 ppbv erreicht. In den kontinentalen Gebieten der Tropen sind die bodennahen Ozonwerte – im Mittel zwischen 25 und 30 ppbv – etwas niedriger. Aussagen über Trends sind dort wegen fehlender längerer und zuverlässiger Meßreihen nicht möglich. Wegen der extrem niedrigen NO_x-Werte in den marinen Gebieten der Südhemisphäre ist dort ein Anstieg der mittleren Ozonkonzentration nicht feststellbar.

Die in den letzten Jahrzehnten gemessenen Trends der O₃-Konzentrationen in der Troposphäre (O₃-Zunahme) und in der Stratosphäre (O₃-Abnahme) sind somit gegensätzlich. Der gesamte atmosphärische Ozongehalt nimmt aber aufgrund des in absoluten Werten stärkeren O₃-Abbaus in der Stratosphäre insgesamt ab, wobei allerdings starke regionale Unterschiede auftreten können.

Über Deutschland war der in den vergangenen 25 Jahren gemessene Ozonrückgang in der Stratosphäre mit Werten von 0,5 % pro Jahr in einem Höhenbereich um etwa 22 km besonders ausgeprägt. Diesem Trend steht eine Zunahme der troposphärischen O₃-Konzentration um etwa 1 bis 2 % pro Jahr gegenüber.

Auswirkungen der anthropogen bedingten Änderung des Ozongehaltes

Die Änderung des Ozongehaltes in den beiden Atmosphärenschichten Troposphäre und Stratosphäre wirkt sich in mehrfacher Hinsicht nachteilig aus:

– Ozon als UVB-Filter:

Die Ozonschicht in der Stratosphäre wirkt als Filter für die UVB-Strahlung und schützt somit das Leben auf der Erdoberfläche vor der gefährlichen kurzwelligen Strahlung der Sonne. Ein Abbau im Bereich der maximalen Ozondichte (etwa zwischen 20 und 30 km Höhe) bedingt somit die Zunahme der die Troposphäre erreichenden UVB-Strahlung, sofern diese nicht durch hohe Ozon- bzw. Aerosol-Konzentration in den bodennahen Luftschichten absorbiert

wird. Da derartige Bedingungen regional sowie auch zeitlich begrenzt sind, ist von einer generellen Zunahme der die Erdoberfläche erreichenden UVB-Strahlungsintensität und einer Verschiebung der Absorptionskante zu niedrigeren Wellenlängen auszugehen. Dieser Effekt wirkt sich insbesondere in den höheren Breiten wegen des dort angetroffenen stärkeren Abbaus der stratosphärischen Ozonschicht aus. Dagegen sind die Auswirkungen in den Tropen relativ gering.

– Ozon als Luftschadstoff:

Höhere Ozonkonzentrationen in den untersten Schichten der Troposphäre schädigen unmittelbar Pflanzen, Tiere und Menschen. Bei der photochemischen O₃-Produktion werden auch andere Luftschadstoffe, u. a. Radikale, Peroxide, gebildet, die schon bei geringen Konzentrationen toxisch und phytotoxisch.

– Ozon als Treibhausgas:

Zunehmende Ozonkonzentrationen in der Troposphäre verstärken den anthropogenen Treibhauseffekt. Dieser Effekt ist um so stärker, je kälter die Schichten sind, in denen Ozon gebildet wird. Aufgrund dieses Effektes ist das durch den Flugverkehr in der oberen Troposphäre und unteren Stratosphäre erzeugte Ozon in bezug auf seine Klimawirkung anders zu bewerten als das in der unteren Troposphäre u. a. durch die Oxidation von Automobilgasen gebildete bodennahe Ozon.

– Ozon als wichtiger luftchemischer Parameter (indirekte Wirkungen):

Ozon beeinflusst über die Bildung der OH-Radikale die Oxidationskapazität der Atmosphäre und nimmt damit Einfluß auf die luftchemischen Umsetzungen in der Troposphäre sowie auf die biogeochemischen Kreisläufe verschiedener umweltrelevanter Spurenstoffe, u. a. der klimarelevanten Spurengase CH₄ und Ozon.

Abschließend ist zu vermerken, daß die vertikale Verteilung des stratosphärischen Ozons die Temperaturstruktur und die Dynamik der Stratosphäre maßgeblich beeinflusst. Eine sich ändernde Vertikalverteilung des Ozons beeinflusst den vertikalen Austausch von Luftmassen in der Stratosphäre und damit auch die chemische Zusammensetzung dieser atmosphärischen Schicht.

1.2.3 Klima- und ozonrelevante Emissionen des Verkehrsbereichs

Die verkehrsbedingten Emissionen von CO₂, CO, CH₄, VOC und NO_x tragen wesentlich zur Veränderung der Verteilung und Konzentration des Ozons sowie zur Veränderung des globalen Klimas bei. Abb. 1.2-1 gibt einen generellen Überblick über die Auswirkungen der Emissionen verschiedener Verkehrsträger auf das Klima und die Ozonverteilung in der Atmosphäre.

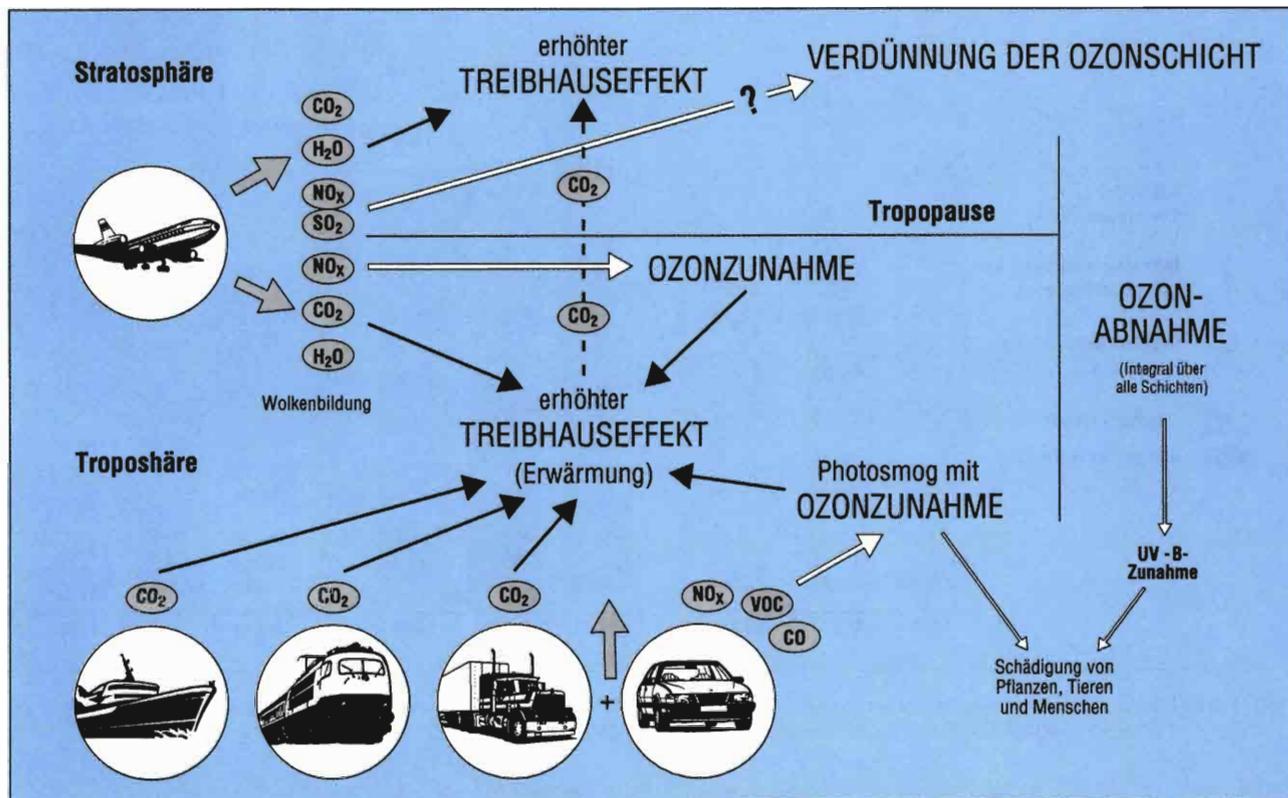


Abb. 1.2-1: Die wesentlichen klima- und ozonrelevanten Emissionen der Hauptverkehrsträger

Die quantitativen Auswirkungen dieser Schadstoffemissionen sind nur schwer zu bestimmen und weisen starke regionale und globale Unterschiede auf. Im folgenden sind die wesentlichen Wirkungsmechanismen nach heutigem Wissensstand kurz aufgeführt:

- Die Verbrennung fossiler Energieträger führt bei den vier Hauptverkehrsträgern (Straßen-, Luft-, Bahn- und Schiffsverkehr) zur Emission von Kohlendioxid (CO₂). CO₂ ist mit etwa 50 % am anthropogenen Treibhauseffekt beteiligt und ist damit das wichtigste anthropogene Treibhausgas.
- Die Emissionen von NO_x, VOC, u. a. des motorisierten Straßenverkehrs verursachen eine Zunahme des troposphärischen Ozons. In den bodennahen Luftschichten treten im Sommer zeitweise Spitzenwerte von über 100 ppbv (200 µg/m³) auf, die sich toxisch auf Pflanzen, Tiere und Menschen auswirken und damit zu einer Minderung der Lebensqualität beitragen. Die verkehrsbedingten Emissionen reaktiver Schadstoffe führen weiterhin zu einer Zunahme der Ozon-Konzentration in der freien Troposphäre, die sich wiederum auf den Strahlungshaushalt der Erde sowie die Oxidationskapazität der Troposphäre auswirkt. Darüber hinaus werden bei der photochemischen Umwandlung von NO_x, VOC und SO₂ Säuren gebildet, die Pflanzen schädigen und zu einer Versauerung der Böden führen. Dabei können Schwermetalle freigesetzt werden, die nach ihrer Aufnahme über die Wurzel

auf die Pflanze einwirken. Die Emissionen von NO_x durch Automobile und andere anthropogene Effekte führt zu einem verstärkten Eintrag von Stickstoff (durch trockene und nasse Deposition) in die naturnahen Ökosysteme, der regional unterschiedlich ausgeprägt ist und vielfach Werte von 30 kg Stickstoff pro Hektar überschreitet. Durch diese Eutrophierung wird die Stabilität der naturnahen Ökosysteme beeinträchtigt.

- Im Bereich der Tropopause erhöhen die luftfahrtbedingten Wasserdampf(H₂O)-Emissionen den Treibhauseffekt. Die H₂O-Emissionen führen zudem zu einer verstärkten Bildung von hohen Eiswolken (Kondensstreifen), die ebenfalls klimarelevant sind.
- Die luftfahrtbedingten NO_x-Emissionen führen im Bereich der Tropopause zu einer Zunahme des Ozongehaltes und damit zu einer Verstärkung des anthropogenen Treibhauseffektes. Die luftfahrtbedingten NO_x- und SO₂- Emissionen werden sich auch auf die Ozonverteilung oberhalb der Tropopause auswirken, quantitative Aussagen können derzeit allerdings noch nicht gemacht werden.

Die Abb. 1.2-2 vergleicht die verkehrsbedingten Emissionen von klima- und ozonrelevanten Substanzen in Deutschland mit den Emissionen anderer Verursacher, jeweils für die Jahre 1970, 1980 und 1990. Dabei fällt auf, daß

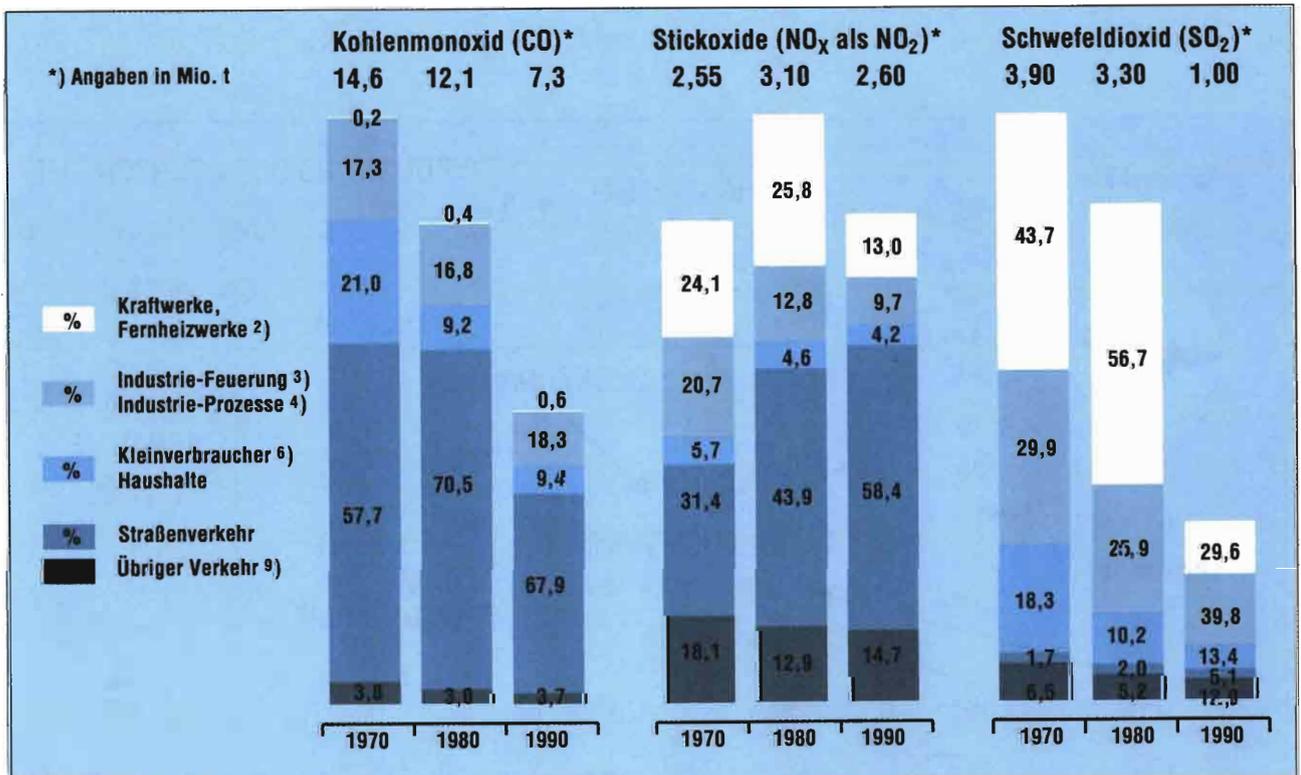


Abb. 1.2-2: Klima- und ozonrelevante Spurenstoffe aufgliedert nach Art der Emissionen und Emittentengruppen (BMV/DIW, 1993), alle sektoralen Angaben sind in Prozent bezogen auf die jeweilige Gesamtemission

1) Ohne natürliche Quellen. 2) Bei Industriekraftwerken nur Stromerzeugung. 3) Übriger Umwandlungsbereich. Verarbeitendes Gewerbe und übriger Bergbau, Industriekraftwerke nur Wärmeerzeugung. 4) Ohne energiebedingte Emissionen. 5) Einschließlich energiebedingte Emissionen. 6) Einschließlich militärischer Dienststellen. 7) Nur Abgasemissionen. 8) Einschließlich Verteilung und Verdunstung von Ottokraftstoff.

- der Verkehr der jeweils größte Einzelemittent bei den Emissionen von CO, NO_x und VOC ist und darüber hinaus wesentlich zur Emission von CO₂ beiträgt sowie
- die verkehrsbedingten Emissionen von CO₂ und NO_x überproportionale Steigerungsraten aufweisen, während die Beiträge der anderen Emittentengruppen eher zurückgehen.

Emissionen der verschiedenen Verkehrsträger

Der wesentliche Anteil der Emissionen des Verkehrsbereichs wird durch den Straßenverkehr verursacht (Abb. 1.2-2). Die Emissionen im Straßenverkehr sind während der vergangenen Jahrzehnte trotz technischer Verbesserungen wie z. B. der Einführung des Drei-Wege-Katalysators von wenigen Ausnahmen abgesehen gestiegen. Dieser Zuwachs ist hauptsächlich durch die Zunahme der Fahr- und Transportleistung bedingt. Die Abbildung 1.2-3 gibt die prozentualen Steigerungsraten der Emissionen durch den Straßenverkehr innerhalb des Zeitraums 1970 bis 1990 an und zeigt dazu die Entwicklung der Verkehrsleistungen im Straßenverkehr. Es fällt auf, daß sich die Emissionen von CO₂ und NO_x innerhalb des angegebenen Zeitraums etwa verdoppelt haben, während die SO₂- und CO-Emissionen - nach positiven Steigerungsraten in den ersten 15 Jahren - im Jahr 1990 in

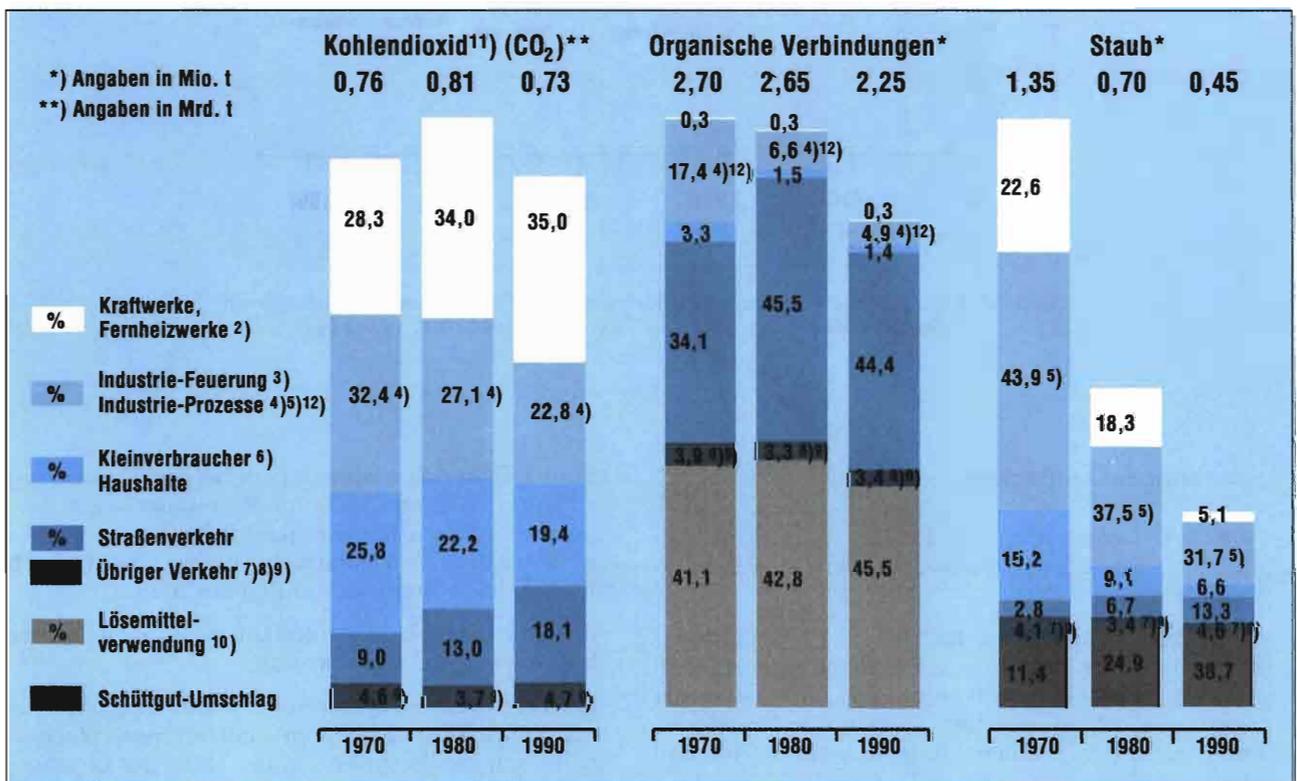
etwa den Wert von 1966 bzw. sogar einen niedrigeren Wert (im Fall von CO) erreicht haben.

Eine genaue Aufschlüsselung der Emissionen des Verkehrsbereichs nach ausgewählten Verkehrsträgern enthält Tab. 1.2-2. Die Werte gelten für das Jahr 1988. Der individuelle motorisierte Personenverkehr ist für 66 % der CO₂-, 61 % der NO_x-, 51 % der SO₂-, 89 % der VOC- und 95 % der CO-Emissionen im Verkehrsbereich verantwortlich. Darüber hinaus trägt der LKW-Verkehr wesentlich zu den Gesamtemissionen bei. Er verursacht 19 % der CO₂-, 29 % der NO_x-, 28 % der SO₂-, 9 % der VOC- u 4 % der CO-Emissionen. Die restlichen Anteile an den gesamten verkehrsbedingten CO₂-Emissionen teilen sich Luftverkehr (8 %), ÖPNV (3 %), Bahn (3 %) sowie Binnenschifffahrt (1 %) ¹⁾.

Tab. 1.2-2 enthält ebenfalls die prozentualen Anteile des Verkehrsbereiches an den Gesamtemissionen in Deutschland. Für die beiden wichtigsten klima- und ozonrelevanten Spurenstoffe, CO₂ und NO_x, betrug im Jahr 1988 der Verkehrsanteil 21 % bzw. 62 % und speziell der Straßenverkehrsanteil 18 % bzw. 56 %, mit steigender Tendenz. ²⁾

¹⁾ Innerhalb der EU teilen sich die CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich wie folgt auf: Straßenverkehr 80 %, Luftverkehr 11 %, Schienenverkehr 4 %, Binnenschifffahrt 1 %, sonstiger Verkehr 4 % (EG-Kommission, 1992a).

²⁾ Der Anteil der CO₂-Emissionen durch den Straßenverkehr an den gesamten anthropogenen CO₂-Emissionen durch Ver-



⁹⁾ Land-, Forst- und Bauwirtschaft, Militär-, Schienen- und Luftverkehr, Binnen- und Küstenschifffahrt, Hochseebunkerungen. Als Emissionen des Verkehrsbereiches gelten hier diejenigen, die im bzw. über dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erfolgt sind (Territorialprinzip). ¹⁰⁾ In Industrie, Gewerbe und Haushalten. ¹¹⁾ Aus Energieverbrauch und Industrieprozessen mit Klimarelevanz. ¹²⁾ Einschließlich Gewerbe.

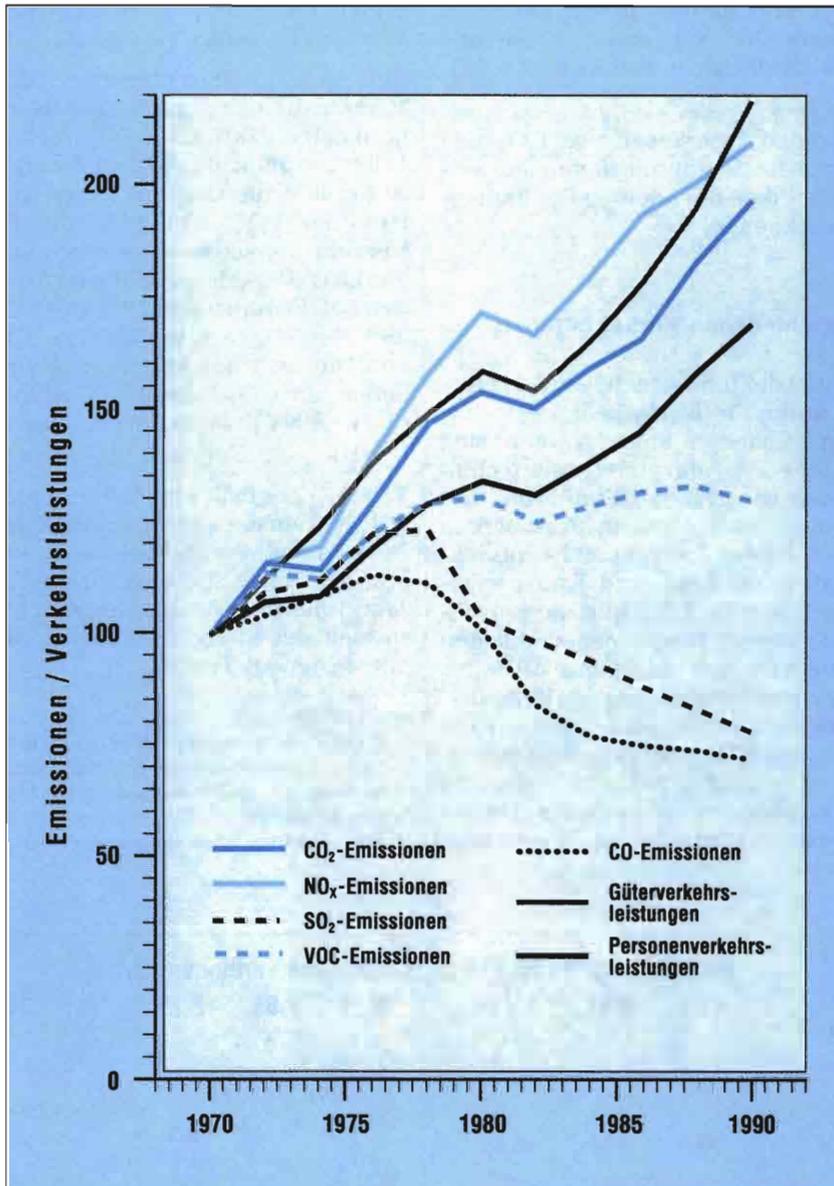


Abb. 1.2-3: Prozentuale Änderung der direkten Emissionen und der Verkehrsleistungen im Straßenverkehr gegenüber dem Referenzjahr 1970 (BMV/DIW, 1993)

Sonderaspekt Luftverkehr

Aus zwei Gründen nimmt der Luftverkehr im Vergleich zu den übrigen Verkehrsträgern eine Sonderstellung ein.

I. Ein direkter Vergleich der Emissionen des Luftverkehrs mit denen der übrigen Verkehrsträger ist nicht möglich, da es beim Luftverkehr von entscheidender Bedeutung ist, in welchen Höhen die Emissionen erfolgen. Die eigentliche Relevanz für Klima und

brennung fossiler Brennstoffe betrug Mitte der 80er Jahre in Deutschland 15%, innerhalb der EU 18%, innerhalb der OECD 21% und weltweit 14%. Der Anteil der NO_x-Emissionen durch den Straßenverkehr an der NO_x-Gesamtemissionen betrug Mitte der 80er Jahre in Deutschland 49%, innerhalb der EG 54% und innerhalb der OECD 47% (BMV/DIW, 1993; EG-Kommission, 1992a; WRI, 1990)

Ozongehalt der Atmosphäre liegt bei den Emissionen von H₂O, NO_x und SO₂ im Reiseflughöhe. Der Luftverkehr findet überwiegend in einem Höhenbereich von 8 bis 12 km Höhe statt. Dieser Höhenbereich zeichnet sich besonders dadurch aus, daß

- die natürlichen Hintergrundkonzentrationen dieser Spurenstoffe sehr gering sind,
- die Verweilzeiten dieser Spurenstoffe im Höhenbereich des Reiseflughöhe mit einigen Wochen mehrfach größer sind als in der Nähe der Erdoberfläche und mit Eintritt in die stabil geschichtete Stratosphäre sprunghaft auf über ein halbes Jahr ansteigen,
- hier die niedrigsten Temperaturen der gesamten unteren Atmosphäre gemessen werden und somit ein Einbringen von zusätzlichen wärmestrahlungs-

**Emissionen ausgewählter Emittentengruppen in den alten Bundesländern
der Bundesrepublik Deutschland für 1988 (IFEU, 1992)**

Einheiten kt (%)	CO ₂	NO _x	SO ₂	VOC	CO	Verkehrs- leistung Mrd. Pkm	Anteil an Gesamt Pkm %	Verkehrs- leistung Mrd. tkm	Anteil an Gesamt tkm %
PKW/Kombi/Zweirad .	100 109 (66)	1 091 (61)	71 (51)	1 112 (89)	6 207 (95)	557	75		
PKW	28 400 (19)	509 (29)	38 (28)	109 (9)	273 (4)			151	56
Bus/Straßen-, U-Bahn	3 925 (3)	51 (3)	6	9	14	78	11		
Eisenbahn	5 400 (3)	39 (2)	10 (7)	5	7	–			
davon Personen	3 090	22	6	3	4	42	6		
davon Güter	2 310	17	4	2	3			61	23
Flugzeuge	12 410 (8)	55 (3)	10 (7)	8	18	–			
davon Personen	9 000	40	7	6	14	57	8		
davon Güter	3 410	15	3	2	4			2	1
Binnenschiffe	1 800	32 (1)	3 (2)	6	8			53	20
Summe aller verkehrli- chen Emissionen	152 044	1 777	138	1 249	6 527				
Proz. Anteil der verkehrli- chen Emissionen an den Gesamtemissio- nen ¹⁾	21	62	11	48	75				

¹⁾ Angaben nach IFEU, 1992 u. BMV/DIW, 1992

Erläuterungen zur Tabelle 1.2-2:

Die aufgeführten Emissionen beinhalten sowohl die direkten Emissionen (Abgas- und Verdunstungsemissionen) als auch die anteilig in Kraftwerken und Raffinerien bei der Bereitstellung des Endenergieträgers entstehenden indirekten Emissionen. In Klammern ist jeweils der Anteil an der Summe aller Emissionen aus dem Verkehrsbereich in % angegeben. Die beiden rechten Spalten geben die Verkehrsleistung in Mrd. Pkm bzw. Mrd. tkm sowie den prozentualen Anteil an der Gesamtverkehrsleistung im Personen- bzw. Güterverkehr an.

Die Emissionen der verschiedenen Verkehrsträger sind – mit Ausnahme des Luftverkehrs – nach dem „Territorialprinzip“ dem Land zugeordnet, auf dessen Gebiet die Verkehrsleistung stattfindet. Die Werte für den Luftverkehr sind berechnet für den abfliegenden Verkehr des Inlands- und Auslandsflugverkehrs (bis zur ersten Auslandszwischenlandung).

absorbierenden Gasen einen deutlich stärkeren Treibhauseffekt bewirkt als vergleichbare Emissionen in der Nähe der Erdoberfläche (Graßl, 1990). Weitere Ausführungen dazu siehe Kap. 3.1.1 (Sonderaspekt Luftverkehr)

II. Da der Luftverkehr – insbesondere in Europa – in hohem Maße grenzüberschreitend ist, ist die Zuordnung der luftfahrtbedingten Emissionen zum Emissionsbudget eines Landes problematisch. Eine Zuordnung kann nach den folgenden Kriterien vorgenommen werden:

– nach dem Territorialprinzip:

Dieses berücksichtigt den gesamten, mit den inländischen Flughäfen in Verbindung stehenden grenzüberschreitenden Luftverkehr, und zwar jeweils die über dem Landesgebiet geflogenen Teilabschnitte. Bei dieser Zuordnung werden die Emissionen bei grenzüberschreitenden Überflügen ohne Zwi-

schenlandung sowie Flugstrecken über den Ozeanen nicht berücksichtigt.

– nach der Energiebilanz:

Danach wird der grenzüberschreitende Luftverkehr eines Landes in vollem Umfang, d. h. alle in diesem Land startenden Maschinen bis zur ersten Auslandszwischenlandung berücksichtigt.

– nach dem Nationalitätenprinzip:

Dieses berücksichtigt die Luftverkehrsleistung aller Luftverkehrsteilnehmer eines Staates, unabhängig ob im In- oder Ausland bzw. bei Hin- oder Rückflug.

Je nach Wahl der Zuordnung hatte der Personenluftverkehr an den CO₂-Emissionen der Bundesrepublik Deutschland 1988 einen Anteil von 2,7 % (Territorialprinzip), von 7,8 % (Energiebilanz) bzw. von 13,3 % (Nationalitätenprinzip) (IFEU, 1992).

2 Verkehrsentwicklung

2.1 Ursachen und Hintergründe der Verkehrsentstehung

In der modernen arbeits- und funktionsteiligen Gesellschaft erfüllt Verkehr elementare Funktionen und ist somit Voraussetzung für eine Vielzahl von Lebens- und Wirtschaftsvorgängen. Verkehr ist insofern zunächst einmal nützlich. Erst dann, wenn die Verkehrsvorgänge massenhaft auftreten und „Verkehrsinteressen“ zunehmend mit anderen Interessen kollidieren, zeigen sich aber auch die Nachteile des verkehrsorientierten Lebens und Wirtschaftens. Ein „Zuviel an Verkehr“ hängt mit Gesellschafts- und Wirtschaftsstrukturen zusammen, die erst im Laufe der Zeit entstanden sind, aber auch mit der freien Verfügbarkeit von relativ unbegrenzten Transportmöglichkeiten. Dementsprechend sind diese Strukturen nicht ad hoc veränderbar; tiefgreifende Eingriffe können nur schrittweise erfolgen.

Die heutige verkehrsorientierte Lebensweise ist ohne moderne Technik und relativ moderate Kosten dieser Technik nicht vorstellbar. Ursache hierfür war aber auch eine zuweilen unkritische Betrachtung der jeweiligen Folgen und Zusammenhänge. Viele kleine Entscheidungen sowie mangelndes Problembewußtsein – so z. B. der schrittweise Ausbau der individuellen und teilweise auch der öffentlichen Verkehrssysteme – haben in der Summe dazu geführt, daß die verkehrsfördernde Entwicklung der Vergangenheit für manche nunmehr nahezu irreversibel erscheint.

Grundprinzipien der Funktions- und Arbeitsteilung

Grundlage für den privaten Lebensbereich und die Wirtschaft sind die Arbeitsvorgänge und Verrichtungen des täglichen Lebens, die in besonderem Maß mit Ortsveränderungen von Personen und Gütern verbunden sind. Den räumlichen Rahmen hierfür bilden unsere Siedlungen – vom Dorf über die Klein- und Mittelstadt bis zur Metropole oder der Megaballung (einschließlich gewerbliche und industrielle Standorte). In diesen Siedlungen war bis ins vorige Jahrhundert das dichte Beieinanderliegen der vielfältigen Nutzungen das herausragende Charakteristikum. Der Verkehrsaufwand war daher gering; die technischen Möglichkeiten des Verkehrs waren aber auch begrenzt. Waren- und Dienstleistungsaustausch waren überwiegend regional orientiert. Dem entsprach die Planung der Siedlungen mit der regionalen Versorgungsstruktur. Diese Prinzipien für die Gestaltung der räumlichen Struktur der Siedlungen wurden in diesem Jahrhundert – nicht zuletzt aufgrund der neuen Möglichkeiten der Verkehrstechnik – aufgegeben. Die direkte Zuordnung von Nutzungen und Arbeitsvorgängen sowie generell die Beachtung des Prinzips der räumlichen Nähe hat heute nur noch einen geringen Stellenwert.

Grundprinzip wurde die Trennung der Grundfunktionen des menschlichen Daseins (Wohnen, Arbeiten, Erholen) gemäß der Empfehlung der Charta v. Athen. Als Flucht vor den Belastungen früherer städtischer Ballungsräume mit ihren industriellen Immissionen und sonstigen Problemen war dieses neue Prinzip verständlich. Heute sind durch diese Trennung die Distanzen so stark gewachsen, daß nur noch wenige Ziele zu Fuß erreichbar sind. Parallel zu dieser Entwicklung vollzog sich eine Konzentration von Produktions-, Verwaltungs-, Dienstleistungs- und Bildungseinrichtungen, wodurch sich ebenfalls größere Entfernungen ergeben. Von den Arbeitnehmern wird bei der Arbeitsplatzsuche eine höhere räumliche Flexibilität mit entsprechender Verlängerung der Berufswege verlangt. Umgekehrt bestehen für spezialisierte Ausbildungs- und Berufswünsche im unmittelbaren Wohnumfeld keine entsprechende Möglichkeiten.

Übertragen auf die Wirtschaft führen Funktionstrennungen – insbesondere Spezialisierung und Rationalisierung bei der Produktion – zu räumlicher Arbeitsteilung. Die nicht mehr nur lokale, sondern regionale Verfügbarkeit von Arbeitskräften bzw. das bestehende Arbeitskostengefälle unterstützen diese Entwicklung. Der Verkehr übernimmt dabei eine wichtige Verbindungsfunktion zwischen den verschiedenen Produktionsstufen und Wirtschaftsprozessen. Immer weitere Spezialisierungen verursachen weitere Zwischentransporte. Durch solche Rationalisierungsprozesse werden einerseits interne Kosten zu lasten eines höheren Wegeaufwandes (externe Kosten) eingespart; andererseits ergeben sich aber auch ganz erhebliche wirtschaftliche Vorteile (z. B. auch kostengünstigere Angebote für die Verbraucher), die für eine effiziente Volkswirtschaft von eminenter Bedeutung sind aber auch weiteren Verkehr erzeugen. Die Ausnutzung von Größenvorteilen durch Konzentration zentralisierter und spezialisierter Einrichtungen, z. B. Verwaltungseinrichtungen, Produktionsstätten, Einkaufs- bzw. Dienstleistungszentren, Großkliniken oder Schulzentren, bietet erhebliche (Kosten-)Vorteile, wenn Transporterfordernisse aber auch Transportkosten kaum eine ernstzunehmende Hürde darstellen.

Ausweitung der Flächenerfordernisse

Historische Städte sind sehr dicht bebaut, so daß neuer Nutzraum nicht beliebig bereitgestellt werden kann. Hier können zudem die Folgen des individuellen motorisierten Verkehrs mit den Flächenansprüchen anderer Nutzungen sowie mit dem gewachsenen Umweltbewußtsein der Stadtbewohner kollidieren. Die Enge der historischen Städte war keineswegs immer gewollt, sondern durch die mangelhaften verkehrsmäßigen Gegebenheiten im Umland bedingt. Heute dagegen müssen Wohnflächen- und Wohnqua-

litätsansprüche der Bevölkerung nicht nur innerhalb der angestammten Siedlungsgebiete befriedigt werden. Ansiedlungen in dezentralen Bereichen stellen eine Ausweichmöglichkeit dar, wobei das Bodenpreisgefüge in den Städten diese Entwicklung begünstigt. Die zwangsläufig größeren Distanzen in dünn besiedelten Gebieten können besser mit privaten Kraftfahrzeugen als mit dem ÖPNV überbrückt werden.

Umstrukturierungs- und Rationalisierungsprozesse bei Industrie, Gewerbe und Handel sind ebenfalls mit höheren Flächenansprüchen verbunden, die am leichtesten außerhalb geschlossener Siedlungsgebiete – eben in dezentraler Lage – befriedigt werden können. Hieraus folgen in der Regel längere Anfahrtswege für Beschäftigte und Kunden. Für den Güterverkehr selbst ergibt sich bei dieser Art der Flächenutzung u. U. weniger Verkehrsaufwand, jedoch zwangsläufig eine zunehmende Affinität zum Straßengüterverkehr.

Gewohnheiten und Ansprüche, Produktionsstrukturen

Strukturen der Wirtschaft – unter intensiver Nutzung der Möglichkeiten von Transport und Logistik – entwickeln sich entsprechend der Kaufkraft, den Ansprüchen und den Konsumgewohnheiten der Menschen. Umgekehrt werden die Bedürfnisse der Menschen durch die gegebenen Strukturen der Wirtschaft beeinflusst. Beides hat sich parallel durch ein bestimmtes „Verkehrs-Angebotsgefüge“ und über längere Zeiträume herausgebildet. In der Wirtschaft ist die Nutzung von Lohnkostendifferenzen und anderen kostensenkenden Standortvorteilen in herausragender Weise durch räumliche Verteilung der Produktionsstätten möglich. Außerdem kann mittels neuer Logistik die Lagerhaltung teilweise durch Zulieferung unmittelbar zum Verarbeitungszeitpunkt (Just-in-time) ersetzt werden. Die Lagerfunktionen werden also gewissermaßen auf die Straße oder Schiene verlegt und sind somit entbehrlich. Dies ist betriebswirtschaftlich rentabel, da zeitgerechter Transport die Transportkosten nur moderat erhöht. Die stärkere Verteilung im Raum führt dort zu mehr Güterverkehr durch den Transport von Rohstoffen, Energie, Vorprodukten, Halbfertigwaren und Endprodukten. Komplementär zu den Warenströmen entstehen weitere Personenverkehre: Berufsverkehre, geschäftlich bedingte Reisen zur Kundenakquisition, Versorgungsverkehre usw.

Unter den gegebenen Randbedingungen – z. B. bei sehr niedrigen Kosten für Umweltgüter und Ressourcen – trug diese Wirtschaftsentwicklung zu steigenden Einkommen bei. Parallel hierzu stiegen die Ansprüche auf ein höheres Niveau. Dies betraf neben Breite und Qualität der Versorgung auch die allgemein akzeptierten Kosten. Zunehmender Wohlstand versetzte die Bevölkerung in die Lage, Verkehrsangebote wie den eigenen Pkw, Einkaufsfahrten in die weitere Umgebung, Ausflugsfahrten, vermehrte Kurzurlaube oder Fernreisen wahrzunehmen. Ferner verursachte zunehmender Wohlstand auch Nachfrage nach mehr Gütern und hochwertigeren Produkten aus

aller Welt zu jeder Zeit und an jedem Ort. Das Konsumverhalten änderte sich.

Durch die Zunahme der Freizeit und mehr Wohlstand können sowohl vermehrt Freizeitaktivitäten als auch spezielle Freizeitangebote wahrgenommen werden, die mit höherem Verkehrsaufwand verbunden sind. Mit der Steigerung der Freizeitaktivitäten ist eine Verschiebung der Präferenzen einhergegangen. Beispiele hierfür sind der zunehmende Kulturtourismus und die Fitnesswelle (Krämer-Badoni, 1993). Freizeitverkehr kann aber auch noch aus weiteren Gründen entstehen. Zum einen kann es zu „Fluchtverkehr“ kommen, um einem negativen Wohnumfeld zumindest zeitweise zu entgehen. Zum anderen wird besonders die automobilen Fortbewegung von vielen Personen benutzt, um ein besonderes Lebensgefühl oder einen Status zu demonstrieren bzw. das Selbstwertgefühl zu stärken.

Für Politikbereiche und Institutionen, die sich mit Verkehrs- und Infrastrukturangebot befassen, werfen die Mobilitätsstrukturen der Wirtschaft und Gesellschaft sowie das verkehrsentensive Freizeitverhalten die Frage auf, ob die kostspielige Infrastruktur auf extreme Bedürfnisse ausgelegt sein muß. Schon lange wird z. B. die Frage gestellt, ob man für sechs bis zehn Ferienreise-Wochenenden pro Jahr Autobahnen bauen soll oder ob eine zeitweilige Überlastungen an wenigen Tagen im Jahr in Kauf genommen werden kann. Entsprechend ist aber auch die Frage zu stellen, ob das ÖPNV-Angebot auf die Nachfragespitzen ausgelegt sein soll. Ist beispielsweise das Freizeitvergnügen als Nutzen einzuordnen, der am Ende über die Verschlechterung der allgemeinen Lebensqualität hinwegtröstet? Diese und ähnliche Fragen können an dieser Stelle keineswegs abschließend beantwortet werden; ihre Diskussion steht aber an, wenn Vorsorge- und Lebensqualitäts-Ziele von der Politik ernsthaft verfolgt werden sollen.

Wirtschaftspolitische Zielvorstellungen

Die bisherigen wirtschaftspolitischen Konzepte gehen von einer Wirtschaftsordnung aus, die auf Wachstum und weltwirtschaftliche Austausch bei der Annahme relativ unbegrenzter Ressourcenverfügbarkeit ausgerichtet ist. Unter diesen Randbedingungen wurde eine Vergleichbarkeit der Lebensbedingungen in den Regionen angestrebt; dies führte sowohl in der Bundesrepublik Deutschland, als auch darüber hinaus in der Europäischen Union zu folgenden Teilzielen der Regionalpolitik:

- Stabilisierung der Regionen durch gleichmäßigere Versorgung, d. h. Verteilung von Industrie, Handel, Arbeitsplätzen und Bevölkerung,
- Erhöhung der Arbeitsteilung zwecks Nutzung von Produktivitätssteigerungseffekten, Qualifizierung der Arbeitskräfte und Ausweitung des Güterangebotes sowie Steigerung der Produktqualitäten durch Spezialisierung im Produktionsprozeß,
- Verbesserung der großflächigen Versorgung mit Produktions- und Konsumgütern

Die oben beschriebenen Determinanten in Verbindung mit dem Erfordernis größerer Einzugsgebiete für leistungsfähige, spezialisierte und zentralisierte Einrichtungen aller Sektoren (Industrie, Wirtschaft, Bildung, Kultur, Soziales, Gesundheit) förderten mit mehr oder weniger starkem Einfluß den Anstieg der Transportmengen und Transportweiten insbesondere auch im Straßenverkehr. Diese Prozesse, die das Verkehrswachstum stützen, sind noch keineswegs abgeschlossen. Hinzu kommt in Mitteleuropa die weitere Integration der EU. Sie beseitigt nicht nur die Grenzwiderstände und fördert den Personen- und Güterverkehr über größere Distanzen, sondern soll auch die abgelegeneren Gebiete Europas in die arbeitsteiligen Produktionsprozesse und den Waren- und Dienstleistungsaustausch einbeziehen. Dies gilt letztlich auch für die Ost-West-Öffnung, deren Auswirkungen auf das Verkehrswachstum gesondert dargestellt werden (vgl. Kap. 2.3.2.2).

Entwicklungstendenzen in der Wirtschaft

Mit der Schwerpunktverlagerung der industriellen Struktur von der Grundstoffindustrie zur Produktion hochwertiger Güter gehen einschneidende Änderungen im Transportaufkommen einher – der sogenannte Güterstruktureffekt, d. h. die Transportmengen verarbeiteter Güter (Kaufmannsgut) steigen im Verhältnis zu den Grundstoffen (Massengut) erheblich an. Hierdurch verringern sich die Transportgewichte und Mengen je Sendung. Da diese Güter häufig noch dispers verteilt werden müssen, führt dies zu mehr Verkehr und insbesondere zu einer verstärkten Affinität zum Straßenverkehr.

Noch vor wenigen Jahrzehnten war Transport ein einschränkender Standortfaktor, der z. B. die Stahlindustrie auf die Standorte mit Kohle-/Erzvorkommen begrenzte. Infolge der Senkung der Hemmschwelle Entfernung durch Ausbau der Verkehrsinfrastruktur und damit der Senkung spezifischer, entfernungsbezogener Transportkosten hat der Standortfaktor Transport an Bedeutung verloren. Andere Faktoren, wie z. B. das Vorhandensein qualifizierter Arbeitskräfte, die Nutzung von Lohnkostendifferenzen, das Angebot geeigneter Grundstücke mit Erweiterungsmöglichkeiten, ausreichende Energieversorgung und die Möglichkeit zur Beseitigung von Abfällen aller Art bestimmen in zunehmendem Maße die Standortentscheidung.

Speziell die Prinzipien der arbeitsteiligen Wirtschaft mit ihrer Spezialisierung und Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Verringerung der Stückkosten bilden im Güterverkehr die wesentlichen Bestimmungsgrößen für die Verkehrserzeugung; denn diese arbeitsteiligen Prozesse ermöglichen der gegenwärtigen „fordistischen“ Wirtschaft (Rationalisierung der Fertigungskosten durch Massenproduktion) die folgenden Vorteile:

- eine effizientere Produktion (höhere Produktqualitäten, niedrigere Kosten je Produktionseinheit als Folge von Produktivitätssteigerungen),
- eine weitere Mechanisierung und Automatisierung der arbeitsteilig spezialisierten Produktionsprozesse,

- ein ausgeweitetes Angebot an Produkten,
- die aktive Teilnahme am internationalen Außenhandel durch Austausch von Gütern und Dienstleistungen, und damit
- die Bildung von neuen Märkten, auf welchen die steigenden Überschußproduktionen angeboten und im Qualitäts- und Kostenvergleich nachgefragt werden.

Es liegt auf der Hand, daß die beschriebenen, in den zurückliegenden Jahrzehnten geschaffenen Strukturen auf eine umfangreiche Verkehrsinfrastruktur angewiesen sind. Um den Anforderungen von Produktion und Distribution zu genügen, wird ein bestimmtes Verkehrsleistungsangebot erwartet. Darüber hinaus hat sich der Verkehr aber auch zu einem Instrument entwickelt, das wirtschaftliche Entwicklungen erst anstößt und auf bestimmte Ziele lenkt. Damit induziert das vorgegebene Verkehrsangebot die Nachfrage und Standortgründungen sowie Standortverdichtungen werden ermöglicht und gefördert.

Räumliche Ausdehnung der Regionen (urbane Lebensräume)

Eine der wesentlichen Ursachen der enormen Steigerung des innerregionalen Verkehrs ist die Ausbreitung einer Regionalbevölkerung über eine immer größere Fläche, d. h. die Zersiedlung der Regionen um die großen Städte. Bedingt durch die Bauleitplanung der Kommunen leben immer mehr Menschen in immer weitläufigeren, dispersen Strukturen, die auf das Zentrale-Orte-Konzept kaum noch Rücksicht nehmen. Die Verkehrsmöglichkeiten haben bei diesen Prozessen eine erhebliche Rolle gespielt, wobei keine eindeutigen Ursache-Wirkung-Zusammenhänge auszumachen sind. Grundlegend sind sicherlich die von den planerischen und individuellen Entscheidungsprinzipien der Funktionstrennung ausgehenden Effekte. Umgekehrt wird aber auch Verkehr erst durch die Bereitstellung von Verkehrsinfrastruktur induziert. Diese wirkt sich damit ansiedlungsfördernd und verkehrserzeugend aus, selbst wenn die Verkehrswege aus Entlastungsgründen gebaut wurden (Umgehungsstraßen, Stadtautobahnen etc.). Andererseits ist sowohl in neuen als auch den bestehenden Siedlungsgebieten eine gewisse Ausstattung mit Infrastruktur notwendig (vgl. Kap 3.5). Damit entsteht gewissermaßen ein Teufelskreis der Stadtflucht, wobei unter anderem die verkehrsverursachte Minderung der Lebensqualität in der Stadt ein Anlaß zur Flucht nach draußen ist (Abb. 2.1-1). Hierdurch kommt es sowohl zu Mehrverkehr im Umland als auch zu weiteren Verkehrsbelastungen in der Kernstadt.

Die neuen Siedlungsstrukturen in den dünn besiedelten Umländern sind mangels Infrastrukturangebot besonders ungeeignet für Erledigungen zu Fuß. Die fahrintensivste Lebensweise ergibt sich im Dorf, da dort nur wenige Versorgungseinrichtungen existieren. Ein Optimum an „Verkehrssparsamkeit“ scheint die gut ausgestattete Mittelstadt darzustellen. Diese Zusammenhänge können empirisch gut belegt werden (vgl. Kap 4.1): Mit abnehmender Ortsgröße steigen die allgemeinen Tagesdistanzen. Sie sind für das

Dorf beim Gesamtverkehr um 18% höher und beim Autoverkehr um 26% höher als für eine Stadt von beispielsweise 70 Tsd. Einwohnern. Sehr deutliche Tendenzen ergeben sich in gleicher Weise für den Einkauf, bei dem allerdings in den großen Städte (Nahausstattung) deutlich weniger Fahrleistung erforderlich ist. Nicht gültig sind diese Zusammenhänge für den Freizeitverkehr, der anderen Regeln unterliegt.

Ein großer Teil der Dynamik in den Prozessen der Regionalisierung der Siedlungsstrukturen kann wiederum durch die sogenannte Leichtigkeit des Verkehrs erklärt werden. Es wird deutlich, daß die Gründe für Raumveränderungen und „Verkehrsaufwendigkeit“ sehr ökonomischer Natur sind (Ewers, 1992). Traditionelle Subventionierung des Verkehrs

in Form von Daseinsvorsorge-Vorleistung (im öffentlichen Personenverkehr ebenso wie im Individualverkehr) führt dazu, daß der das Wachstum der Städte hemmende ökonomische Regelkreis des Transportaufwandes (Zeit, Kosten) tendenziell außer Kraft gesetzt wird. Die Wirtschaftssubjekte können die Vorteile großer Städte auch aus der Außenlage in Anspruch nehmen und gleichzeitig die Vorteile der Außenlage (niedrigere Grundstückspreise, Leben in der Natur) genießen. Die Folgen einer solchen Politik bringen allerdings sozial-ökonomisch wie ökologisch Nachteile mit sich. In den Innenstädten nimmt der Wohnraum ständig ab, weil er u. a. in der Konkurrenz um die Flächen den Gewerbetreibenden und Dienstleistungsanbietern unterliegt. Die Ansiedlung von Dienstleistung und Gewerbe in den Zentren der Städte ist vor allem auch deshalb so profitabel, weil die

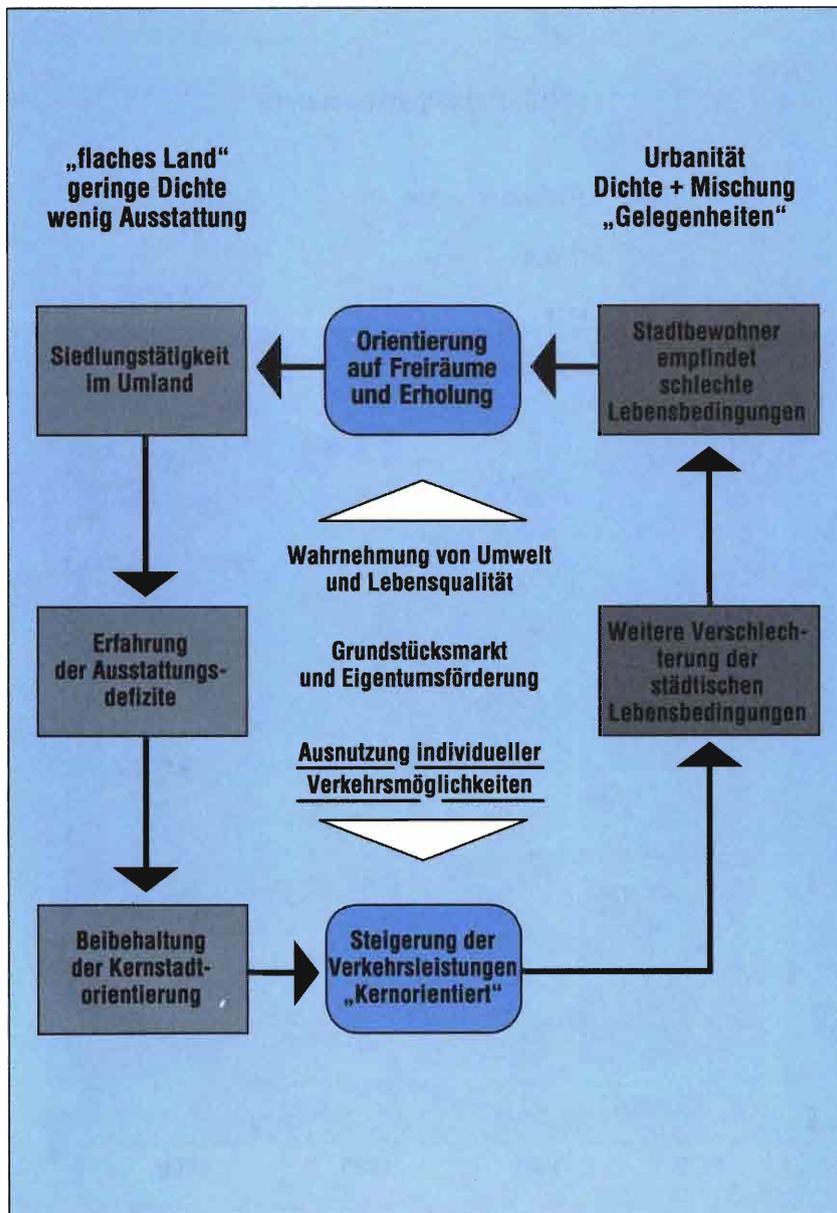


Abb. 2.1-1: Fehlentwicklung aus Stadtflicht, Verkehrsorientierung und weiterer Verschlechterung der Lebensbedingungen in der Kernstadt (Kutter, 1991)

Inanspruchnahme auch bei weiten Einpendelentfernungen (Subventionierung des Transports) attraktiv ist. Dies geht zu Lasten einer ortsnahen Versorgung. Im Außenbereich entstehen vergleichsweise teuer zu versorgende, dünnbesiedelte Schlafvorstädte, in denen die Bewohner dann auf das Auto praktisch angewiesen sind.

2.2 Verkehrsentwicklung bis heute

2.2.1 Europäische Kennziffern

Seit Beginn der fünfziger Jahre stieg die Verkehrsleistung (Tonnenkilometer bzw. Personenkilometer) kontinuierlich an. Diese Entwicklung verlief weitge-

hend parallel zum Wachstum des Bruttoinlandprodukts. Das jährliche Wirtschaftswachstum in den Staaten der Europäischen Union betrug von 1970 bis 1990 im Durchschnitt 2,6%. Im gleichen Zeitraum beliefen sich die mittleren Wachstumsraten der Verkehrsleistungen beim Personenverkehr auf 3,1% und beim Gütertransport auf 2,3% (EG-Kommission, 1992).

Die Personenverkehrsleistung in der EU hat sich in den letzten zwanzig Jahren um 85% erhöht. Dabei wurde der Fuß- und Radverkehr nicht erfaßt. Die Zunahme fand vor allem beim PKW-Verkehr statt (Abb. 2.2-1, Tab. 2.2-1 u. Tab. 2.2-3):

– Die PKW-Verkehrsleistung hat sich absolut gesehen verdoppelt. 1970 war der Pkw mit 76% der bedeutendste Verkehrsträger. Sein Anteil beträgt mittlerweile 79%.

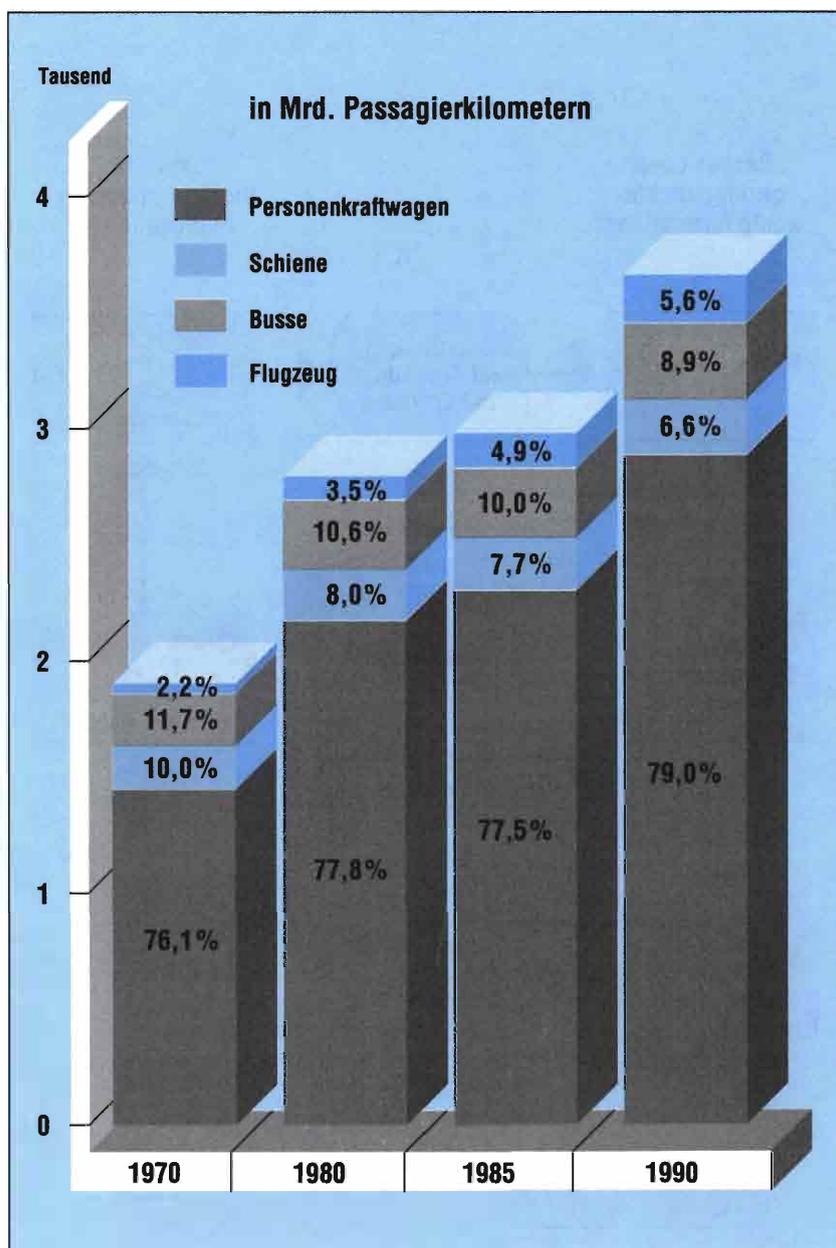


Abb. 2.2-1/Tab.2.2-1: Personenbeförderung in der EU (EG-Kommission, 1992)

Tabelle 2.2-1

**Personenbeförderung in der EU
(EG-Kommission, 1992)**

EG-Personenverkehr					
Mrd. Personenkilometer ¹⁾					
	Schiene	Bus	Pkw	Flugzeug ²⁾	Gesamt
1970	182	214 ²⁾	1390 ³⁾	41	1827
1975	200	249 ³⁾	1701 ³⁾	66	2 216
1980	209	278 ³⁾	2033 ³⁾	92	2 612
1985	218	284 ³⁾	2200 ³⁾	138	2 840
1989	231	302 ⁴⁾	2685 ⁴⁾	180	3 398
1990	231	313 ⁵⁾	2776 ⁴⁾	196	3 516
Mittlere jährliche Zuwachsraten					
	Schiene	Bus	Pkw	Flugzeug ²⁾	Gesamt
1970–1975	1,9 %	3,1 %	4,1 %	10,0 %	3,9 %
1975–1980	0,8 %	2,2 %	3,6 %	6,9 %	3,3 %
1980–1985	0,8 %	0,4 %	1,6 %	8,4 %	1,7 %
1985–1989	1,4 %	1,6 %	5,1 %	6,9 %	4,6 %
1989–1990	0,5 %	3,7 %	3,4 %	8,9 %	3,4 %
Anteil der einzelnen Verkehrsträger					
	Schiene	Bus	Pkw	Flugzeug ²⁾	
1970	10,0 %	11,7 %	76,1 %	2,2 %	
1975	9,0 %	11,2 %	76,8 %	3,0 %	
1980	8,0 %	10,6 %	77,8 %	3,5 %	
1985	7,7 %	10,0 %	77,5 %	4,9 %	
1989	6,8 %	8,9 %	79,0 %	5,3 %	
1990	6,6 %	8,9 %	79,0 %	5,6 %	

1) EUR-12 (Quelle: ECMT)

2) Schätzwerte; nur Flüge mit Start und Landung innerhalb der EG

3) ohne L, IRL

4) ohne L, IRL, GR

5) ohne B, GR, IRL, L

– Im Luftverkehr, dessen Verkehrsleistungsanteil am Gesamtverkehr gegenwärtig nur 6 % ausmacht, hat sich die Verkehrsleistung seit 1970 mehr als vervierfacht. Der Luftverkehr weist damit die größten Zuwachsraten auf.

– Der Schienenverkehr konnte zwar einen absoluten Verkehrsleistungszuwachs von 25 % verbuchen, sein relativer Anteil ging jedoch von annähernd 10 % auf 6 % des Personenverkehrsaufkommens zurück.

– Kraftomnibusse haben eine absolute Zunahme der Verkehrsleistung von über 45 % erfahren, doch ging

der relative Anteil um 3 % zurück und beträgt jetzt weniger als 9 %.

Die Verkehrsleistung im Güterverkehr ohne Seeverkehr, für den nur Aufkommenszahlen vorliegen, hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten um über 50 % erhöht, wobei ein Großteil des Anstiegs auf den Straßengüterverkehr entfällt (Abb. 2.2-2, Tab. 2.2-2):

– Der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr hat sich bei erheblichen jährlichen Wachstumsraten mehr als verdoppelt und bewältigt gegenwärtig etwa 70 % der gesamten Güterverkehrsleistung.

Tabelle 2.2-2

**Gütertransport in der EU
(EG-Kommission, 1992)**

EG-Güterverkehr					
in Mrd. Tonnenkilometern ¹⁾					
	Schiene	Straße	Binnenwasserstraßen	Rohrleitungen	Gesamt
1970	207	377 ²⁾	101	60	745
1975	177	459 ²⁾	95	69	800
1980	194	581 ³⁾	104	80	959
1985	181	634 ⁴⁾	95	61	971
1989	181	784 ⁴⁾	104	62	1 131
1990	176	797 ⁵⁾	105	63	1 141
Mittlere jährliche Zuwachsraten					
	Schiene	Straße	Binnenwasserstraßen	Rohrleitungen	Gesamt
1970–1975	-3,1 %	4,0 %	-1,2 %	1,0 %	1,3 %
1975–1980	1,8 %	4,8 %	1,8 %	1,0 %	3,7 %
1980–1985	-1,2 %	1,1 %	-1,3 %	-5,3 %	0,2 %
1985–1989	-0,1 %	6,7 %	1,7 %	0,4 %	3,9 %
1989–1990	-2,7 %	1,7 %	1,0 %	1,6 %	0,9 %
Anteil der einzelnen Verkehrsträger					
	Schiene	Straße	Binnenwasserstraßen	Rohrleitungen	
1970	27,8 %	50,6 %	13,6 %	8,0 %	
1975	22,1 %	57,4 %	11,9 %	8,6 %	
1980	20,2 %	60,6 %	10,8 %	8,4 %	
1985	18,6 %	65,3 %	9,8 %	6,3 %	
1989	16,0 %	69,3 %	9,2 %	5,5 %	
1990	15,4 %	69,9 %	9,2 %	5,5 %	

1) EUR-12 (Quelle: ECMT)

2) ohne P, IRL

3) ohne GR

4) ohne P

5) ohne P, GR, IRL

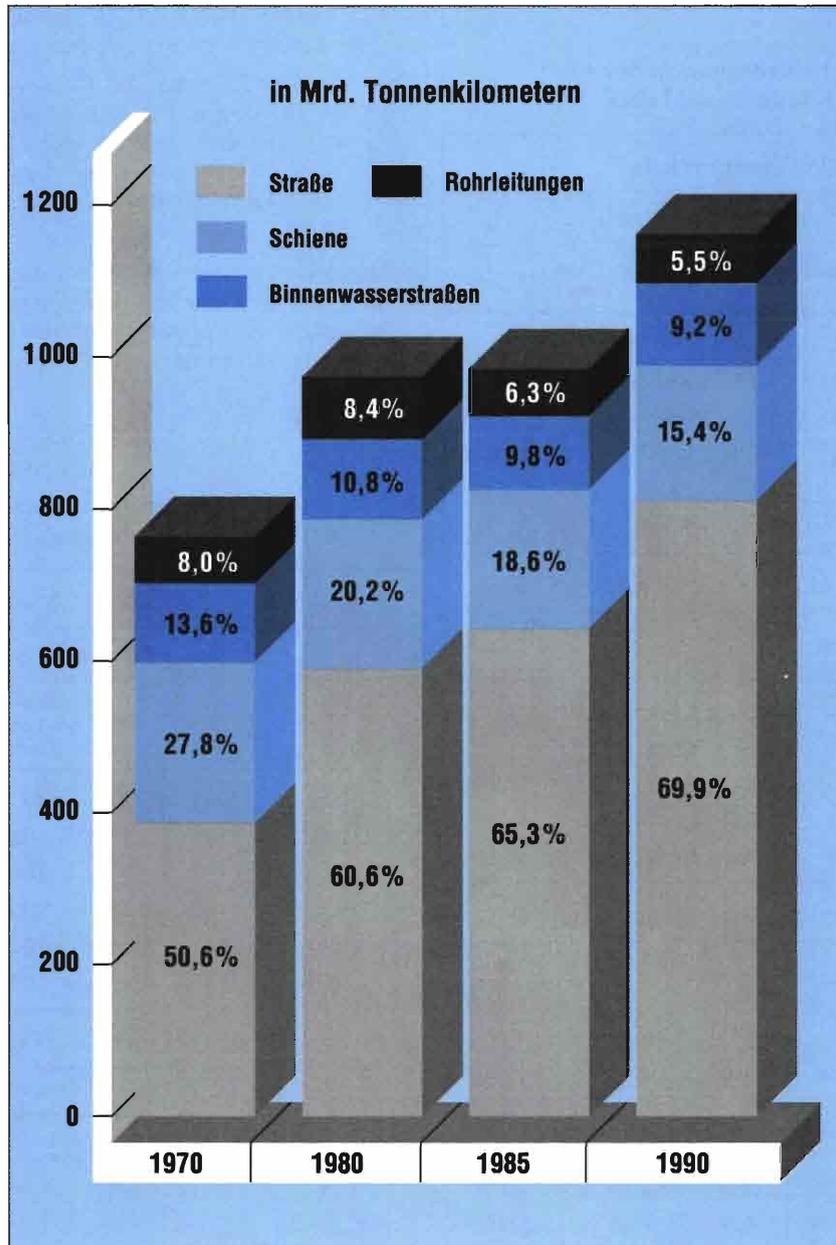


Abb. 2.2-2/Tab.2.2-2: Gütertransport in der EU (EG-Kommission, 1992)

- Beim Schienenverkehr trat eine Halbierung des Anteils an der Gesamtgüterverkehrsleistung auf nunmehr 15 % ein.
- In der Binnenschifffahrt kam es zu einer leichten Steigerung der Verkehrsleistung, doch ist der relative Anteil um ein Drittel zurückgegangen und beträgt jetzt 9 %.
- Die Beförderung durch Rohrfernleitungen ließ absolut einen leichten Anstieg erkennen, doch verringerte sich der relative Anteil auf 6 %.

Die Seeschifffahrt ist in Europa von der Tonnage her seit langem ein wichtiger Verkehrsträger, vor allem auf längeren, internationalen Strecken (grenzüberschreitenden Transport). Deren Volumen hat sich im Zeitraum von 1975 bis 1985 um etwa 35 % erhöht und blieb seitdem fast unverändert. Rund 30 % des Güter-austauschs zwischen den EU-Mitgliedsstaaten werden auf dem Seeweg abgewickelt.

Energieverbrauch im Straßenverkehr (Eurostat, 1993)

	1970	1975	1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990
3-11.1 Insgesamt	3-11.1 Total (TJ)								
EUR 12	:	:	5 935 268	6 440 669	6 772 427	7 006 340	7 466 067	7 772 638	8 031 434
Belgique/België .	132 029	163 296	206 984	214 311	237 064	245 846	267 616	275 310	269 725
Danmark	77 806	88 243	96 232	117 260	112 694	116 177	177 779	124 484	134 003
Bundesrepublik Deutschland	906 046	1 178 952	1 480 440	1 531 292	1 618 391	1 680 152	1 736 497	1 771 796	1 852 109
Ellas	:	54 662	95 865	127 972	135 522	141 833	148 887	158 020	163 404
España	:	:	436 656	494 500	516 222	540 320	662 034	705 275	740 064
France	669 031	962 101	1 156 557	1 230 355	1 291 182	1 332 950	1 412 889	1 464 480	1 514 394
Ireland	31 702	44 926	61 462	60 058	59 305	50 136	58 514	62 431	65 272
Italia	562 645	704 550	927 558	1 046 284	1 116 618	1 137 348	1 190 674	1 248 650	1 272 465
Luxembourg	5 794	11 347	17 414	21 437	22 203	24 773	26 086	30 734	36 458
Nederland	164 342	222 334	285 467	312 661	295 178	302 042	314 718	332 329	336 536
Portugal	:	:	80 624	86 221	91 908	100 425	111 062	118 301	126 689
United Kingdom	786 175	938 604	1 090 004	1 198 315	1 276 135	1 334 334	1 419 307	1 480 823	1 520 307
	(%)								
EUR 12	:	:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Belgique/België .	:	:	3,49	3,33	3,50	3,51	3,58	3,54	3,36
Danmark	:	:	1,62	1,82	1,66	1,66	1,58	1,60	1,67
Bundesrepublik Deutschland	:	:	24,94	23,78	23,90	23,98	23,26	22,80	23,06
Ellas	:	:	1,62	1,99	2,00	2,02	1,99	2,03	2,03
España	:	:	7,36	7,68	7,62	7,71	8,87	9,07	9,21
France	:	:	19,49	19,10	19,07	19,02	18,92	18,84	18,86
Ireland	:	:	1,04	0,93	0,88	0,72	0,78	0,80	0,81
Italia	:	:	15,63	16,24	16,49	16,23	15,95	16,06	15,84
Luxembourg	:	:	0,29	0,33	0,33	0,35	0,35	0,40	0,45
Nederland	:	:	4,81	4,85	4,36	4,31	4,22	4,28	4,19
Portugal	:	:	1,36	1,34	1,36	1,43	1,49	1,52	1,58
United Kingdom	:	:	18,36	18,61	18,84	19,04	19,01	19,05	18,93

2.2.2 Kennziffern des bundesdeutschen Verkehrssektors

Im motorisierten Personenverkehr der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) hat sich die Verkehrsleistung zwischen 1950 und 1990 von 88 auf 723 Mrd. Pkm mehr als verachtfacht¹⁾. In Verbindung damit ist eine Zunahme des Bestandes an Personen- und Kombikraftwagen im gleichen Zeitraum von 0,6 auf 30,7 Mio.²⁾ zu beobachten. Während der Anteil des Individualverkehrs 1950 an der gesamten motorisierten Verkehrsleistung lediglich 35 % ausmachte, betrug der entsprechende Anteil 1990 bereits 82 % (Abb. 2.2-3).

¹⁾ 1992: 878 Mrd. Pkm (alte und neue Bundesländer)

²⁾ 1994: 39,3 Mio. Pkw (alte und neue Bundesländer)

Der Zuwachs des Individualverkehrs beruht nur teilweise auf einer Verlagerung vom öffentlichen Verkehr zum Individualverkehr. Der Hauptanteil entstand durch Neuverkehr, verursacht durch die wirtschaftliche Entwicklung und die Einbeziehung der ländlichen Regionen in die Wirtschaftsprozesse sowie durch eine Lebensweise, bei der immer größere Entfernungen zurückgelegt werden.

Der hohe Anteil des motorisierten Straßenverkehrs kann folglich nicht ohne weiteres rückgängig gemacht werden. Ebensovienig kann dieser Verkehr vollständig durch motorisierte öffentliche Kollektiv-Verkehrsmittel ersetzt werden, da diese weder quantitativ wegen ihres begrenzten Aufnahmevermögens noch qualitativ wegen ihrer geringen Eignung für die Flächenbedienung diese Aufgabe übernehmen können.

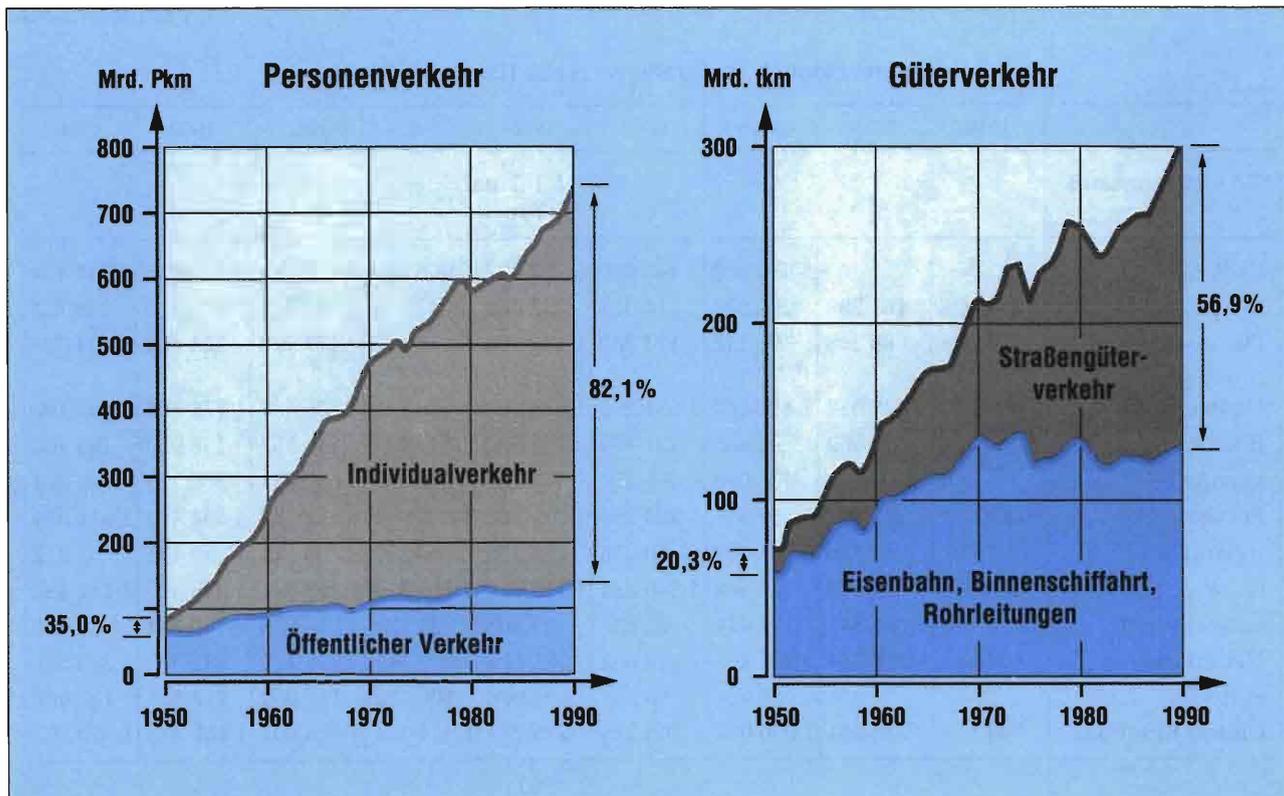


Abb. 2.2-3: Personen- und Güterverkehrsentwicklung von 1950 bis 1990 (BMV/DIW, 1993)

2.2.3 Güterverkehrsentwicklung

Im Güterverkehr fiel die Zunahme der mittleren Transportweiten weit weniger stark aus als im Personenverkehr. Die gesamte Verkehrsleistung in der Bundesrepublik (alte Bundesländer) hat sich zwischen 1950 und 1990 von 70 auf 300 Mrd. tkm mehr als vervierfacht. Dabei stieg der Straßenverkehr auf das 12fache an, wogegen sich die Eisenbahnverkehrsleistung lediglich um 42% erhöhte. Entsprechend stieg der Anteil des Straßenverkehrs an der gesamten Güterverkehrsleistung von 20 auf 57%.

Maßgebend für die Steigerung der Güterverkehrsleistungen war die Ausdehnung der Wirtschaftsräume, bzw. die Internationalisierung und Globalisierung der Wirtschaft, die fortschreitende Arbeitsteiligkeit sowie die Verringerung der Fertigungstiefe. Als ein Maß für die „Außenorientierung“ einer Wirtschaft kann das Verhältnis zwischen den Tonnagen (Güterverkehr) im grenzüberschreitenden Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr sowie dem reinen Binnenverkehr eines Landes (ohne regional gebundenen Nahverkehr) interpretiert werden. In den 50er Jahren lag dieses Verhältnis in der Bundesrepublik Deutschland etwa bei 1:3, um dann bis 1990 kontinuierlich auf fast 1:1 anzusteigen (Tab. 2.2-4). Bei den Verkehrsleistungen (tkm) hat dieses Verhältnis aufgrund der längeren Distanzen im grenzüberschreitenden Verkehr schon in den 50er Jahren etwa 1:2 betragen, heute liegt es bei fast 2:1. Noch eindrucksvoller ist der Vergleich der Steigerungsraten: Einer Steigerung von 50% im

Binnenverkehr (in 30 Jahren von 1960–1990) steht eine Steigerung von 320% im grenzüberschreitenden Verkehr gegenüber. Damit wird belegt, daß der durch internationale Wirtschaftsverflechtungen bedingte Verkehr zu einer maßgebenden Belastungsgröße (beispielsweise bezüglich der CO₂-Emissionen) wird.

Diese Internationalisierung des auf ein Land bezogenen Transports entspricht durchaus den Intentionen der Europäischen Union nach Förderung von Wirtschaftsverflechtungen in der Union und größeren wirtschaftlichen Chancen für die peripheren Regionen Europas. Doch mit der Zunahme der Verflechtungen ging eine Veränderung der Aufteilung auf die Transportsysteme einher, vor allem eine Verlagerung von der Schiene auf die Straße. Dabei sind die Anteile der Bahn im grenzüberschreitenden Verkehr sehr viel geringer als im Binnenverkehr (Tab. 2.2-5). Die Ursache liegt z. T. in der Liberalisierungspolitik der EU mit Blick auf einen gemeinsamen Binnenmarkt, die nicht von einer angemessenen Bahnstrategie begleitet ist. Grund hierfür ist die traditionelle, national ausgerichtete Bahnpolitik in den einzelnen Mitgliedstaaten.

Von der binnenländischen Gesamtverkehrsleistung des Straßengüterverkehrs (203 Mrd. tkm 1991) werden rund 23% von ausländischen Fahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland erbracht. Die Verkehrsleistungen des deutschen Transportgewerbes im Ausland dagegen lassen sich dagegen auf etwa 15 Mrd. tkm schätzen (Verhältnis etwa 3:1). Dieses Verhältnis

Tabelle 2.2-4

Entwicklung des binnen- und außenorientierten Güterverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland von 1950 bis 1990 (DIW, 1993)

Jahr	Güterverkehrsaufkommen ¹⁾							Güterverkehrsleistung ²⁾		
	Insgesamt	Grenzüber-schreitender Verkehr ³⁾		Binnenverkehr				Insgesamt	Anteil des	
						darunter: Fernverkehr			grenz-überschr. Verkehrs	Binnen-verkehrs
	Mill. t	Mill. t	%	Mill. t	%	Mill. t	%	Mrd. t km	%	%
1950	689	59	8,6	630	91,4	157	22,8	78	33	67
1955	1 228	100	8,1	1 128	91,9	231	18,8	118	36	64
1960	1 609	148	9,2	1 461	90,8	270	16,8	153	41	59
1965	2 150	180	8,4	1 970	91,6	311	14,5	201	46	54
1970	2 755	253	9,2	2 502	90,8	356	12,9	280	54	46
1975	2 697	286	10,6	2 411	89,4	314	11,6	295	57	43
1980	3 144	345	11,0	2 799	89,0	366	11,6	355	59	41
1985	2 847	361	12,7	2 486	87,3	365	12,8	361	61	39
1990 ⁴⁾	3 384	433	12,8	2 951	87,2	391	11,6	426	64	36

- 1) Ohne Seeverkehr und Rohrleitungstransport.
- 2) Verkehrsleistung im In- und Ausland.
- 3) Grenzüberschreitender Versand und Empfang sowie Transitverkehr.
- 4) Ohne neue Bundesländer.

Quellen: Verkehr in Zahlen 1991; Berechnungen des DIW.

Tabelle 2.2-5

Aufteilung des Güterverkehrsaufkommens¹⁾ auf die Verkehrsträger von 1950 bis 1990 (DIW, 1993)

Jahr	Grenzüberschreitender Verkehr ²⁾				Binnenverkehr							
	Insgesamt	Aufteilung auf Verkehrsträger			Insgesamt	Aufteilung auf Verkehrsträger			darunter: Fernverkehr			
		Binnenschiff	Bahn	Straße		Binnenschiff	Bahn	Straße	Insgesamt	Aufteilung auf Verkehrsträger		
	Mill. t	%	%	%	Mill. t	%	%	%	Mill. t	%	%	%
1950	59	54	44	2	630	6	29	65	157	17	64	19
1955	100	57	39	4	1 128	6	20	74	231	19	54	27
1960	148	54	38	8	1 461	6	16	78	270	22	48	30
1965	180	53	33	14	1 970	5	13	82	311	22	45	33
1970	253	53	30	17	2 502	4	12	84	356	20	47	33
1975	286	51	22	27	2 411	4	10	86	314	16	37	47
1980	345	45	21	34	2 799	3	10	87	356	15	39	46
1985	361	42	19	39	2 486	3	10	87	365	12	38	50
1990 ³⁾	433	38	16	46	2 951	2	8	90	391	10	33	57

- 1) Ohne Seeverkehr und Rohrleitungstransport.
- 2) Grenzüberschreitender Versand und Empfang sowie Transitverkehr.
- 3) Ohne neue Bundesländer.

Quellen: Verkehr in Zahlen 1991; Berechnungen des DIW.

von Fahrleistung deutscher Transporte im Ausland zu ausländischen Transporten auf deutschen Straßen ist aus Sicht des deutschen Transportgewerbes gerade für die Nachbarländer im Norden und Nordwesten recht ungünstig. Dort liegt das Verhältnis bei 1 : 5. Die Ausfahrten deutscher Pkw (179 000 pro Tag) und die Einfahrten ausländischer Pkw (168 000 pro Tag) halten sich dagegen in etwa die Waage. Dies beschreibt die gegensätzlichen Situationen im Güter- und Personenverkehr.

2.2.4 Personenverkehrsentwicklung

In den letzten 30 Jahren hat sich der Personenverkehr grundsätzlich verändert. Im Jahre 1960 wurden 15 Mrd. motorisierte Fahrten und etw 32 Mrd. Wege zu Fuß oder mit dem Rad unternommen. Bis zum Jahre 1990 ist die Anzahl der nichtmotorisierten Wege auf 23 Mrd. zurückgegangen. Die Anzahl der Fahrten mit dem PKW hat sich dagegen verdoppelt. Der öffentliche Verkehr konnte sein Niveau halten. Die zurückgelegten Entfernungen sind fast auf das dreifache gestiegen. Hiervon entfielen fast der gesamte Zuwachs auf den motorisierten Individualverkehr (Abb. 2.2-4). Von den Verkehrsleistungen im Jahr 1989 (730 Mrd. Pkm) machte der Freizeit- und

Urlaubsverkehr über 50 % der Personenkilometer aus (380 Mrd. Pkm) (Tab. 2.2-6).

Auswertungen zum Berufsverkehr ergeben folgendes Bild. Pendelten 1961 nur 23 % der Erwerbstätigen über Gemeindegrenzen hinweg, betrug ihr Anteil 1988 schon 39 % (Tab. 2.2-7) Die durchschnittliche Entfernung für die Pendler, die ein eigenes Kraftfahrzeug oder den öffentlichen Verkehr benutzten, erhöhte sich in diesem Zeitraum von etwa 9 km auf etwa 13,5 km. Aufgrund der zunehmenden Pendeldistanzen wuchs die tägliche Berufsverkehrsdistanz von etwa 330 auf 560 Mio. Pkm/Tag. Von 1970 bis 1988 halbierte sich darüber hinaus die Zahl der auf dem Wohngrundstück Beschäftigten (Handwerker, Gewerbetreibende, Landwirte usw.). Der Weg zu Fuß und die Fahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln wurde teilweise durch motorisierten Individualverkehr substituiert.

Weiterhin ergaben diese „Pendleruntersuchungen“, daß nur noch 60 % der Pendler aus dem Umland in die Kernstadt fahren („Zentrale-Orte-Prinzip“). Die übrigen pendeln gewissermaßen „kreuz und quer“ oder zwischen Umland-Standorten. Auch diese Tendenzen u. a. bedingt durch die Verlagerung typischer Kernstadtaktivitäten in das Umland wirken verkehrssteigernd.

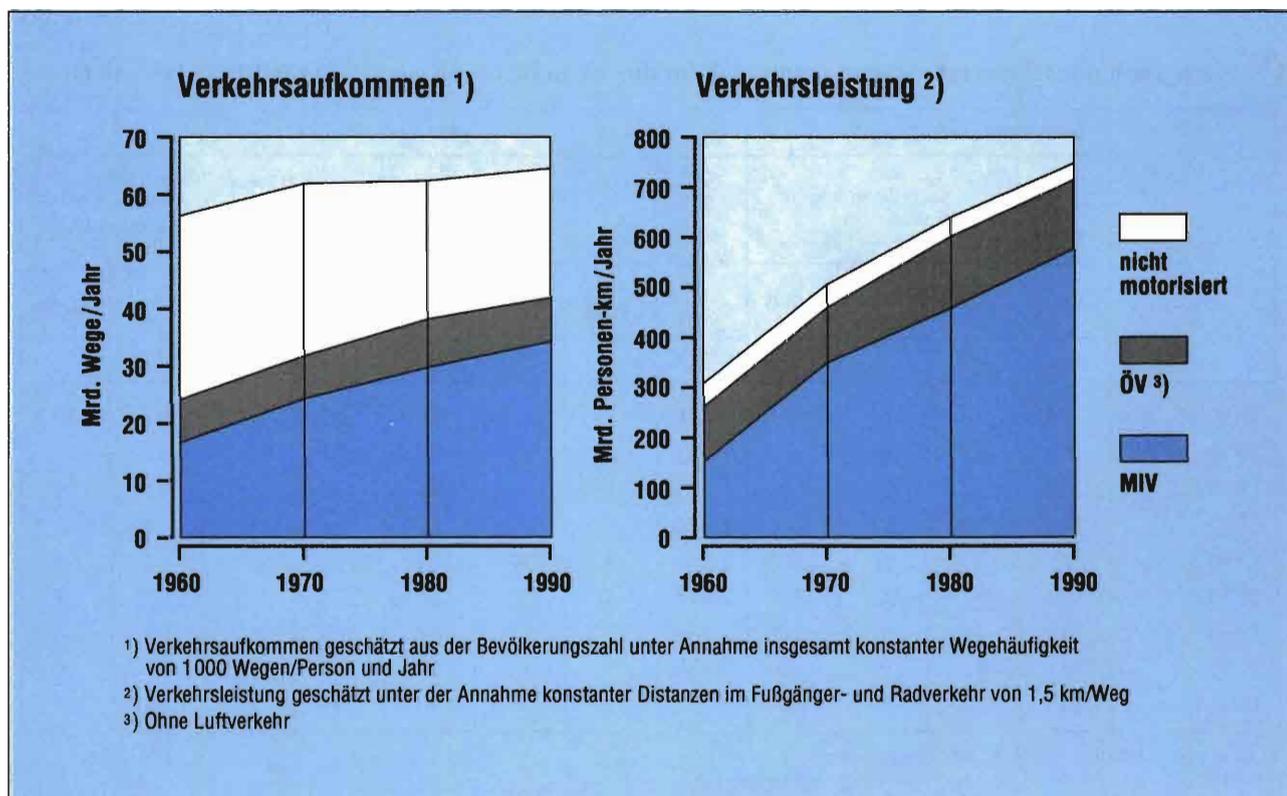


Abb. 2.2-4: Verkehrsaufkommen und Verkehrsaufwand im Personenverkehr (BiP, 1993)

Tabelle 2.2-6

Personenverkehr – motorisierter und nicht motorisierter¹⁾ Verkehr – 1989 nach Fahrt- bzw. Wegezwecken und Verkehrsarten

Verkehrsart	Einheit	Beruf	Aus- bildung	Ge- schäft ²⁾	Einkauf	Freizeit	Urlaub	Fahrt-/Wege- zwecke insgesamt	
Wege bzw. beförderte Personen									Mio.
Anteile der Fahrtzwecke ...	%	21,3	8,0	7,5	26,9	36,1	0,2	100	62 327
Anteile der Verkehrsarten ..	%	100	100	100	100	100	100	100	
zu Fuß	%	10,4	27,7	3,3	41,3	29,9	–	26,6	16 570
Fahrrad	%	8,8	15,2	1,2	10,8	10,3	–	9,8	6 110
Personenkraftwagen ³⁾	%	68,3	20,0	90,3	38,1	53,2	57,0	52,5	32 704
Fahrer	%	62,8	14,8	85,8	30,8	35,6	22,3	42,2	26 269
Mitfahrer	%	5,5	5,2	4,5	7,3	17,6	34,7	10,3	6 435
Öffentliche Verkehrsmittel	%	12,5	37,1	5,2	9,8	6,6	43,0	11,1	6 943
ÖSPV ⁴⁾	%	9,2	33,0	3,4	8,8	5,4	8,3	9,2	5 738
Eisenbahnverkehr ⁵⁾	%	3,3	4,1	1,3	1,0	1,2	11,6	1,8	1 151
Luftverkehr	%	–	–	0,5	–	0,0	23,1	0,1	54
Wegekilometer bzw. Personenkilometer ⁶⁾									Mrd.
Anteile der Fahrtzwecke ...	%	20,5	4,3	12,1	10,6	43,9	8,7	100	730,1
Anteile der Verkehrsarten ..	%	100	100	100	100	100	100	100	
zu Fuß	%	0,9	4,5	0,2	7,2	3,2	–	2,6	18,8
Fahrrad	%	2,0	6,1	0,2	4,1	2,6	–	2,3	16,6
Personenkraftwagen ³⁾	%	82,6	41,5	80,6	67,3	80,0	78,6	77,5	565,7
Fahrer	%	75,8	28,7	76,4	51,1	45,0	30,2	53,8	392,6
Mitfahrer	%	6,8	12,8	4,2	16,2	35,0	48,4	23,7	173,1
Öffentliche Verkehrsmittel	%	14,5	47,9	19,0	21,4	14,2	21,4	17,6	129,0
ÖSPV ⁴⁾	%	9,4	38,0	2,9	17,0	8,0	3,6	9,5	69,8
Eisenbahnverkehr ⁵⁾	%	5,1	9,9	6,6	4,4	5,9	6,1	5,8	42,6
Luftverkehr	%	–	–	9,5	–	0,3	11,7	2,3	16,6

1) Zu Fuß und mit dem Fahrrad.

2) Geschäfts- und Dienstreiseverkehr.

3) Personen- und Kombinationskraftwagen (einschließlich Taxis und Mietwagen), Krafträder und Mopeds.

4) Öffentlicher Straßenpersonenverkehr (U-Bahn, Straßenbahn-, Obus- und Kraftomnibusverkehr). Einschließlich Verkehr der Kleinunternehmen mit weniger als 6 Kraftomnibussen (geschätzt).

5) Einschl. S-Bahnverkehr.

6) Im Bundesgebiet (Gebietsstand vor dem 3. Oktober 1990) sowie von und nach Berlin-West.

Tabelle 2.2-7

Veränderung der Wohnbindung an den Arbeitsort und resultierende Entwicklung der Berufsverkehrsleistung von 1961 bis 1988

	1961	1970	1980	1988
Erwerbstätige am Arbeitsort wohnend (Mio.)	20,1	19,1	18,3	16,7
%	77	72	68	81
außerhalb wohnend (Mio.)	6,1	7,4	8,6	10,7
%	23	28	32	39
insgesamt (Mio.)	26,2	26,5	26,9	27,4
Berufsver- kehrsleistung der am Arbeitsort Wohnenden (Mio. km/Tag)	(160) *)	160	172	180
%	(48)	42	38	32
der außerhalb Wohnenden (Mio. km/Tag) ...	(170)	223	282	382
%	(52)	58	62	68
insgesamt (Mio. km/Tag)	(330)	383	454	552

*) Geschätzte Werte.

Quellen: Verkehr in Zahlen, diverse Jahrgänge; Berechnungen des DIW.

2.2.5 Sonderfelder der Verkehrsentwicklung

2.2.5.1 Verkehrssituation in den Ballungsräumen

Zu den Brennpunkten des Verkehrsgeschehens und der verkehrsbedingten Emissionen zählen insbesondere die Städte. So werden heute an Sommertagen die Stickoxid-Emissionen, die zur Bildung des bodennahen Ozons beitragen, bis zu 80 % dem Verkehr zugerechnet.

Im folgenden wird die Verkehrssituation in den großen deutschen Ballungszentren sowie in anderen ausgewählten Städten der Bundesrepublik Deutschland skizziert. Die Enquête-Kommission befragte hierzu schriftlich alle Großstädte der Bundesrepublik Deutschland mit einer Bevölkerungszahl über 400 000 sowie ausgewählte Städte mit einer darunterliegenden Einwohnerzahl (Untergrenze 50 000 Einwohner)¹⁾. Als Bezugsjahr wurde 1991 gewählt.

Als Ergebnis dieser Befragung kann beispielsweise festgehalten werden, daß – abgesehen von den großen Städten mit Verkehrsverbänden – in kaum einem

Ballungsraum eine Ist-Erfassung der Grund- und Rahmendaten des Verkehrsraumes existiert. Meist liegen statt dessen Angaben für das Gebiet innerhalb der Verwaltungsgrenzen vor.

Eine oft benutzte Kennzahl zur Beschreibung der Verkehrssituation stellt der Modal-Split dar, wobei der Fuß- und Radverkehr nicht berücksichtigt wird. Er beschreibt die Verteilung des Verkehrsaufkommens zwischen den Verkehrsträgern „motorisierter Individualverkehr“ (MIV) und „öffentlicher Verkehr“ (ÖV). Eine Integration des Fuß- und Radverkehrs beim Modal-Split sollte künftig erfolgen.

Nach Auswertung der Umfrage bewegt sich der ÖV-Anteil am Gesamtverkehr der Städte zwischen 13 % und 45 %, wobei Großstädte der alten Bundesländer (Berlin-West, München) mit einem guten ÖV-Angebot sowie kompakte, wenig zersiedelte Großstädte in den neuen Bundesländern (Leipzig, Dresden) mit geringem Motorisierungsgrad die höchsten Werte aufweisen. Mittlere Großstädte der alten Bundesländer mit gutem ÖV (z. B. Freiburg, Karlsruhe) erreichen 36 % für den ÖV; für Weimar als kleinere Stadt (60 000 Einwohner) in den neuen Bundesländern beläuft sich der Wert auf 31 %. Dies zeigt, daß ein akzeptables ÖV-Angebot nicht das Privileg von Großstädten sein muß. Werte von 17 bis 13 % (d. h. 83 bis 87 % Anteil MIV) gelten für Essen, Münster und Paderborn – auch dies sind Städte unterschiedlicher Größe.

¹⁾ Insgesamt wurden folgende 32 Städte befragt: Berlin, Hamburg, München, Köln, Frankfurt/Main, Essen, Dortmund, Stuttgart, Düsseldorf, Bremen, Duisburg, Hannover, Leipzig, Nürnberg, Dresden, Mannheim, Karlsruhe, Bonn, Münster, Aachen, Rostock, Oberhausen, Freiburg, Kassel, Cottbus, Würzburg, Paderborn, Ulm, Erlangen, Neubrandenburg, Weimar, Passau. 28 Städte haben geantwortet.

Tabelle 2.2-8

Empirische Daten der Verkehrssituation von Großstädten der alten Bundesländer über 500 000 Einwohner¹⁾

Kenngröße	von	bis
ÖV-Anteil am Modal-Split ²⁾ (%)	17	45
MIV-Anteil am erweiterten Modal-Split ³⁾ (%) ^{a)}	40	53
Motorisierungsgrad (Kfz pro 1 000 Einwohner) ^{b)}	296	562
Pro-Kopf-Ausgaben für den Straßenverkehr (DM/Einwohner und Jahr) ^{c)}	64	248
Benutzungsfrequenz ÖV (Fahrten pro Einwohner und Jahr)	82	287
ÖV-Angebotsquantität (angebotene Platz-km pro Einwohner und Jahr) ⁴⁾	2 192	11 821
ÖV-Auslastungsgrad (Fahrgast-km pro Platz-km) (%)	13	34
ÖV-Kostendeckungsgrad (%)	39	61
Kommunaler ÖV-Zuschußbedarf pro Kopf (DM/Einwohner und Jahr)	106	182
Kommunale Pro-Kopf-Ausgaben für Radverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	2,40	6

^{a)} Angaben zum erweiterten Modal-Split aus: VDV, 1993, S. 6 und Socialdata, 1992a, S. 6f

^{b)} Angaben zu den Motorisierungsgraden aus: Deutscher Städtetag, 1992, S. 368ff

^{c)} Zum Vergleich: Die jährlichen Pro-Kopf-Ausgaben von deutschen Großstädten (d. h. Ausgaben je Einwohner insgesamt) bewegen sich im Bereich zwischen 3 800 und 6 700 DM (ZEIT, 1993, S. 21)

Für Tab. 2.2-8 wurden ausgewertet: Berlin, Hamburg, München, Frankfurt/Main, Essen, Stuttgart, Düsseldorf, Bremen, Duisburg, Hannover

¹⁾ Da in Berlin, gemessen an der Einwohnerzahl, die Bevölkerung West-Berlins überwiegt, wird es in der nachstehenden Klassifikation den alten Bundesländern zugerechnet

²⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichem Verkehr (ÖV)

³⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen MIV, ÖV, Fahrradverkehr und Fußgängern

⁴⁾ zur Erläuterung: Tausend Platz-Kilometer werden erbracht, wenn etwa ein Bus mit 100 Plätzen eine Strecke von zehn Kilometern zurücklegt bzw. wenn ein Zug mit 1 000 Plätzen einen Kilometer fährt

Die vorliegenden empirischen Daten für den um Fuß- und Radverkehr erweiterten Modal-Split lassen erkennen, daß in der Bundesrepublik Deutschland bisher keine Städte zu finden sind, die gleichzeitig eine überdurchschnittlich hohe Qualität des öffentlichen Verkehrs und einen über dem Durchschnitt liegenden Anteil von Fahrradfahrern und Fußgängern aufweisen. Einigen Städten wird jedoch Modellcharakter zugeschrieben. So fallen in den alten Bundesländern u. a. die Städte Hannover, Freiburg, Würzburg und Karlsruhe durch einen hochwertigen und gut akzeptierten öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) auf.

Für die neuen Bundesländer, in denen der ÖPNV über Jahrzehnte eine größere Rolle spielte als in vergleichbaren Städten der alten Bundesländern und daher durchweg höhere Benutzerzahlen aufwies, ist derzeit noch keine Aussage darüber möglich, wie der ÖPNV den durch die Vereinigung ermöglichten Motorisierungsschub sowie die wirtschaftliche Umstrukturierung übersteht. Wirtschaftliche Kennziffern (d. h. Spannweiten der ausgewählten deutschen Städte), welche Auslastungen der ÖV in den genannten modellhaften Städten erreicht, welche Kosten dabei entstehen oder wie die Kostendeckungsgrade sind, können aus den Tab. 2.2-8 bis 2.2-12 entnommen werden.

Tabelle 2.2-9

**Empirische Daten der Verkehrssituation von Großstädten der alten Bundesländer
mit 200 000 bis 500 000 Einwohnern**

Kenngroße	von	bis
ÖV-Anteil am Modal-Split ²⁾ (%)	15	36
MIV-Anteil am erweiterten Modal-Split ³⁾ (%) ^{a)}	38	51
Motorisierungsgrad (Kfz pro 1 000 Einwohner) ^{a)}	473	532
Pro-Kopf-Ausgaben für den Straßenverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	28	140
Benutzungsfrequenz ÖV (Fahrten pro Einwohner und Jahr)	88	264
ÖV-Angebotsquantität (angebotene Platz-km pro Einwohner und Jahr) ⁴⁾	2 573	6 096
ÖV-Auslastungsgrad (Fahrgast-km pro Platz-km) (%)	15	24
ÖV-Kostendeckungsgrad (%)	47	72
Kommunaler ÖV-Zuschußbedarf pro Kopf (DM/Einwohner und Jahr)	48	162
Kommunale Pro-Kopf-Ausgaben für Radverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	1,07	16,61

^{a)} Angaben zu den Motorisierungsgraden aus: Deutscher Städtetag, 1992, S. 368 ff.

Für Tab. 2.2-9 wurden ausgewertet: Mannheim, Karlsruhe, Bonn, Münster, Oberhausen

²⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichem Verkehr (ÖV)

³⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen MIV, ÖV, Fahrradverkehr und Fußgängern

⁴⁾ zur Erläuterung: Tausend Platz-Kilometer werden erbracht, wenn etwa ein Bus mit 100 Plätzen eine Strecke von zehn Kilometern zurücklegt bzw. wenn ein Zug mit 1 000 Plätzen einen Kilometer fährt

Tabelle 2.2-10

**Empirische Daten der Verkehrssituation für ausgewählte Städte der alten Bundesländer
von ähnlicher Größe**

Kenngroße	BN	KA	MS
ÖV-Anteil am Modal-Split ²⁾ (%)	24	36	15
MIV-Anteil am erweiterten Modal-Split ^{3) 5)} (%)	49	51	38
Motorisierungsgrad (Kfz pro 1 000 Einwohner) ^{a)}	519	532	508
Pro-Kopf-Ausgaben für den Straßenverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	97	104	140
Benutzungsfrequenz ÖV (Fahrten pro Einwohner und Jahr)	174	264	88
ÖV-Angebotsquantität (angebotene Platz-km pro Einwohner und Jahr) ⁴⁾	6 096	4 386	2 573
ÖV-Auslastungsgrad (Fahrgast-km pro Platz-km) (%)	15	24	21
ÖV-Kostendeckungsgrad (%)	49	72	63
Kommunaler ÖV-Zuschußbedarf pro Kopf (DM/Einwohner und Jahr)	162	147	?
Kommunale Pro-Kopf-Ausgaben für Radverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	1,07	2,15	16,61
Fußgänger-Anteil am erweiterten Modal-Split ³⁾ (%)	24	–	21

^{a)} Angaben zu den Motorisierungsgraden aus: Deutscher Städtetag, 1992, S. 368 ff

Abkürzungen:

BN (Bonn, 297 000 Einwohner)

KA (Karlsruhe, 277 000 Einwohner)

MS (Münster, 275 000 Einwohner)

²⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichem Verkehr (ÖV)

³⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen MIV, ÖV, Fahrradverkehr und Fußgängern

⁴⁾ zur Erläuterung: Tausend Platz-Kilometer werden erbracht, wenn etwa ein Bus mit 100 Plätzen eine Strecke von zehn Kilometern zurücklegt bzw. wenn ein Zug mit 1 000 Plätzen einen Kilometer fährt

⁵⁾ Angaben für Karlsruhe ohne Berücksichtigung von Fußgängern

Tabelle 2.2-11

**Empirische Daten der Verkehrssituation von Großstädten der alten Bundesländer
mit 50 000 bis 200 000 Einwohnern**

Kenngroße	von	bis
ÖV-Anteil am Modal-Split ²⁾ (%)	13	36
MIV-Anteil am erweiterten Modal-Split ³⁾ (%)	47	61
Motorisierungsgrad (Kfz pro 1 000 Einwohner) ^{a)}	485	557
Pro-Kopf-Ausgaben für den Straßenverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	33	300
Benutzungsfrequenz ÖV (Fahrten pro Einwohner und Jahr)	73	224
ÖV-Angebotsquantität (angebotene Platz-km pro Einwohner und Jahr) ⁴⁾	2 539	3 419
ÖV-Auslastungsgrad (Fahrgast-km pro Platz-km) (%)	15	30
ÖV-Kostendeckungsgrad (%)	47	85
Kommunaler ÖV-Zuschußbedarf pro Kopf (DM/Einwohner und Jahr)	32	187
Kommunale Pro-Kopf-Ausgaben für Radverkehr (DM/Einwohner und Jahr) . . .	0,78	11,02

^{a)} Angaben zu den Motorisierungsgraden aus: Deutscher Städtetag, 1992, S. 368 ff

Für Tab. 2.2-11 wurden ausgewertet: Freiburg, Kassel, Würzburg, Paderborn, Ulm, Erlangen, Passau

²⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichem Verkehr (ÖV)

³⁾ Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen MIV, ÖV, Fahrradverkehr und Fußgängern

⁴⁾ zur Erläuterung: Tausend Platz-Kilometer werden erbracht, wenn etwa ein Bus mit 100 Plätzen eine Strecke von zehn Kilometern zurücklegt bzw. wenn ein Zug mit 1 000 Plätzen einen Kilometer fährt

Empirische Daten der Verkehrssituation von Städten der neuen Bundesländer

Kenngröße	von	bis
ÖV-Anteil am Modal-Split ²⁾ (%)	22	42
MIV-Anteil am erweiterten Modal-Split ³⁾ (%)	32	51
Motorisierungsgrad (Kfz pro 1 000 Einwohner) ^{a)}	160	204
Pro-Kopf-Ausgaben für den Straßenverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	136	254
Benutzungsfrequenz ÖV (Fahrten pro Einwohner und Jahr)	113	384
ÖV-Angebotsquantität (angebotene Platz-km pro Einwohner und Jahr) ⁴⁾	2 023	9 553
ÖV-Auslastungsgrad (Fahrgast-km pro Platz-km) (%)	12	39
ÖV-Kostendeckungsgrad (%)	29	47
Kommunaler ÖV-Zuschußbedarf pro Kopf (DM/Einwohner und Jahr)	65	233
Kommunale Pro-Kopf-Ausgaben für Radverkehr (DM/Einwohner und Jahr)	2,35	31,40

a) Angaben zu den Motorisierungsgraden aus: Deutscher Städtetag, 1992, S. 368ff

Für Tab. 2.2-12 wurden ausgewertet: Leipzig (497 000 Einwohner), Dresden (483 000 Ew), Rostock (244 000 Ew), Cottbus (124 000 Ew), Neubrandenburg (88 000 Ew), Weimar (59 000 Ew)

Insgesamt wurden folgende 32 Städte angefragt:

Berlin, Hamburg, München, Köln, Frankfurt/Main, Essen, Dortmund, Stuttgart, Düsseldorf, Bremen, Duisburg, Hannover, Leipzig, Nürnberg, Dresden, Mannheim, Karlsruhe, Bonn, Münster, Aachen, Rostock, Oberhausen, Freiburg, Kassel, Cottbus, Würzburg, Paderborn, Ulm, Erlangen, Neubrandenburg, Weimar, Passau. 28 Städte haben geantwortet.

2) Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichem Verkehr (ÖV)

3) Aufteilung des Verkehrsaufkommens zwischen MIV, ÖV, Fahrradverkehr und Fußgängern

4) zur Erläuterung: Tausend Platz-Kilometer werden erbracht, wenn etwa ein Bus mit 100 Plätzen eine Strecke von zehn Kilometern zurücklegt bzw. wenn ein Zug mit 1 000 Plätzen einen Kilometer fährt

Zu den Städten mit einer betont fahrradfreundlichen Verkehrspolitik zählen beispielsweise die durch die flache Topographie gekennzeichneten Universitätsstädte Erlangen und Münster. In den neuen Bundesländern sind dagegen noch Städte anzutreffen – z. B. Wismar und Erfurt (Socialdata, 1992) – in denen die Wege überwiegend zu Fuß bewältigt werden. Dies ist dort durch die kompakte Siedlungsstruktur mit dezentralen Versorgungseinrichtungen möglich.

Auffallend ist, daß keine Korrelation zwischen Kostendeckungsgrad und hoher ÖPNV-Qualität (im Sinne von großem ÖPNV-Anteil am Verkehr) festzustellen ist. Interessant ist, daß die erwähnten westdeutschen Städte mit gut angenommenem ÖPNV (Karlsruhe, Hannover, Freiburg, Würzburg) unter den Städten sind, die die höchsten Kostendeckungsgrade aufweisen. Andererseits haben Städte in den neuen Bundesländern mit hoher ÖV-Nachfrage wie z. B. Leipzig einen relativ geringen Kostendeckungsgrad. Dies liegt in diesem speziellen Fall allerdings an den festgeschriebenen Tarifen. Daneben gibt es Fälle, in denen eine unter dem Durchschnitt liegende ÖPNV-Qualität mit niedrigem Kostendeckungsgrad verbunden ist. Beispiele hierfür sind der ÖV von Duisburg mit 39 % Kostendeckungsgrad und der Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN), der unter den großen Verkehrsverbänden in der Bundesrepublik Deutschland¹⁾ den

höchsten Anteil des MIV im Modal-Split sowie das zweitgeringste ÖPNV-Angebot – gemessen in angebotenen Platzkilometern pro Einwohner und Jahr aufweist. Bei der Benutzerfrequenz liegt er an letzter Stelle. Dennoch ist der Kostendeckungsgrad des VRN mit 37 % der niedrigste und der Zuschußbedarf mit 204 DM pro Einwohner (1991) der höchste unter den großen Verkehrsverbänden.

2.2.5.2 Entwicklung des Luftverkehrs

Der Luftverkehr nimmt in der statistischen Erfassung aller Verkehrsträger eine Sonderstellung, da hier das sonst übliche Territorialprinzip – d. h. die Zuordnung von Schadstoffemissionen zu dem Land, in dem bzw. über dessen Territorium die Emissionen erfolgen – aufgrund methodischer Schwierigkeiten nicht angewandt wird. Wesentliche Teile der luftverkehrsbedingten Emissionen können bei diesem Erfassungsprinzip nicht sachgerecht zugeordnet werden (vgl. Kap. 1.2.3). Unter dieser Einschränkung sind die folgenden Ausführungen zu werten.

Die nationalen Angaben zur Luftverkehrsentwicklung in Deutschland beruhen auf Angaben des Statistischen Bundesamtes (1993a), das alle Flugbewegungen des inländischen und grenzüberschreitenden

1) Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR), Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (MVG), Hamburger Verkehrsverbund (HVV), Verkehrsverbund Rhein-Sieg (VRS), Frankfurter Ver-

kehrsverbund (FVV), Verkehrsverbund Stuttgart (VVSS), Großraumverkehr Hannover (GVH), Verkehrsverbund Großraum Nürnberg (VGN)

Luftverkehrs innerhalb des deutschen Territoriums berücksichtigt, soweit diese auf deutschen Flughäfen abgewickelt werden. Alle Daten zur europäischen und weltweiten Entwicklung des Luftverkehrs beruhen auf Erhebungen der ICAO (International Civil Aviation Organization). Die ICAO differenziert den Luftverkehr der konzessionierten nationalen Luftverkehrsgesellschaften einschließlich der jeweils im Ausland befliegenen Strecken. Hierbei unterscheidet die ICAO zwischen dem „Inlandsverkehr“ eines Landes und seinem von den nationalen Luftverkehrsgesellschaften getragenen „grenzüberschreitenden Luftverkehr“, sowie zwischen dem „Linienverkehr“ und dem „Gelegenheitsverkehr“ (= Charterverkehr).

Weltweite Entwicklung im Linienverkehr: Personenverkehr

Die Zahl der beförderten Personen im gesamten Linienverkehr stieg in den letzten 10 Jahren durchschnittlich um 4,2 % pro Jahr, die Personenverkehrsleistung um 5,4 % pro Jahr¹⁾. Im Jahre 1991 wurden etwa 1,1 Mrd. Passagiere befördert bei einer Verkehrsleistung von 1,8 Billionen Pkm (ICAO, 1992).

Die Summe aller inländischen Verkehrsleistungen im Linienverkehr betrug 1991 1 Billion Pkm, was etwa 53 % der Gesamtverkehrsleistung im gesamten Linienverkehr ausmacht. Der Linienverkehr innerhalb der Vereinigten Staaten hat beispielsweise einen Anteil von etwa 56 % am gesamten Inlandsluftverkehrs bzw. von etwa 30 % am gesamten, inländischen und grenzüberschreitenden Linienverkehrs.

¹⁾ Für 1991 ist Luftverkehrsleistung gegenüber dem Vorjahr um etwa 3,5 % zurückgegangen (Golfkrise). 1992 wuchs sie wieder um 6 % gegenüber 1991 (ICAO, 1992c).

Weltweite Entwicklung im Gelegenheitsverkehr (Personen-Charterverkehr):

Die Verkehrsleistung des grenzüberschreitenden Personen-Charterverkehrs stieg in den letzten Jahren durchschnittlich um 4 % pro Jahr an (Nüßer u. Schmitt, 1990) und erreichte 1991 ca. 185 Mrd. Pkm (ICAO, 1992). Dies entspricht etwa 90 % der Gesamtverkehrsleistung im Charterbereich bzw. 18 % des gesamten grenzüberschreitenden Luftverkehrs (Linie+Charter).

Kennzahlen des Personen-Linien-Luftverkehrs

Die nachfolgende Tabelle (Tab. 2.2-13) enthält von der ICAO veröffentlichte Daten zur Entwicklung der mittleren Auslastung, der mittleren Reisegeschwindigkeit, der mittleren Reisedistanz sowie der mittleren Anzahl der Passagiere pro Flug, jeweils differenziert nach inländischem und grenzüberschreitenden Luftverkehr. Demnach ist innerhalb des betrachteten Zeitraumes von 1982 bis 1990 die mittlere Reisegeschwindigkeit nahezu konstant geblieben. Die prozentualen Steigerungen, die bei den anderen Parametern festzustellen sind, sind im grenzüberschreitenden Luftverkehr erheblich größer als im inländischen Luftverkehr. So stieg die durchschnittliche Reisedistanz im grenzüberschreitenden Linienverkehr von etwa 2 900 km im Jahr 1982 auf rund 3 200 km im Jahr 1990. Der Zuwachs an beförderten Personen pro Flug betrug hier 10 % und die Auslastung stieg von 67 % auf 69 %. Die Zahl der verfügbaren Plätze pro Flug stieg innerhalb dieses Zeitraumes im Schnitt von 218 auf 233.

Tabelle 2.2-13

Kennzahlen des Personenlinienverkehrs 1990. Die Zahlen in Klammern geben die prozentuale Veränderung gegenüber 1982 an (ICAO, 1992a)

Verkehrstyp Kennzahlen	grenzüberschreitender Luftverkehr	Inländischer Luftverkehr
Auslastung	69 % (+ 11 %)	62 % (+ 3 %)
Geschwindigkeit	674 km/h (0 %)	581 km/h (0 %)
Reisedistanz pro Passagier	3 174 (+ 9 %)	1 034 km ¹⁾ (+ 5 %)
Anzahl der Passagiere pro Flug	161 (+ 10 %)	93 (+ 4 %)

¹⁾ Der europäische Inlandsflugverkehr weist eine mittlere Reisedistanz pro Passagier von 500 km auf.

Weltweite Entwicklung im Frachtverkehr

Die Güterverkehrsleistung (Fracht + Post) im Linienverkehr (Passagier- und Frachtflüge) stieg innerhalb der letzten 10 Jahre um durchschnittlich 5,6 % pro Jahr an (ICAO, 1992). Im Linienverkehr entfielen 1991 weltweit etwa 58 Mrd. tkm auf den Frachtbereich und etwa 5 Mrd. tkm auf die beförderte Post. Im gesamten Gelegenheitsverkehr betrug die Verkehrsleistung 1991 rund 7 Mrd. tkm.

Entwicklung des Luftverkehrsaufkommens in Deutschland

Alle Angaben zum Luftverkehr im deutschen Luftraum beziehen sich, wenn nicht anders ausgewiesen, auf die von deutschen und ausländischen Fluggesellschaften erbrachten Verkehrsleistungen, soweit sie auf deutschen Flughäfen abgewickelt wurden. Der Luftverkehr in der Bundesrepublik Deutschland verzeichnete in den vergangenen Jahren beträchtliche Zuwachsraten. So stieg die Anzahl der beförderten Personen zwischen 1985 und 1990 um 50 % (Stat. Bundesamt, 1993 a)¹⁾. Die Personenverkehrsleistung im Linienverkehr lag bei etwa 13,6 Mrd. Pkm. Davon entfielen etwa 3,3 Mrd. Pkm auf den von deutschen Fluggesellschaften abgewickelten Inlandsverkehr (ICAO, 1992 a). Die Personenverkehrsleistung im Gelegenheitsverkehr betrug 1990 4,8 Mrd. Pkm.

Die im Luftverkehr beförderte Fracht nahm zwischen 1985 und 1990 um 55 % zu. 1990 wurden im Güterverkehr (Linie + Charter) 1,15 Mio. t Fracht befördert, davon alleine 85 % im Linienverkehr. Zwischen 1985 und 1990 nahm die Zahl der Flugbewegungen um 53 % zu. Sie betrug 1990 rund 1,4 Mio, 53 % davon im Linienverkehr und 47 % im Gelegenheitsverkehr (Stat. Bundesamt, 1993 a). Statistische Angaben über das eingesetzte Fluggerät, dessen spezifische Energieverbräuche bzw. Emissionen und die Flughöhen liegen leider nicht vor.

Differenzierung des deutschen Luftverkehrsaufkommens nach Reisezielen

Die Zahl der beförderten Personen betrug 1990 insgesamt mehr als 62 Mio., wobei der Charterverkehr einen Anteil von 27 % hatte. Auf den deutschen Flughäfen lag die Zahl der Einsteiger mit Streckenziel im Bundesgebiet bei etwa 14 Mio. Im abfliegenden grenzüberschreitenden Personenverkehr wurden 1990 rund 24 Mio. Reisende gezählt, davon etwa 16 Mio. Reisende im Linienverkehr. Die folgende Tabelle 2.2-14 weist die prozentuale Verteilung im abfliegenden grenzüberschreitenden Linien- und Charterverkehr nach den Reisezielen aus.

Der grenzüberschreitende Personenverkehr ist stark saisonal ausgeprägt. Dadurch schwankt die Zahl der Flüge im Jahresverlauf zwischen knapp 90 000 pro Monat im Winter und über 140 000 pro Monat im Hochsommer (Stat. Bundesamt, 1993 a).

¹⁾ Angaben bis einschließlich 1990 beziehen sich auf die alten Bundesländer inkl. West-Berlin (Tegel/Tempelhof).

Tabelle 2.2-14

Prozentuale Verteilung der beförderten Personen im abfliegenden grenzüberschreitenden Linien- und Charterverkehr nach Reisezielen in 1990 (Stat. Bundesamt, 1993)

Region	Linienverkehr	Charterverkehr
Europa ¹⁾	64 %	86 %
allein EG	42 %	68 %
Afrika	3 %	10 %
Amerika	21 %	2 %
allein USA	17 %	≈ 0 %
Asien	10 %	2 %
Austr./Ozeanien	1 %	≈ 0 %
	100 % = 15,9 Mio.	100 % = 7,7 Mio.

¹⁾ inkl. Rußland und Türkei

2.3 Verkehrsprognosen

Die verfügbaren Verkehrsprognosen für die Bundesrepublik Deutschland gehen nach wie vor von einer Zunahme der motorisierten Verkehrsleistung sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr aus. Die Größe des Wachstums und die Nachfragestruktur bestimmen sich aus den zugrundegelegten Annahmen über die Entwicklung der Bevölkerung, der Wirtschaft, der Siedlungsstrukturen sowie den politischen Rahmenbedingungen, insbesondere der Verkehrspolitik.

Ein Vergleich aller bisher erstellten Prognosen zum Straßenverkehr mit der realen Entwicklung zeigt, daß die Genauigkeit der Prognosen nicht überbewertet werden darf. In der Vergangenheit wurden die getroffenen Vorhersagen für den Straßenverkehr regelmäßig und zum Teil in erheblichem Maße von den

tatsächlichen Entwicklungen übertroffen. Abb. 2.3-3 veranschaulicht den Vergleich zwischen Prognose und Wirklichkeit. Alle Aussagen über eine Sättigung der Verkehrsnachfrageentwicklung sind daher mit Vorsicht zu behandeln.

Alle bisherigen Prognosen zur Entwicklung von Motorisierung, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung waren insbesondere durch Unterschätzungen der Leistungsdaten des Verkehrsbereichs gekennzeichnet. Dies liegt einerseits ganz wesentlich an einer Fehleinschätzung der Einflußparameter wie der Bevölkerungszahl oder der raumstrukturellen Entwicklungen, die ihrerseits wiederum maßgebende Folgen für die Art der Verkehrsverflechtungen und die Einsatzfähigkeit der Verkehrssysteme haben; andererseits mag dies damit begründet sein, daß verkehrspolitische Wunschvorstellungen der Auftraggeber mit eingeflossen sind.

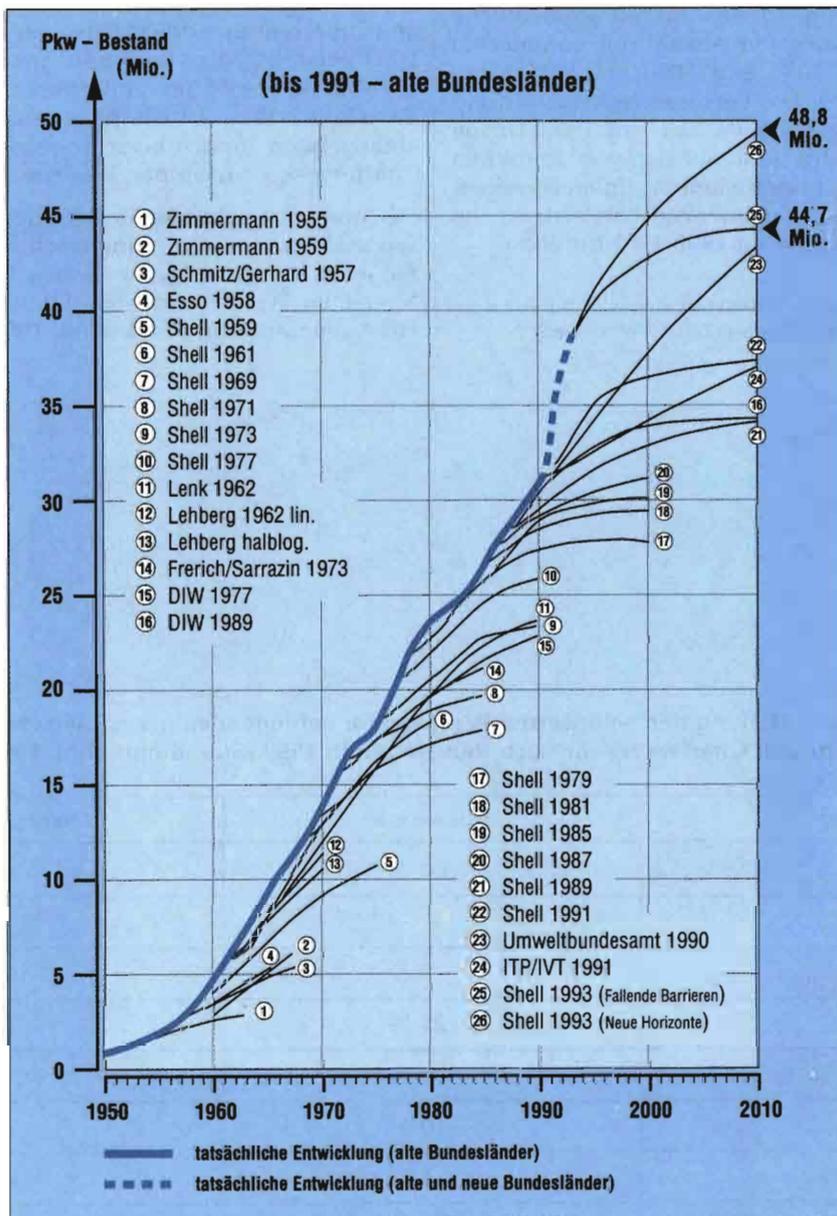


Abb. 2.3-3: Prognosen des Pkw-Bestandes in der Bundesrepublik Deutschland (nach Schüle 1986, Shell bzw. BMW/DIW verschiedene Jahrgänge)

Die Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des 11. Deutschen Bundestages hatte ihre Minderungsüberlegungen auf der Basis eigener Prognosen – Basis 1987, Prognosejahr 2005 – aufgebaut. Zumindest die dabei zugrundegelegten Verkehrsnachfrageentwicklungen müssen aus mehreren Gründen inzwischen als überholt gelten:

- Mit der deutschen Vereinigung ist eine völlig veränderte Prognosebasis entstanden, die insbesondere beim Wirtschaftsverkehr zu wesentlich veränderten räumlichen Randbedingungen führt;
- der europäische Binnenmarkt und die inzwischen ebenfalls begonnene Öffnung nach Osteuropa verändern die räumlichen Randbedingungen der Verkehrsentstehung nochmals tiefgreifend, wenn auch schlüssige Aussagen zu den damit induzierten Expansionsprozessen heute noch kaum möglich sind. Die Kommission der Europäischen Union rechnet für den Zeitraum zwischen 1990 und 2010 in einem business-as-usual-Szenario sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr mit einer Verdoppelung der Nachfrage. Die Trends deuten darauf hin, daß sich der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors um ca. 25 % erhöhen werden (EG-Kommission, 1992)

Ausgehend von dieser Sachlage hat die Bundesregierung seit 1990 eine neue Bundesverkehrswegeplanung mit entsprechenden Prognosen vorbereiten lassen und den am 30. Juni 1993 verabschiedeten „Bundesverkehrswegeplan 1992“ vorgelegt.

2.3.1 Prognosen des Gesamtdeutschen Verkehrswegeplans 1992

Die wesentlichen sozio-ökonomischen und demographischen Rahmenbedingungen dieser Prognosen (basierend auf den Untersuchungen von ITP/IVT (1991) für den Personenverkehr sowie von Kessel + Partner (1991) für den Güterverkehr sind:

- konstante Bevölkerungszahl (unter Berücksichtigung von Migrationsbewegungen),
- ein Wirtschaftswachstum von ca. +3 % pro Jahr,
- eine konstante Beschäftigtenzahl,
- ein Anstieg des Pkw-Bestands von 32,9 Mio. (1988) auf 45,5 Mio. (2010),
- kein nennenswerter Ausbau der Straßeninfrastruktur,
- die Herstellung vergleichbarer Lebensbedingungen in den alten und neuen Bundesländern

Daneben werden verkehrspolitische Rahmenbedingungen zugrunde gelegt, die im Trendszenario (Trend, Szenario F) eine Fortschreibung der bisherigen Verkehrspolitik, in den alternativen Szenarien (Szenarien A, P, R, Szenarien G und H) eine Verteuerung und/oder Reglementierung des Straßen- und Luftverkehrs unterstellen.

Für den Bundesverkehrswegeplan 1992 sind Personen- und Güterverkehrsprognosen bis 2010 nach den Szenarien F, G und H gerechnet worden:

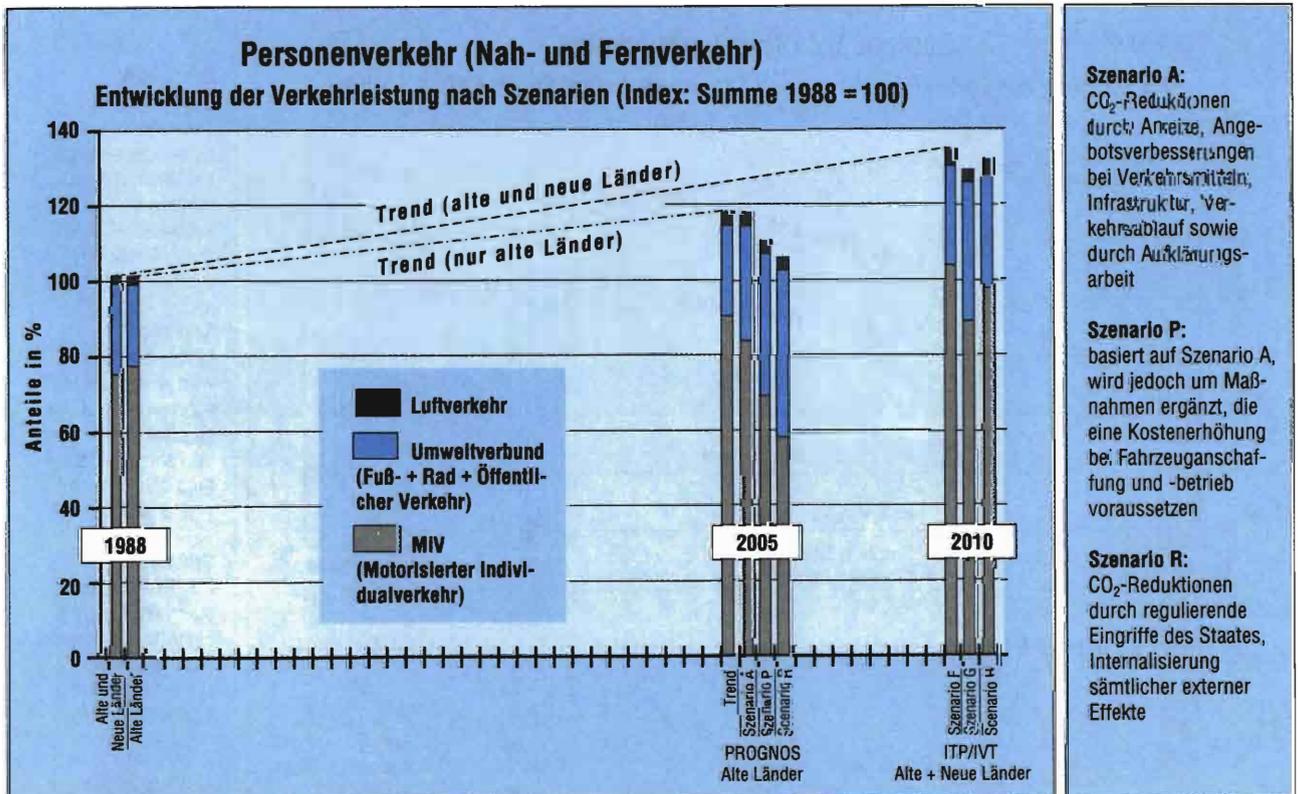


Abbildung 2.3.-1: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr nach Szenarien

- Szenario F als Trendprognose, d. h. hier bleiben die ordnungspolitischen Rahmenbedingungen und Nutzerkosten unverändert
- Szenario G als Sensitivitätsberechnung, bei der gezielte ordnungspolitische Maßnahmen zur Dämpfung des Wachstums bei den umweltpolitisch problematischen Verkehrszweigen Straße und Luft unterstellt sind
- Szenario H, bei dem zwar auf gezielte Maßnahmen zur Reduktion von Straßen- und Luftverkehr auf Bundesebene verzichtet wird, aktuelle Trends bei der Entwicklung von Nutzerkosten sowie kommunalpolitisch motivierte Restriktionen des Straßenverkehrs in den Städten jedoch berücksichtigt sind.

Die Ergebnisse der Prognosearbeiten sind in den Abbildungen 2.3-1 und 2.3-2 sowie in den Tabellen 2.3-1 und 2.3-2 dargestellt.

Danach steigt im jeweiligen Trendszenario (Trend, Szenario F) die gesamte Verkehrsleistung des Personenverkehrs (inkl. Fuß- und Fahrradverkehr) um: 18 % in den alten Bundesländern bis 2005, das sind ca. 1 % pro Jahr, bzw. um 32 % in den alten und neuen Bundesländern bis 2010, das sind 1,3 % pro Jahr.

Der motorisierte Individualverkehr wird dabei um 20 % (in den alten Bundesländern bis 2005) bzw. 37 % (in den alten und neuen Bundesländern bis 2010),

der Bahnverkehr um 29 % (in den alten Bundesländern bis 2005) bzw. 18 % (in den alten und neuen Bundesländern bis 2010) anwachsen.

Im Güterverkehr steigt die Verkehrsleistung im jeweiligen Trendszenario um 36 % in den alten Bundesländern bis 2005, das sind 1,7 % pro Jahr, 78 % in den alten und neuen Bundesländern bis 2010, das sind 2,7 % pro Jahr.

Der Straßengüterverkehr wird dabei um 33 % (in den alten Bundesländern bis 2005) bzw. 111 % (in den alten und neuen Bundesländern bis 2010),

der Bahngüterverkehr um 40 % (in den alten Bundesländern bis 2005) bzw. 42 % (in den alten und neuen Bundesländern bis 2010) anwachsen.

Im alternativen Szenario G mit seinen Maßnahmen zur gezielten Dämpfung des Straßen- und Luftverkehrs wird bis 2010

- der motorisierte Individualverkehr um 18 % (gegenüber 37 % im Szenario F)
- der Straßengüterverkehr nur noch um 32 % (gegenüber 111 % im Szenario F)
- der Bahngüterverkehr aber um 112 % (gegenüber 42 % in Szenario F) anwachsen.

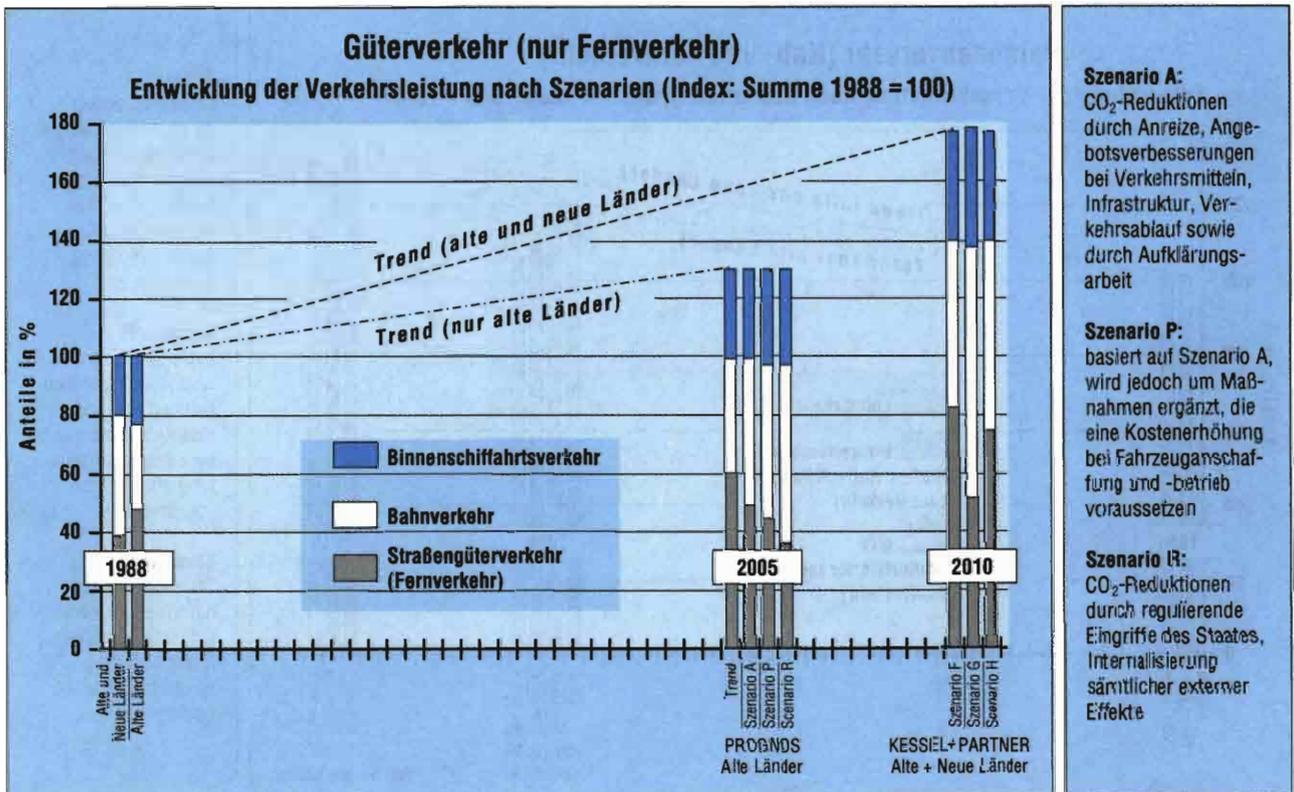


Abbildung 2.3-2: Entwicklung der Verkehrsleistung im Güterverkehr nach Szenarien

Tabelle 2.3-1

Überblick über Prognoseprämissen und -ergebnisse im Personenverkehr

hier: Verkehrsleistung auf bzw. über dem Territorium Deutschlands
(Binnen-, Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr, ohne Streckenanteile im Ausland)

	1988 (abs.)	2010 (abs.)	Szenario „F“ Index 1988 = 100	2010 (abs.)	Szenario „G“ Index 1988 = 100	2010 (abs.)	Szenario „H“ Index 1988 = 100	2010 (abs.)	Bezugsfall Index 1988 = 100
Prämissen Sozioökonomie/ Soziodemographie									
Einwohner (Mio.)	77,9	78,1	100	78,1	100	78,1	100	78,1	100
Bruttowertschöpfung (Mrd. DM) ¹⁾	1 838	3 484	190	3 484	190	3 484	190	3 484	190
Pkw-Bestand (Mio.)	32,9	45,5	138	45,5	138	45,5	138	45,5	138
Beschäftigte (Mio.)	35,7	35,7	100	35,7	100	35,7	100	35,7	100
Prämissen Verkehrsangebot	(Angebot 1988)	– BVMP 85 vordringlicher Bedarf – „Nachhol- bedarf“ – Ostdeutschland – Lückenschlüsse – NBS Hannover- Berlin		– BVMP 85 vordringlicher Bedarf – „Nachhol- bedarf“ – Ostdeutschland – Lückenschlüsse – NBS Hannover- Berlin		– BVMP 85 vordringlicher Bedarf – „Nachhol- bedarf“ – Ostdeutschland – Lückenschlüsse – NBS Hannover- Berlin		zusätzlich „Verkehrs- projekte Deutsche Einheit“	
Prämissen Ordnungspolitik	(Ord- nungs- politik 1988)	Status quo bezogen auf 1988		Maßnahmen zur gezielten Dämp- fung des Straßen- und Luftverkehrs		keine gezielten Maßnahmen zur Dämpfung des Straßen- und Luftverkehrs, aber wahrschein- liche Änderungen bei verkehrspoli- tischen Rahmen- bedingungen und Nutzerkosten		keine gezielten Maßnahmen zur Dämpfung des Straßen- und Luftverkehrs, aber wahrschein- liche Änderungen bei verkehrspoli- tischen Rahmen- bedingungen und Nutzerkosten	
Ergebnisse Verkehrsleistung									
– Nahverkehr –									
zu Fuß Mrd. Pkm	27,6	28,1	102	28,5	103	28,2	102	28,2	102
Fahrrad Mrd. Pkm	25,5	21,0	82	21,8	85	21,3	84	21,3	84
IV Mrd. Pkm	378,8	507,5	134	452,5	119	488,8	129	488,8	129
Bahn Mrd. Pkm	17,9	15,0	84	24,2	135	17,9	100	17,9	100
ÖSPV ²⁾ Mrd. Pkm	86,8	95,7	110	138,4	159	110,3	127	110,3	127
insgesamt Mrd. Pkm	536,5	667,2	124	665,3	124	666,3	124	666,3	124
– Fernverkehr –									
IV Mrd. Pkm	268,2	377,9	141	312,4	116	346,8	129	349,1	130
Bahn Mrd. Pkm	44,4	58,6	132	90,2	203	69,4	156	70,1	158
Luft ³⁾ Mrd. Pkm	13,7	33,0	241	28,2	206	35,2	257	34,4	251
insgesamt Mrd. Pkm	326,3	469,5	144	430,8	132	451,4	138	453,6	139
– Gesamtverkehr –									
zu Fuß Mrd. Pkm	27,6	28,1	102	28,5	103	28,2	102	28,2	102
Fahrrad Mrd. Pkm	25,5	21,0	82	21,8	85	21,3	84	21,3	84
IV Mrd. Pkm	647,0	885,4	137	764,9	118	835,6	129	837,9	130
Bahn Mrd. Pkm	62,3	73,6	118	114,4	184	87,3	140	88,0	141
ÖSPV ²⁾ Mrd. Pkm	86,8	95,7	110	138,4	159	110,3	127	110,3	127
Luft ³⁾ Mrd. Pkm	13,7	33,0	241	28,2	206	35,2	257	34,4	251
insgesamt Mrd. Pkm	862,8	1 136,7	132	1 096,1	127	1 117,7	130	1 119,9	130

1) zu Preisen von 1980

2) einschließlich Fernverkehr

3) ohne Durchgangsverkehr, ohne Ausland-Ausland-Umsteiger auf bundesdeutschen Flughäfen (Territorialprinzip)

Quelle: ITP/IVT, 1991

Tabelle 2.3-2

Entwicklung der Güterverkehrsleistungen nach Szenarien (Kessel+Partner, 1991)

Verkehrsleistungen (Mrd. tkm/Jahr)				
	1988	2010		
		Szenario F	Szenario G	Szenario H
Bundesrepublik Deutschland				
Verkehrsleistung, einschließlich Strecken im Ausland				
Straße	188	412	243	375
Bahn	167	280	432	313
Schiff	95	178	198	182
Verkehrsleistung, ohne Strecken im Ausland				
Straße	122	257	161	238
Bahn	125	177	265	194
Schiff	63	114	126	116
Westdeutsche Bundesländer *)				
Verkehrsleistung, einschließlich Strecken im Ausland (und der ehemaligen DDR)				
Straße	183	378	225	344
Bahn	94	240	371	268
Schiff	90	164	183	168
Verkehrsleistung, ohne Strecken im Ausland (und der ehemaligen DDR)				
Straße	111	195	128	182
Bahn	65	121	178	132
Schiff	56	89	97	91

*) ohne Berlin

Im Szenario H, welches die Entscheidungsgrundlage zum BVWP bildete, steigt die Verkehrsleistung des Personenverkehrs zwischen 1988 und 2010 im gesamten Bundesgebiet um ca. 30%. Dabei nimmt der Fernverkehr stärker zu als der Nahverkehr und zwar um 39% gegenüber 24%. Die stärkste prozentuale Zunahme hat der Luftverkehr mit 157% aufzuweisen. Der motorisierte Individualverkehr zeigt eine Steigerung um 29%, allein in den alten Bundesländern um 9%. Beim Bahnverkehr steigt die Personenverkehrsleistung um 56%. Im Güterverkehr steigt die Verkehrsleistung um 97% auf der Straße, um 54% bei der Bahn und um 87% bei der Binnenschifffahrt.

Mit diesen drei Prognoseszenarien werden die Zusammenhänge zwischen den Verkehrsträgern Straße, Schiene, Luftfahrt und Binnenschifffahrt deutlich. Bei Veränderungen von Rahmenbedingungen verlagern sich Verkehre von einem Verkehrsträger auf einen anderen.

Soweit die Prognoseergebnisse Grundlage für den Neu- und Ausbau der verschiedenen Verkehrswege im Rahmen des Bundesverkehrswegeplan '92 sein werden, bestimmen diese Prognosen für lange Zeit deren Verkehrsanteile. Bereits heute muß allerdings

angemerkt werden, daß einzelne den Prognosen zugrunde liegende Aussagen wie z. B. konstante Beschäftigungszahlen mit allen ihren Implikationen nicht zutreffen werden.

2.3.2 Sonderaspekte zu den Verkehrsprognosen

2.3.2.1 Prognoseprobleme durch die Vereinigung

Die Treffsicherheit von Prognosen hängt in hohem Maße von der Kontinuität der betrachteten Entwicklungen ab. Aussagen werden für ein einheitliches Wirtschafts- und Lebensgebiet getroffen, Basis ist die genaue Kenntnis der bisherigen Entwicklung in diesem Gebiet. Durch die Vereinigung wird einerseits das Bezugsgebiet neu definiert, d. h. die räumliche Ausdehnung des Gesamtsystems verändert sich; andererseits müssen Teile mit stark unterschiedlichen Entwicklungsperspektiven gesamtheitlich betrachtet werden. Darüber hinaus steht die Entwicklung im Ostteil unter den Forderungen der „Angleichungshypothese“, deren Folgen Verkehrssteigerungen (Nachholen in der Motorisierung und Flexibilisierung der Wirtschaft durch Straßenverkehr) sind. Diese haben

eine andere Qualität als Verkehrssteigerungen aufgrund der „normalen“ Weiterentwicklung des Wirtschafts- und Verkehrsgefüges. Deshalb sollten diese beiden Komponenten der Verkehrsentwicklung in Ost und West auch getrennt ausgewiesen werden, um Handlungsstrategien gezielter entwickeln zu können.

Nach der Angleichungshypothese müßte durch die Vereinigung der Pkw-Bestand sowie das Güterverkehrsvolumen der alten Länder um etwa ein Viertel zunehmen. Die zu erwartende Güterverkehrsleistung stiege um weitere knapp 20 %, da sich die Verkehrsverflechtungen in einem größeren Raum abspielen. Der so beschreibbare Zustand „West '88 + Ost auf '88er Westniveau“ liegt mit seinen Verkehrsleistungsdaten im Güter- wie im Personenverkehr um etwa 8 % über der BVWP – Basis „Summe der Teilverkehre West 88 + Ost 88“. Dabei wird die erwähnte höhere Zunahme der Güterverkehrsleistung (durch Raumausweitung) teilweise dadurch kompensiert, daß die in der ehemaligen DDR vorhandene überhöhte Güterverkehrsleistung pro Einwohner (Braunkohle, Zwang zum Bahntransport, eigene Gleiskörper zwischen Abbaugelände und verarbeitenden Industriestandorten, die anderen Gütern nicht zur Verfügung standen) abgebaut wird.

Wichtigster Aspekt der getrennten Auswertung der Verkehrseffekte aufgrund der Angleichungshypothese sind die zwangsläufigen Veränderungen der Verkehrsmittelstruktur. Die Verkehrsleistungen der Bahn werden im Personen- wie im Güterverkehr auf drei Viertel des ‚88er Ausgangswertes zurückgehen. Die Motorisierungszunahme einerseits und der Abbau der „künstlichen“ Verkehrsmittelstruktur sowie der Transportleistungen im Güterverkehr der DDR andererseits führen zu dieser schlechteren Ausgangsposition der Bahn (in den realen Werten für 1993 schon weitgehend angenähert). Die im BVWP unterstellten Zuwächse der Verkehrsleistungen auf der Schiene von 41 % im Güterverkehr und 34 % im Personenverkehr müssen deshalb auf der Basis der heute schon gegebenen Transport- und Beförderungsleistungen doppelt so hoch angesetzt werden, wenn die Zielsetzung des Szenarios „H“ des BVWP erreicht werden soll. Unter den gegenwärtigen verkehrspolitischen Rahmenbedingungen, die auch im Szenario H unterstellt werden, ist dies wenig wahrscheinlich. Die Aktualisierung der Prognosebasis unterstreicht also die Notwendigkeit zu verkehrspolitischen Handeln.

2.3.2.2 Aspekte der Ostöffnung

Prognosen zur zukünftigen Verkehrsverflechtung der Bundesrepublik Deutschland mit Osteuropa sind heute mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, da die ökonomische Entwicklung dort nach Umfang und zeitlichem Ablauf derzeit kaum exakt eingeschätzt werden kann. In der deutschen Verkehrspolitik stellt die internationale Verkehrsverflechtung nach Osten einen wesentlichen neuen Teilbereich dar.

Während sich die Öffnung nach Westen im Rahmen der EU seit mehr als drei Jahrzehnten kontinuierlich entwickelte und noch heute weiterläuft, stellt die

Ostöffnung eine schlagartige Vergrößerung des Verflechtungsraumes dar. Je nach Integration verschiedener Länder Osteuropas wächst das Verflechtungspotential um bis zu 75 % aufgrund der Teilnahme eines größeren Einwohnerpotentials am Wirtschaftsleben. Die geographische Lage dieser Einwohnerpotentiale (= Wirtschaftspotentiale) führt bei einer gesamteuropäischen Integration zu einer ganz anderen räumlichen Verkehrsverflechtung. Hierdurch wird das Verkehrszentrum Europas von Frankreich nach Deutschland verschoben.

Die Lage der Bundesrepublik Deutschland und ihre Bedeutung als Verkehrszentrum Europas stellt einerseits ein positives Wirtschaftspotential für Deutschland dar; andererseits bildet dies ein Potential für die „Abwanderung von Arbeit“ mit weiteren Verkehrsfolgen. Hinzu kommt, daß der zu erwartende Transitverkehr, der in den meisten Ländern um etwa 40 % zunimmt, im Transitland Deutschland etwa um einen 6fachen Wert ansteigen wird. Aus dieser neuen Lage folgt ein veränderter verkehrspolitischer Handlungsbedarf für die Bundesrepublik Deutschland. Darüber hinaus wird in solchen Szenarien verdeutlicht, in wie starkem Maße verkehrspolitisches Handeln auf nationaler Ebene auf die Einbindung internationaler Aspekte und internationale verkehrspolitische Flankierung angewiesen ist.

2.3.2.3 Entwicklung des Luftverkehrs in der Zukunft

Weltweite Entwicklung im Linienverkehr

Die Tab. 2.3-3 zeigt die von der ICAO prognostizierte Entwicklung des nationalen und internationalen Linienflugverkehrs bis 2001 im Vergleich zu den Jahren 1980 und 1990 sowohl für den Personen- (Tab. 2.3-3a) als auch für den Frachtverkehr (Tab. 2.3-3b). Alle regionsspezifischen Angaben beziehen sich auf die Verkehrsleistungen der in diesen Ländern konzessionierten Fluggesellschaften, wobei deren Inlands- und Auslandsverkehre innerhalb der angegebenen Regionen summiert wurden.

Nach dieser ICAO-Prognose wird die Verkehrsleistung im Passagier-Linienverkehr (weltweit alle Regionen gemittelt) bis zum Jahr 2001 jährlich um 5 % pro Jahr ansteigen. Dies entspricht einem Anstieg von rund 80 % gegenüber 1990. Allein der grenzüberschreitende Linienverkehr wird sich demnach innerhalb dieses Zeitraums nahezu verdoppeln.

Ähnliche Tendenzen werden für den Frachtverkehr prognostiziert (Tab. 2.3-3b). Die Gesamtverkehrsleistung im Frachtverkehr (Passagier- und Frachtflüge) wird demnach um 6,5 % pro Jahr zunehmen. Die Verkehrsleistung im Frachtverkehr wird im Jahr 2001 fast 30 % der gesamten Verkehrsleistung (in Tonnenkm) ausmachen.

Weltweite Entwicklung im Gelegenheitsverkehr

Prognosen über die zukünftige Entwicklung dieses Luftverkehrszweiges liegen derzeit nicht vor (ICAO, 1992b). Bezogen auf die jeweilige Gesamtverkehrsleistung für 1991 hatte der Personengelegenheitsver-

Tabelle 2.3-3

ICAO-Prognose für die Verkehrsleistung des gesamten Linienverkehrs in 2001 (ICAO, 1992 b)

Die Tabellen enthalten zusätzlich Angaben zu den Verkehrsleistungen für die Jahre 1980 und 1990

a) Personenverkehr

	Passenger-kilometres (thousand millions)				Average annual growth rate (per cent)		Regional share of world traffic (per cent)		
	1980	1990	1991	2001	1980– 1990	1990– 2001 *)	1980	1990	2001
Africa	29.7	42.0	41.2	62	3.5	3.5	2.7	2.2	1.9
International ..	22.4	33.1	32.1	50	4.0	4.0	4.8	3.7	2.9
Domestic	7.3	8.9	9.1	12	2.0	3.0	1.2	0.9	0.8
Asia Pacific	160.1	344.1	347.0	820	8.0	8.0	14.7	18.2	25.4
International ..	105.4	236.0	231.8	590	8.4	8.5	22.6	26.4	34.8
Domestic	54.7	108.1	115.2	230	7.0	7.0	8.8	10.8	15.0
Europe	365.2	590.4	549.8	880	4.9	3.5	33.5	31.2	27.2
International ..	184.4	313.6	294.7	500	5.5	4.5	39.5	35.1	29.5
Domestic	180.8	276.8	255.1	380	4.4	3.0	29.0	27.7	24.8
Middle East	28.4	47.0	43.2	80	5.2	5.0	2.6	2.5	2.5
International ..	22.0	38.1	34.5	67	5.6	5.5	4.7	4.3	3.9
Domestic	6.4	8.9	8.7	13	3.4	3.5	1.0	0.9	0.8
North America ..	445.3	782.3	757.4	1 260	5.3	4.5	40.9	41.3	39.0
International ..	98.9	220.9	213.8	410	8.4	6.0	21.2	24.7	24.2
Domestic	346.4	561.4	543.6	850	4.9	4.0	55.6	56.2	55.4
Latin America and Caribbean ..	60.2	87.4	87.6	130	3.8	3.5	5.5	4.6	4.0
International ..	33.3	51.9	50.7	80	4.5	4.0	7.1	5.8	4.7
Domestic	26.9	35.5	36.9	50	2.8	3.0	4.3	3.6	3.3
World	1 088.9	1 893.2	1 826.2	3 232	5.7	5.0	100.0	100.0	100.0
International ..	466.4	893.6	857.6	1 697	6.7	6.0	100.0	100.0	100.0
Domestic	622.5	999.6	968.6	1 585	4.9	4.0	100.0	100.0	100.0

b) Frachtverkehr

	Freight tonne-kilometres (millions)				Average annual growth rate (per cent)		Regional share of world traffic (per cent)		
	Actual 1980	Actual 1990	Estimate 1991	Forecast 2001	1980– 1990	1990– 2001 *)	1980	1990	2001
Africa	796	1 166	1 140	1 830	3.9	4.0	2.7	2.0	1.5
International ..	720	1 075	1 050	1 710	4.1	4.5	3.6	2.3	1.7
Domestic	76	91	90	120	1.8	2.5	0.9	0.7	0.7
Asia Pacific	5 596	16 337	16 453	45 800	11.3	10.0	19.2	27.8	38.7
International ..	4 991	14 830	14 851	42 500	11.5	10.0	24.6	32.0	42.1
Domestic	605	1 507	1 602	3 300	9.6	7.5	6.8	12.1	18.8
Europe	10 749	20 008	19 210	36 300	6.4	5.5	36.9	34.0	30.6
International ..	8 232	17 413	16 860	33 000	7.8	6.0	40.6	37.5	32.7
Domestic	2 517	2 595	2 350	3 300	0.3	2.0	28.4	20.8	18.8
Middle East	1 339	2 440	2 135	4 110	6.2	5.0	4.6	4.1	3.5
International ..	1 307	2 351	2 054	3 950	6.0	5.0	6.5	5.1	3.9
Domestic	32	89	81	160	10.8	5.5	0.4	0.7	0.9
North America ..	9 060	16 173	15 571	25 600	6.0	4.5	31.1	27.5	21.6
International ..	3 792	8 532	8 204	15 800	8.4	6.0	18.7	18.4	15.7
Domestic	5 268	7 641	7 367	9 800	3.8	2.5	59.4	61.2	55.9
Latin America and Caribbean ..	1 593	2 745	2 651	4 800	5.6	5.0	5.5	4.7	4.1
International ..	1 219	2 192	2 131	3 960	6.0	5.5	6.0	4.7	3.9
Domestic	374	553	520	840	4.0	4.0	4.2	4.4	4.8
World	29 133	58 869	57 160	118 440	7.3	6.5	100.0	100.0	100.0
International ..	20 261	46 393	45 150	100 920	8.6	7.5	100.0	100.0	100.0
Domestic	8 872	12 476	12 010	17 520	3.5	3.0	100.0	100.0	100.0

*) Rounded to the nearest 0.5 percentage point

kehr einen Anteil von rund 10 % und der Frachtgelegenheitsverkehr einen Anteil von rund 11 % (vgl. Kap. 2.2.5.2).

Kennzahlen zur Entwicklung des gesamten Luftverkehrs

Die Tab. 2.3-4 faßt an Hand einiger Kennzahlen die prognostizierte Entwicklung des weltweiten Luftverkehrs zusammen. Nach dieser ICAO-Prognose wird zu Beginn des kommenden Jahrhunderts die Verkehrsleistung insgesamt rund 3 Bio. Pkm und die beflogene Flugstrecke rund 20 Mrd. km betragen.

Tabelle 2.3-4

Kennzahlen für den gesamten Personenverkehr (ICAO, 1992 b)

Die rechte Spalte gibt die jährliche prozentuale Änderung innerhalb des Zeitraumes 1990 bis 2001 an.

	1990	2001	
Verkehrsleistung	1,7 Bio. Pkm	2,8 Bio. Pkm	+5,0 %/a
Auslastung	66 %	68 %	+0,3 %/a
Flugzeuggröße	183 Sitze	220 Sitze	+1,7 %/a
Flugkilometer ¹⁾	14,3 Mrd.	19,8 Mrd.	+3 %/a
Starts ¹⁾	14,6 Mio.	18 Mio.	+2 %/a

¹⁾ inklusive Fracht, ohne GUS

Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland

Angesichts der vielen Unabwägbarkeiten bei der Beurteilung der wirtschaftlichen und sozialen Veränderungen in den neuen Bundesländern (NBL) ist die Prognose des künftigen Luftverkehrsaufkommens innerhalb Deutschlands (insbesondere NBL) mit Unsicherheit verbunden (Bachmann u. Nüßer, 1992). Prognostiziert wird dort das Aufkommen an Passagieren (Personen) sowie die Zahl der Flugbewegungen.

Das Passagieraufkommen an den deutschen Flughäfen (Zu-, Aus- und Umsteiger, alte und neue Bundesländer) soll sich nach Bachmann u. Nüßer (1992) voraussichtlich insgesamt von etwa 69 Mio. im Jahr 1988 auf 122 Mio. im Jahr 2000 erhöhen. Dies entspricht einer jährlichen Steigerungsrate von etwa 5 %.

Die Lufthansa rechnet in ihrer Prognose dagegen mit einem Gesamtpassagieraufkommen an den deutschen Flughäfen von 140 Mio. Flugpassagieren im Jahr 2000 (Lufthansa, 1992). Beim Luftfrachtverkehr erwartet die Lufthansa bis zum Jahr 2005 eine jährliche Steigerungsrate von 7 % (Lufthansa, 1992). Die Zahl der Flugbewegungen auf westdeutschen Flughäfen wird gegenüber 1990 voraussichtlich um rund 3 % pro Jahr ansteigen (Bachmann u. Nüßer, 1992).

Obwohl Prognosen über das Jahr 2000 hinaus noch sehr unsicher sind, wird keine Sättigung der Nachfrage nach Luftverkehrsleistung erwartet (Nüßer u. Schmidt, 1990). Statistisch zuverlässige Angaben über Flugbewegungen über deutschen Territorien liegen nicht vor.

3 Wirkungen und Folgen des Verkehrs

In der Arbeit der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ geht es vor allem um die Wirkungen verschiedener anthropogener Aktivitäten auf das globale Klima sowie die Möglichkeit einer langfristig tragfähigen Entwicklung bei wachsender Weltbevölkerungsvorzugs zu behandeln. Der Verkehrsbereich spielt insofern eine besondere Rolle, als er sowohl zu einer Klimaänderung als auch durch die Emission verschiedener Schadstoffen zu lokalen und regionalen Umweltproblemen (z. B. Photosmog) beiträgt, die Fauna und Flora in zunehmendem Umfang nachteilig beeinflussen und zu einem erheblichen Verlust von Lebensqualität führen. Hinzu kommen Unfallfolgen, Lärmbelästigung, Bodenversiegelung durch den Bau von Straßen usw., die Auswirkung auf die Raumstruktur (gebaute Umwelt) sowie der Ressourcenverbrauch durch die Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Fahrzeugen. Der Verkehr entwickelt dabei eine Eigendynamik, welche zu Strukturen mit weiter anwachsendem Verkehr führt, die nur schwer änderbar sind. Wenn Strategien zur Verringerung und Bewältigung der Auswirkungen des Verkehrs erstellt und Maßnahmen zur Minderung der Verkehrsemissionen entwickelt werden sollen, müssen die negativen und positiven Seiten des Verkehrs gegeneinander abgewogen werden.

3.1 Belastungen durch Emissionen

3.1.1 Globale Auswirkungen der Verkehrsemissionen

Der weltweit abgewickelte Verkehr hat mit etwa 20 % einen wesentlichen Anteil an der anthropogenen CO₂-Freisetzung durch Verbrennung fossiler Energieträger¹⁾ und trägt damit signifikant zur Veränderung des globalen Klimas der Erde bei (EK, 1992; UN, 1990). Zusätzlich werden durch den Verkehr u. a. NO_x, VOC und CO emittiert, die über die photochemische Bildung des klimarelevanten Ozons (O₃) in der Troposphäre den durch die Emission des CO₂ bedingten Treibhauseffekt verstärken. In den mittleren Breiten der Nordhemisphäre wird eine Zunahme der O₃-Konzentrationen von ca. 1 % pro Jahr beobachtet, die im wesentlichen auf den Anstieg des Verkehrs und der damit zusammenhängenden Emission der zuvor genannten Spurengase zurückgeführt wird. Insgesamt hat sich die O₃-Konzentration in der freien Troposphäre über Europa nachweislich von ca. 10–15 ppbv in der frühindustriellen Zeit auf den heute beobachteten Jahresmittelwert von ca. 40–50 ppbv erhöht (Volz u. Kley, 1988).

¹⁾ Die CO₂-Emissionen des weltweit abgewickelten Verkehrs entsprechen etwa 16 % der gesamten anthropogenen CO₂-Emissionen bzw. etwa 8 % aller anthropogenen treibhausrelevanten Spurengasemissionen (EK, 1992).

Sonderaspekt Luftverkehr

Bei der Bewertung des Anteils der einzelnen Verkehrsträger an der Klimaänderung kommt dem Luftverkehr insofern eine Sonderstellung zu, als dieser zwar nur in einem geringen Umfang zur Emission von CO₂, NO_x, VOC und CO durch den Gesamtverkehr beiträgt, der Hauptanteil dieser Emissionen aber im Reiseflug, d. h. in Höhen von 8 bis 12 km Höhe (Bereich der Tropopause), erfolgt. Dieser Höhenbereich ist dadurch charakterisiert, daß

- die natürlichen Hintergrundkonzentrationen dieser Spurengase sehr gering sind,
- die Verweilzeiten dieser Spurengase im Höhenbereich des Reiseflugverkehrs um ein Vielfaches größer sind als in der Nähe der Erdoberfläche und mit Eintritt in die stabil geschichtete Stratosphäre sprunghaft weiter ansteigen,
- hier die niedrigsten Temperaturen der gesamten Atmosphäre gemessen werden und somit ein Einbringen von zusätzlichen wärmestrahlungsabsorbierenden Gasen einen deutlich stärkeren Treibhauseffekt bewirkt als vergleichbare Emissionen in der Nähe der Erdoberfläche (Graßl, 1990).

Damit kommt den Emissionen des Luftverkehrs, obwohl sie nur einen kleinen, aber stetig wachsenden Anteil an den Gesamtemissionen des Verkehrs ausmachen, eine erhebliche klimarelevante Bedeutung zu.

Schumann (1993) schätzte die luftverkehrsbedingten klimarelevanten Emissionen des weltweiten Luftverkehrs für das Jahr 1990 ab (Tab. 3.1-1). Danach wurden durch den Luftverkehr etwa 550 Mio. t CO₂ emittiert, was einem Anteil an der weltweiten CO₂-Emission durch Verbrennung fossiler Energieträger von ca. 3 % entspricht. Der weltweite Luftverkehr verbrauchte rund 180 Mt Treibstoff, wobei der Anteil des Zivilluftverkehrs auf etwa 70 % geschätzt wird (BT-DS 12/2183). Die gesamten, flugzeugbedingten H₂O-Emissionen betragen rund 220 Mt. Die Tabelle 3.1-1 enthält außerdem Angaben über die Emissionen weiterer, anthropogener und natürlicher Quellen. So ist z. B. der luftverkehrsbedingte H₂O-Eintrag im Vergleich zum Wasserdampfanteil, der über die Verdunstung an der Erdoberfläche in die Atmosphäre transportiert wird, verschwindend gering. Dieser ist jedoch größer als der durch Oxidation von Methan gebildete Wasserdampfanteil. Die luftverkehrsbedingten NO_x-Emissionen, die überwiegend in Reiseflughöhe stattfinden (s. u.), machen mit 3,2 Mio. t pro Jahr zwar nur etwa 3 % aller anthropogenen Emissionen aus, liegen jedoch in der gleichen Größenordnung wie der natürliche NO_x-Transport von der Stratosphäre in die Troposphäre. Der luftverkehrsbedingte Beitrag zum atmosphärischen CO-, HC- und SO₂-Budget ist dagegen gering.

Schätzung des Treibstoffverbrauchs und der Emissionen des gesamten Luftverkehrs für das Jahr 1990 (Schumann, 1993)

a) Treibstoffverbrauch

	Luftverkehr in Mt/Jahr	Gesamtverbrauch in Mt/Jahr
	176	3 140

b) Emissionen

	Luftverkehr in Mt/Jahr	im Vergleich dazu: andere Quellen Mt/Jahr	Quelle
CO ₂	554	20 900	Verbrennung fossiler Brennstoffe ¹⁾
H ₂ O	222	45 525 000	Bildung durch Methan-Oxidation in der Stratosphäre ¹⁾ Verdunstung an der Erdoberfläche ¹⁾
NO _x (als NO ₂) .	3,2	2,9 ± 1,4 90 ± 35	Eintrag von der Stratosphäre in die Troposphäre ¹⁾ Summe aller anthropogenen Quellen ¹⁾
CO	0,26	600 ± 300 1 490	Bildung durch Methan-Oxidation ¹⁾ Summe aller anthropogenen Quellen ¹⁾
HC	0,1	90	Summe aller anthropogenen Quellen an der Erdoberfläche ²⁾
Ruß	0,0025		
SO ₂	0,176	0,0625 134	Emission, die zu einer Stabilisierung der gegenwärtigen Aerosol-Hintergrundkonzentration in der Stratosphäre führt ³⁾ Verbrennung fossiler Brennstoffe ⁴⁾

1) Enquete-Kommission, 1991

2) Hough, 1991

3) Hofmann, 1991

4) Hameed und Dignon, 1992

Zu einer ersten Einschätzung der Größenordnung dieser Emissionen sind Emissionen anderer Quellen angegeben.

Der größte Anteil der luftverkehrsbedingten Emissionen erfolgt in der Nordhemisphäre, hier insbesondere über dem europäischen und amerikanischen Kontinent sowie auf den Hauptflugrouten über dem Atlantik und Pazifik. Abb. 3.1-1 vermittelt einen Eindruck über die geographische Verteilung der NO_x-Emissionen oberhalb von 8 km entlang der Flugrouten. Diese machen etwa 60 % der Gesamtemissionen von NO_x durch den Luftverkehr aus. Abb. 3.1-2 zeigt die berechnete NO_x-Verteilung in 11 km Höhe an. Die NO_x-Zunahme ist insbesondere in den mittleren Breiten der Nordhemisphäre hoch. Hier liegt der Anteil des Flugverkehrs an den NO_x-Emissionen in den oberen Schichten der Troposphäre bei 40 % (Ehhalt u. a., 1992). Insgesamt werden weltweit etwa 1/5 der flugzeugbedingten Emissionen in die unteren Schichten der nördlichen Stratosphäre eingetragen, die rest-

lichen 4/5 innerhalb der gesamten Troposphäre. Diese Emissionen verursachen nach Schumann (1993) einen signifikanten Anstieg der mittleren Konzentrationen von NO_x und SO₂ in den höheren Schichten der Troposphäre und im Bereich der unteren Stratosphäre.

Innerhalb des Luftraums über Deutschland erfolgt der Hauptanteil der CO- und VOC-Emissionen des zivilen Luftverkehrs unterhalb einer Höhe von etwa 3 000 m, wobei die höchsten Emissionen im Standlauf sowie im Rollbetrieb (Verkehr zwischen Lande- bzw. Startbahn und den Terminals) zu verzeichnen sind. Dabei kann sich die durchschnittliche NO_x- und CO-Belastung im Bereich großer Flughäfen zumindest zeitweise deutlich erhöhen. Rund 2/3 der CO₂-, SO₂- und NO_x-Emissionen erfolgen oberhalb von 3 000 m, davon die

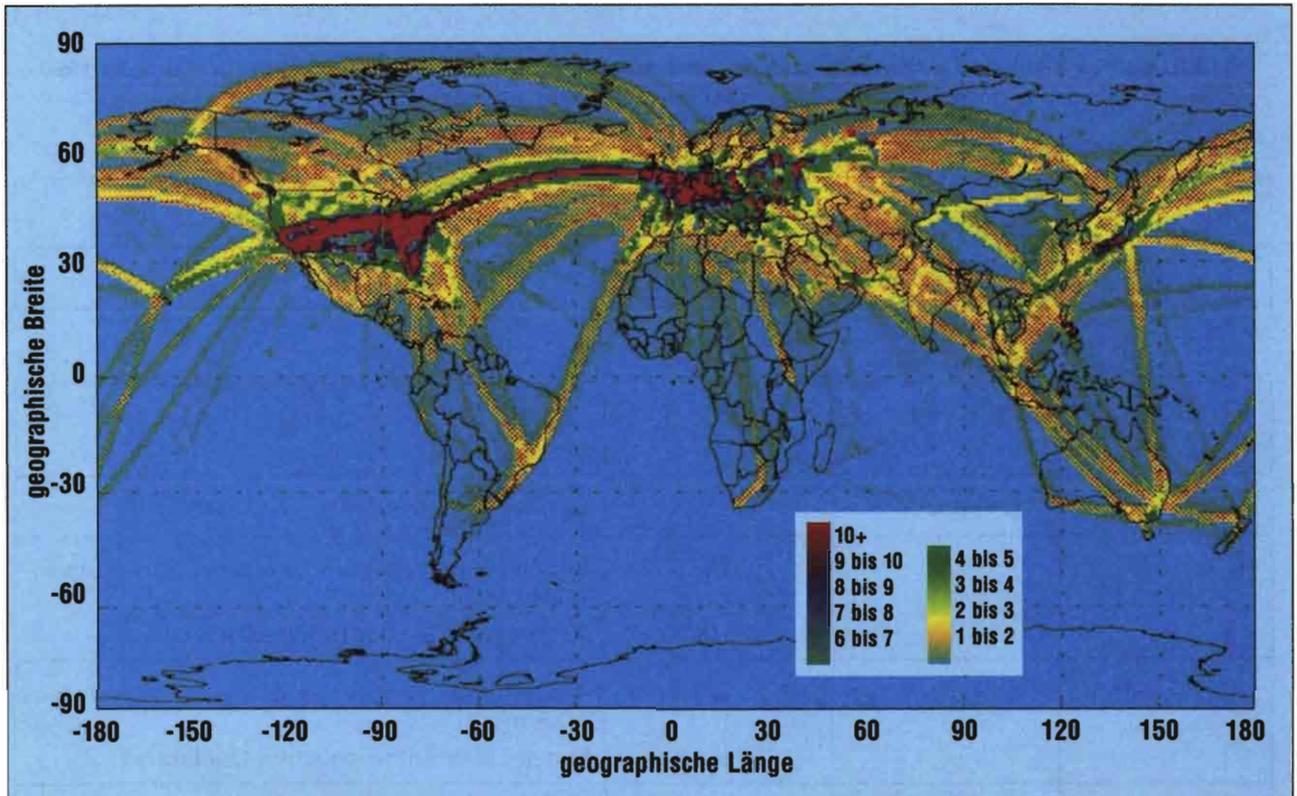


Abb. 3.1-1: Flugzeugemissionen 1990 oberhalb 8 km (Rohrer, 1993)

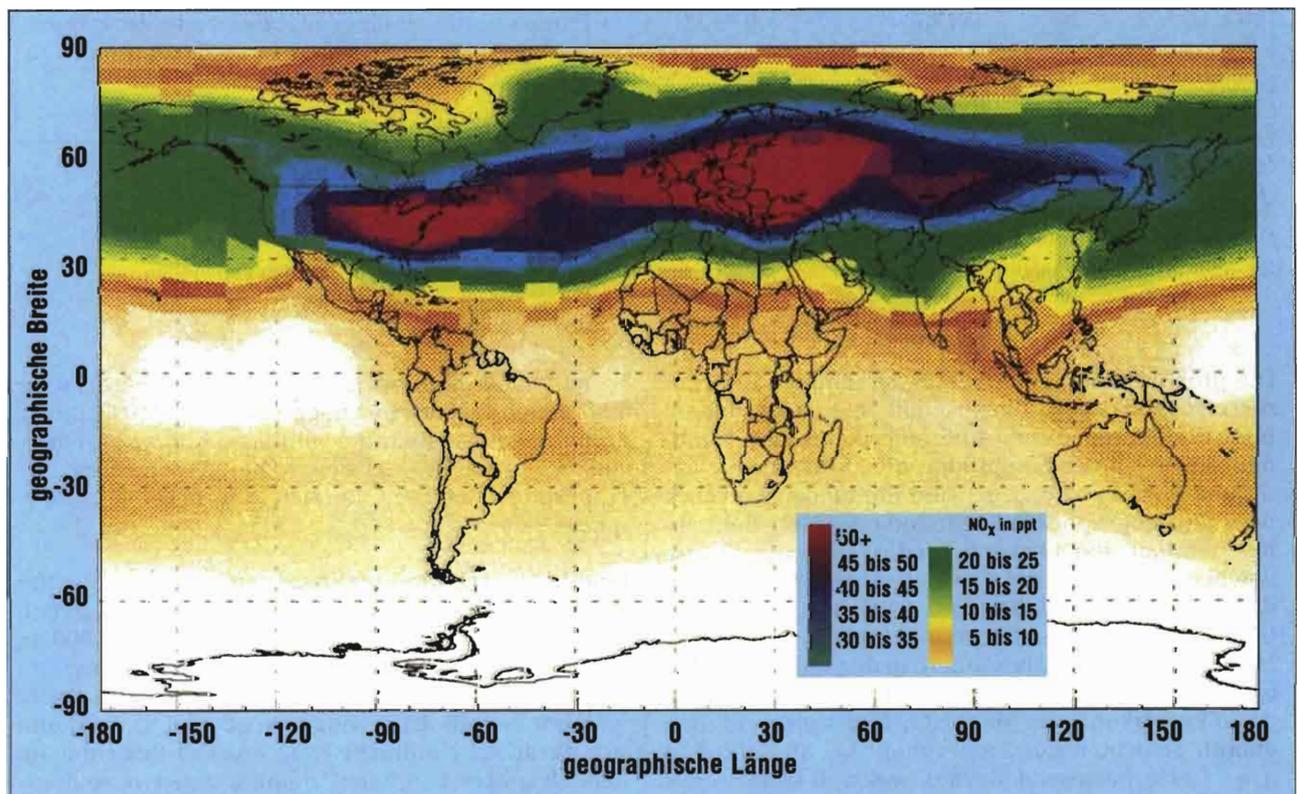


Abb. 3.1-2: Berechnete NO_x -Verteilung im Juni 1990 in 11 km Höhe (Rohrer, 1993)

Hälfte im Bereich der Tropopause (9 000 m). Der Anteil des militärischen Luftverkehrs hat einen Anteil von etwa 6 % an den Gesamtemissionen in Deutschland oberhalb von 3 000 m (BT-DS 12/2183).

Neben der direkten Strahlungswirkung kommt dem flugzeugbedingten H₂O-Eintrag eine zusätzliche Klimawirksamkeit durch die Bildung von hohen, aus Eispartikeln bestehenden Wolken zu. Diese Wolken weisen – abhängig von der Größenverteilung der Eispartikel – einen positiven Treibhauseffekt auf. Schumann und Wendling (1990) bezifferten die durch den H₂O-Eintrag des Luftverkehrs bedingte Bewölkungszunahme über Mitteleuropa mit 0,4 %.

Die flugzeugbedingten NO_x-Emissionen sind ausschließlich indirekt klimawirksam. Sie tragen über eine photochemische Reaktionskette – u. a. unter Mitwirkung von Methan, CO und OH – zu einer Zunahme des Ozongehaltes im Bereich der Tropopause bei. Neuere Abschätzungen zum Beitrag des Luftverkehrs zu dieser Ozonzunahme liegen zwischen 7 % (Johnson u. Henshaw, 1991) und 12 % (Beck u. a., 1992). Unterstellt man einen weiteren Zuwachs des Flugverkehrs in den kommenden Jahren von 5 % pro Jahr, so wird die flugzeugbedingte Zunahme der O₃-Konzentration in Reiseflughöhe lokal 20 bis 30 % betragen (Beck u. a., 1992).

Die flugzeugbedingten SO₂-Emissionen sind – in der Stratosphäre – ebenfalls indirekt klima- und ozonwirksam. SO₂ wird in Sulfat-Aerosolteilchen umgewandelt. Neben der direkten Strahlungswirksamkeit spielt das Sulfat-Aerosol eine bedeutende Rolle beim stratosphärischen Ozonabbau (Arnold u. a., 1992). In dieser Höhenschicht ist in den letzten 18 Jahren ein Anstieg des stratosphärischen Hintergrund-Sulfataerosols von 5 % pro Jahr (Hofmann, 1991; Jäger, 1992) beobachtet worden, der zu einem erheblichen Teil sowohl auf die Zunahme des Flugverkehrs als auch auf die mit der Zeit ansteigenden Flughöhen zurückgeführt wird.

Die Auswirkungen der flugzeugbedingten Emissionen im Bereich der Tropopause für das Klima der Erde werden gegenwärtig untersucht (z. B. Schumann, 1993).

3.1.2 Regionale Auswirkungen der Verkehrsemissionen

Der Verkehrsbereich trägt durch die Emissionen von NO_x, CO und VOC erheblich zur regionalen Luftverschmutzung bei. In den industriellen Ballungsgebieten sowie in Städten ist der Verkehrsbereich der größte Einzelemittent, obwohl die spezifischen Emissionsraten durch technische Maßnahmen an den Fahrzeugen gegenüber 1988 teilweise erheblich reduziert wurden. Die zuvor genannten Spurengase gewinnen dadurch an großer Bedeutung, daß sie zur photochemischen Bildung von Photooxidantien, u. a. von Ozon, beitragen, die extrem toxisch wirken und den Säuregehalt des Niederschlags entscheidend mitbestimmen.

Da die mittleren Verweilzeiten der Spurengase NO_x, VOC, SO₂ und CO i. a. sehr kurz sind (Stunden bis zu einigen Tagen, bei CO bis zu wenigen Monaten), ist das von ihnen ausgehende umweltrelevante Gefährdungspotential im wesentlichen regional begrenzt. Allerdings wird auch ein Teil dieser Ausgangssubstanzen und/oder die photochemischen Produkte durch vertikalen Transport in die freie Troposphäre transportiert, wo sie zum allgemeinen Anstieg des klimarelevanten Ozons beitragen.

Der größte Emittent im Verkehrsbereich ist der Straßenverkehr (PKW, Zweirad, LKW; vgl. Tab. 1.2-2). Dieser Bereich emittierte im Jahr 1988 (ABL) ca. 128 Mio. t CO₂, 1,6 Mio. t NO_x, 6,5 Mio. t CO und 1,2 Mio. t VOC. Damit betrug der Anteil des Straßenverkehrs an der gesamten anthropogenen NO_x-Emission in Deutschland (ABL) 56 %. Im Falle des CO und der

Tabelle 3.1-2

Mittlere regionale Schadstoffverteilung (Orientierungswerte) (BMU, 1987, 1992)

Komponente	städtische Hauptverkehrsstraßen	städtische Wohngebiete	ländliche Gebiete
CO*	10 mg/m ³	2 mg/m ³	0,2 mg/m ³
NO _x *	120 µg/m ³	40–50 µg/m ³	10 µg/m ³
Benzol*	30 µg/m ³	10 µg/m ³	3 µg/m ³
Blei*	1 µg/m ³	0,5 µg/m ³	0,03 µg/m ³
SO ₂	20–100 µg/m ³		
Staub	40–100 µg/m ³		
Ozon	10–100 µg/m ³ (im Sommer) 100–190 µg/m ³		

¹⁾ Beitrag des Kraftfahrzeugverkehrs dominiert in den Städten.

VOC lag dieser prozentuale Anteil bei 74 bzw. 47 %. Die Verteilung und Konzentration der verkehrsbedingten Schadstoffe wird durch die Verkehrsströme und die Verkehrsdichte bestimmt und zeigt dementsprechend starke regionale Unterschiede. Die höchsten Konzentrationen werden in den Ballungsräumen beobachtet, die sich durch hohe Verkehrsdichte auszeichnen. In diesen Gebieten hat der Kurzstreckenverkehr einen hohen Anteil, bei dem der Katalysator nicht voll wirksam ist und deshalb geringere Konversionsraten aufweist als im Überlandverkehr¹⁾. In städtischen Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen liegen die Konzentrationen der verkehrsbedingten Schadstoffe um mehr als den Faktor 10 über den entsprechenden Werten in ländlichen Gebieten (Tab. 3.1-2). In den Hauptverkehrszeiten wird dieses Verhältnis sogar noch weit überschritten.

Auswirkungen auf den Menschen

Einige der verkehrsbedingten Schadstoffe sind ab einer bestimmten Konzentration toxisch. Sie wirken entweder direkt (z. B. durch Einatmung) oder indirekt (z. B. über die Nahrungsaufnahme) auf den Menschen und führen zu gesundheitlichen Schädigungen. Ein typisches direkt wirkendes Schadgas ist das Kohlenmonoxid (CO), das die Sauerstoffaufnahme im Blut behindert und ab einer Konzentration von etwa 75 mg/m³ (etwa 60 ppm) zu Kopfschmerzen und Anzeichen von Sehschwäche führen kann (Fellenberg, 1977). CO-Konzentrationen, die akute Gesundheitsschäden auslösen, werden aber weder in verkehrsüberlasteten Straßenschluchten noch in Fahrzeuginnenräumen beobachtet (SRU, 1994).

Erhöhte Stickoxidbelastungen (NO_x) führen entweder direkt oder über die Bildung von Ozon zur Beeinträchtigung im Bereich der Atemwege (erhöhte Permeabilität der Lungenwände sowie verzögerte Sauerstoffaufnahme des Blutes).

Benzol, von dem jährlich etwa 50 000 t (80 % der Gesamtemission) durch den Autoverkehr emittiert wird, erzeugt beim Menschen, wenn es eingeatmet wird, gesundheitliche Schäden, z. B. Krebs (SRU, 1994).

Die in den Antiklopfmitteln enthaltenen Bleianteile des Benzins gelangen über die Auspuffgase in die Atmosphäre, davon 75 % als Feinstaub (BMU, 1987). Der Mensch nimmt dieses Blei entweder direkt durch die Haut, durch Inhalation oder über die Nahrungskette (z. B. durch Verzehr von Milch und Gemüse) auf.

¹⁾ Die gegenwärtig betriebenen, konventionellen Katalysatorsysteme erreichen erst nach 2–3 Minuten die sogenannte T50-Temperatur (> 250 °C), bei der der Kat 50 % der Schadstoffe – aber nicht CO₂ – konvertiert. Verbesserungen der Katalysatorleistung können u. a. durch eine motornahere Anordnung, die Verwendung kleinerer Vorkatalysatoren oder auch durch beheizte Katalysatorsysteme erreicht werden. So können z. B. Kat-Startheizungssysteme die Ansprechzeit auf etwa 15 Sekunden reduzieren (MTZ, 1993). Die Entwicklung verbesserter Katalysatorsysteme zur Serienreife wird Aufgabe der kommenden Jahre sein (Hockel u. a. 1992).

Die dadurch verursachten Schädigungen sind durch die Einführung des bleifreien Treibstoffes weitgehend ausgeschlossen worden.

Als gesundheitlich bedenklich werden seit langem auch die Partikelemissionen eingeschätzt, die bei der Verbrennung im Dieselmotor entstehen. Neuere Untersuchungen an Ratten, die sehr hohen Konzentrationen dieser Partikelemissionen ausgesetzt wurden, schreiben die hierbei bei einigen Ratten-Spezies aufgetretenen Krebsfälle den Partikeln in ihrer Eigenschaft als Feinstäube zu, so daß Diesel-Partikel hinsichtlich ihrer Dosis-Wirkungs-Abhängigkeit nicht anders zu bewerten sind als andere Feinstäube im Straßenraum. Bisherige Hypothesen, die nach wie vor vertreten werden, gingen davon aus, daß an den Partikeln angelagerte polyaromatische Kohlenwasserstoffe unmittelbar Auslöser für die beobachteten Krebsfälle seien. Die Einführung von Dieselmotorkatalysatoren lassen in dieser Hinsicht längerfristig eine Reduzierung der Umweltbelastungen durch Ruß erwarten.

Bei der photochemischen Oxidation von VOC in NO_x-haltigen Luftmassen werden neben Ozon auch andere Zwischen- und Endprodukte gebildet, die extrem toxisch sind. Dazu gehören die Photooxidantien, u. a. PAN. Dies sind Peroxide, deren stark oxidative Eigenschaften primär schädlich auf die Lunge wirken und darüber hinaus zu Augenreizungen und Veränderungen der Sehschärfe führen können. Bei einer Ozonkonzentration von 160 µg/m³ (etwa 80 ppb) werden bei einer mehrstündigen körperlichen Belastung Veränderungen der Lungenfunktion und abnehmende Leistungsfähigkeit beobachtet (Wagner, 1991). Dieser Effekt macht sich besonders bei Kindern sowie älteren Menschen bemerkbar (Sonnenmann, 1992). Ungeklärt ist, ob die Einwirkung von Ozon auch mutagene und kanzerogene Auswirkungen hat.

Neben der bereits beschlossenen Einführung von Saugrüsseln an Betankungsanlagen, durch die eine Reduktion der VOC-Emissionen beim Betankungsvorgang in Höhe von 60 % erwartet wird, können durch die Einführung des Kohlekanisters in die Fahrzeuge VOC-Emissionen weitgehend vermieden werden. Ungeachtet der Beschlußlage zur Einführung des Gaspenderverfahrens sollte daher geprüft werden, ob durch die Einführung des Kohlekanisters nicht langfristig weitergehende Reduktionen erreicht werden können.

Auswirkungen auf Ökosysteme

NO_x-Emissionen und SO₂-Emissionen sind über die Bildung von Salpeter- bzw. Schwefelsäure für die Entstehung des sauren Regens wesentlich verantwortlich. Der Säuregehalt des Regens liegt mit pH-Werten zwischen 4,0 und 4,6 deutlich über dem natürlichen Säuregehalt von 5,6 bis 6,5. In Wolken werden pH-Werte von weniger als 3,0 beobachtet. Der hohe Säuregehalt ist u. a. für die „neuartigen Waldschäden“ mitverantwortlich. Die Bäume filtern aufgrund ihrer großen Oberfläche beträchtliche Mengen an Schadstoffen aus Luft und Nebel. Der hohe Säure-

gehalt des Niederschlages führt auch zur Versauerung der Gewässer. Dies kann, wie z. B. in Schweden, mit Einsetzen der Schneeschmelze zum Absterben der Fischbrut führen.

Stickoxide werden durch Pflanzen aufgenommen und als willkommener Nährstoff genutzt. Bei extrem hohen NO_x -Konzentrationen (vor allem NO_2) treten allerdings Schädigungen an Pflanzen (Verfärbungen, Wachstumseinbußen) auf. Das NO_x -Schädigungspotential verstärkt sich noch dadurch, daß NO_x zur Ozonbildung in der bodennahen Luftschicht (Photo-smog) beiträgt. Dabei können Konzentrationen auftreten, die weit oberhalb der zulässigen Grenzwerte liegen und zu erheblichen Schäden in naturnahen Ökosystemen sowie in der Land- und Forstwirtschaft führen.

Ozon, zusammen mit den anderen in verschmutzten Luftmassen auftretenden Photooxidantien, verursacht eine Braunfärbung von Blättern, die manchmal sogar zum Absterben von Pflanzenpartien führt. Diese Schädigungen werden durch synergetische Effekte, u. a. durch klimatische Einwirkungen, verstärkt. Die Schädigung der Chloroplasten sowie die Veränderung der Durchlässigkeit der Zellmembranen verursacht durch die Photooxidantien verringern das Wachstum an Biomasse. Wachstumsstörungen zeigen sich z. B. an den neu zuwachsenden Nadeln der Weißkiefer bei einem mehrstündigen O_3 -Mischungsverhältnis von 30 ppb. Bei 100–120 ppb für 2 h zeigen sich bereits Effekte an Spinat, Klee, Hafer oder Mais (Sonnemann, 1992). Obwohl arten- und sortenspezifische Empfindlichkeitsunterschiede bei Pflanzen vorliegen, gilt das bodennahe Ozon als der bedeutendste Luftschadstoff für die Biosphäre. Ozon ist ebenfalls mitverantwortlich für die neuartigen Waldschäden.

3.2 Sonstige verkehrsbedingte Einflüsse

3.2.1 Wirkung von Verkehrslärm

Lärm wird in der Bevölkerung nicht nur als eine starke Belastung empfunden, sondern kann die Gesundheit beeinträchtigen.

Beim Straßenverkehr dominieren Motoren-, Roll- und Bremsgeräusche. Hier steigt der durchschnittliche Lärmpegel – insbesondere die Lärmspitzen – im wesentlichen durch den LKW-Verkehr. Die Lärmemissionen der Bahn gehen hauptsächlich vom Rad-Schienen-Kontakt, den Loks und den Fahrtgeräuschen aus. Fluglärm im Bereich der Flughäfen und im Bereich der An- und Abflugschneisen entsteht vorwiegend durch die Flugtriebwerke bei Start und Landung (EG-Kommission, 1992 a). Neue Landeverfahren sollen zu einer Reduktion dieser Lärmbelastung führen.

In Wohngebieten ist rund ein Achtel der Bevölkerung während des Tages einem Geräuschpegel von 65 db(A)¹⁾ und mehr ausgesetzt. Dies entspricht in etwa der Lautstärke eines klingelnden Telefons

¹⁾ Dezibel, A-bewertet: Meßgröße für den Schallpegel mit Schwerpunkt auf den mittleren und hohen Frequenzen, auf die das menschliche Ohr besonders empfindlich reagiert.

Tabelle 3.2-1

Übersicht über die Dezibelhöhe verschiedener täglicher Geräuschquellen

Geräuschquelle	dezibel (A)
Hörschwelle	0
Blätterrauschen	20
Unterhaltungssprache	40
Telefon	60
Autohupe	90
Presslufthammer	110
startendes Flugzeug	120
Schmerzgrenze	130

(Tab. 3.2-1). Nachts beträgt die Lärmbelastung für rund 5 % der Bevölkerung noch 40 db(A) und mehr. Hierdurch kommt es zu Schlafstörungen, Konzentrationsschwierigkeiten und der Zunahme lärmbedingter Krankheiten wie z. B. Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Die Gesamtkosten des Lärms, in die die Kosten für Produktivitätsverlust, Gesundheitsfürsorge, Schäden an Eigentumswerten und Beeinträchtigungen der psychischen Befindlichkeiten einbezogen sind, liegen bei rund 0,1 % des BIP. Davon entfallen 64 % auf den Straßenverkehr, 26 % auf den Luftverkehr und 10 % auf den Schienenverkehr (EG-Kommission, 1992 a).

Ein Beispiel für den Einfluß des Lärms auf die Preisbildung ist die Entwicklung von Immobilienpreisen und Mieten in Abhängigkeit von der Lärmexposition. So belegen empirische Studien, daß in den USA die Immobilienpreise pro dB mehr Straßenlärms um durchschnittlich 0,4 % abnehmen. Ähnliche Untersuchungen für Europa ergeben, daß die Mietpreisunterschiede pro dB im Durchschnitt 0,9 % ausmachen (Weinberger, Thomassen, Willeke, 1991).

3.2.2 Aspekte der Verkehrssicherheit

1993 ereigneten sich im gesamten Bundesgebiet (ABL+NBL) etwa 400 000 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden, bei denen rund 10 000 Menschen getötet und 130 000 Menschen schwer verletzt wurden. Damit ist die Anzahl der Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden seit Mitte der 80er Jahre weiter zurückgegangen (Tab.3.2-2).

Rund zwei Drittel der Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden finden innerhalb von Ortschaften statt, wobei ca. 1 % der Unfälle tödlich verlaufen. Außerhalb von Ortschaften nimmt die Schwere der Unfälle zu. Hier enden 5 % der Unfälle mit Personenschaden tödlich. Insgesamt hat sich jedoch die Zahl der Getöteten seit Mitte der 70er Jahre durch Erfolge bei der Verkehrssicherheit (Sicherheit der Fahrzeuge und räumliche Trennung der verschiedenen Verkehrsträger), aber auch durch ein verbessertes Rettungswesen und die Intensivmedizin fast halbiert (Abb. 3.2-1). Insbesondere auf den Straßen außerhalb der Ortschaften, d. h. den Bundes-, Landes-, und Gemeindestraßen konnte die Zahl der Menschen, die

Tabelle 3.2-2

Straßenverkehrsunfälle – Unfälle mit Personenschaden

Jahr	mit Personenschaden						
	insgesamt	mit		innerhalb		außerhalb	
		Getöteten	Verletzten	Ortschaften			
	in 1 000	in 1000		in 1000	%	in 1000	%
1975	337,7	13,5	324,2	231,2	68,5	106,5	31,5
1976	359,7	13,6	346,1	246,8	68,6	112,9	31,4
1977	379,0	13,6	365,4	260,4	68,7	118,6	31,3
1978	380,4	13,4	367,0	259,4	68,2	121,0	31,8
1979	367,5	12,0	355,5	252,8	68,8	114,7	31,2
1980	379,2	11,9	367,3	261,3	68,9	117,9	31,1
1981	362,6	10,6	352,0	252,4	69,6	110,2	30,4
1982	358,7	10,6	348,1	248,3	69,2	110,4	30,8
1983	374,1	10,6	363,5	258,1	69,0	116,0	31,0
1984	359,5	9,3	350,2	248,6	69,2	110,9	30,8
1985	327,7	7,7	320,1	225,6	68,8	102,1	31,2
1986	341,9	8,1	333,8	232,1	67,9	109,8	32,1
1987	325,5	7,3	318,3	218,2	67,0	107,3	33,0
1988	342,3	7,5	334,8	225,5	65,9	116,8	34,1
1989	343,6	7,3	336,3	224,8	65,4	118,8	34,6
1990	340,0	7,1	330,0	218,2	64,2	121,9	35,8
1991	385,1	10,1	375,1	245,6	63,8	139,5	36,2
ABL	321,4	6,8	314,5	205,2	63,8	116,2	36,2
NBL	63,8	3,2	60,5	40,4	63,4	23,3	36,6
1992	395,3	–	–	254,8	64,4	140,6	35,6
ABL	325,1	–	–	210,1	64,6	115,1	35,4
NBL	70,2	–	–	44,7	63,7	25,5	36,3

Quelle: BMV/DIW, 1993

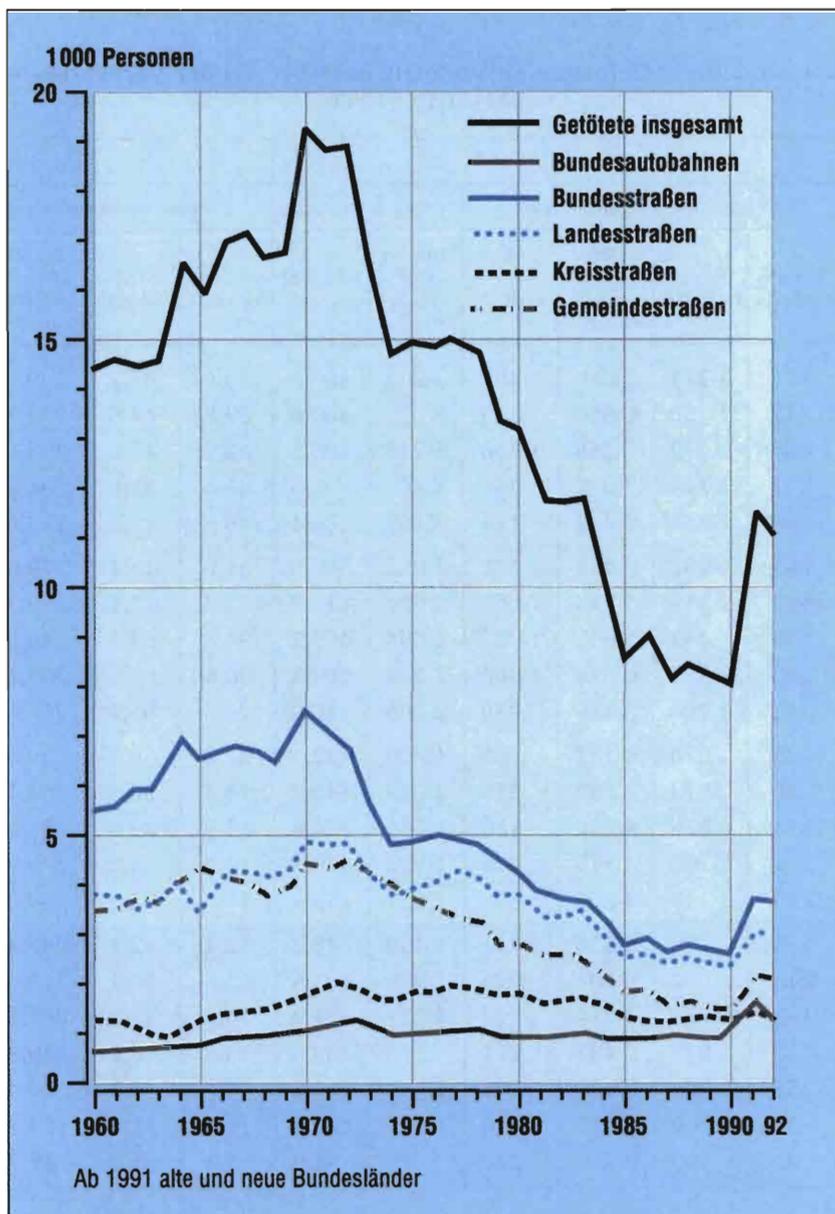


Abb.3.2-1: Zahl getöteter Personen im Straßenverkehr nach Straßenkategorien (BMV/DIW, 1993)

bei einem Unfall ums Leben gekommen sind, gesenkt werden. Hier liegt das Unfallrisiko jedoch immer noch deutlich über dem der Bundesautobahnen, da Kreuzungen und Gegenverkehr ein beträchtliches Gefährdungspotential darstellen.

Von den 1992 im Straßenverkehr getöteten Personen waren 36 % Fahrer, 24 % Mitfahrer eines Pkw (Stati-

stisches Bundesamt, 1993), 17 % Fußgänger, 10 % Fahrradfahrer und 10 % Fahrer eines Motorrads (Tab. 3.2-3). Seit Mitte der 70er Jahre ist nicht nur die Zahl der getöteten Fahrer bzw. Beifahrer von Kraftfahrzeugen, sondern auch die Zahl getöteter Radfahrer bzw. Fußgänger rückläufig. Über Anteile der Unfallursachen bei Unfällen gibt Abb. 3.2-2 Auskunft.

Tabelle 3.2-3

**Straßenverkehrsunfälle — Getötete und Verletzte nach der Art der Verkehrsbeteiligung —
(BMV/DIW, 1993)**

Jahr	Getötete insgesamt Anzahl	darunter					Verletzte insgesamt in 1 000	darunter				
		Führer und Mitfahrer von				Fußgänger		Führer und Mitfahrer von				Fußgänger
		Mofas, Mopeds	Kraft- rädern ¹⁾	Per- sonen- kraft- wagen ²⁾	Fahr- rädern			Mofas, Mopeds	Kraft- rädern ¹⁾	Per- sonen- kraft- wagen ²⁾	Fahr- rädern	
1975	14 870	721	1 211	7 050	1 409	3 973	457,8	33,0	37,7	269,1	40,4	60,0
1976	14 820	841	1 250	6 850	1 389	3 991	480,6	37,8	44,6	273,7	45,2	61,2
1977	14 978	880	1 272	7 258	1 360	3 748	508,1	43,2	43,0	293,9	47,7	61,9
1978	14 662	851	1 149	7 082	1 349	3 788	508,6	47,4	41,6	294,9	46,6	59,6
1979	13 222	799	1 251	6 442	1 174	3 159	486,4	49,9	42,5	272,0	47,7	56,3
1980	13 041	765	1 232	6 440	1 142	3 095	500,5	51,0	45,4	279,6	50,4	56,5
1981	11 674	599	1 319	5 778	1 069	2 620	475,9	42,2	51,1	259,3	53,2	53,1
1982	11 608	534	1 453	5 609	1 085	2 594	467,2	34,6	63,5	246,0	57,5	50,2
1983	11 732	500	1 350	6 038	1 068	2 489	489,2	30,6	69,2	263,1	61,4	49,5
1984	10 199	342	1 206	5 129	979	2 266	466,0	26,5	65,7	250,9	59,9	47,6
1985	8 400	325	1 070	4 182	768	1 790	422,1	22,3	56,6	226,0	59,3	43,4
1986	8 948	259	973	4 599	819	2 049	443,2	18,4	50,3	253,1	61,9	44,4
1987	7 967	211	876	4 250	730	1 686	424,6	15,6	39,0	256,9	55,9	41,7
1988	8 213	221	793	4 513	734	1 732	448,2	14,9	35,8	278,9	60,8	42,1
1989	7 995	210	747	4 355	808	1 651	449,4	13,5	33,2	280,8	66,3	39,8
1990	7 906	170	769	4 558	711	1 459	448,2	12,4	32,4	283,3	64,1	39,2
1991	11 300	243	992	6 801	925	1 918	505,5	15,7	39,4	313,6	70,0	46,3
ABL	7 541	133	754	4 314	714	1 342	421,9	10,7	31,3	263,8	62,7	36,1
NBL	3 759	110	238	2 487	211	576	83,6	5,0	8,1	49,8	7,3	10,2
1992	10 627	251	903	6 429	906	1 766	516,6	16,1	36,3	320,0	77,4	46,4
ABL	7 294	157	760	4 253	678	1 187	425,6	10,8	31,1	263,7	67,3	35,9
NBL	3 333	94	143	2 176	228	579	91,0	5,3	5,2	56,3	10,1	10,5

1) Einschl. Kraftrollern.

2) Einschl. Kombinationskraftwagen.

Mit Risiko verbunden ist auch der Transport von gefährlichen Gütern (toxische, explosive, radioaktive Stoffe usw.). Unfälle hiermit können massive Auswirkungen auf den Menschen und die Biosphäre haben. Ganz erheblich für die Eintrittswahrscheinlichkeit sowie das Ausmaß eines Unfalls sind die bestehenden Sicherheitsvorkehrungen bei den einzelnen Verkehrsträgern, die Wahl des Transportmittels sowie Anzahl und Art der bei Transportketten notwendigen Umladeprozesse. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Risiken von Gefahrguttransporten in der Schifffahrt zu richten. Es sind vor allem Unfälle von Öltankern, die in jüngster Vergangenheit zu sehr drastischen Umweltverschmutzungen führten.

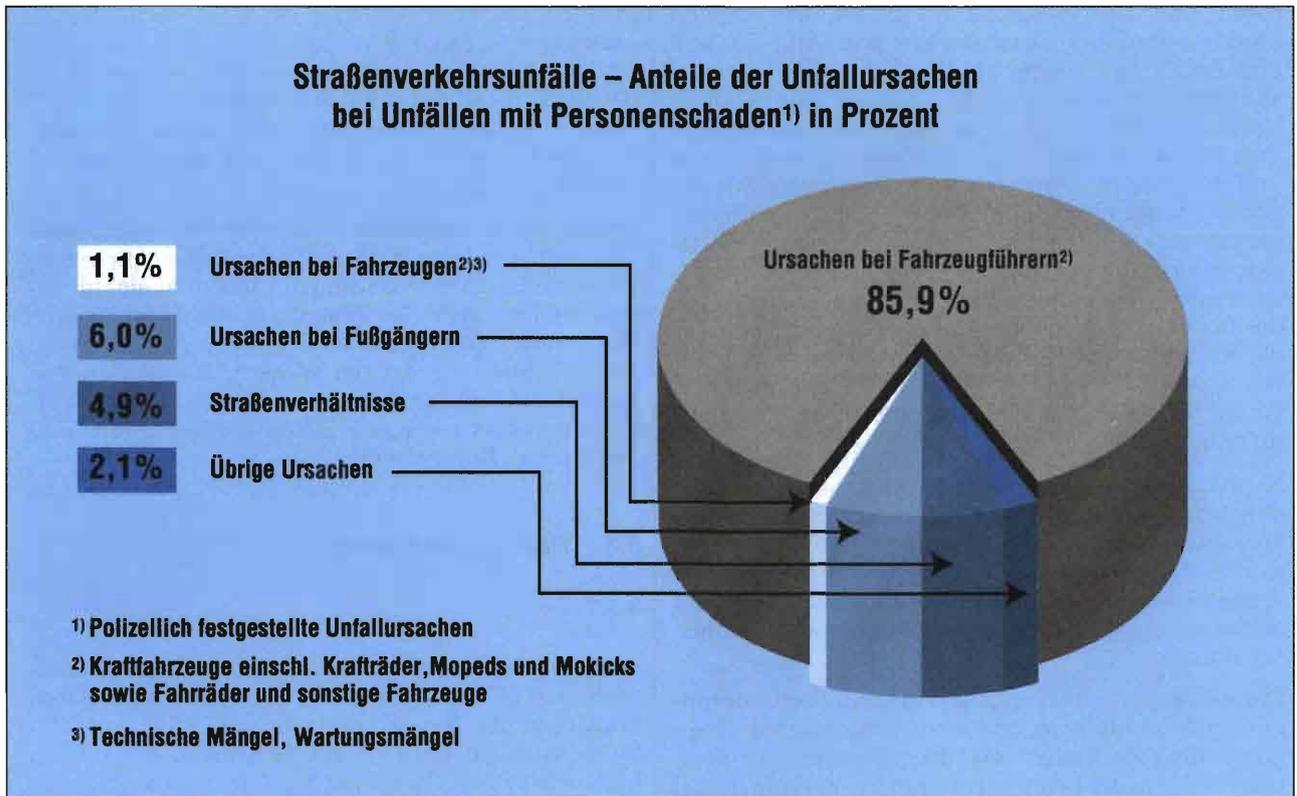


Abb. 3.2-2: Unfallursachen im Straßenverkehr im Jahr 1992 (BMV/DIW, 1993)

3.2.3 Unterschiedliche Mobilitätsbedürfnisse der verschiedenen Bevölkerungsgruppen

Obwohl Frauen in der Gesellschaft in zunehmendem Maße erwerbstätig sind (57,1% in 1991), ist die Mehrzahl von ihnen weiterhin für Haushalt sowie Erziehung und Betreuung der Kinder zuständig. Frauen haben daher häufig wesentlich höhere und komplexere Mobilitätsbedürfnisse als Männer, deren tägliche Wege vor allem aus den Wegen zwischen Wohnung und Arbeitsstätte bestehen. Dabei müssen die Wege, die im Rahmen von Berufstätigkeit, Betreuung von Kindern und alten Menschen sowie Versorgung des Haushalts zurückzulegen sind, möglichst effektiv verknüpft werden, da häufig alles in einem engen zeitlichen Rahmen abgewickelt werden muß (Arbeitszeiten, Kindergarten- oder Schulzeiten, Öffnungszeiten von Behörden und Geschäftszeiten). Viele notwendige Verrichtungen lassen sich dabei nicht auf einem einzelnen Weg realisieren wie dies z. B. im Rhythmus Arbeit – Freizeit der Fall ist.

Die gesellschaftliche Arbeitsteilung zwischen Mann und Frau hat einen wesentlichen Einfluß auf den Mobilitätsbedarf. Den komplexen Bewegungsbedürfnissen von Frauen wird jedoch durch die Gestaltung unseres Verkehrssystems in keiner Weise Rechnung getragen. Im Gegenteil – die Unterbewertung der Leistungen von Frauen drückt sich in einer konsequenten Nichtbeachtung ihrer Bedürfnisse aus. Verkehrsplanung wird nach wie vor fast ausschließlich

von Männern gemacht, die über ein eigenes Auto verfügen, und ist ebenso fast ausschließlich auf diese motorisierte Personengruppe ausgelegt. Der Anteil von Frauen in Entscheidungspositionen der Verkehrsplanung beläuft sich lediglich auf ca. 1%. So wird über die Art und Weise, wie unsere Umwelt gestaltet wird, fast ausschließlich von autofahrenden Männern entschieden. Damit kann auch das immense Praxiswissen, über das Frauen aufgrund ihrer täglichen Alltags Erfahrung mit öffentlichen Verkehrsmitteln sowie Fuß- und Radwegen verfügen, nicht in die Planungen einfließen. So orientieren sich die Fahrzeiten öffentlicher Verkehrsmittel am Schüler- oder Berufsverkehr, nicht aber an den Bedürfnissen von Frauen. Mobilitätsnetze sind einseitig auf radiale Verbindungen ausgerichtet. Die gerade für Frauen wichtigen tangentialen Verbindungen werden vernachlässigt. Dies bedeutet sowohl einen erheblichen zeitlichen Mehraufwand als auch überflüssige Wege, also Mehrverkehr. Eine interdisziplinäre Orientierung auf die Mobilitätsprobleme des Alltags hingegen hätte eine enorme verkehrssparende Wirkung.

Das Mobilitätsverhalten von Frauen wird jedoch nicht nur von den komplexen Anforderungen an die eigene Person bestimmt, sondern zusätzlich von den an die Frau gerichteten Mobilitätsbedürfnissen der Familienmitglieder – in der Regel verschiedener Generationen. Dabei wird ein Teil des Bewegungsbedarfs durch eine verfehlte Raumentwicklung erzeugt bzw. durch die herrschenden Verkehrsverhältnisse bedingt: zum

einen sind eine Stadtplanungspolitik der strikten Funktionstrennung zwischen Wohnen, Arbeiten und Freizeit für den steigenden Verkehrsbedarf verantwortlich; zum anderen steigt aufgrund des rasanten Verkehrswachstums die Notwendigkeit von Begleitediensten, die vor allem bei Kindern aus Sicherheitsgründen geleistet werden müssen. So gingen 1984 nur noch 11 % der Kinder ohne Begleitedienst zum Kindergarten, während es 1975 noch 23 % waren. Es hat jedoch nicht nur der Anteil der begleiteten Kindergartenwege stark zugenommen, sondern auch der Anteil der Begleitung durch die Mutter. 1975 wurden 12 % der Kinder von Großeltern, Geschwistern oder anderen Kindern begleitet, 1984 waren es nur noch 6 %. Grund hierfür ist u. a. eine veränderte Familienstruktur (Kleinfamilie).

Nicht nur Kinder, auch ältere Menschen finden sich in dem ständig anwachsenden und beschleunigten Verkehrsgeschehen nicht mehr zurecht, so daß auch für sie zunehmend Begleit- oder Versorgungsdienste erbracht werden müssen – Wege also, die bei einer anderen Organisation des Verkehrswesens überflüssig wären.

Zur Bewältigung dieser hohen Mobilitätsanforderungen sind die überwiegend nicht motorisierten Gruppen in der Gesellschaft wie ältere Menschen, Frauen und Kinder in der Regel auf öffentliche Verkehrsmittel angewiesen. Während Männer im Alter von 35–54 Jahren praktisch voll motorisiert sind, liegt der Motorisierungsgrad bei Frauen im Alter von 25–44 Jahren bei rund 30 %. Noch deutlicher zeigt sich die geschlechtsspezifische Ausdifferenzierung des Mobilitätsverhaltens am Beispiel der Verkehrsmittelwahl.

Für den Weg zur Arbeit wird die Straßenbahn von nur 28 % der Männer, aber von 70 % der Frauen genutzt. Mit dem eigenen Pkw fahren lediglich 11,6 % der Frauen gegenüber 52 % der Männer. Eine Änderung im Rollenverhalten bedingt allerdings einen Wandel des gesellschaftlichen Bewußtseins. Mit dem zunehmenden Single-Dasein und voller Berufstätigkeit beider Geschlechter wird die geschlechtsspezifische Unterteilung künftig geringer ausfallen.

Frauen, alte Menschen und Kinder stellen also den Großteil der Benutzer öffentlicher Verkehrsmittel dar. Sie machen zusammen etwa drei Viertel unserer Gesellschaft aus und müssen dennoch ihre Interessen im öffentlichen Raum Straße einer motorisierten deutlichen Minderheit unterordnen und erhebliche Beeinträchtigungen ihrer Gestaltungs- und Entscheidungsfreiheiten in Kauf nehmen. Sofern sie über kein eigenes Auto verfügen, müssen sie für ihre Teilhabe am öffentlichen Leben viel Mühe und Zeit aufwenden. Dies und die Angst vor Gewalttätigkeiten und sexuellen Belästigungen in schlecht beleuchteten Straßen und abseits gelegenen Haltestellen des ÖPNV führen bei vielen Frauen zu einem Mobilitätsverzicht. Damit verzichten sie aber gleichzeitig auf Möglichkeiten der Aus- und Weiterbildung, qualifizierte Arbeitsplätze, auf Hobbys und soziale Kontakte. Dies soll kein Plädoyer für eine Vollmotorisierung sein, sondern für eine funktionsbezogene Nutzung des Pkw innerhalb von Familien und Lebensgemeinschaften. Eine zunehmende Automobilität verschärft nur die Probleme, die die Lebensqualität aller beeinträchti-

gen, insbesondere verschärft sie die Benachteiligung derjenigen, die sich ohne Auto bewegen müssen oder wollen, denn am zunehmenden Flächenverbrauch und dem damit verbundenen Verlust von zentralen Funktionen der Städte und Plätze als Kommunikations- und Lebensraum ändern auch umweltfreundliche Öko-Autos nichts.

Strategien, die die Zwänge zum Pkw-Kauf und dessen Nutzung beseitigen, sind also in der Regel gleichzeitig Strategien zur Verbesserung der Mobilität nichtmotorisierter Personen. Sie liegen zum einen im Bereich einer verkehrsvermeidenden dezentralen Strukturpolitik („Stadt der kurzen Wege“), zum anderen in einer deutlichen Verbesserung des öffentlichen Verkehrsangebots bezüglich Linienführung, Fahrt- und Taktzeiten, Tarifsystemen, usw.

3.3 Ressourceneinsatz

3.3.1 Energie

Der Verkehr beansprucht allein für den Fahrzeugbetrieb rund 20 % der 1991 in Deutschland eingesetzten Primärenergie. Davon entfallen ca. 85 % auf den Straßenverkehr, etwa 6 % auf die Schiene, 8 % auf den Luftverkehr und 1 % auf die Schifffahrt. Rund 75 % der im Straßenverkehr verbrauchten Endenergie fließen in den Personenverkehr, der Rest wird vom Güterverkehr beansprucht.

Der Energieaufwand für den Personenverkehr pro Fahrzeugkilometer bzw. pro Person bei unterschiedlichen Besetzungsgraden ist für die einzelnen Verkehrsträger der Tabelle 3.3-1 zu entnehmen. Von allen Verkehrsträgern hat das Flugzeug den höchsten spezifischen Energieverbrauch. Dieser ist doppelt so hoch wie derjenige eines Hochgeschwindigkeitszuges. Allgemein gilt jedoch: je höher der Auslastungsgrad eines Verkehrsträgers ist, desto höher ist auch sein energetischer Nutzungsgrad. Bei voller Auslastung liegt der Verbrauch bei Bahn und Bus am niedrigsten. Dies ist besonders in den Hauptverkehrszeiten entscheidend, wenn der Besetzungsgrad der Pkw sehr niedrig (im Mittel 1,2 Personen/Pkw) und der Auslastungsgrad der Bahnen und Busse sehr günstig ist (EG-Kommission, 1992 a). In Zeiten schwacher Auslastung stellt sich dieser Sachverhalt allerdings umgekehrt dar. Hier kann der energetische Nutzungsgrad des ÖPNV u. U. ungünstiger sein als der des Pkw. Während der Verkehrsspitzen wiederum kann der ÖPNV aufgrund der hohen Auslastung kaum noch zusätzlichen Verkehr übernehmen. Wollte man ihn für diese Zeit dimensionieren, würde seine mittlere Auslastung noch weiter zurückgehen. Ergänzend ist die Frage zu stellen, wie ein attraktiver ÖPNV mit engeren Taktzeiten und dichtem Liniennetz in Schwachlastzeiten finanzierbar ist oder wie durch organisatorische Maßnahmen (Taxenersatzverkehr usw.) dieses Problem lösbar ist.

Für den Güterverkehr mit seinen heterogenen Aufgaben – sie reichen von einer Haus-zu-Haus-Belieferung bis hin zum Ferntransport – sind Angaben zum Energieverbrauch der verschiedenen Verkehrsträger aufgrund der Vielzahl der Einflußfaktoren nur schwer

Personenverkehr

Primärenergieverbrauch für verschiedene Verkehrsträger und bei verschiedenen Auslastungsgraden

Verkehrsträger	Sitzplatzkapazität pro Einheit Insgesamt	Energieverbrauch					
		Endenergieverbrauch pro 100 km ¹⁾	in MJ Primärenergie/Fahrzeug-km	in MJ Primärenergie/Personen-km beim Auslastungsgrad:			
				25 %	50 %	75 %	100 %
1. Pkw (Benzin)							
<1,4 l	4	7,5 l	2,61	2,61	1,31	0,87	0,62
1,4–2,0 l	4	8,6 l	2,98	2,98	1,49	0,99	0,75
>2,0 l	4	13,4 l	4,65	4,65	2,33	1,55	1,16
2. Pkw (Diesel)							
<1,4 l	4	5,9 l	2,26	2,26	1,13	0,75	0,57
1,4–2,0 l	4	7,2 l	2,76	2,76	1,38	0,92	0,69
>2,0 l	4	9,6 l	3,65	3,65	1,83	1,22	0,91
3. Eisenbahnen							
Intercity	563	1 527,7 kwh	160,9	1,14	0,57	0,38	0,29
Super sprinter (British Rail)	147	459,6 kwh	48,4	1,31	0,66	0,44	0,33
Vorstadtzug (elektrische Strecke)	300	749,1 kwh	78,9	1,06	1,43	0,35	0,26
Hochgeschwindigkeitszug 300 km/h Typ: Brüssel–Paris	375	2 500 kwh	268,65	2,86	1,43	0,96	0,72
Hochgeschwindigkeitszug 300 km/h Typ: London–Paris	700	4 150 kwh	437,08	2,50	1,25	0,83	0,62
4. Busse							
Doppeldecker	100	45,6 l	7,40	0,70	0,35	0,23	0,17
Bus	48	36,7 l	14,02	1,17	0,58	0,39	0,29
Minibus	20	18,5 l	7,08	1,42	0,71	0,47	0,35
Expresbus	46	29,9 l	11,43	0,95	0,50	0,33	0,25
5. Luftverkehr							
Boeing 727	167	760,7 l	242,82	5,78	2,89	1,94	1,45
Aerbus A320 ²⁾		518,4 l	165,5	4,02	2,11	1,67	1,15

1) Umrechnungskoeffizienten:

1 MJ Primärenergie = 0,0297356 l Benzin
= 0,026178 l Diesel
= 0,031328 l Kerosin
= 0,0949487 kwh

2) jeweils ohne Fracht

Quelle: EG-Kommission, 1992 a; Lufthansa (pers. Mitteilung)

Tabelle 3.3-2

Güterverkehr
Energieverbrauch für verschiedene Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Bruttogewicht	Kraftstoffverbrauch l/100 km (unter Berücksichtigung von Teilbeladung und Leerfahrten)	Spezifischer Energieverbrauch MJ/tkm		
			50 % (2)	70 % (2)	100 % (2)
1. Straße					
5achsiges Sattel-Kfz	38	43,5	1,38	0,99	0,69
4achsiges Sattel-Kfz	32	35,3	1,35	0,96	0,67
3achsiges Sattel-Kfz	20	29,5	1,50	1,07	0,75
4achsiger Lkw	20	28,5	3,11	2,22	1,55
3achsiger Lkw	16	23,5	1,80	1,28	0,90
Lieferwagen (mit Kastenaufbau)	3,5	18,5	8,11	5,80	4,06
Kleiner Lieferwagen (Stadtverkehr)	1,75	15,5	16,00	11,43	8,00
2. Schiene					
Massengutverkehr	k. A.	k. A.		0,6	
Wagenladungsverkehr (einschl. Abholung, Anlieferung an Terminal und Rangieren)	k. A.	k. A.		1,0	
3. Binnenwasserstraßen	k. A.	k. A.		0,6 (1)	

Quelle: Waters, Review of TRRL and other Research, U. K. Road Transport Contribution to Greenhouse Gases, 1990; zu (1) Fondation Roi Baudoin, a. a. O.

(2) Ladefaktor

darstellbar. Der Energieverbrauch hängt ganz entscheidend vom Auslastungsgrad, den Transportentfernungen, die mit den einzelnen Verkehrsmitteln verbunden sind, dem Anteil des Vor- und Nachlaufs sowie dem Umschlag ab. Bei der Bahn spielen darüber hinaus die Zugkonfiguration sowie die generellen Randbedingungen der Fahrt (z. B. Topographie, Langsamfahrstellen) eine entscheidende Rolle (Steierwald, 1993). Tabelle 3.3-2 gibt den Energieverbrauch verschiedener Verkehrsmittel unter unterschiedlichen Randbedingungen wieder. Die Bahn und die Binnenschifffahrt weisen den niedrigsten Energieverbrauch je tkm auf (0,6 MJ/tkm). Unter der Bedingung einer vollen Beladung ist der Energieverbrauch auch bei vier- und fünfsichtigen Sattelschleppern nur geringfügig höher als bei Bahn und Binnenschifffahrt. Da aber in der Praxis der Ladefaktor nur bei 50 bis 70 % liegt (einschließlich Leerfahrten), ist der Energieverbrauch im Güterkraftverkehr wesentlich höher. Dies gilt auch bei Einbeziehung der Leerfahrten für die Bahn.

Bei leichten Lastfahrzeugen ist der hohe spezifische Energieverbrauch (4-8MJ/tkm bei voller Ladung) durch die Art der beförderten Güter bedingt (hochwertig, geringgewichtig, volumenintensiv) (EG-Kommission, 1992a)

3.3.2 Stoffe

Der Materialeinsatz für den Verkehr teilt sich in zwei Hauptkomponenten auf: erstens den Aufwand für die Erstellung der Verkehrsinfrastruktur und zweitens den Materialeinsatz zum Fahrzeugbau.

Beispielsweise beträgt für die Herstellung eines 1 t schweren Pkw der gesamte Stoffaufwand zwischen 25 und 30 t (Schallaböck, 1990; Knisch, 1991). Dies umfaßt allerdings die gesamte Produktionskette, angefangen vom Erzabbau bis hin zum fertigen Endprodukt. Dabei fallen pro Fahrzeug ungefähr 800 kg Reststoffe bei der Fahrzeugproduktion an (Reststoffe, die bei der Herstellung der Rohstoffe der Fahrzeugproduktion anfallen, sind hier nicht enthalten); dies führt zu rund 3,8 Mio. t Reststoffen pro Jahr für die alten Bundesländer, die einer weiteren Verwertung zuzuführen sind (Knisch, 1991; Stand der Daten: 1987).

Ähnlich detaillierte Daten für den Materialverbrauch und die Reststoffmengen liegen für die anderen Verkehrsträger nicht vor (Fichtner, 1994). Ebenso fehlen vergleichbare Darstellungen für andere Wirtschaftssektoren sowie Verbrauchs- und Investitionsgüter. Die Aussagekraft einer solchen Darstellung ist daher

zu relativieren. Wie der Material-, der Energieaufwand und die Reststoffmenge zu beurteilen sind, hängt jedoch maßgeblich von der Nutzung der Fahrzeuge über die gesamte Lebensdauer und die Auslastung ab. Ausführlich hat sich mit diesem Thema die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ in ihrem Zwischenbericht (EK, 1993) befaßt.

3.3.3 Inanspruchnahme von Fläche für den Verkehr

Die Flächennutzung für Verkehrszwecke beträgt etwa 5 % der Gesamtfläche der alten Bundesländer – mit steigender Tendenz. Betrachtet man hierbei nur die befestigte Fläche der öffentlichen Straßen ohne Mittelstreifen, Bankette, Böschungen usw., so liegt dieser Wert bei ca. 1,2 %. Bei beiden Angaben sind die privat für die Verkehrsnutzung zur Verfügung gestellten Flächen wie Garagen, Betriebsparkplätze, Straßen auf Betriebsgeländen usw. nicht enthalten.

Über das Ausmaß der Flächenbeanspruchung der einzelnen Verkehrsträger liegen keine umfassenden Daten vor. Eine Abschätzung kann nicht vorgenommen werden, da das vorhandene Zahlenmaterial nicht vergleichbar ist.

Die Auswirkungen des Landschaftsverbrauchs sind je nach betrachtetem Raum unterschiedlich. So wirken sich die Verkehrswege in einem städtischen Umfeld anders aus als in weniger dicht besiedelten ländlichen Gebieten. Verkehrsanlagen können insbesondere in Verdichtungsräumen zu einer Beeinträchtigung der Naherreichbarkeit, zum Abschneiden ganzer Stadtteile vom übrigen Stadtgebiet, zur Schaffung von Sichtbarrieren usw. führen. Darüber hinaus greifen Verkehrswege in das Landschaftsgefüge ein. Sie können natürliche Lebensräume zerschneiden bzw. zerstören und sich negativ auf das ökologische Gleichgewicht insbesondere in der Tierwelt auswirken (EG-Kommission, 1992 a).

Im Einzugsgebiet der Verkehrsinfrastruktur-Flächen kommt es zu Beeinträchtigungen vor allem durch den direkten Eintrag fester und flüssiger Schadstoffe sowie durch die chemischen Umwandlungsprodukte gasförmiger Emissionen (Schallaböck, 1990). Weiterhin führen versiegelte Verkehrsflächen zu Änderungen der mikroklimatischen Verhältnisse durch erhöhte Wärmespeicherung, wachsende Rückstrahlung sowie erhöhten Abfluß der Niederschläge. In städtischen Gebieten hat der Wegfall von Grünflächen den Ausfall ihrer Staubfilterwirkung zur Folge (UBA, 1992).

3.4 Ökonomische Wirkungen des Verkehrs

Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssektors ergibt sich zum einen aus seinen funktionalen Wirkungen: ein hochentwickeltes Verkehrssystem ermöglicht erst bestimmte effiziente Wirtschaftsformen (Arbeitsteiligkeit, Spezialisierung, Ausnutzung von Standortvorteilen, Ausnutzung von Größenvorteilen). Einzelne dieser Wirkungen sind bereits in Kap. 2.1, Ursachen der Verkehrsentstehung, beschrieben. Zum

anderen liegt die Bedeutung des Verkehrssektor in den unmittelbaren Wertschöpfungsbeiträgen der vom Verkehr abhängigen Bereiche (Transportgewerbe, Verkehrsdienstleistungen, Fahrzeugbau, Mineralölwirtschaft, Tourismusbranche).

Insbesondere unter diesen Aspekten ist der Verkehrssektor integraler Bestandteil der Volkswirtschaft und der internationalen Weltwirtschaft. Dem steht allerdings auch ein hoher Anspruch an die öffentlichen Haushalte sowie an den Privatsektor bezüglich der für Infrastrukturmaßnahmen (Bau, Betrieb, Erhaltung) zu erbringenden Vorleistungen gegenüber (vgl. Kap. 3.4.3)

3.4.1 Produktion und Beschäftigung

Transportgewerbe

In der Europäischen Union entfallen (Stand: achtziger Jahre) auf das Transportgewerbe etwa 4 % des Bruttoinlandsproduktes. Bezieht man den Werkverkehr und den Privatverkehr mit ein, erhöht sich der Anteil auf etwa 7 bis 8 % (EG-Kommission, 1992). 4 bis 5 % aller Beschäftigten in der EU sind im Verkehrsbereich tätig. Aufgeteilt nach den einzelnen Verkehrsträgern ergibt sich folgendes Bild (Tab. 3.4-1)

Tabelle 3.4-1

Gesamtbeschäftigtenzahl innerhalb der EU in Abhängigkeit von den einzelnen Verkehrsträgern (EG-Kommission, 1992)

Verkehrsträger	Gesamtbeschäftigtenzahl in der Gemeinschaft (1 000)
1. Eisenbahnen	897,8
2. Binnenschifffahrt	24,2
3. Straße und andere Landesverkehrsträger	2 509,0
4. Seeschifffahrt	217,3
5. Luftverkehr	349,6
6. Indirekte Beschäftigung ..	1 569,9
Gesamt	5 567,8

Quelle: Schätzung auf der Grundlage der Arbeitsmarktuntersuchung der Gemeinschaft, 1991

Verkehrsdienstleistungen

In der Bundesrepublik Deutschland wurden 1992 rund 3,4 % der Bruttowertschöpfung im Bereich der Verkehrsdienstleistungen erwirtschaftet. Zahlen für die neuen Bundesländer liegen nicht vor (BMV/DIW, 1993). Die Zahl der Beschäftigten betrug 1992 für die alten und neuen Länder zusammen knapp 1,4 Mio. Personen. Damit lag der Anteil der Beschäftigten im Verkehrsgewerbe bei 3,9 %. Die Aufteilung dieser

Tabelle 3.4-2

Beschäftigtenzahlen nach Verkehrsträgern (BMV/DIW, 1993)

	1987	1988	1989	1990	Ins- gesamt	1991		Ins- gesamt	1992	
						ABL	NBL		ABL	NBL
	Erwerbstätige ¹⁾ – in 1000									
Deutsche Bundesbahn ²⁾	279	268	257	249	451	243	208*	422	236	186*
Nichtbundeseigene Eisenbahnen ³⁾	14	14	14	14	15	15	–	15	15	–
Eisenbahnen	293	282	271	263	466	258	208	437	251	186
Binnenschifffahrt ⁴⁾	10	10	9	9	.	9	.	12	9	3
Binnenhäfen ⁵⁾	14	14	14	14	.	14	.	15	13	2
Seeschifffahrt ⁶⁾	19	16	15	15	23	15	8	20	15	5
Seehäfen	23	23	23	24	.	24	.	29	23	6
Schifffahrt	66	63	61	62	89	62	27	76	60	16
Öffentlicher Straßen- personenverkehr ⁷⁾	187	190	197	211	.	221	.	250	220	30
Güterkraftverkehr ⁸⁾	387	405	424	454	.	487	.	545	485	60
Fluggesellschaften ⁹⁾	45	46	49	53	.	58	.	61	60	1
Flughäfen	17	19	20	22	25	24	1	26	25	1
Rohrfernleitungen ¹⁰⁾	1	1	1	1	1,4	1	0,4	1,3	1	0,3
Übriger Verkehr	637	661	697	741	.	791	.	883	791	92
Verkehr insgesamt	996	1 006	1 023	1 066	.	1 111	.	1 396	1 102	294
Zum Vergleich: Erwerbstätige aller Wirtschaftsbereiche ¹¹⁾	27 050	27 261	27 658	28 487	36 385	29 219	7 166	35 790	29 450	6 340
Anteil des Verkehrs in %	3,7	3,7	3,7	3,7	.	3,8	.	3,9	3,7	4,6

Anmerkungen siehe Seite 42. – * Deutsche Reichsbahn.

Beschäftigungszahlen auf die Verkehrsträger für 1992 gibt Tab.3.4-2 an.

Fahrzeugbau

Der Fahrzeugbau in der Bundesrepublik Deutschland hatte im Jahre 1991 einen Anteil am Bruttoinlandsprodukt von ca 13 %. Der Bruttoproduktionswert lag dabei bei 366 Mrd. DM. Im Jahre 1992 wurden in der Bundesrepublik Deutschland knapp 4,9 Mio. Pkw/Kombi sowie 330 000 Nutzfahrzeuge produziert. Hier von wurden fast 2,6 Mio. Pkw/Kombi sowie 160 000 Nutzfahrzeuge exportiert. Mit 124 Mrd. DM stand die Automobilindustrie damit an der Spitze der deutschen Exportbranche (zum Vergleich: Maschinenbau 101 Mrd. DM, Chemie 85 Mrd. DM). Insgesamt waren 1992 rund 0,9 Mio. Erwerbstätige im Straßenfahrzeugbau beschäftigt (Tab. 3.4-3). Wie hoch dieser Anteil ist, zeigt ein Vergleich mit der gesamten Europäischen Union. Hier waren 2,5 Mio. Personen im Straßenfahrzeugbau erwerbstätig.

Tabelle 3.4-3

Bruttowertschöpfung im Bereich der Verkehrsdienstleistung (Stat. Bundesamt 1993)

Bereich	Brutto- produktions- wert (in Mrd. DM) 1991	Anteil am Bruttoin- landspro- dukt (in %) 1991 ¹⁾	Zahl der Beschäftig- ten (in 1 000) 1992
Straßenfahrzeugbau	295,0	10,5	919
Schiffbau	10,5	0,4	50
Luft- und Raumfahr- zeugbau	16,4 ³⁾	0,6	76 ¹⁾
Stahl und Metallbau, Schienenfahrzeug- bau	44,1	1,6	274

Die Zahlen gelten für das gesamte Bundesgebiet

¹⁾ ohne NBL (aus Gründen der Geheimhaltung von Einzeldaten nicht veröffentlicht)

Tankstellen und Garagengewerbe

Nach Angaben des Zentralverbandes für das Tankstellen- und Garagengewerbe e.V. wurden 1990 in den alten und neuen Ländern rund 100 000 Personen in diesem Bereich beschäftigt. Die Beschäftigten in der Mineralölwirtschaft sind hierbei nicht erfaßt.

Kraftfahrzeuggewerbe

In den rund 54 000 Betrieben des Kfz-Gewerbes wurde im Jahre 1992 ein Umsatz in Höhe von knapp 244 Mrd. DM getätigt. Der Anteil an der Bruttowertschöpfung betrug 8 %. Die Zahl der Beschäftigten lag bei 430 000 Personen.

Entsorgung

Für die Entsorgung von Fahrzeugen liegen weder detaillierte Angaben zur Wertschöpfung noch zur Beschäftigung vor (Statistisches Bundesamt, 1993).

Fazit:

Addiert man nur diese Einzelbereiche, waren im Jahr 1991/1992 bereits mehr als 3,2 Mio. Personen im Verkehrsbereich tätig. Danach hatte der Verkehr einen Anteil von mehr als 12 % an der Beschäftigung in der Bundesrepublik Deutschland. Diese Zahl dürfte jedoch eher am unteren Ende liegen, da nicht alle Detailbereiche genau erfaßt sind. Nicht berücksichtigt sind beispielsweise Beschäftigte bei Versicherungen, Teilen der öffentlichen Verwaltung, ein Großteil der Material- und Investitionsgüterlieferanten, vor- und nachgelagerte andere Dienstleistungen, der Entsorgungsbereich u. a. m. Rechnet man die Arbeitsplatzeffekte in diesen Bereichen hinzu, kommen Schätzungen zu dem Ergebnis, daß rund 5 Mio. Menschen direkt und indirekt im Verkehrsbereich beschäftigt sind.

Der volkswirtschaftliche Nettobeitrag des Verkehrsbereiches zur Wertschöpfung liegt bei 15–20 %. Da auch hier Einzelbereiche nicht erfaßt sind bzw. die Abgrenzungen unterschiedlich sind, ist eine genaue Ermittlung nicht möglich. Darüber hinaus sind an dieser Stelle externe Effekte wie Umweltverschmutzung, Unfälle usw. nicht berücksichtigt.

3.4.2 Arbeitsteiligkeit und Verkehr

Hinter dem fortschreitenden Prozeß der Arbeitsteilung steht eine zunehmende Spezialisierung bei der Fertigung von Gütern, die es den Unternehmen ermöglicht, weitere Stückkostenvorteile und damit eine Produktivitätssteigerung zu erzielen. Spezialisierung bedeutet aber auch eine Steigerung der Transportentfernungen, da die hohen Mengen spezialisierter Güter nicht nur in unmittelbarer Nähe der Produktionsstätten abgesetzt werden können.

Dem Prozeß der wirtschaftlichen Arbeitsteilung entspricht ein Prozeß der räumlichen Arbeitsteilung. Dieser Prozeß wird generell durch standortspezifische Produktions- und Transportkosten u. a. durch Engpässe und freie Kapazitäten im Verkehrssystem gesteuert. Infolge des technischen Fortschritts und der verbesserten Infrastruktur sinken die entfernungsbezogenen Transportkosten, so daß die Betriebe ihren Produktionsverbund im Raum ausweiten und Stückkostensparnisse erzielen können. Dadurch verändert sich die Betriebsgrößenstruktur zugunsten größerer Betriebe. Bevorzugt werden dabei zentrale und verkehrsgünstige Standorte in dicht besiedelten Gebieten.

3.4.3 Staatliche und private Investitionen und sonstige Ausgaben im Verkehrssektor

Die staatlichen Investitionen für die Verkehrsinfrastruktur lagen in den 80er Jahren im EU-Durchschnitt bei circa 1 % des Bruttoinlandsproduktes mit folgender Verteilung auf die einzelnen Verkehrsträger (EG-Kommission, 1992):

- Über 65 % aller Investitionen mit leicht abnehmender Tendenz entfielen auf die Straße.
- Der Anteil der Schiene nahm leicht auf 23 % zu.
- Der Anteil für Häfen und Binnenwasserstraßen sank von 5 auf 3,5 % bzw. von 2 auf 1,5 %.
- Die Flughäfen profitierten am stärksten; ihr Anteil stieg von 2,9 auf 5,6 %.

Die Entwicklung der staatlichen Investitionen im Verkehrsbereich und das damit kumulierte Bruttoanlagevermögen für die alten Bundesländer in Deutschland zwischen 1960 und 1991 zeigt Tab. 3.4-4.

Für den Zeitraum von 1991 bis 2010 sieht der Bundesverkehrswegeplan 1992 für die alten Bundesländer brutto¹⁾ 253,8 Mrd. DM vor (netto²⁾: 135,3 Mrd. DM). In den neuen Bundesländern sollen 160,5 Mrd. DM investiert werden (netto: 87,3 Mrd. DM). Teilt man die Bruttoinvestitionen auf die einzelnen Verkehrsträger auf, so ergibt sich, daß 47,0 % der vom Bund bereitgestellten Mittel für die Bahn, 46,2 % für die Bundesfernstraßen und 6,8 % für Wasserstraßen ausgegeben werden sollen. Detaillierte Angaben über die geplanten Investitionen von Ländern und Kommunen liegen noch nicht vor. Die Aufwendungen für Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen waren in der Vergangenheit jedoch deutlich höher als die Aufwendungen des Bundes.

In welchem Umfang mit der veranschlagten Nettoinvestitionssumme des Bundes Neu- oder Ausbauten der Infrastruktur realisiert werden können, ist von den

¹⁾ Zu den Brutto-Investitionen gehören sowohl Erweiterungs- und Rationalisierungsinvestitionen als auch Ersatz- bzw. Erhaltungsinvestitionen.

²⁾ Das Netto-Anlagevermögen ergibt sich durch Abzug der linear über die Nutzungszeit berechneten Abschreibung. Verkehrsanlagen und Verkehrsmittel, die in größerem Umfang vor dem Ablauf der vorgegebenen Nutzungszeit stillgelegt wurden werden als Sonderabgänge berücksichtigt.

Tabelle 3.4-4

Entwicklung der Verkehrswegeinfrastruktur und Investitionen in den ABL, 1960 bis 1991 (Voigt 1992)

Entwicklung der Verkehrswege in den alten Bundesländern

Infrastrukturbereiche	Einheit	1960	1970	1980	1985	1990	1991
Eisenbahnen, S-Bahn							
Netzlänge	1 000 km	30,7	29,5	28,5	27,6	26,9	27,1
Investitionen zu jeweiligen Preisen .	Mrd. DM	1,50	1,93	3,53	4,55	3,73	3,38
Investitionen zu Preisen von 1985 . .	Mrd. DM	4,20	3,69	3,97	4,55	3,22	2,81
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	79,55	103,34	126,17	133,73	141,58	141,65
Stadtschnell- und Straßenbahnen¹⁾							
Netzlänge	1 000 km	3,2	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9
Investitionen zu jeweiligen Preisen .	Mrd. DM	0,12	0,61	1,78	1,40	1,56	1,56
Investitionen zu Preisen von 1985 . .	Mrd. DM	0,34	1,07	1,85	1,40	1,36	1,28
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	9,18	14,94	29,49	36,36	41,81	42,77
Straßen und Brücken							
Netzlänge	1 000 km	362,5	432,3	479,5	490,0	498,9	501,0
Investitionen zu jeweiligen Preisen .	Mrd. DM	3,42	11,76	17,07	18,34	15,58	16,38
Investitionen zu Preisen von 1985 . .	Mrd. DM	8,34	21,38	17,80	13,94	13,69	13,52
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	128,68	275,04	445,29	500,03	546,25	553,97
Darunter Bundesfernstraßen							
Netzlänge	1 000 km	27,5	36,3	39,6	39,7	39,9	39,9
Investitionen zu jeweiligen Preisen	Mrd. DM	1,21	4,31	5,43	4,45	5,04	5,25
Investitionen zu Preisen von 1985 .	Mrd. DM	2,95	7,84	5,66	4,45	4,43	4,42
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	41,47	96,52	158,23	177,02	193,54	196,47
Wasserstraßen²⁾							
Netzlänge	1 000 km	4,5	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4
Investitionen zu jeweiligen Preisen .	Mrd. DM	0,25	0,49	0,76	0,50	0,87	0,97
Investitionen zu Preisen von 1985 . .	Mrd. DM	0,67	0,84	0,79	0,90	0,77	0,78
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	22,31	28,72	36,63	39,24	41,80	42,22
Rohrfernleitungen³⁾							
Netzlänge	1 000 km	0,5	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
Investitionen zu jeweiligen Preisen .	Mrd. DM	0,03	0,05	0,08	0,12	0,20	0,25
Investitionen zu Preisen von 1985 . .	Mrd. DM	0,09	0,10	0,09	0,12	0,18	0,21
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	1,01	4,02	5,07	4,98	4,78	4,77
Insgesamt							
Investitionen zu jeweiligen Preisen .	Mrd. DM	6,52	19,15	28,65	25,36	26,98	27,89
Investitionen zu Preisen von 1985 . .	Mrd. DM	16,58	34,92	30,17	25,36	23,65	23,02
Bruttoanlagevermögen zu Preisen von 1985	Mrd. DM	262,19	522,53	800,58	891,36	969,86	981,84

1) Fahrweg einschließlich zugehöriger Anlagen.

2) Bis zur Seegrenze.

3) Rohöl- und Mineralölproduktenleitungen über 40 km Länge.

Quelle: „Verkehr in Zahlen“. Hrsg.: Der Bundesminister für Verkehr; verantwortlich für den Inhalt: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

**Finanzleistungen der öffentlichen Hand für den ÖPNV 1988*)
(BT-DS 12/2183, 1992)**

Finanzleistungsart	1983 (Mio. DM)				1988 (Mio. DM)			
	Bund	Länder	Gemeinden	Zusammen	Bund	Länder	Gemeinden	Zusammen
Investitionen	1 444,5	841,6	454,8	2 740,9	1 518,9	882,8	400,5	2 862,2
Sonstige Förderung	0,3	198,7	–	199,0	2,4	241,6	–	244,0
Steuererleichterungen	475,7	339,0	–	814,7	280,0	300,0	–	580,0
Ausgleichszahlung Schienenpersonalverkehr der DB	3 314,5	–	–	3 314,5	3 334,5	–	–	3 334,5
Defizitausgleiche für ÖPNV-Betriebe	872,6	–	2 951,7	3 824,3	1 285,0	–	2 847,3	4 132,3
Ausgleichszahlungen nach § 45a PBefG bzw. § 6a AEG	166,0	632,8	–	798,8	282,0	854,5	–	1 136,5
Schülerbeförderung	–	1 733,4	371,2	2 104,6	–	1 791,3	415,5	2 206,8
Schwerbehindertenbeförderung	266,5	251,6	–	518,1	253,6	454,6	–	708,2
Insgesamt	6 540,1	3 997,1	3 777,7	14 314,9	6 956,4	4 524,8	3 723,3	15 204,5
<i>nachrichtlich:</i> zusätzlich dem ÖPNV anteilig zurechenbar	2 365,1	42,7	0,6	2 408,4	2 071,6	30,2	0,4	2 102,2
Gesamtbelastung der öffentlichen Haushalte (Bund, Länder und Gemeinden)	8 905,2	4 039,8	3 778,3	16 723,3	9 028,0	4 555,0	3 723,7	17 306,7

*) Einzelheiten siehe Anlagen 5a) und 51 b)

Kosten pro realisierter Infrastruktureinheit – in der Regel sind dies die Kosten für einen Streckenkilometer – abhängig. Eine Abschätzung der Baukosten für einen Streckenkilometer für Schiene, Straße und Wasserstraße ergibt:

- Schiene: 13 bis 85 Mio. DM/km – abhängig von Topographie und der Art der Trassenführung (Tunnelprojekten) (Heinisch, 1993; UBA, 1993)
- Straße: 11 bis 12 Mio. DM/km (BAST, 1993, 183; UBA, 1993)
- Wasserstraße: 14 bis 20 Mio. DM/km (UBA, 1993; Engelkamp, 1993)

Addiert man die gesamten Investitionen von Bund, Ländern, Gemeinden und den privatwirtschaftlichen Unternehmen, so ergeben sich für das Jahr 1991 für die alten Bundesländer knapp 42 Mrd. DM; das entspricht 7,2 % der Brutto-Anlageinvestitionen aller Wirtschaftsbereiche (BMV/DIW, 1993).

Neben die staatlichen Investitionen zur Erstellung der Infrastruktur treten noch Ausgaben für den Verkehrsbetrieb. 1991 flossen an DB und DR Bundesmittel in Höhe von rund 14 Mrd. DM, vor allem für Abgeltungen von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen und zum Ausgleich von Wettbewerbsverzerrungen (DB/DR, 1992). Mit der Finanzierung der Defizite des

öffentlichen Nahverkehrs werden nicht nur Investitionen und Betriebskosten mitfinanziert sondern auch sozialpolitische Ziele verfolgt (Zuschüsse für Schülerverkehr usw.). Die detaillierten Finanzströme der öffentlichen Hand für den ÖPNV (1988) sind Tabelle 3.4-5 zu entnehmen.

Von den Verkehrsausgaben der privaten Haushalte (221 Mrd. DM) entfallen fast 90 % (knapp 200 Mrd. DM) auf Anschaffung und Nutzung der Kfz. Der Anteil an den gesamten Kfz-Ausgaben, der für die Anschaffung der Fahrzeuge aufgewandt wird, ist seit 1985 kräftig – von etwas mehr als einem Drittel auf knapp die Hälfte gestiegen. 1991 wurden etwas weniger als 100 Mrd. DM für den Kauf von Kraftfahrzeugen aufgewendet (DIW/IVM, 1993).

3.4.4 Regionalpolitische Aspekte

Ziel der Regionalpolitik ist u. a. über Verkehrsinfrastruktur einen Ausgleich in der Region zu bewirken, d. h. einen Ausgleich der Lebensverhältnisse zwischen Verdichtungsräumen und ländlichen Regionen herbeizuführen. Standortnachteile sollen durch entsprechende Verkehrsgelegenheiten abgebaut werden, um somit sowohl den Bewohnern als auch den Unternehmern regional vergleichbare Lebens- und

Wirtschaftsbedingungen zu gewährleisten. Maßnahmen im Verkehr und daraus resultierende Verkehrsströme werden bewußt in Kauf genommen, um einen politisch gewollten Effekt zu erzielen. Bei der Behandlung regionalpolitischer Aspekte sind drei wesentliche Betrachtungsebenen erforderlich:

- die europäische Ebene,
- die nationale Ebene,
- die Ebene des Umfeldes von Ballungsräumen.

Das Wirtschaftswachstum und die Siedlungsentwicklung sind sowohl von der europäischen als auch der nationalen Ebene gesehen ungleich verteilt. Die europäische Politik ist ausgelegt auf eine Angleichung der Lebensbedingungen durch einen erhöhten Waren- und Dienstleistungsaustausch zwischen den Staaten der Union. Diese Strategie führt zu längeren Transportwegen.

Einen Sonderfall der Regionalpolitik nimmt das Spannungsfeld zwischen Ballungsraum und Umland ein: Zum einen bieten große Agglomerationsräume Vorteile für die dort lebende Bevölkerung in Form eines breit gefächerten Angebotes an Waren und Dienstleistungen; zum anderen steht die Wohnnutzung in Konkurrenz zu anderen Formen der Bodennutzung (Ansiedlung von Gewerbebetrieben, Einrichtungen der Verwaltung). Ferner sind die Lebenshaltungskosten in großen Städten höher als in kleinen. Der Einzelne kann dies allerdings durch die Nutzung der Verkehrsinfrastruktur kompensieren, indem er auf Umlandstandorte ausweicht. Für einzelne Unternehmen (deren Arbeitsplatzangebot wesentlich von der Bezahlbarkeit der Gewerbeflächen abhängt) kann ähnlich argumentiert werden. Dies hat zu erheblichem Mehrverkehr geführt, der nicht immer im wohlverstandenen Interesse der regionalen Entwicklung liegt.

3.4.5 Außenhandel und Verkehr

Die stärksten internationalen Handelsverflechtungen bestehen im Bereich der Straßenfahrzeuge. 1992 wurden in der Bundesrepublik Deutschland ca. 5,2 Mio. motorisierte Fahrzeuge (Personen- und Nutzfahrzeuge) produziert; davon wurden rund 2,7 Mio. exportiert (Zimmermeyer, 1993). Weltweit wurden 1992 über 47 Mio. Automobile erzeugt. Die wichtigsten produzierenden Länder setzten im gleichen Jahr 16,6 Mio. Kfz auf Exportmärkten ab.

Die Ausfuhr aller Straßenfahrzeuge (incl. LKW, Omnibusse usw.) erreichte in Deutschland 1990 die Höhe von 67 Mrd. US \$ fob (free on board, d. h. Marktwert an Zollgrenze des exportierenden Landes; Statistisches Bundesamt, 1993). 1991 hatte der Fahrzeugexport (Straßen-, Schienen- und Luftfahrzeuge) einen Anteil von rund 20 % am gesamten Export der Bundesrepublik.

Der auf den Verkehr entfallende Teil der Erdölimporte stellt den wichtigsten vom Verkehrssektor initiierten Import dar. Rund 48 % des inländischen Mineralölverbrauches (Motorenbenzin, Dieselkraftstoff, Flugturbinenkraftstoff) entfallen auf den Verkehrsbereich (Mit-

teilung des Mineralölwirtschaftsverbands, 1992); das entspricht einem Importvolumen von 16,6 Mrd. DM für das Jahr 1992 (Statistisches Bundesamt, 1993).

3.4.6 Einfluß der Mobilität auf die Lebensqualität

Mobilität, also die Fähigkeit sich von einem Ort zu einem anderen zu bewegen, gilt als menschliches Grundbedürfnis. Der Mensch kann auf Dauer nicht in seinen eigenen vier Wänden verweilen. Mobil sein – und darunter ist nicht nur die Automobilität, sondern generell die Eigenmobilität zu verstehen – trägt somit ganz wesentlich zur Lebensqualität bei.

Mit dem Einsatz der Motorisierung und insbesondere der individuellen Motorisierung erweiterte sich der für den Menschen erreichbare Lebensraum. Damit veränderte sich das Lebensgefühl des Menschen. Dabei wird die Möglichkeit mobil zu sein, mit der Erweiterung des Erlebnishorizontes, der Steigerung der Erlebnisfähigkeit und der Vergrößerung der Entfaltungsmöglichkeiten der eigenen Persönlichkeit gleichgesetzt. Unter Mobilität wird aber fast immer die Automobilität verstanden. Das Auto ist heute für viele zu einem Symbol der Freiheit und Unabhängigkeit geworden (Opaschowski, 1993).

Hohe Auto-Mobilität wird in starkem Maße auch gleichbedeutend gesehen mit größeren Chancen im Berufsleben, vorteilhafteren Arbeitsmöglichkeiten, vermehrten sozialen Kontakten sowie günstigeren Einkaufs- und Versorgungsmöglichkeiten. Wer mobil ist, kann leichter und schneller dorthin gelangen, wo es für ihn von Vorteil ist. Mobilien Menschen werden in der überwiegenden Meinung auch in der Freizeit mehr Chancen sowie größere Auswahlmöglichkeiten zwischen unterschiedlichen Freizeitaktivitäten geboten. Mobilität – sei sie nun „erzwungen“ oder „freiwillig“ – ist heute schließlich wesentliche Voraussetzung dafür, im „Grünen“ wohnen zu können, wo die Luft noch relativ sauber, die Mieten noch erschwinglich und die Bodenpreise noch zumutbar sind.

3.5 Dynamik der Verkehrsentwicklung bei derzeitigen Randbedingungen

Dem Verkehrssektor wird i. d. R. eine dienende Funktion, d. h. eine Funktion als „Mittel zum Zweck“ zugewiesen. Verkehr soll danach der Befriedigung von gesellschaftlichen Bedürfnissen dienen. Dieser Einordnung entspricht die Vorstellung, daß durch staatliche Vorleistung für die Verkehrsinfrastruktur der notwendige Verkehr ermöglicht und sichergestellt wurde. Dies kann für die Vergangenheit unterstellt werden. Die Vorleistung der öffentlichen Hand (Bund, Länder und Gemeinden) in die Verkehrssysteme wirkte umfassend; temporär dominierte jeweils ein System (z. B. Kanäle und Wasserstraßen, Eisenbahnen). Raumstruktur und Verkehr standen in Wechselbeziehung zueinander.

Im historischen Rückblick war es zunächst der Schienenverkehr, der es im Zuge neuer technischer Entwicklung ermöglichte, Personen und schwere Lasten schneller als früher über große Entfernungen zu

befördern. Voraussetzung für diesen neuartigen Schienenverkehr waren aber aufwendige Verkehrswege, so daß nur eine geringe Netzdichte zu erzielen war. Mit dem Einsatz des Motors in Kutschen und Lastfuhrwerken war dagegen eine Dezentralisierung und Individualisierung möglich, d. h. die Gelegenheit geschaffen, mit kleinen und gewohnten, den individuellen Transportwünschen entsprechenden Verkehrseinheiten nunmehr schneller größere Entfernungen zu überwinden. Da den Fahrzeugen das bisherige umfassende, dezentrale und feinmaschige Landstraßennetz des Postkutschenzeitalters zur Verfügung stand, setzte sich die Entwicklung des Automobils schnell durch. Der Siegeszug des Straßenverkehrs und damit der Beginn einer enormen Motorisierungswelle war vorgezeichnet.

Im Rahmen der Vorteile der jeweils verfügbaren Verkehrstechnologie sah es der Staat traditionell als

seine Aufgabe an, für die Infrastruktur, d. h. die Wegebereitstellung zu sorgen und ggf. auf die direkte Anlastung wesentlicher Kosten für diese „Wegebereitstellung“ zu verzichten. Im Rahmen einer nationalökonomischen Betrachtung wurde davon ausgegangen, daß sich die investierten Mittel in die Verkehrsinfrastruktur gesamtwirtschaftlich „rentierten“ (Steueraufkommen durch prosperierende Wirtschaft). Dies war aber auch Voraussetzung der enormen Flexibilisierung von Transport- und Beförderungsmöglichkeiten sowie deren relativ niedriges Preisniveau. Dieses Prinzip hat die Strukturen allerdings nachhaltig verändert und kann als eine wesentliche Ursache der hohen spezifischen Verkehrsleistungen und der kurzfristig relativen Unumkehrbarkeit der vorhandenen Raumstrukturen betrachtet werden.

Alle bisherigen Kenngrößen der Prozesse von Siedlungsstruktur und Verkehr deuten darauf hin, daß die

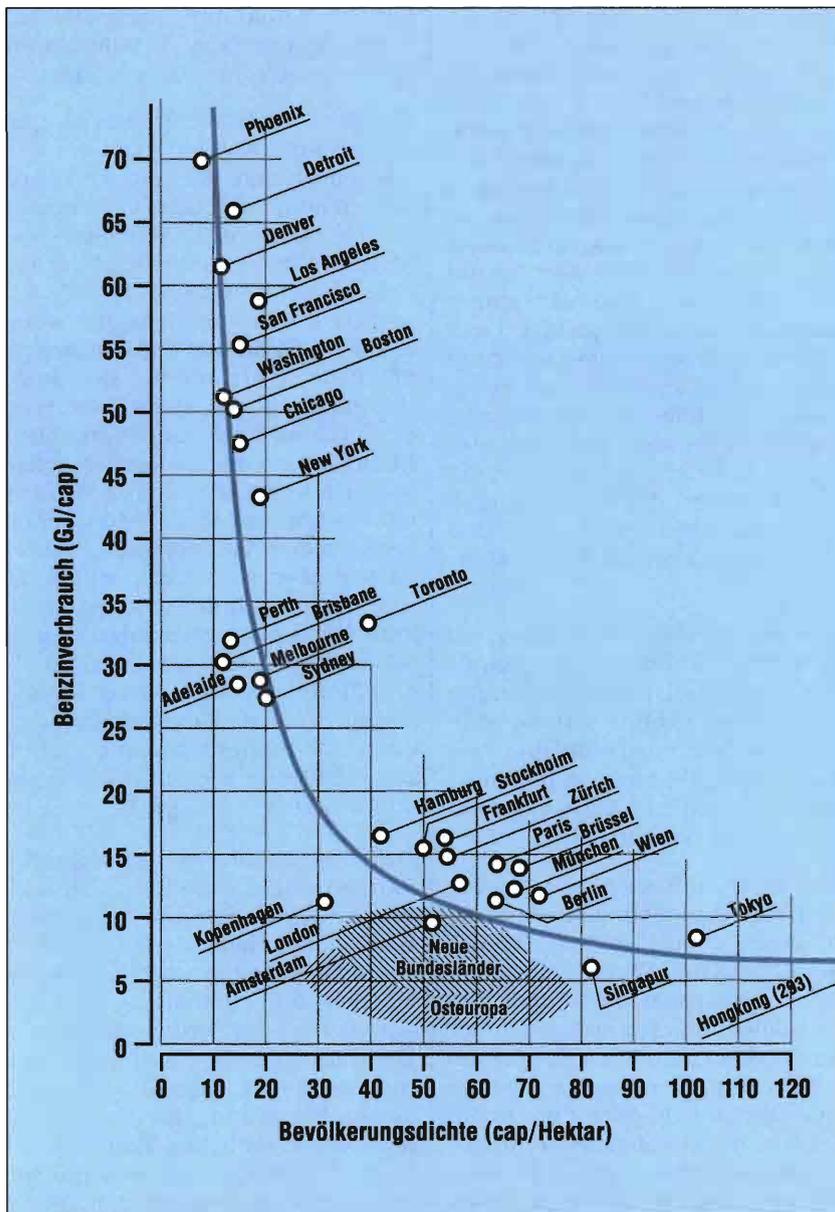


Abb. 3.5-1: Zusammenhang zwischen Besiedlungsdichte und Benzinverbrauch pro Einwohner (Newman u. Kenworthy, 1989)

Ausdehnung in die Fläche sowie die Internationalisierung der Wirtschaft bisher keineswegs an „natürliche“ Grenzen gestoßen ist oder in Kürze daran stoßen wird. Unter gegenwärtigen Randbedingungen wird sich die Ausdehnung der Lebensräume und die Ausweitung der Wirtschaftsräume weiter fortsetzen. Die Verkehrserfordernisse werden weiter ansteigen. Dies zeigt sich z. B. auch daran, daß Emissionsminderungen durch bessere Technik und Verlagerungen auf effizientere Systeme in der Vergangenheit immer wieder durch höhere Verkehrsleistungen kompensiert wurden. Die Intensivierung und Ausweitung der regionalen Verflechtungen gewinnt dadurch an Bedeutung, daß der regionale Wirtschafts- und Personenverkehr heute schon etwa zwei Drittel der gesamten Primärenergie für Verkehr beansprucht. Dies bezieht sich nicht nur auf den Wirtschafts- und Berufsverkehr, sondern insbesondere auch auf den Versorgungs- und Freizeitverkehr.

Diese regionale Entwicklung hat der Individualverkehr begünstigt. Umgekehrt verlangen die neuen Raumstrukturen nach immer mehr individueller Verkehrserschließung. So hat die historische Kernstadt durch völlig neue Standortmöglichkeiten (im Umland) ihre Monopolstellung als Ort für Beschäftigung sowie andere Attraktionen längst verloren. Aufgrund der individuellen Verkehrsmöglichkeiten können neue Standorte losgelöst von historischen Entwicklungsachsen heute auch auf der grünen Wiese im Umland entstehen. Die hierfür notwendigen Straßen für die Erschließung werden bisher als Basisausstattung ohnehin staatlicherseits zur Verfügung gestellt. Trotz dieser dispersen und überörtlichen Neuorientierung behalten die großen Kerne ihre zentrale Bedeutung. Sie können diese Zentralität über die Ausprägung neuer Dienstleistungsfunktionen sogar noch steigern. Dies wiederum zieht noch mehr neuen Verkehr in die Zentren, wodurch dann infolge der zunehmenden Verschlechterung der Lebensbedingungen in den Städten die Abwanderungsprozesse weiter beschleunigt werden.

Effekte dieser Art sind aber in vielen Prognosen – so z. B. in der aktuellen Bundesverkehrswegeplanung – nicht in vollem Umfang enthalten. Interessant ist der Vergleich der USA mit Europa (Abb. 3.5-1). So ist in den USA bei halber Bevölkerungsdichte die Verkehrsintensität sehr viel höher. Dort liegt in Ballungsräumen der Treibstoffverbrauch pro Einwohner um das dreifache höher als in Mitteleuropa.

Geht man davon aus, daß die urbane Lebensform in Europa auch in Zukunft ihre maßgebende Bedeutung behalten wird, wird es durch die immer stärkere Individualisierung des Lebens und Wirtschaftens und der damit verbundenen Expansion der räumlichen Verflechtung im regionalen Bereich aufgrund der daraus resultierenden Verkehrsfolgen zu Engpässen kommen. Besondere Beachtung verdienen die neuen Bundesländer und darüber hinaus ganz Osteuropa, wo schon heute erkennbar die „Regionalisierung der Städte“ – bei geringerer Verkehrsintensität als Ausgangsbasis – sehr viel schneller ablaufen wird. Dabei sind gerade die neuen Bundesländer mit ihren verständlichen Nachholbedürfnissen, ihrem Ruf nach besseren und schnelleren Verkehrswegen, ihrer ver-

einigungsbedingten relativen Verbilligung von Individualverkehr ein gutes Beispiel für die genannten Probleme. Hier führten und führen die Menschen zahlenmäßig ebensoviele Aktivitäten pro Tag durch wie in den alten Bundesländern, dies allerdings noch mit etwa 30 % geringerem Verkehrsaufwand. Erfolgt die Angleichung an den westlichen Verkehrsstandard in nur wenigen Jahren, so muß es aufgrund der mangelnden Infrastrukturausstattung, die zudem nicht in wenigen Jahren auf Weststandard gebracht werden kann, zu Verkehrsengpässen kommen. Dies schlägt dann wiederum auf den erforderlichen Ausbau der Wirtschaftsverflechtungen zurück.

Ein positiver Effekt der steigenden Beweglichkeit im Verkehr besteht darin, daß leichter größere Distanzen überwunden werden können, d. h. der individuelle Aktionsradius wird vergrößert. Gleichzeitig wächst aber auch die Bereitschaft aller Menschen, größere Distanzen zu überwinden. Dies hat sowohl weitere Konzentrationen und Zentralisierungen als auch dispersere Strukturen und Dezentralisierungen zur Folge, wodurch die Vorteile des erhöhten Aktionsradius wieder kompensiert werden.

Bei einer Betrachtung über längere Zeiträume zeigt sich also die Abhängigkeit der Raumstrukturen vom Verkehrssystem. Bessere Verkehrsverbindungen bewirken langfristig eine Ausdünnung der Gelegenheiten im Nahbereich. Für diejenigen, die nicht über individuelle Verkehrsmittel verfügen, bedeutet dies eine Mobilitätseinbuße, für alle anderen den Zwang weitere Entfernungen zu überwinden (Stichwort „erzwungene Mobilität“). Ähnliches gilt für Verkehrsmobilität als „Wert an sich“. Die Qualität der Bewegung ist abhängig von der Gesamtverkehrsabwicklung, denn die an bestimmte Verkehrsmittel gebundenen Mobilitätsansprüche können zueinander in Widerspruch treten: Die Mobilität des einen Verkehrsmittelnutzers kann zu Mobilitätseinschränkungen bei Nutzern anderer Verkehrsmittel führen. Da die Verfügbarkeit über die Verkehrsmittel ungleich verteilt ist, sind damit auch Benachteiligungen einzelner Bevölkerungsgruppen verbunden. Auf diese Weise hat die Attraktivität des motorisierten Individualverkehrs also Einfluß auf die Qualität der übrigen Systeme, die sowohl durch die Folgeeffekte, wie durch zwangsläufigen Nachfragerückgang betroffen sind. Im Gegenzug stärkt dies wiederum die Bedeutung des Individualverkehrs (Abb. 3.5-2)

Derartige qualitative Veränderungen und die später daraus resultierenden Sachzwänge bestehen auch bei den Entwicklungen im Wirtschaftsverkehr. „Just in time“ hängt elementar von den Verkehrsmöglichkeiten sowie der gegebenen Kostenstruktur ab und hat zu Verzicht auf Lagerhaltung bei gleichzeitiger enormer Ausweitung der Sortiments-Breite und -Tiefe geführt. Die Alternative ist allerdings nicht die Wiedereinführung der Lager in der alten Form, zumal diese erheblich größer sein müßten als früher, sondern die Schaffung einer zeitlichen Zulieferflexibilität (z. B. durch kleine Pufferlager). Ein wesentlicher Aspekt von „Just in time“ ist die enge Verzahnung der Produktion mit der relativ freien Verfügbarkeit von Kapazitäten in den Verkehrsnetzen. „Just in time“ bewirkt Zwänge, Zeitdruck und damit auch bestimmte Verhaltenswei-

sen im Verkehr, die bei möglichen Engpaßsituationen dann Forderungen nach Kapazitätserweiterungen nach sich ziehen (Gestaltungseigenschaft des individualisierten Verkehrs).

An den skizzierten Einzelfakten wird deutlich, daß das individualisierte Verkehrssystem anders als jedes andere Verkehrssystem besonders ausgeprägte Gestaltungsqualitäten aufweist. Eine ausreichend verfügbare Verkehrsinfrastruktur, ursprünglich für das allgemeine Ziel der Erschließung konzipiert, zu der ja auf Gemeindeebene eine Verpflichtung besteht, ermöglicht sehr freizügige räumliche Ausprägungen der Verkehrsnachfrage. Straßen und Wege sind systembedingt in ungleich höherer Dichte vorhanden als das Schienennetz. Aus einer begrenzten Fläche mit Verkehrserreichbarkeit (etwa der Stadtkern mit Achsen nach draußen) wird dadurch eine gesamtheitlich

erschlossene Fläche. Eine früher gebündelt auftretende Verkehrsnachfrage kann sich zu einer über die gesamte Fläche nahezu gleichförmig verteilten Nachfrage wandeln.

Dies ist wiederum die Ursache dafür, daß eine auf gezielte Infrastrukturbereitstellung beschränkte Planung im Verkehr (z. B. Bundesverkehrswegeplan, Gemeindeverkehrsfinanzierung) nur eingeschränkt Erfolg haben kann:

- Schon seit Mitte der 60er Jahre wird deshalb forcierter Ausbau des ÖPNV auf der Grundlage des Gemeinde-Verkehrs-Finanzierungsgesetzes (GVFG) gefördert. Ziel ist es, den Autofahrer „herüberzulocken“. Aber neben den „pull-“ spielen die „push-Faktoren“ dabei eine besondere Rolle. So dürfen die Bedingungen für den Autoverkehr nicht

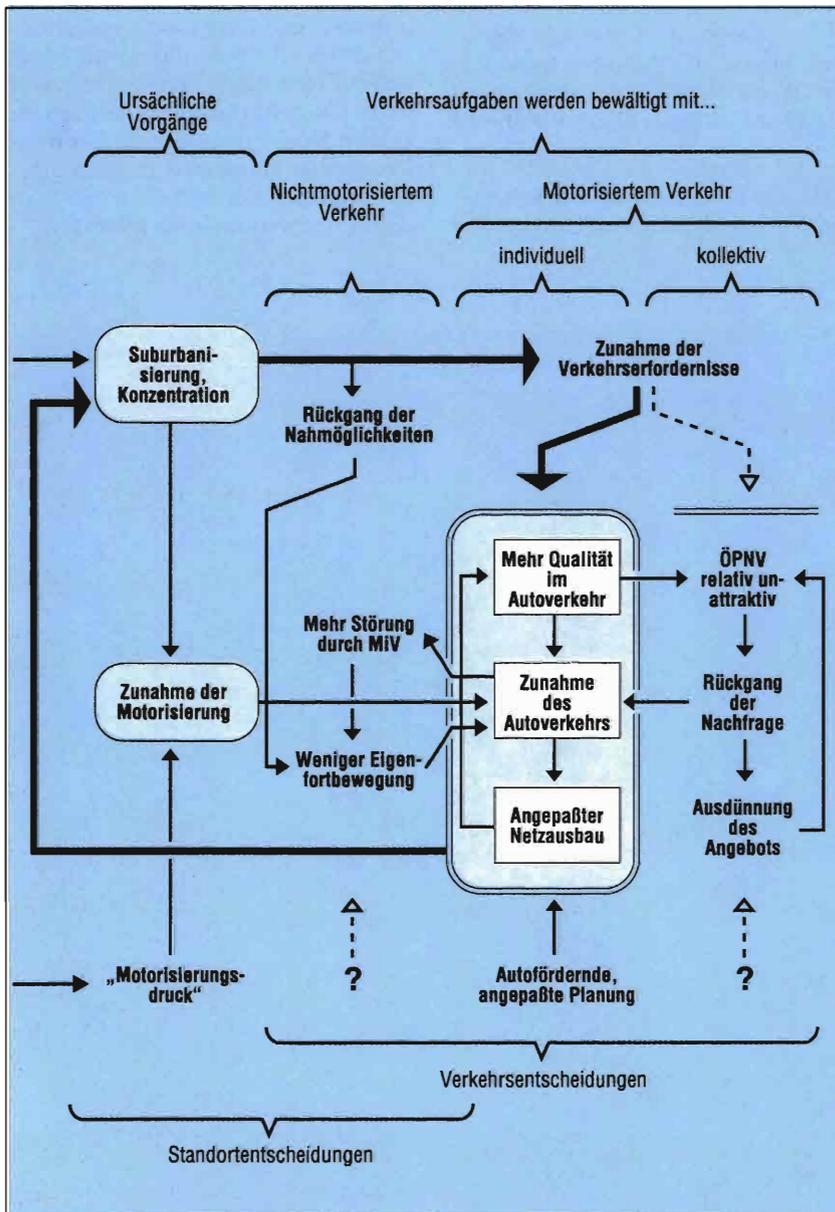


Abb. 3.5-2: Autoinduzierte Entwicklungen im Siedlungs-Verkehr System und Folgen für die anderen Verkehrssysteme (Kutter, 1991 a)

besser sein als für den ÖPNV oder müssen für den ÖPNV verbessert werden, um Erfolg zu haben.

- Die hierzu in Ergänzung entwickelte beeinflussende Planung, nämlich ein massiver Abbau der Privilegien und Vorzüge des Autoverkehrs, würde einerseits eine völlige Umorientierung unseres gesamten Wertesystems erfordern; andererseits ignoriert sie als typisches Patentrezept die veränderten räumlichen Randbedingungen, die das Auto in weiten Bereichen (Vororte, Randzonen der Ballungen, ländlicher Raum) nahezu unverzichtbar gemacht haben.

Zweifellos ist unser Wirtschaftssystem unter den gegebenen Randbedingungen gerade auch aufgrund der fast unbegrenzten Transportmöglichkeiten hoch-effizient. Die dabei mögliche Externalisierung von Kosten unter Nutzung allgemeiner Vorsorgeleistungen bzw. Daseinsvorsorge der öffentlichen Hand, führt allerdings zu einer massenhaften Zahl von Verkehrsvorgängen, die berechnete Widerstände hervorruft. So wird vor allem in den Hocheinkommensländern zunehmend diskutiert, ob das transportorientierte Leben und Wirtschaften auf andere Regionen übertragbar bzw. auf lange Sicht überhaupt finanzierbar ist.

Die Dynamik der Entwicklung unseres Verkehrsreichs wird durch die Anzahl während eines Men-

schenslebens zurückgelegten Kilometer verdeutlicht: Von 320 Tsd. km im Jahre 1960 über 550 Tsd. km im Jahre 1970 ist er auf 900 Tsd. im Jahre 1988 angestiegen (Schallaböck, 1990). Das erklärt unmittelbar den Vorbehalt mancher, daß unser Raum-Verkehrs-Modell keineswegs beispielhaft für die globale Gesamtbevölkerung sein kann. Alle weniger entwickelten Länder sehen dennoch die Lebens- und Wirtschaftsweisen der hochentwickelten Staaten als nachahmenswertes Muster an.

Klima- und verkehrspolitische Grundsatzstrategien dürfen sich deshalb auf keinen Fall auf jeweils nationale Überlegungen beschränken. Strategien müssen vielmehr auch global beispielhaft im Sinne der nachhaltigen Entwicklung sein. Gerade dies sollte die Wirtschaft aber auch als große Chance begreifen. Sogenannte Zukunftsprodukte im Sinne der nachhaltigen Entwicklung haben sicherlich mittelfristig die besseren Exportchancen.

Diese nur kurze Bestandsaufnahme zu den Konsequenzen des transportorientierten Lebens und Wirtschaftens ist eindeutig. In einem individualverkehrsorientierten Siedlungs-Verkehrs-System sind der aktiven Gestaltung durch Ausbaumaßnahmen bei einzelnen Verkehrssystemen Grenzen gesetzt. Im Interesse einer langfristig tragfähigen Entwicklung muß der überzogenen Nutzung von Transport und Verkehr daher entgegengewirkt werden.

4 Potentiale zur Reduktion von Emissionen im Verkehrsbereich

Emissionsminderungen im Verkehrsbereich können durch Vermeidung von Verkehrsleistung, Verlagerungen auf andere Systeme, Steigerung der Effizienz bei den Verkehrsabläufen sowie durch Aktivierung einer besseren Technik der Systemkomponenten (insbesondere an den Fahrzeugen) erreicht werden. Dies sind die Wirkungsebenen von Verkehrsentstehung und von Verkehrsabwicklung, die keineswegs identisch sind mit den Handlungsfeldern, in denen dann konkrete Maßnahmen und Instrumente aus den Bereichen Preispolitik, ordnungspolitische Vorgaben sowie Vorgaben zur Gestaltung der Rahmenbedingungen (z. B. der Raumstruktur) konzipiert und angewendet werden können. An einem konkreten Beispiel soll die schwierige Zuordnung von Instrumenten bzw. Maßnahmen und der damit verbundenen CO₂-mindernden Wirkung im Verkehr gezeigt werden:

Als Reaktion auf höhere Preise im Verkehr wäre z. B. folgendes zu erwarten:

- Es wird eine Verlagerung auf das dann preiswertere System angeregt,
- gleichzeitig setzen bei den konkurrierenden Verkehrsträgern Maßnahmen ein, durch die beispielsweise die höheren Preise über technische Lösungen kompensiert werden.
- Das vorhandene, bisher nicht genützte Potential für eine bessere Organisation wird stärker aktiviert, und
- mittelfristig entstehen Strukturen, bei denen weniger Verkehr erforderlich ist.

Eine derart komplexe Vernetzung zwischen den eigentlichen Maßnahmen/Instrumenten und ihren Wirkungen macht es sehr schwierig, die Größe der einzelnen Reduktionspotentiale genau zu beziffern. Daher können i. d. R. nur Spielräume angegeben werden. Gewiß haben die oben genannten Wirkungsebenen bei der Vorbetrachtung ihre Berechtigung, weil sie eng mit den zuständigen Arbeitsgebieten der einzelnen Fachdisziplinen verbunden sind und oft nur hierfür Untersuchungen und verwertbare quantitative Aussagen existieren. Doch erst durch die Verknüpfung der Wirkungsebenen mit den Handlungsbereichen, wie in Kap. 5 „Maßnahmen und Wirkungen“ aufgezeigt, können Reduktionspotentiale ermittelt werden.

Eine umfassende und objektive Bewertung einzelner Minderungsmaßnahmen wird unter heutigen Randbedingungen dadurch erschwert, daß der Verkehr gleichzeitig zahlreiche Funktionen in anderen Bereichen erfüllt (Ausgleichsfunktion, regionale Förderung, Voraussetzung für Arbeitsteiligkeit usw.). Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, daß die Aktivierung technischer und organisatorischer Minderungspotentiale – und sei es auch über Preis- und Ordnungspolitik – heute in der Diskussion eine große

Rolle spielt, da hiermit ein weniger einschneidender Eingriff in liebgewordene subjektive Ansprüche und betriebliche Optimierungen verbunden ist als durch die naheliegende aber kurzfristig schwieriger zu erreichende Vermeidungslösung. Diese Tendenz wird noch verstärkt durch die in der Diskussion hervorgehobene Zeitknappheit bei der Lösung globaler Umweltprobleme sowie die Betonung von Energieaspekten und Verbrauchseffekten.

Diese „Effizienz-Strategien“ (d. h. Verbesserung der Technik und Organisation) ändern an der ungebrochenen Dynamik der regionalen Siedlungs-Verkehrsentwicklung (vgl. Kap. 3.5) jedoch kaum etwas, d. h. die permanente Schraube aus Transport- und Verkehrsmöglichkeiten, siedlungsstrukturellen Expansionsprozessen und Zersiedlung sowie dem daraus resultierenden Verkehrserfordernis und den beklagten Verkehrsfolgen dreht sich fast ungehindert weiter. Effizienz-Strategien sind unter globalen Aspekten dringend erforderlich, um die CO₂-Reduktionen weiter voranzutreiben, doch lösen sie nicht die Probleme „Vor- Ort“ wie etwa die Minderung der örtlichen Lebensqualität, die induzierte Stadtflucht sowie die Unbezahlbarkeit eines alternativen ÖPNV-Systems.

Ganz besonders aus regionaler und kommunaler Sicht müssen deshalb die Wirkungen von Minderungsstrategien sorgfältig geprüft werden; geht man beispielsweise von der heute oft genannten Rangfolge „Technik“, „Organisation“, „Verlagerung“ und „Vermeidung“ aus, so sind die Wirkungen durchaus sehr verschieden. Technik bewirkt viel, ändert aber wenig an der langfristigen Dynamik des Verkehrs. Durch Verkehrsvermeidung wird dagegen nur langfristig eine CO₂-Verminderung erreicht, es wird aber eine Veränderung am bestehenden Automatismus in Gang gesetzt. Hieraus ergeben sich dann die Randbedingungen für Strategien zum Schutz der Erdatmosphäre im Verkehrsbereich:

- Entsprechende Minderungsmaßnahmen müssen im Verkehrsbereich selbst, also auch bei der Technik ansetzen;
- die dem Verkehr immanente Dynamik kann aber nur dann beeinflusst und ggf. abgemindert werden, wenn die „Gestaltungsfunktion“ des Verkehrs dabei einbezogen und hinterfragt wird;
- dies wiederum ist nur dann möglich, wenn die anderen gesellschaftlichen Teilbereiche, die sich die Möglichkeiten des Verkehrssektors zu Nutzen machen, in die Überlegungen mit einbezogen werden.

4.1 Verkehrsvermeidung

Verkehrsvermeidung ist als Begriff nicht scharf definiert. Zum einen wird damit die Vermeidung von Verkehrsleistung generell bezeichnet, also der Weg-

fall bzw. die Verringerung von „Personenkilometern (Pkm)“ oder „Tonnenkilometern (tkm)“. Zum anderen sind die Angaben über die beförderte Anzahl von Personen oder Gütern über eine bestimmte Entfernung für die Verkehrsauswirkungen hinsichtlich der Emissionen kein hinreichender Maßstab; denn zusätzlich kommt es auf die dafür erforderliche Art und Anzahl von Fahrzeugen und die damit produzierten „Fahrzeugkilometer“ an, die vom Fassungsvermögen und/oder der Auslastung der eingesetzten Fahrzeuge abhängen. Zum Begriff der Verkehrsvermeidung in diesem umfassenden Sinn gehört danach die Reduzierung von Fahrzeugkilometern, z. B. durch Einsatz von Fahrzeugen mit größerem Fassungsvermögen, durch einen besseren Auslastungsgrad der Fahrzeuge, durch Vermeidung von Umwegen im Verkehrsnetz oder durch Vermeidung von Leerfahrten, aber auch die Vermeidung von Güter- bzw. Personenverkehr. Erst letztere Definition von Verkehrsvermeidung erlaubt eine präzise Aussage darüber, welcher emissionsvermeidende Effekt tatsächlich damit verbunden ist.

Im vorliegenden Kapitel wird Verkehrsvermeidung zunächst im Sinne der Ortsveränderung von Personen und Gütern in Zusammenhang mit der primären Entstehung von Verkehrsbedürfnissen diskutiert, ohne die Abwicklung des Verkehrs und ihre unterschiedlichen Möglichkeiten mit in die Betrachtung einzubeziehen. Verkehrsvermeidung im Sinne von Vermeidung der Fahrzeugkilometer ist besonderer Gegenstand in den Betrachtungen zur besseren Organisation der Verkehrsabläufe bei den einzelnen Verkehrsmitteln, sowie in den Überlegungen für eine verbesserte Arbeitsteilung der Verkehrsmittel (Verkehrsverlagerung)

Ein Ausgangspunkt der Spezifizierung des Begriffs Vermeidung ist der Begriff der „Räumlichen Mobilität“ bzw. der „Verkehrsmobilität“ (UBA, 1993):

Räumliche Mobilität

- bezeichnet außerhäusige Bewegungsvorgänge außerhalb des unmittelbaren Wohnumfeldes,
- erfolgt aus individuellem Bedürfnis und/oder aus sachlicher Notwendigkeit,
- kann sowohl Mittel zum Zweck sein – der Weg zum Ziel – als auch ein Zweck an sich – der Weg ist das Ziel. Verhaltensäußerungen der letzten Kategorie werden kritisch diskutiert.

Als Mobilitätskennziffer wird vielfach die Zahl der Ortsveränderungen pro Person und Tag bezeichnet. Diese Kennziffer beschreibt nur die Anzahl der Wege, macht aber keine Aussage darüber, was mit dem Begriff der räumlichen Mobilität verknüpft ist. Mobil zu sein (als Mittel zum Zweck) bedeutet, alle gewünschten oder notwendigen Ziele in einer akzeptablen Zeit erreichen zu können. Wichtig dabei ist nicht der Weg, sondern die am Ziel durchgeführte Aktivität. Die Erreichbarkeit der angestrebten Ziele ist von der Entfernung und der Geschwindigkeit, d. h. der räumlichen Verteilung der Gelegenheiten sowie der verfügbaren Verkehrsmittel abhängig. Wer seine Ziele im Nahbereich vorfindet, kann bei gleichem Verkehrsmittelangebot mobiler sein als derjenige,

dessen Ziele sich in weiter Entfernung befinden. Umgekehrt ist derjenige mobiler, der bei gleicher Entfernung der Ziele über das schnellere Verkehrsmittel verfügt. Entfernung und Geschwindigkeit, d. h. das Umfeld bestimmen also, wie groß die Verkehrsaufwendungen für die Einrichtungen des täglichen Lebens vergleichbarer Personen mit ähnlichen Bedürfnissen sind. Diese Verkehrsaufwendungen sind das Ziel von Vermeidungsstrategien.

Zeitbudget-Analysen zeigen, daß etwa 75 % des Tages zu Hause, etwa 21 % an auswärtigen Zielen und etwa 4 % (1 Std. täglich) im Verkehr verbracht werden. Jeweils etwa die Hälfte dieser Zeit wird in motorisierten Individualverkehrsmitteln oder in öffentlichen Verkehrsmitteln zugebracht. Im Laufe der Zeit ist die im Verkehr verbrachte Zeit relativ konstant geblieben. Die immer schneller werdenden Verkehrsmittel haben nicht dazu geführt „Zeit zu gewinnen“. Das heißt, daß die Geschwindigkeitszunahme zur Erweiterung der Aktionsräume und zur Vergrößerung der zurückgelegten Distanzen geführt, welche die möglichen Zeitgewinne wieder aufgezehrt haben. Ganz offensichtlich ist dieser Zusammenhang beim Luftverkehr. Die Geschwindigkeitsgewinne, die das Flugzeug ermöglicht, führen zur schrittweisen Erhöhung der pro Person zurückgelegten Jahresdistanzen. Damit zeigt sich, daß die übliche Begründung für die Wahl immer schnellerer Verkehrsmittel, nämlich der Zeitgewinn, zwar im Einzelfall stimmen mag, generell aber auf einer Fehleinschätzung beruht.

Neben dem Zeitgewinn ist daher der Einschluß zusätzlicher Ziele mit differenzierten Angeboten in allen Lebensbereichen von Bedeutung. Dies betrifft nicht nur die Wirtschaft soweit sie andere bzw. zusätzliche günstige Quellen für Rohstoffe oder Vorprodukte unter Nutzung von Standortvorteilen in Anspruch nimmt, sondern ebenso erweiterte Ziele im Urlaubsverkehr, im Freizeitverkehr, beim Einkaufen, bei sozialen Kontakten oder im kulturellen Bereich.

Die Enquete-Kommission befaßt sich mit dem Energieverbrauch bzw. den CO₂-Emissionen der verschiedenen Verkehrsmittel. Diese Emissionen werden üblicherweise auf die Entfernungen bezogen, obwohl es sich dabei um eine im Laufe der Jahre variable Größe handelt. Als Bezugsgröße zu diskutieren ist daher nicht nur der streckenbezogene, sondern auch der zeitbezogene Energieverbrauch. Darin könnte die ökologisch und klimapolitisch stärkere Belastung durch Verkehr auf höherem Geschwindigkeitsniveau zum Ausdruck gebracht werden, der allerdings die Erreichbarkeit von mehr und differenzierteren Zielen entgegengerechnet werden muß.

Allgemein bekannt ist eine relative Konstanz von 3 Wegen pro Tag im täglichen Personenverkehr – oft auch irreführend als konstantes Mobilitätsbedürfnis bezeichnet – sowie der hierfür benötigte Zeitaufwand. Diese Konstanz der Wege kommt aufgrund der im Zeitverlauf sehr stabilen Anzahl von täglichen Aktivitäten einer Durchschnittsbevölkerung zustande. Im Zeitverlauf ständig zunehmend sind dagegen die mit den Aktivitäten verbundenen Verkehrsaufwendungen: Man führt zwar kaum mehr Aktivitäten durch, „verbraucht“ dabei jedoch immer mehr Verkehrsleistung. Diese beiden Dinge – Aktivitätenzahlen bzw. Bedürf-

nisse, also die Anlässe für Verkehr einerseits, und das letztlich realisierte „Verkehrsverhalten“ einschließlich der Verkehrsaufwendungen andererseits – müssen strikt unterschieden werden. Das Ziel einer Strategie zur Verkehrsvermeidung ist selbstverständlich nicht eine Reduktion der konstanten Bedürfnisse bzw. Aktivitätenzahlen (dies wäre ja tatsächlich echte Einschränkung), sondern eine Verminderung der dabei anfallenden Entfernungsaufwendungen. Auf diese Weise ergeben sich hier Querbeziehungen zur Raumstruktur, zur Frage räumlicher Arbeitsteiligkeit, zum globalen Waren- und Dienstleistungsaustausch sowie den dahinter stehenden wirtschaftlichen Faktoren.

Bedürfnisse sind ein Sammelbegriff – zwar unscharf, aber gebräuchlich – für die unterschiedlichen Ansprüche, die die Menschen aufgrund von subjektiven Wünschen materieller oder ideeller Art oder gesellschaftlicher Vereinbarungen entsprechend ihrem Status und ihrer Rolle befriedigen. Im jeweiligen Lebensraum steht hierfür ein Umfeld zur Verfügung. Es existieren Angebote in spezifisch unterschiedlichen Entfernungen und diese Angebote werden in bestimmter Weise genutzt, d. h. auf Entfernungen und Erreichbarkeiten wird in bestimmter Weise reagiert (Abb. 4.1-1). Vom Grundsatz her ergeben sich daraus aus Sicht der Raumordnung folgende Optionen für die Vermeidung von Verkehr:

- Einerseits kann man die „Gelegenheiten“ räumlich anders anordnen, d. h. Entfernungen verändern oder Raumwiderstände modifizieren (beschleunigen und verlangsamen), also die räumlichen Randbedingungen ändern. Wie die Bevölkerung darauf reagiert, ist aus der empirischen Verkehrsforschung

bekannt. Unter Annahme konstanter Reaktionsweisen, lassen sich so die Verkehrseffekte ableiten. (Kap. 4.1.1.1)

- Andererseits kann darauf hingewirkt werden, die Reaktionsweisen der Menschen allerdings unter Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse und Ansprüche zu verändern, also ein anderes Reagieren auf Entfernungen zu erreichen sowie die heute gebräuchlichen ökonomischen Prinzipien bei der Arbeitsteilung, der Ausschöpfung von Größenvorteilen usw. – soweit sie verkehrserzeugend sind – zu verändern (Kap. 4.1.1.2).

Aus der komplexen Vernetzung der Komponenten (Abb. 4.1-1) ergibt sich, daß die beschriebenen Optionen „Veränderung der Raumstrukturen“ und „Änderung der Verhaltensweisen“ kaum scharf voneinander getrennt werden können. So werden Gewohnheiten und Ansprüche von ökonomischen Randbedingungen bestimmt. Werthaltungen und ökonomische Kriterien beeinflussen die Entstehung der gebauten Umwelt. Wenn nun durch eine andere Entwicklung der Raumstruktur „räumliche Optionen“ mit weniger Entfernungsaufwand angeboten werden, muß parallel auch eine Nutzung dieser Optionen erreicht werden. Umgekehrt macht eine Verhaltensbeeinflussung nur dann Sinn, wenn gleichzeitig die alternativen räumlichen Optionen vorhanden sind. Handlungsstrategien müssen dies berücksichtigen und Kampagnen zur Verhaltensänderung die Planungskonzepte ergänzen. Die Hoffnung allein auf Akzeptanz punktueller Maßnahmen wird den Aufwand für den Umbau der Raumstruktur in der Regel nicht rechtfertigen.

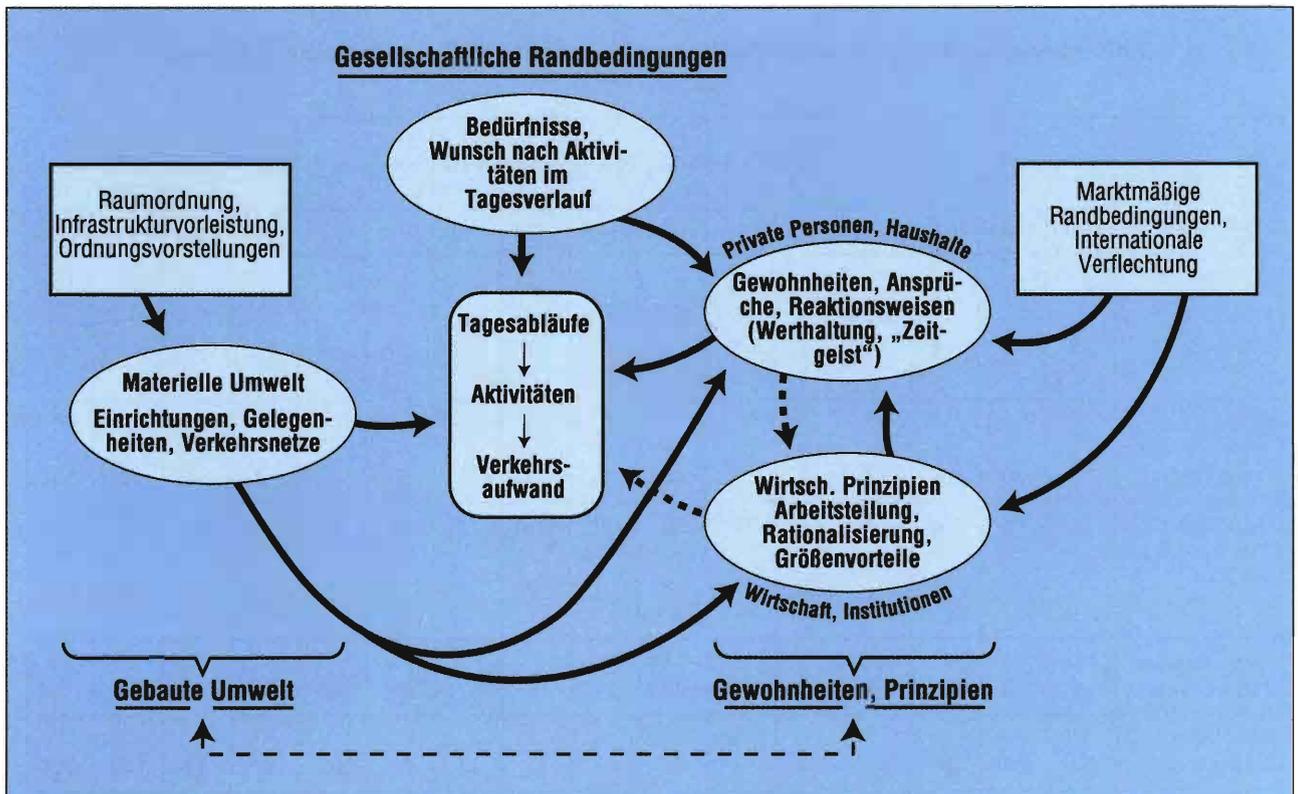


Abb. 4.1-1: Wesentliche Einflußgrößen für das Entstehen von Personenverkehrsleistung (Kutter, 1994 b)

4.1.1 Beeinflussung der verkehrsverursachenden Strukturen

4.1.1.1 Gestaltung der Siedlungsstrukturen

Der Regionalverkehr „vor Ort“ entsteht dadurch, daß das Leben und Wirtschaften in einer Stadt einen bestimmten Verkehrsaufwand erfordert. Je nach Stadtstruktur kann dieser Aufwand niedriger oder höher sein. Um die Jahrhundertwende war er geringer, da die Stadt dichter bebaut war und intensiver genutzt wurde. Heute dagegen ist dieser Aufwand meist höher, da der Wiederaufbau bzw. die Erweiterung der Städte vorrangig nach Prinzipien der Funktionstrennung (vgl. Kap. 2.1) erfolgte. Ursache der Verkehrssteigerungen sind einerseits diese Prinzipien der Stadtentwicklung; andererseits haben aber auch ungewollte Entwicklungen stattgefunden, die erst durch Verkehrsmöglichkeiten angestoßen wurden und nun in Richtung auf noch mehr Verkehrsintensität weiterlaufen, so daß ein Konzept der verkehrsvermeidenden Raumplanung überhaupt notwendig ist. Während auf der einen Seite Verkehr aufgrund der vorhandenen Raumstruktur erforderlich ist und durchaus befriedigt werden muß, bestehen auf der anderen Seite erhebliche Möglichkeiten, die weitere Raumentwicklung in eine gewünschte Richtung zu beeinflussen. Die planerischen Festlegungen reichen aber nicht immer aus, menschliches Verhalten, Standortentscheidungen oder wirtschaftliche Entscheidungen entsprechend zu verändern (vgl. Kap. 4.1.1.2).

Voraussetzung für Verkehrsvermeidung durch andere Standortstrukturen und Nutzungskonzepte ist die angemessene Ausstattung des Nahraumes. Vor allem hier ist die Bedeutung des nichtmotorisierten Individualverkehrs viel höher als die des planerisch immer in den Vordergrund gestellten ÖPNV. Besonders vorteilhaft sind dabei die Ausgangsbedingungen in den großen Ballungsräumen (Tab. 4.1-1): Zwei Drittel der Wege haben eine Länge von weniger als 5 km. Der Anteil der Wege, die dabei zu Fuß bzw. mit dem Rad zurückgelegt werden, beträgt etwa 55 %, während der ÖPNV im Kurzstreckenbereich mit 6 % von geringer Bedeutung ist. Die „kompakte Stadt“ bietet aber bessere Möglichkeiten, den ÖPNV für die weiten Verkehrsverflechtungen effizient anzubieten.

Der hohe Anteil des motorisierten Individualverkehrs im Nahbereich von 40 % macht deutlich, wie notwendig es ist, den Bürger für die räumlichen Angebote zu interessieren und zeigt gleichzeitig, wie groß das bisher offensichtlich noch nicht entsprechend genutzte Potential ist, Erledigungen zu Fuß bzw. mit dem Rad durchzuführen. Ein hohes Erreichbarkeitspotential für Fußgänger und Radfahrer existiert gleichfalls (noch) in Klein- und Mittelstädten im Umland, wo der ÖPNV praktisch keine Bedeutung mehr hat. Eine Ausnahme bildet hierbei das Fernpendeln in die Ballungkerne. Bei einem Abbau der zentralörtlichen Versorgung und Ausstattung an diesen Umlandstandorten geht der Anteil des nicht motorisierten Verkehrs allerdings stark zurück. Dies muß stärker als bisher berücksichtigt werden.

Tabelle 4.1-1

Entfernungs- und Verkehrsmittelstrukturen der täglichen Wege in Ballungsräumen (Kutter, 1993)

von 100 Ortsveränderungen werden durchgeführt	bis 1,0 km		1,1 bis 3,0		3,1 bis 5,0		Σ bis 5,0 km		5,1 bis 10,0		über 10 km		Σ ab 5,1 km		alle Entfernungen	
	1976	1989	1976	1989	1976	1989	1976	1989	1976	1989	1976	1989	1976	1989	1976	1989
zu Fuß	22	17	9	7	1	1	32	25	—	—	—	—	—	—	32	25
Fahrrad	3	3	4	6	1	2	8	11	1	—	—	—	1	—	9	11
							(47 %)	(37 %)					(3 %)			
Σ nicht motorisierter Verkehr	25	20	13	13	2	3	40	36	1	—	—	—	1	—	41	36
motorisiert IV	4	5	8	12	8	10	20	27	9	11	10	10	19	21	39	48
ÖPNV	—	—	3	2	5	2	8	4	7	6	5	6	12	12	20	16
							(12 %)	(6 %)					(38 %)	(36 %)		
Σ motorisierter Verkehr	4	5	11	14	13	12	28	31	16	17	15	16	31	33	59	64
alle Verkehrsmittel	29	25	24	27	15	15	68	67	17	17	15	16	32	33	100	100

Quellen: Auswertungen der KONTIVs nach Prognos, Kessel & Partner, Verkehrsentwicklungskonzept Hamburg sowie Socialdata, 21 Gründe für das Autofahren in der Stadt, 1992; eigene Berechnungen.

Bei der genauen Beschreibung der Verkehrseffekte raumstruktureller Kenngrößen sowie der Beschreibung von Potentialen ist darauf zu achten, daß sich der Gesamtverkehrsaufwand aus verschiedenen Einzelkomponenten zusammensetzt: Verkehrsplaner ermitteln die Verkehrserzeugung je Einwohner bezogen auf die Fläche (quellbezogen) und betrachten in der Regel vor allem die Werkstage, d. h. es werden nur die Abwicklung des Berufs- und Wirtschaftsverkehrs und die Berufsspitzenzeiten erfaßt. Das Verkehrsaufkommen an den Werktagen hat sich aber schon allein dadurch verändert, daß z. B. tägliche Einkäufe durch kumulierten Einkauf am Samstag substituiert werden. Damit ist die Gesamtverkehrsleistung über die gesamte Woche gerechnet sehr viel höher, insbesondere durch Ausflüge am Wochenende. Schließlich hängt die lokale Verkehrsleistung sehr stark davon ab, wie attraktiv der betrachtete Standort für die Besucher/Kunden aus dem Umland ist. Zusätzlich ist für die Wertung der Verkehrserzeugungszahlen von erheblicher Bedeutung, ob die lokale Situation dargestellt werden soll, oder landesweite bzw. sogar globale Bilanzen erstellt werden sollen. Dies macht deutlich, daß es keineswegs Patentrezepte für „die“ verkehrsvermeidende Siedlungsstruktur geben kann.

Vorrangiges Ziel der Standortgestaltung und der Raumordnung – die insbesondere in den neuen Ländern elementare Bedeutung erlangen – ist die Bewältigung der Ausdehnung von Bevölkerung und

Arbeitsstätten in der Region in einem räumlichen Konzept mit dem die weitere Verkehrssteigerung in der Kernstadt vermieden wird. Hierzu liefern die Analysen bestehender raumstruktureller Situationen in den Agglomerationen bereits eindeutige Hinweise:

Entscheidende Bestimmungsgröße für eine Option „Vermeidung von Verkehrsaufwand“ – also speziell die Fortbewegung mit motorisierten Verkehrsmitteln – ist das Vorhandensein eines „attraktiven“ Nahbereichs bzw. Wohnumfeldes. Dies zu erreichen, hängt nicht nur von den Distanzen, sondern auch von den qualitativen Merkmalen des Nahbereichs ab. Größen- oder Dichtekennwerte allein liefern also noch keine ausreichende Garantie für Verkehrssparsamkeit: örtliche Identität, Eigenständigkeit, Aufenthaltsqualität, Sicherheit, Lokalbewußtsein und geringe Verkehrsdichte müssen hinzukommen. Weder das Megazentrum, noch die Kleinstadt sind verkehrssparsam, am ehesten sind es noch eigenständige mittlere Großstädte, die unter Vermeidung gegenseitiger Konkurrenzen relativ gleichmäßig in der Fläche verteilt sind.

Potentiale zur Vermeidung von Personenverkehr

Geht man von einer konstanten Zahl der Aktivitäten an Werktagen (Mo–Fr) aus, so sind die motorisierten

Tabelle 4.1-2

Aktivitätenspezifischer Verkehrsaufwand für „Lagetypen“ in Stadt und Umland

Gemeindegrößenklasse oder „Besiedlungstyp“	täglich motorisierte Verkehrsleistung für 1000 Aktivitäten	Gesichtspunkte für Flächennutzungsplanung und Raumordnung
Umlandgemeinden ¹⁾ :		
unter 5 000 Einwohner	20 500	„Horrorvision“ der Zersiedlung
7 500 Einwohner	14 300	
20 000 Einwohner	14 500	(ca. 10 000) Idealvorstellung eigenständiger Standorte im Umland
45 000 Einwohner	13 300	
110 000 Einwohner	(8 000)	
5 Ballungszentren ¹⁾²⁾	13 500	
Stadttrandsiedlungen:		
Spandau (Bln) ³⁾	12 310	gut ausgestattete Randsiedlungen
Unterzentren (M) ¹⁾	13 460	
Gropiusstadt (Bln) ³⁾	14 100	„Schlafstädte“ ohne Ausstattung
Stadtkante (HH) ¹⁾	18 280	
Kernbezirke Berlin ³⁾	6 500	Förderung der „Innenverdichtung“

1) Auswertung der KONTIV für Ballungsräume in den alten Bundesländern.

2) Die Zentren Hamburg, Hannover, Frankfurt, Stuttgart, München.

3) Auswertung der Haushaltsbefragung der BVG, 1986.

Quelle: Kutter, 1993b

Verkehrsleistungen im „Dorf“ um den Faktor drei höher als in den verkehrssparsamsten „Stadtlagen“ (Tab. 4.1-2). Bei den Orten im Umland scheint ein Minimum in der Verkehrsleistung bei einer Einwohnerzahl von etwa 10 000 zu liegen. Natürlich verbergen sich hinter diesen Zahlen auch differenzierte Sozialstrukturen mit unterschiedlichen Aktivitätenzahlen, so daß hieraus nur indirekt „Raumstrategien“ abgeleitet werden können. Die Fahrleistungs-Gesamtbilanz weist denn auch geringere Unterschiede auf, da in den Orten mit kleineren spezifischen Entfernungen höhere Aktivitätenzahlen pro Einwohner vorliegen; inwiefern die geringeren Aktivitätenzahlen bei „unattraktiverem“ Umfeld bereits auf ein gewisses „Ökonomisieren“ zurückgehen, ist bei der vorhandenen Datenlage kaum beantwortbar.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich für die „Werktagsdistanzen“ (Tab. 4.1-3) ein ähnliches Bild mit geringeren Distanzunterschieden: Die sehr kleine Gemeinde hat nahezu in allen Bereichen die höchsten Entfernungsaufwendungen. Besonders extrem sind die Unterschiede bei den Berufspendlern. Ein Minimum an Verkehrsaufwendung scheint bei dieser Betrachtungsweise eher für Orte erheblich über 100 000 Einwohnern gegeben; hierbei ist allerdings zu bedenken, daß dort die größere Attraktivität mehr Verkehr von außen anzieht, so daß die Gesamtbilanz wieder negativ abgemindert wird.

Eine nochmalige Veränderung des Bildes der einwohnerbezogenen Verkehrserzeugung ergibt sich, wenn man anstelle der bisher von der Planung bevorzugten Werktage die gesamte Woche – unverzichtbar für die

Tabelle 4.1-3

Tagesdistanzen der Bewohner an Werktagen in Differenzierung für Ortsgrößenklassen

pro Tag werden gefahren/gegangen . . .	in Wohnorten der Größenklassen (in Tsd. Einwohner)							Deutsch- land ²⁾ insgesamt
	bis 5	5-10	10-20	20-50	50-100	100-200	große Städte ¹⁾	
Gesamt-Tagesdistanz (km/E)	28,2	27,9	27,2	23,8	24,0	20,4	18,7	24,9
Tagesdistanz mot. IV (km/E) (Anteil in Gesamtdistanz in %)	23,3 (83)	22,3 (80)	22,1 (81)	19,0 (80)	18,8 (78)	14,9 (73)	13,2 (71)	19,3 (78)
Tagesdistanz mit Pkw (Fz km/E)	17,2	17,2	16,7	14,1	13,6	10,8	10,3	14,4
Arbeit, insgesamt (km/E)	11,5	10,9	10,5	8,9	7,9	5,8	7,8	9,1
Arbeit, Distanz mit Pkw (Fz km/E)	8,5	8,4	8,3	6,9	5,4	4,3	5,8	6,8
Arbeit, Arbeiter mit Pkw (km/Besch)	27,9	26,3	22,0	16,1	10,7	12,6	10,8	20,3
Arbeit, Angestellte mit Pkw (km/Besch)	31,5	31,2	32,4	27,1	19,0	17,1	22,8	26,7
Einkauf, insgesamt (km/E)	4,3	4,5	4,1	3,0	2,8	3,0	2,4	3,4
Einkauf, Distanz im mot. IV (km/E)	3,4	3,8	3,4	2,1	2,1	2,1	1,4	2,6
Einkauf, Distanz mit Pkw (Fz km/E)	2,3	2,8	2,3	1,5	1,5	1,5	0,9	1,8
Freizeit, insgesamt (km/E)	7,3	8,0	8,2	7,9	9,2	7,4	5,3	7,8
Freizeit, Distanz im mot. IV (km/E)	6,2	6,5	6,8	6,5	7,8	5,4	3,8	6,7
Freizeit, Distanz im Pkw (Fz km/E)	3,6	3,9	4,2	3,6	4,5	3,1	2,1	3,6

1) Großstädte mit mehr als 500 000 Einwohnern.

2) Auswertung auf KONTIV-Basis nur für die alten Länder.

Quelle: Gertz, Holz-Rau und Rau, Verkehrsvermeidung durch Raumstruktur, Studie B des Studienprogramms Verkehr der Enquete-Kommission „Klima“, Teil: Potentiale an Verkehrsvermeidung, Büro für integrierte Planung, Berlin 1993; eigene Berechnungen.

Kutter, 1994

Erstellung von Gesamtbilanzen – betrachtet (Gertz, Holz-Rau, Rau 1993) (Tab. 4.1-4): In den sehr großen Städten kommt es aufgrund der „Zurückhaltung“ während der Werktage offensichtlich zum kompensatorischen Verhalten am Wochenende („Fluchtverkehr“); dies wird noch verstärkt durch die erheblich höhere Anzahl von Flug-Fernreisen pro Einwohner in den Metropolen. Rechnet man zu diesen „quellbezogenen“ Verkehrsaufwendungen die Verkehrserzeugung aufgrund hoher Attraktivität hinzu, spricht einiges für Verkehrsvermeidung durch kompakte Strukturen „auf niedrigerem Niveau“. Ergänzt werden müßten entsprechende Strategien durch eine gezielte Standortpolitik, die übermäßige Konzentrationen insbesondere auch bei den Versorgungseinrichtungen (Versorgungsstruktur, Arbeitsstätten, aber auch Freizeiteinrichtungen) zu verhindern sucht (Verkehrserzeugerabgabe, Zuschüsse für dezentrale Arbeitsstätten statt km-Pauschale usw.). Bei den Betrachtungen über den Zusammenhang zwischen Ortsgröße und Verkehrsgeschehen ist allerdings zu berücksichtigen, daß i. d. R. mit der Größe der Siedlungen auch deren Nutzungen variieren, so z. B. die Zahl der Beschäftigten oder Arbeitsplätze in bestimmten Wirtschaftssektoren. Eine formale Auflösung größerer Orte in kleine Einheiten führt nicht in jedem Fall zu entsprechenden verkehrlichen Effekten.

Besonders dringlich ist die Verfolgung von Raumordnungsstrukturen der kurzen Wege in den neuen Bundesländern. Denn gerade dort werden augenblicklich dörfliche und gemeindezentrierte Versorgungsstrukturen zugunsten von Dienstleistungs- und Versorgungszentren auf der grünen Wiese aufgege-

Tabelle 4.1-4

Wochendistanzen insgesamt und mit Pkw der Einwohner von Orten unterschiedlicher Größe (Gertz, Holz-Rau, Rau, 1993)

Ortsgröße Einwohner	Wochendistanzen pro Einwohner		Index Pkw-Distanz
	insgesamt	im Pkw	
über 1 Mill. . . .	200 km	95 km	127
500 Tsd. – 1 Mill.	130	75	100
unter 10 Tsd. . .	200	125	167

ben. Dabei sind inzwischen die positiven Wirkungen der Gemeindezentrierung gut bekannt (Abb. 4.1-2 und Abb. 4.1-3): Ballungsräume im Osten Deutschlands „erzeugen“ im täglichen Personenverkehr etwa 20% weniger Verkehr, bezogen auf die Umlandbewohner sind dies sogar 30% weniger als im Westen. Es stellt sich allerdings die Frage, ob sich dieser Zustand aufgrund der Anpassungsprozesse an westliche Verhältnisse dauerhaft erhalten läßt. Im Gegensatz zur Ausweitung der Regionen in den westlichen Bundesländern, die sich nahezu unbemerkt vollzog, sind die Folgen der hier zu erwartenden Raum-Verkehrsentwicklung inzwischen bekannt. Besorgniserregend ist augenblicklich vor allem die Flächenausweitung an den Stadträndern und der dortige Aufbau von Einrichtungen wie z. B. Verbrauchermärkte, die nur durch Kunden existieren können, die von weither mit dem Pkw anreisen (Schmidt, 1992).

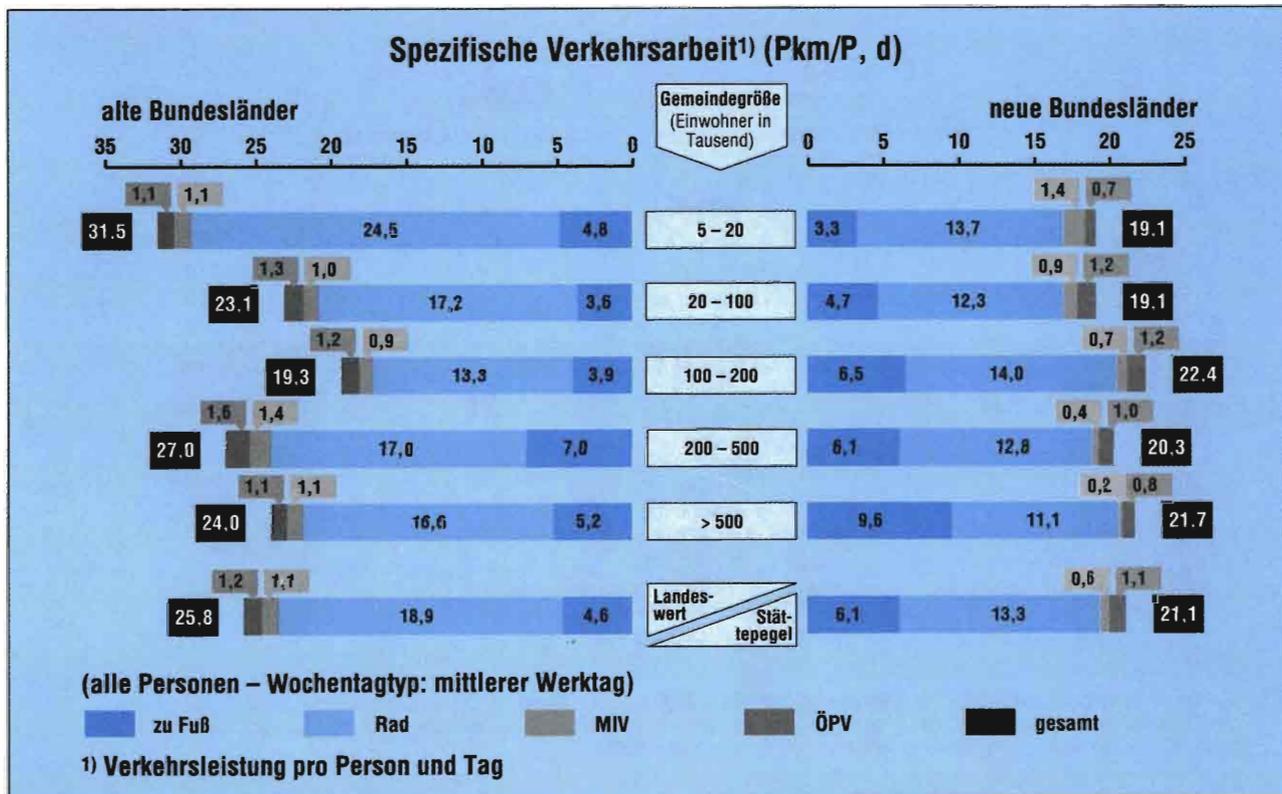


Abb. 4.1-2: Verkehrsleistung pro Person und Tag (TU Dresden, 1993)

Während die Option der Verkehrsvermeidung durch Gestaltung der Siedlungsstrukturen im Westen vorrangig für Expansion im Rahmen der zukünftigen Entwicklung Bedeutung hat, kann sie im Osten schon bei den Anpassungsprozessen zum Tragen kommen. Bezogen auf die regionalen Lebensräume spielen dabei zwei Komponenten eine entscheidende Rolle:

1. Die Anpassung an westliche aktionsräumliche Gewohnheiten, die von der Ausstattung der zentralen Orte und der Standortpolitik von Arbeitsstätten maßgeblich vorbestimmt wird,
2. die zu erwartende andere Verteilung der Bevölkerung, aber auch der Beschäftigung im regionalen Raum, bei welcher der bisher im Osten nicht vorhandene Bodenmarkt eine erhebliche Rolle spielen kann.

Schätzungen zu den Verkehrssteigerungen im Rahmen dieser Anpassungsprozesse sind nur für den konkreten Beispielraum möglich, da die raumstrukturellen Randbedingungen vor Ort berücksichtigt werden müssen. Eine entsprechende Modellschätzung für den Großraum Berlin (Kutter, 1993c) kommt zu dem Ergebnis, daß die tägliche Personenverkehrsleistung pro Einwohner von heute etwa 22 km (3,5 Mio. Stadtbewohner + 1,2 Mio. Umlandbewohner) nach der „aktionsräumlichen“ Anpassung etwa 25 km betragen dürfte (+14%), um dann mit einer raumstrukturellen Anpassung („Zersiedlung“) bis auf etwa 28 km (+27%) anzusteigen. Diese Entwicklungen sind etwa bis zum Jahre 2010 zu erwarten; ein mittelfristiges Reduktionspotential für raumstrukturelle Verkehrsvermeidung – flankiert durch Verhaltenskampagnen

– dürfte damit bei etwa 10–15% (bezogen auf die Größe 28 km/Person u. Tag) liegen.

Bereits bei der Entwicklung der Siedlungsstrukturen muß Verkehrsvermeidung mit in die Planung einbezogen werden. Dies bedeutet wieder mehr Beachtung der bekannten Versorgungsprinzipien in den zentralen Orten, also wieder mehr „Bürgernähe“ von in der Vergangenheit zentralisierten Versorgungseinrichtungen im Verwaltungs-, Dienstleistungs- und Bildungsbereich („Stadt der kurzen Wege“). Gleichzeitig heißt dies aber auch eine Präferenz der regionalen Kreisläufe vor interregionaler Verflechtung sowie entsprechende Stützung durch übergeordnete Verkehrspolitik, lokale und regionale Entwicklungsplanung und Standortförderung. Mit solchen Stichworten sind insbesondere die Raumordnungspolitik sowie ihre diversen nachgeordneten institutionellen Bereiche angesprochen. Möglichkeiten der Raumordnungspolitik basieren auf ihrem Koordinierungsauftrag. Sie kann über die Versorgungsinfrastruktur die langfristigen Entwicklungen steuern, dem „Zentrale-Orte-Konzept“ zur Wirkung verhelfen, Großeinrichtungen des Handels in geeignete Standorte lenken und die richtigen Mischungsverhältnisse induzieren (z. B. durch die Landesbauordnungen). Die Verkehrsrelevanz aller dieser Stichworte beruht zum größten Teil auf Prinzipien der „kompakten Siedlung“ mit kurzen Wegen.

Die für die Verkehrsvermeidung erforderliche generelle Umorientierung hin zu Planungsprinzipien, Bewertungskriterien und insbesondere gesamtwirtschaftlichen Einordnungen anstelle von betriebswirt-

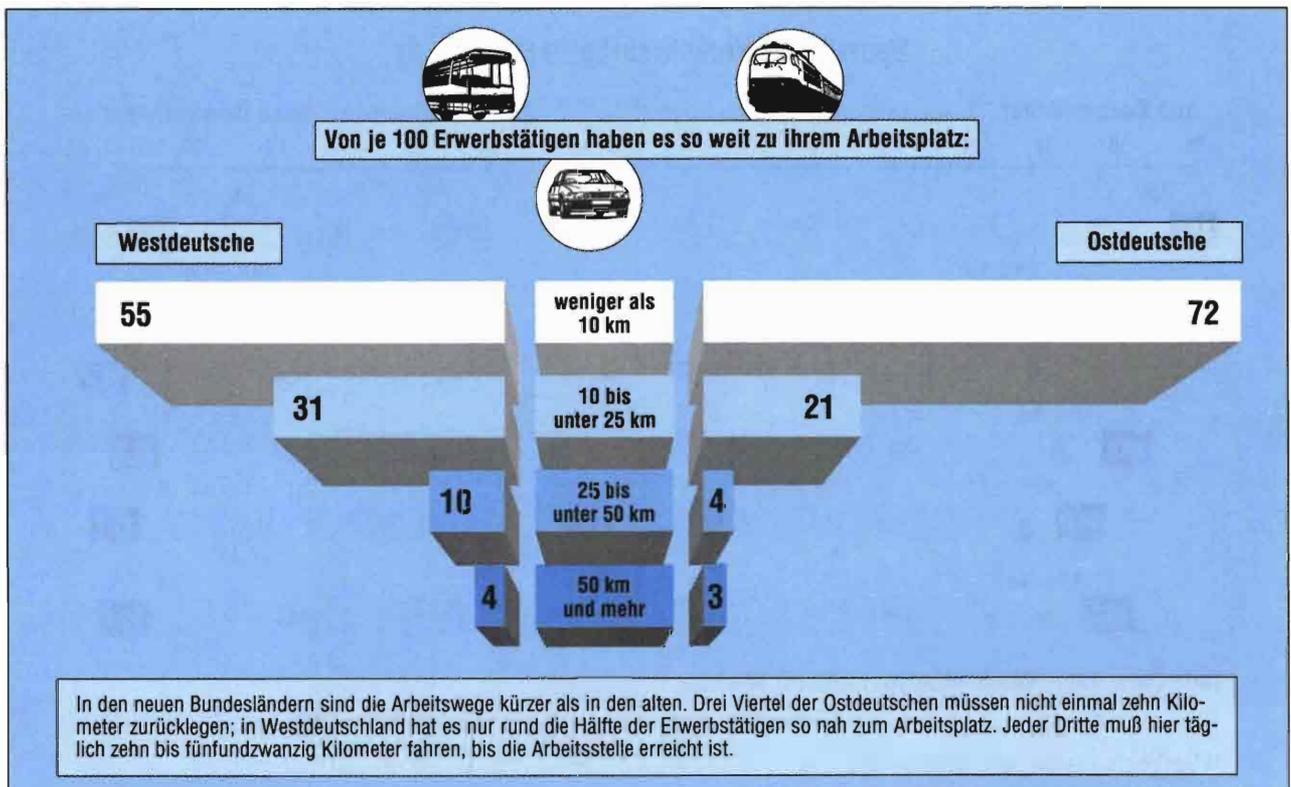


Abb. 4.1-3: Vergleich der Entfernung zum Arbeitsplatz in Ost- und West-Deutschland (Süddeutsche Zeitung, Dez. 1993)

schaftlichen Optimierungen scheint allerdings eine nahezu unüberwindliche Hürde darzustellen; hinzu kommt, daß „schlüssige Beweise“ für die Effizienz eines bestimmten Konzepts nur sehr schwer zu erbringen sind. Deshalb ist es wichtig, die Tragfähigkeit der Vermeidungsstrategie anhand kleiner praktischer Schritte, die schon heute machbar sind, zu belegen. Besondere Bedeutung erlangt dabei die Unterbrechung der vielfältigen „Automatismen“, die in der Vergangenheit aus der streng sektoralen Behandlung z. B. von Kapazitätsengpässen im Verkehr (Lösung bisher: Netzausbau, Folge: Induktion von neuem Verkehr etc.) resultierten.

Bei jeder planerischen Entscheidung über Nutzungen und Standorte wäre es also besonders dringlich folgende Gesichtspunkte zu prüfen¹⁾:

- Förderung der urbanen Lebensmöglichkeiten („Umfeldqualität“, Verminderung der Einschränkungen „urbaner Qualitäten“);
- Stärkung der Nahbereiche und der regionalen Kreisläufe;
- Senkung des Entfernungsaufwandes und der Transportorientierung;
- Steigerung der Effizienz und der Auslastung der bestehenden Verkehrssysteme;
- Förderung der ökonomischen Effizienz der als „besser“ eingeordneten Systeme; langfristige Bezahlbarkeit nicht nur der Infrastruktur, sondern auch des Betriebes des Gesamtsystems „Region“.

Im Rahmen der Anpassungsprozesse in den neuen Bundesländern erweisen sich die aus dem Westen übernommenen Instrumente (Baugesetzbuch, Landesbauordnungen, Verfahrensrecht) oft als zu schwerfällig und unflexibel, um auf die völlig ungewohnte Aufgabenstellung angemessen reagieren zu können. Hier sollte deshalb auch über unkonventionelle Verfahrensweisen wie Moratorien, Sonderregelungen usw. nachgedacht werden.

Potentiale zur Vermeidung von Wirtschaftsverkehr

Während ein sehr großer Anteil des Personenverkehrs „regional gebunden“ entsteht und durch Gestaltung „vor Ort“ vermindert werden kann, unterliegt Güter- und Wirtschaftsverkehr Kriterien der internationalen Verflechtung, der internationalen Konkurrenzsituation und der Arbeitsteiligkeit. Von daher werden Forderungen nach Stärkung der regionalen Wirtschaftskreisläufe und Verkleinerung z. B. der Fertigungstiefe und Einzugsbereiche insbesondere nicht

¹⁾ Im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung wäre genauso eine „Verkehrs-Verträglichkeits-Prüfung“ vorstellbar, in der eine gemeinsame Betrachtung aller Verkehrsfolgen vorgenommen werden könnte; die bisherigen Entscheidungen beruhen in hohem Maße auf Optimierungen aus einem eingengten Blickwinkel, Stichworte: Maximum an Verkehrserreichbarkeit; Minimierung des Zeitaufwandes, Verkehrsfunktion als „Reparatur“ für andere Planungsunterlassungen, Optimierung von Verkehr bezüglich einzelner Folgeerscheinungen etc.

ohne Rücksicht auf Kriterien internationaler Verkehrs-, Wirtschafts- und Industriepolitik zu durchzusetzen sein.

Dennoch verbleiben im Bereich der lokalen und regionalen Entwicklungsplanung (Flächennutzung, Flächenausweisungen, Standortauswahlverfahren) eine Reihe von Möglichkeiten, mehr als bisher über die Verträglichkeit der induzierten Verkehrsvorgänge zu entscheiden: Die Zuordnung der Standorte großer Dienstleistungskomplexe (Geschäfte und insbesondere auch öffentliche Einrichtungen) zu den öffentlichen Verkehrssystemen, die Standorte von Umschlagstellen (GVZ) im Netz der verschiedenen Verkehrsträger (Güterverkehrsleistung Straße oder Bahn, Fernlaster oder „Citylaster“) und die Zuordnung der aufgrund des Flächenbedarfs und der von ihr ausgehenden Verkehrsbelastung „ungeliebten“ Spedition und Lagerei (heute meist im Umland) zu den Standorten der Abnehmer (Länge der Verteilerverkehre) beeinflussen maßgebend die Verkehrsleistungsbilanz einer Region. Bei derartigen Verkehrsverträglichkeitsprüfungen bestehen einerseits große Kenntnisdefizite und andererseits große Umsetzungsvorbehalte, die vor allem in bestehenden institutionellen Regelungen (Gewerbsteuer, System des Finanzausgleichs, mangelnde Kompetenz der Region) begründet sind. Hier mag es vorerst weiterhelfen, wenn bereits heute die „Verkehrsbedeutung“ von Standortentscheidungen zur Kenntnis genommen wird und bei allen Entscheidungen immer auch die verkehrsbezogenen Konsequenzen mitbetrachtet werden.

Darüber hinaus ist es gegenwärtig äußerst problematisch, Vermeidungspotentiale durch Veränderung der Raumstruktur auch für den Wirtschaftsverkehr anzugeben, da sich die Produktionsstrukturen in einem tiefgreifenden Wandel befinden (IÖW, 1993), dessen genauer Verlauf derzeit kaum absehbar ist: Volkswirtschaftlich sinnvolle regionale und internationale Arbeitsteilung, technologische Innovationen und der EG-Binnenmarkt werden den strukturellen Wandel in Richtung Hochtechnologieunternehmen, zu mehr Dienstleistungen und immaterieller Produktion weiter forcieren. Hierbei gibt es nicht nur einen Trend zu immer größer werdenden Märkten, sondern die Entwicklung ist auch mit Differenzierung und Fragmentierung von Märkten und immer kürzeren Produktzyklen verbunden. Im Zuge dessen zeichnet sich schon länger ein neues Produktionsparadigma ab, ein Übergang vom fordistischen¹⁾ Industrialisierungstyp (serielle Massenproduktion) zur postfordistischen, differenzierten Qualitätsproduktion.

Die differenzierte Qualitätsproduktion stößt einen Wandel der Unternehmensorganisation sowie einen Wandel bei der räumlichen Verteilung von Unternehmensfunktionen an; dies kann Verkehrskonsequenzen haben: Mit dem Wandel des Produktionsparadigmas gewinnt die Region – als mittlere Raumbene zwischen den kommunalen und föderalistischen Strukturen – an Bedeutung. Dieser Prozeß zeigt raumstrukturelle Effekte, die mit den Stichworten abhängige Dezentralisierung, Unternehmensnetzwerke

¹⁾ Rationalisierung der Fertigungskosten durch Massenproduktion

und regionale Innovationssysteme beschrieben werden können. Ein solcher Prozeß der räumlichen Re-Integration wird auch als tendenzieller Übergang von starken Unternehmen zu starken Regionen, die am Weltmarkt konkurrieren, kommentiert. Im Zuge dieses Strukturwandels, der nicht zuletzt auch erhebliche ökonomische Konsequenzen hat, wird die Bedeutung traditioneller Standortfaktoren (Naturgrundlage, Ressourcen, Umfang und Struktur des Arbeitsmarktes, Verkehrsanbindung) zurückgehen und eine zunehmende Bedeutung moderner, systemischer und ‚subjektiver‘ Standortfaktoren zu verzeichnen sein.

Den Beziehungen der Unternehmen untereinander und zu ihrer Umwelt wird ein herausragender Stellenwert zukommen. Hierzu zählen Kooperationsbeziehungen (z. B. zwischen Zulieferern und Abnehmern/Märkten), Zugang zu externer Beratung sowie Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, regionales Innovationsklima, Verhältnis zu Behörden usw. aber auch Kultur und Freizeitmöglichkeiten für hochqualifizierte Beschäftigte.

Für eine auf die Reduzierung von Güter- und Wirtschaftsverkehr ausgerichtete Politik könnte sich damit längerfristig neben der Transportkostenerhöhung eine politische Strategie in den Vordergrund schieben, die am zunehmenden Angewiesensein ‚moderner‘ Unternehmen auf regionale Kommunikation und Kooperation ansetzt, wobei die Transportkostenerhöhung gleichzeitig als Maßnahme zur Förderung des wirtschaftlichen und ökologischen Strukturwandels betrachtet werden kann.

4.1.1.2 Veränderung von Gewohnheiten und institutionellen Rahmenbedingungen

Gewachsene Strukturen, Wertvorstellungen und Erwartungshaltungen sowie die Entwicklungstendenzen in der europäischen Staatengemeinschaft bestimmen neben den materiellen Randbedingungen – insbesondere aus der Raumstruktur – über den Verkehr mit. Bei der Verkehrsentstehung wirken gewissermaßen „objektive“ und „subjektive“ Einflußfaktoren (vgl. Kap 4.1) zusammen auf die Verkehrserzeuger ein, wobei unter subjektiven Faktoren die persönlichen Wertvorstellungen, Einschätzungen und Ansprüche zu nennen sind, die sich nur langsam verändern.

Basis von Vermeidungsüberlegungen sind deshalb häufig die besser „greifbaren“ Potentiale mit objektiven Randbedingungen, nämlich den räumlichen Strukturen für die Lebens- und Wirtschaftsabläufe. Sollen allerdings aus der Analyse der objektiven Randbedingungen Potentiale für die Zukunft abgeleitet werden, müssen gleichbleibende bzw. berechenbare Reaktionen bei den subjektiven Faktoren unterstellt werden. Dies kann aber aus zwei Gründen falsch sein:

– Einerseits besteht die Möglichkeit, daß der Verkehrsaufwand weiter steigt, d. h. die raumstrukturellen Eingriffe also durch noch verkehrsaufwendigere Gewohnheiten kompensiert werden;

– andererseits ist auch der Fall denkbar, daß ein neues Bewußtsein von sich aus zu einer „Mobilitätswende“ führt.

In beiden Fällen rufen die Veränderungen Abweichungen von der geschätzten Wirkung der Eingriffe in die Raumstruktur hervor. Im ersten Fall wird der erwartete positive (verkehrssparende) Effekt konterkariert, bei letzterer Möglichkeit würden die positiven Wirkungen verstärkt.

In sehr ähnlicher Weise beobachten wir ein Zusammenwirken von objektiven räumlichen Fakten, ihrer Wahrnehmung und Interpretation und den internationalen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (wirtschaftspolitische Ziele der EU, Preise im Transportmarkt, Lohnkostengefälle, internationale Arbeitsteilung). Insbesondere im Wirtschafts- und Güterverkehr hängt deshalb die Wirksamkeit von verkehrsvermeidenden Optionen von einer wirksamen Flankierung solcher „subjektiven“ Entscheidungen ab. Wie bei den privaten Verhaltensweisen gilt auch hier, daß alle Maßnahmen im raumstrukturellen Bereich und bei staatlichen Infrastrukturvorleistungen von kalkulierbaren institutionellen Gewohnheiten ausgehen.

Die Komplexität dieser Sachverhalte (vgl. Kap. 2.1, 3.5 und 4.1), aber auch jahrzehntelange Entwicklungen des Wechselgefüges Raumstruktur/Wirtschaftsverkehr mit der Folge vermehrten Transports haben dazu geführt, daß man den wachsenden Verkehrserfordernissen positiv gegenüber stand, während man die negativen Verkehrsfolgen nicht hinreichend zur Kenntnis nahm. Mobilität im Privatbereich wird als Wert an sich begriffen, im Wirtschaftsbereich als unverzichtbare Voraussetzung für den Wohlstand. Es wird gewissermaßen das historische positive Bild von Verkehrsmobilität fortgeschrieben und die inzwischen massiv hinzugekommenen Verkehrsfolgen werden möglicherweise zu gering geschätzt, während der Nutzen des Verkehrs eine Überbewertung erfährt. Bisherige Rahmenbedingungen sprechen in hohem Maße für motorisierten individuellen Verkehr und Transport.

Für die subjektiven Faktoren ist folgende Analyse bekannt: So liegen über die „Verkehrssicht“ der Bundesbürger heute bereits fundierte Zustandsbeschreibungen vor (Tab. 4.1-5). Wie bei allen Umfragen stellt sich auch hier das Problem, ob in der Antwort eher die sozial erwünschte Einstellung oder das tatsächliche Verhalten wiedergegeben wird. Etwa 1/3 der Bundesbürger ab 14 Jahren sind demnach „Autofreaks“, für sie ist Umwelt heute absolut kein Thema. Verkehr ist vielmehr Selbstzweck. Der öffentliche Verkehr wird allenfalls als ein Störfaktor empfunden. Dieser Gruppe stehen gut 1/4 „Umweltbewußte“ gegenüber, die die Folgen der Verkehrsorientierung unerträglich finden und auf strikte Steuerung des Gesamtsystems dringen. Die größte Gruppe allerdings stellen mit gut einem Drittel die strikt am Nutzen orientierten Autofahrer dar, die zwar sehr stark an technische Verbesserungsmöglichkeiten glauben, aber auch mit Recht den ÖPNV als i. d. R. nicht bedürfnisgerecht einordnen.

Nach diesen Befunden – wenn man die restlichen Befragten wegen völlig indifferenter Einstellungen

einmal ausklammert – sind mehr als die Hälfte der Bundesbürger einer schlüssigen Argumentation im Verkehr, der Argumentation mit begründbaren Fakten, zugänglich. Probleme bei der Umsetzung von Verkehrsmaßnahmen ergeben sich also viel weniger beim Bürger als beim „Bild“ von diesem Bürger, das die Politik, Verwaltung und Medien im Laufe der Zeit (und Verkehrsentwicklung) geprägt haben. Dies erklärt möglicherweise auch die Tatsache, daß man bei der Lösung der Verkehrsprobleme in zahlreichen lokalen und regionalen Beispielfällen sehr viel mehr Erfolg hat, als nach der von Vor- und Fehlurteilen geprägten Erwartung eigentlich möglich wäre: Beispiele hierfür sind die Erfolge in den Niederlanden mit strikten Nutzungsvorgaben, in der Schweiz mit konsequenter ÖV-Politik, der Erfolg des Bremer Projekts eines „autofreien“ Gebiets, aber auch die nach wie vor ausgesprochen große Bedeutung der Fortbewegung zu Fuß/mit Rad in funktionierenden dichten Stadtquartieren. Andererseits gibt es Beispiele, so etwa in Offenbach, wo Bewohner einer Neubausiedlung zunächst autofreie Wohnstraßen durchsetzten und nach wenigen Jahren von der Kommune die totale Verkehrserschließung bis zur Haustür verlangten.

Bisher fehlende Potentialangaben für eine Verkehrsvermeidung durch Verhaltensänderung gehen meist darauf zurück, daß einerseits die Wirkungen der objektiven und subjektiven Faktoren analytisch kaum voneinander getrennt werden können und daß andererseits „Untersuchungen“, die versucht haben die mutmaßlichen Verhaltensänderungen mit einzubeziehen, den Zusammenhang zum realen Verhalten bisher nicht zufriedenstellend herstellen konnten. Gleiches gilt für die Potentiale durch eine Veränderung der wirtschaftlichen und internationalen Randbedingungen.

Um zumindest eine Konstanz der Entfernungsreaktionen oder besser noch eine Rückführung der Verkehrsintensität zu erreichen, ist eine strategische, auf Gesamtkonzeptionen beruhende Vorgehensweise erforderlich. Sie muß selbstverständlich Personen- und Güterverkehr gleichermaßen behandeln; dabei bestehen rein quantitativ größere und vom ökonomischen Standpunkt wohl leichter zu realisierende Potentiale beim Privatverkehr.

Zu einer solchen Strategie gehört genauso die passende Rahmensetzung durch städtebauliche Leitbilder; denn natürlich entspricht das Eigenheim im

Tabelle 4.1-5

Einstellungstypen im Verkehr (Kutter 1994 a)

Einstellungstypen (Anteil an der Bevölkerung ab 14 Jahre)	Einstellung zum Automobil	Sicht der Folgen der Automobilität (Umwelt, Lebensqualität)	Vorstellungen („Rezepte“) zur Lösung der Verkehrsprobleme
„Nutzenorientierter Autofahrer“ (34%)	Garantiert Unabhängigkeit und Mobilität, rationale Gründe, Auto kein Prestigeobjekt	keine wesentliche Beeinträchtigung Probleme lassen sich durch höhere Effizienz lösen	alle Probleme sind technisch lösbar (Ablehnung des Dirigismus) ÖPNV muß besser werden
„die Umweltbewußten“ (ÖV-Befürworter) (26%)	kritische Distanz, „Angst“, Autofahren ist Belastung (wenn sie selbst fahren)	Folgen sind unerträglich Forderung nach drastischen Restriktionen	umweltbewußtes Handeln, positive Einstellung und tatsächliche Nutzung ÖV (Dirigismus erwünscht)
„Auto-Fans“ (19%)	Prestige, persönlicher Erfolg Verkehr = Bühne zur Selbstbestätigung	Umweltprobleme gibt's gar nicht, Forderung mehr Straßenbau	Straßenbau, mehr Technik ÖV stört nur, stellt keine Alternative dar
„die Indifferenten/Problemverdränger“ (12%)	Besitz, schöne Nebensache Prestigeobjekt	gar keine Wahrnehmung, alles soll bleiben, wie es ist	Vertrauen in Technik (...die werden schon Lösungen finden) ÖV unnötig, keine Zukunft
„die Unsicheren, Ängstlichen“ (auch immobil) (8%)	indifferent ... weder, noch ...	hilflos gegenüber Situationen (Wunsch nach „mehr Staat“)	resignativ und pessimistisch ÖV viel zu kompliziert, zu unsicher

Quelle: SINUS-Lebensweltforschung, Studie im Auftrag des SPIEGEL, 1992.

Grünen auch den zeitgemäßen Wertvorstellungen. Andere Wertvorstellungen werden durch Stichworte wie „Urbanität“, „Kleinräumigkeit“, „Ortsbezogenheit“ oder „Lokalbewußtsein“ charakterisiert. Solche Leitbilder zielen, vom Städtebau ausgehend, vorrangig auf die Verrichtungen des täglichen Lebens und die Verhaltensweisen der Bewohner einer Region ab. Gerade an diesen städtebaulichen Leitbildern läßt sich wiederum besonders gut verdeutlichen, wie die zwei Seiten – materielle Randbedingungen und weiche Rahmenbedingungen aus privaten Werthaltungen und institutionellen Gewohnheiten – zusammenwirken müssen. Die Abkehr von der „Funktionstrennung“ und entsprechend anders realisierte städtebauliche Leitbilder können nur verwirklicht werden, wenn die Wertvorstellungen und die einschlägigen Rahmenbedingungen des Verkehrsmarktes der Akzeptanz der besseren Angebote nicht entgegenstehen.

Die Akzeptanz für Änderungen des Mobilitätsverhaltens bei Bürgern und der Wirtschaft kann erhöht werden, wenn neben die Darstellung der ökologischen Belastungsgrenzen die Aussage tritt, daß Umwelt nicht kostenlos zu haben ist und die Kosten von jedem einzelnen zu tragen sind, auch wenn sie nur indirekt und auf alle Wirtschaftssubjekte verteilt anfallen. Hilfreich ist es auch darauf hinzuweisen, daß die Kosten, die von verursachenden Wirtschaftssubjekten nicht getragen werden, von den anderen mit zu übernehmen sind. Die bezüglich dieser Kosten oft ausgetragene kontroverse Diskussion ist dabei allerdings wenig produktiv. In der Tat sind die Umweltkosten des Verkehrs nur mit Hilfskonstruktionen quantifizierbar – entsprechend beschreiben die Schätzungen der externen Kosten/Nutzen des Verkehrs eine extreme Spannweite.

Der Wandel der Transportorientierung in den Wirtschaftsprozessen scheint ungleich schwieriger, da die „Verkehrsursachen“ europa- und weltweit angelegt sind und EG-Binnenmarkt oder GATT ihre eigenen Gesetzmäßigkeiten haben. Eine Verminderung der Transportintensität erscheint deshalb schwieriger und nur mit langfristigen Strategien machbar; elementarer Bestandteil ist u. a. die umfassende Abwägung aller Vor- und Nachteile von einerseits regionalen Wirtschaftskreisläufen und andererseits umfassender räumlicher Arbeitsteilung. Dabei werden die Lösungen wahrscheinlich nicht in Extremformen, sondern in der sinnvollen Optimierung liegen. Das Aufzeigen von Extremfälle kann aber dazu beitragen, das Optimum leichter zu erreichen.

Wenn der Transport für die Standortentscheidung eine größere Bedeutung erhalten soll, ist ein Gleichklang der Hocheinkommensländer, gemeinsames Vorgehen in einem „großen Europa“, Planungssicherheit (langfristige Programme) sowie ggf. ein Beginn beim Abbau der Subventionen für besonders transportintensive Verfahrensweisen (z. B. Milchtourismus in der EG) erforderlich.

Im Zusammenhang mit „verkehrsaufwendigen“ Lebensweisen – also speziell dem Verkehrswachstum, das von Privatpersonen ausgeht – wird immer wieder darauf hingewiesen, daß selbstverständlich ein „gewisser Verzicht“ auf Teile von „Lebensgewohnhei-

ten“ die größten Einsparungen bewirken würde; in diesem Zusammenhang wird dann auf einen notwendigen „Wertewandel“ (nur beim Bürger) verwiesen. Aber die Meinungen und Einstellungen der Bürger sind wiederum maßgeblich vorbestimmt durch die diversen Randbedingungen, die auf administrativen und politischen Ebenen vorgegeben werden, so daß der Wertewandel maßgeblich von diesen Ebenen abhängen würde; und diese Ebenen – sowie auch beratende Experten und Politikberater – haben bisher wenig dazu beigetragen, den erwünschten Wertewandel zu definieren, geschweige denn zu stützen. Arbeitsteilung, Wahrnehmung von Standortvorteilen oder Stückkostendegression bestimmen vielmehr die Entscheidung im Bereich der Wirtschaft.

4.1.2 Substitution durch immateriellen Verkehr

Informations- und Kommunikationstechnologien können durch gezielten Einsatz ebenfalls einen Beitrag zur Verkehrsvermeidung leisten. Zum einen könnte ein flächendeckender Ausbau neuer Kommunikationstechnologien dazu beitragen, Berufsverkehre zu vermindern. Zwei Konzeptionen sind dabei zu unterscheiden: Heimarbeit sowie die Einrichtung dezentraler Arbeitsstätten, an denen Arbeitnehmer eines oder mehrerer Unternehmen in Wohnungsnähe tätig sind. Schätzungsweise wären 5 bis 10 % der Arbeitsplätze für Heimarbeit geeignet. 20 % der Arbeitsplätze könnten in Nachbarschaftsbüros verlagert werden, die unmotorisiert erreichbar wären (Heinze, 1992).

Zum anderen können Informations- und Kommunikationstechnologien auch Geschäfts- und Dienstreisen ersetzen. Für die Kommunikation zweier Partner ist das Potential heute bereits nahezu ausgeschöpft. Sollen dagegen Gespräche vieler Personen über neue Technologien wie z. B. Konferenzschaltungen abgewickelt werden – hier liegt noch ein großes bisher wenig genutztes Potential – bedarf dies zumindest einer gewissen Gewöhnungsphase, da hierbei das persönliche Moment, welches beim Gespräch eine wichtige Rolle spielt, fehlt.

Bildkommunikations- und Fernunterrichtssysteme rentieren sich bei TV-basierten Systemen aus Kostengründen nur zur Weiterleitung hochwertigen Fachwissens durch Spezialisten und vor allem bei einer Bündelung einer Vielzahl von Kurzreferaten verschiedener Fachreferenten zu einem speziellen Thema.

Insgesamt wird die verkehrsvermeidende Wirkung der Informations- und Kommunikationstechnologien relativ pessimistisch eingeschätzt, wenn es um die Wahl zwischen Verkehr und Telekommunikation geht. Erfolgversprechend ist ihr Einsatz hingegen in Bereichen, in denen Mobilität zur Informationsbeschaffung als störend empfunden wird oder in denen sie zur Erhöhung der Effizienz bestehender Verkehrsprozesse und zur optimalen Abstimmung verschiedener Verkehrsträger in Transportketten beitragen (Cerwenka, 1988). IBM/BDI (1992) veranschlagt das Potential durch diese Techniken auf 0,2 %.

Langfristig ist deshalb zwar eine Substitutionswirkung zu erwarten, kurzfristig hingegen können sogar überkompensierende Komplementäreffekte auftreten

(UBA, 1992a; Heinze, 1992). Man sollte deshalb, soweit dies möglich ist, ausschließen, daß ein analoger Effekt eintritt, wie er bei der Einführung des sogenannten „papierlosen, computergestützten Büros“ zu beobachten war, das einen Anstieg des Papierverbrauchs nach sich zog.

4.2 Verkehrsverlagerung/Vernetzung der Verkehrssysteme

4.2.1 Verlagerung im Personenverkehr

Um ein nennenswertes Potential für eine Verlagerungen beim Personenverkehr zu erreichen, müssen beträchtliche Verkehrsmengen bewältigt werden. Um 10 % des Pkw-Verkehrs auf die Schiene zu verlagern, bedarf es rund einer Verdoppelung der Kapazitäten. In welchem Umfang es aber zu solchen Verlagerungen kommt, hängt ganz entscheidend von der Bereitschaft zu Verhaltensänderungen sowie dem Angebot der Systeme ab. Der Ausbau bzw. die Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Nahverkehrs führt aber nicht nur zu einer Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs, sondern es wird darüber hinaus zur Induktion von Neuverkehr und Substitution eines Teil nicht motorisierter Wege kommen. Neben der Attraktivitätssteigerung kann teilweise auch durch Verteuerung und Einschränkung des Individualverkehrs eine Umschichtung auf die kollektiven Systeme insbesondere im Nahverkehr erreicht werden. Darüber hinaus ist es notwendig, daß die Randbedingungen aus Standortpolitik und Nutzungsplanung hierauf speziell abgestimmt werden.

Neben der Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr gibt es große Potentiale für eine Substitution von Pkw-Fahrten durch Rad- bzw. Fußwege. Diese spielen im Nahbereich eine wichtige Rolle.

Im Bereich des regionalen bzw. täglichen Verkehrs und des Fernverkehrs existieren jeweils andersartige Potentiale, deren Einführungsmöglichkeiten sich erheblich unterscheiden; deshalb werden diese Bereiche hier getrennt betrachtet. Zur Abschätzung eines Verlagerungspotentials für das Zieljahr 2005 können die Modal-split-Unterschiede der Szenarien F und G (ITP/IVT, 1992) der BVWP 92 Anhaltspunkte liefern. Deren Verkehrsleistungsunterschiede sind auf das Jahr 2010 bezogen. Die Werte für das Jahr 2005 wurden durch Interpolation ermittelt. Die CO₂-Einsparungseffekte lassen sich durch Umrechnung von Personenkilometer-spezifischen CO₂-Emissionen der jeweiligen Verkehrsträger (z. B. IFEU, 1990) abschätzen. Die folgenden Angaben beruhen auf den Annahmen des BVWP.

Verlagerung im Nahverkehr

Im Nahverkehr könnten rund 10 % des MIV verlagert werden (ITP/IVP 1992). Damit würde sich der Pkw-Verkehr statt eines trendmäßigen Anteils von 76 % an der Verkehrsleistung bis auf einen Anteil von 68 % reduzieren lassen, wobei der ÖPNV im wesentlichen dieses Potential übernehmen würde. Ein Teil dieser Pkw-Fahrten wird aber auch durch das Fahrrad oder

Fußwege substituiert werden. Unter Berücksichtigung eines allgemeinen Leistungszuwachses im Nahverkehr bis 2005 von 18,5 % würde diese Verlagerung eine Verkehrsleistungssteigerung beim ÖPNV von knapp 50 % voraussetzen. Dies wirft Fragen auf, wie dieses ÖV-Angebot finanziert werden kann.

Das Verlagerungspotential im Nahverkehr hängt aber auch ganz entscheidend vom Angebot des öffentlichen Verkehrs (ÖV) in diesem Bereich und der bestehenden Infrastruktur für Fuß- und Radwege ab. Ein gut ausgebauter ÖV wird auch immer eine Verlagerung von Fußwegen und Radfahrten auf den ÖV bewirken. Ebenso kann durch eine Förderung von Geh- und Radwegen ein Verlagerung auf die nicht-motorisierte Fortbewegung unterstützt werden. So könnten nach Angaben des UBA (UBA, 1992a) im Entfernungsbereich bis 5 km (jede zweite Pkw-Fahrt endet hier) durch entsprechende Maßnahmen (Fahrradförderung, Parkraumbewirtschaftung, usw.) ein Verlagerungspotential von 30 % erreicht werden.

Verlagerung im Fernverkehr

Im Fernverkehr wird in der oben genannten Studie von einer Reduktion des motorisierten Individualverkehrs von zukünftig rund 14 % ausgegangen. Dies entspricht etwa 50 Mrd. Pkm. (ITP/IVT, 1991). Rund die Hälfte dieser Pkm wird dabei auf die Bahn verlagert; die andere Hälfte der Pkm entfällt. Damit wird also von einer Reduktion des Pkw-Anteils von zukünftig 80 % auf 72 % zu Gunsten der Bahn ausgegangen. Dies würde fast zu einer Verdoppelung der heutigen Bahnverkehrsleistung führen und ist vor dem Hintergrund zu sehen, daß bereits Steigerungen bei der Bahn von +20 % bis +30 % ausreichen, um bei der gegenwärtigen Betriebsweise auf den Magistralen an die heutigen Kapazitätsgrenzen zu stoßen.

Bei einer Verlagerung auf die Bahn ist dabei anzustreben, daß die Bahn diese zusätzlichen Leistungen deutlich weniger energieaufwendig erbringt als mit ihrem bisherigen Schnellverkehrsangebot, da sonst die Verlagerungswirkung bezüglich der CO₂-Einsparung nur marginal oder gar kontraproduktiv ist. Der CO₂-Emissionsvorteil des Bahnverkehrs beruht auf der heutigen Ausgestaltung des Angebots und der damit verbundenen Auslastungen. Eine Ausweitung des Angebotes (mehr Zugfahrten, insbesondere in der Fläche, mehr Hochgeschwindigkeitsverkehre etc.) aus Attraktivitätsgründen würde diesen Vorteil verringern, wenn die Nachfrage nicht so groß ist, daß damit eine ausreichend hohe Auslastung erreicht werden kann. Um dennoch ein auch in der Region attraktives öffentliches Verkehrssystem zu erreichen – denn nur so wird eine Verlagerung auch akzeptiert – und gleichzeitig nicht den Emissionsvorteil des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem motorisierten Individualverkehr zu verlieren, müssen neue Formen eines ÖV-Angebots entwickelt werden.

Genaue Angaben über Verlagerungspotentiale im Fernverkehr liegen bisher nicht vor. Hier besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf. Dabei ist im Hinblick auf zukünftige Maßnahmen vor allem eine Differenzierung zwischen dem Verlagerungspotential

bei Fernfahrten aus privaten sowie aus geschäftlich bzw. beruflichen Gründen notwendig, da sich das Verhalten der Betroffenen aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen stark unterscheiden wird.

Nach Auffassung der Lufthansa kann der Luftverkehr über Strecken von weniger als 400 km Distanz durch Schienenverkehr substituiert werden (Lufthansa, 1992a; Reichow, 1991). Allerdings setzt die weitgehende Verlagerung des Luftverkehrs auf die Schiene ein leistungsfähiges europäisches Hochgeschwindigkeitsnetz voraus, sowie die Gewährleistung eines reibungslosen Übergangs zwischen Bahn und Flugzeug an den Großflughäfen. Darüber hinaus wird sich ein Teil des Luftverkehrs bei Einstellung von Flugverbindungen auch auf den Pkw verlagern. Kontraproduktiv im Sinne des Klimaschutzes wäre es indessen, wenn es dann aufgrund des Wegfalls der Kurzstreckenflüge zu einer vermehrten Inanspruchnahme dieser Slots für Langstreckenflüge käme.

Für Einsparpotential an direkten klimarelevanten Emissionen durch die Verlagerung des gesamten Kurzstreckenflugverkehrs bis etwa 600 km Distanz liegt eine Berechnung vor. Setzt man einen Anstieg der Flugbewegungen von 3 % pro Jahr voraus (vgl. Kap. 2.3) und berücksichtigt eine Minderung des Treibstoffverbrauches bis 2010 um 50 % gegenüber 1990 (vgl. Kap. 4.4), so wird der luftfahrtbedingte CO₂-Ausstoß gegenüber 1990 immer noch um 20 % zunehmen. Erst wenn zusätzlich eine schrittweise Verlagerung des gesamten Kurzstreckenflugverkehrs

bis etwa 600 km Distanz auf die Schiene angenommen wird, kann der luftfahrtbedingte CO₂-Ausstoß auf das Niveau zu Beginn der 90er Jahre stabilisiert werden¹⁾. Der durch die Verlagerung auf die Schiene zusätzlich verursachte CO₂-Ausstoß beträgt nach heutigem Stand der Technik etwa 20 % des eingesparten luftfahrtbedingten CO₂-Ausstoßes. Das effektive Einsparpotential an klimarelevanten Emissionen durch die Verlagerung des Kurzstreckenflugverkehrs dürfte indes weitaus höher liegen, da hiermit neben der Verminderung der CO₂-Emissionen auch eine wesentliche Reduktion der klimarelevanten Emissionen an H₂O und NO_x im Reiseflughöhepunkt verbunden wäre.

Wie hoch im einzelnen die Verlagerungspotentiale sind, hängt entscheidend von den Entfernungen ab, die zurückgelegt werden und damit vom Reisezeitgewinn durch einen Flug. Tab. 4.2-1 gibt die Verlagerungspotentiale in Abhängigkeit der Reisezeitdifferenzen zwischen Flug und Bahn wieder. Als Reisezeit

¹⁾ Dieser Abschätzung (Rieland 1994) liegen die folgenden Annahmen zugrunde:
 a) Der mittlere Verbrauch im Jahr 1990 betrug 400–600 l/1000 Flugkilometer (nach Angabe der EG, 1992)
 b) Ausstoß an Spurenstoffen in g/kg: CO₂ (3220), H₂O (1225), SO₂ (3), CO (2) und Ruß (0,02); NO₂ je nach Flugphase (10–40) (Lecht u. a., 1986; Baret, 1991)
 c) Zuordnung der luftverkehrsbedingten Emissionen nach dem Energiebilanzprinzip (vgl. Kap. 1.2)
 d) Verlagerung des Kurzstreckenluftverkehrs auf die Schiene nach Ungefug (1992)

Tabelle 4.2-1

Geschätztes Verlagerungspotential des innerdeutschen Linienluftverkehrs für 2000 und 2010

A) Verlagerungspotential in den alten Bundesländern (ohne Berlin)

Proz. Anteil am gesamten innerdeutschen Luftverkehr	mittl. Luftlinien-km	Reisezeitdifferenzen in Min.: Gewinn (+) bzw. -Verlust (-)	Substitution 2000				Substitution 2010		
			Status-Quo-Variante		Kooperations-Variante				
			Bereich	insgesamt	Bereich	insgesamt	Bereich	insgesamt	
			Q-Z Umsteiger (Angaben in %)		(Angaben in %)		(Angaben in %)		
7	<200	-41 bis -22	50-70	10-20	2,5- 4	50-70	7 -10	70-100	10-14
14	200-300	2 bis 27	20-30	6-10	1,5- 2,5	20-30	3 - 4	30- 40	4- 5,5
18	300-350	45 bis 68	12-15	4- 6	1,5- 2	12-15	2 -2,5	15- 20	3- 3,5
21	350-400	78 bis 85	8-12	2- 4	1,5- 2	8-12	1,5-2,5	12- 15	2,5- 3
22	400-500	95 bis 112	4- 8	0- 2	0,7- 1,5	4- 8	1 -2	8- 12	2- 2,5
12	>500	147 bis 160	2- 4	0	0,2- 0,4	2- 4	0,2-0,5	4- 8	0,5- 1
		alle Bereiche:			8-13		14-21		22-30

B) Verlagerungspotential incl. Berlin und neue Bundesländer

	Substitution 2000		Substitution 2010
	S-Q-Var.	Koop. Var.	
- alle Entfernungsbereiche	7-12 %	12-18 %	22-30 %

Quelle: Baum u. Weingarten (1992)

wird hierbei die Gesamtzeit von „Haus zu Haus“ angenommen. Während die Status-Quo-Variante eine fortlaufende Infrastrukturentwicklung nach heutiger Planung vorsieht, unterstellt die Kooperationsvariante ein integriertes Gesamtsystem von Schienen- und Luftverkehrs (Baum und Weingarten, 1992; Fußnote zu Tab. 4.2-1).

Bei einem innerdeutschen Gesamtpassagieraufkommen von 24 Mio. und einer durchschnittlichen Passagierzahl von 80 pro Flug können somit im Jahr 2000 im Status-Quo-Fall bis zu 36 000 und im Kooperationsfall maximal 54 000 Starts und Landungen eingespart werden. Für das Jahr 2010 läge diese Zahl bei einem gegenüber 2000 um 20 % gestiegenen Passagieraufkommens und konstanter Besetzungszahl bei über 60 000. Der Gesamteinspareffekt durch eine Verlagerung von 15 % des Kurzstreckenluftverkehrs auf die

Bahn – unter Berücksichtigung der Mehrbelastung der Bahn – wird auf 75 Tsd. t CO₂ geschätzt (Baum u. Weingarten, 1992).

4.2.2 Verlagerung im Güterverkehr

Anders als bei der Verlagerung des Personenverkehrs ergibt sich für die Verlagerung der Güter auf die Bahn ein sehr viel größeres Reduktionspotential. Eng verbunden mit einer entsprechenden Verlagerungsstrategie ist die Frage nach den kapazitiven Möglichkeiten der Bahn. Schweizer Angaben (Hüsler, 1992) gehen hier weit über die in Deutschland diskutierten Werte hinaus; in der Konsequenz denkt auch die Deutsche Bundesbahn über die erforderliche Trennung von Personen- und Güterverkehr nach (Neubau-

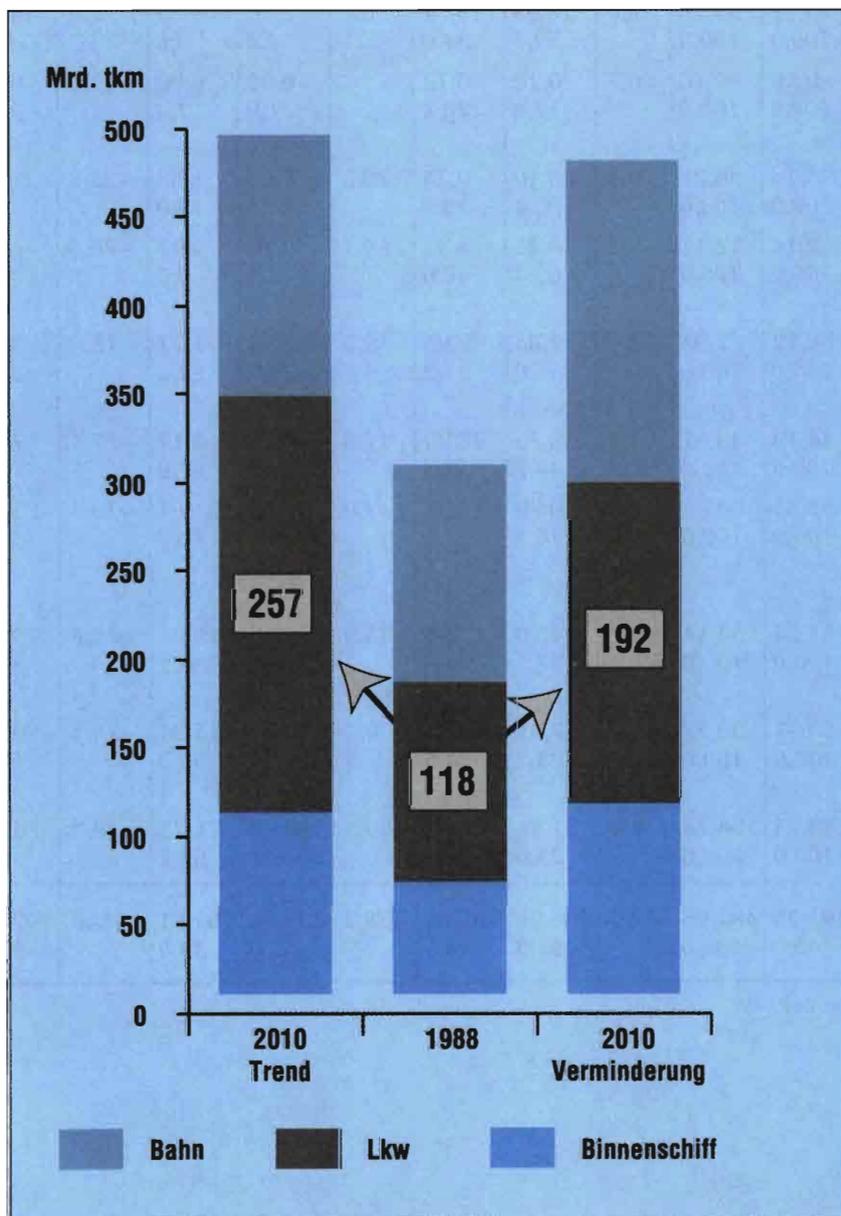


Abb. 4.2-1: Verkehrsleistung im Güterfernverkehr – Vergleich der Szenarien (UBA, 1993a)

Tabelle 4.2-2

Szenarien zum Güterfernverkehr 2010 nach Verkehrsarten und Güterbereichen Deutschland
Verkehrleistung (Mrd. tkm)

	alle Verkehrsarten			Bahn			Straßengüterfernverkehr			Binnenschiff		
	Szenario		Ände- rung	Szenario		Ände- rung	Szenario		Ände- rung	Szenario		Ände- rung
	Trend	Verminder- ung	in %	Trend	Verminder- ung	in %	Trend	Verminder- ung	in %	Trend	Verminder- ung	in %
Landwirt- schaftliche Erzeugnisse . .	11,40	11,00	-3,5	1,88	3,19	69,5	7,29	5,50	-24,7	2,22	2,31	4,0
Modal Split %	100,0	100,0		16,5	29,0		64,0	50,0		19,5	21,0	
Nahrungs- mittel,												
Futtermittel . .	57,39	56,40	-1,7	5,32	12,94	143,4	43,33	34,64	-20,1	8,74	8,83	0,9
Modal Split %	100,0	100,0		9,3	22,9		75,5	61,4		15,2	15,6	
Kohle	35,37	35,18	-0,6	18,98	19,01	0,1	1,70	1,33	-22,0	14,69	14,84	1,0
Modal Split %	100,0	100,0		53,7	54,0		4,8	3,8		41,5	42,2	
Rohöl	0,16	0,16	0,7	0,12	0,12		0,00	0,00	-27,6	0,03	0,03	-1,1
Modal Split %	100,0	100,0		77,8	78,4		1,9	1,4		20,4	20,3	
Mineralöl- produkte	36,16	36,27	0,3	8,10	9,74	20,3	6,66	5,08	-23,8	21,40	21,45	0,2
Modal Split %	100,0	100,0		22,4	26,9		18,4	14,0		59,2	59,2	
Eisenerze	12,14	12,11	-0,3	8,31	8,31	-0,1	0,10	0,07	-26,8	3,74	3,73	-0,1
Modal Split %	100,0	100,0		68,4	68,6		0,8	0,6		30,8	30,8	
Ne-Erze, Schrott	8,12	7,95	-2,1	2,84	2,95	3,9	2,16	1,77	-18,2	3,11	3,22	3,6
Modal Split %	100,0	100,0		35,0	37,2		26,7	22,3		38,3	40,6	
Eisen, Stahl, Ne-Metalle . . .	44,19	43,57	-1,4	19,75	23,23	17,6	16,76	12,17	-27,4	7,68	8,17	6,4
Modal Split %	100,0	100,0		44,7	53,3		37,9	27,9		17,4	18,7	
Steine, Erden .	61,35	60,88	-0,8	9,99	14,38	44,0	30,04	24,54	-18,3	21,33	21,95	2,9
Modal Split %	100,0	100,0		16,3	23,6		49,0	40,3		34,8	36,1	
Chemische Erzeugnisse, Düngemittel . .	54,24	54,14	-0,2	14,70	19,98	35,9	26,29	19,24	-26,8	13,25	14,92	12,6
Modal Split %	100,0	100,0		27,1	36,9		48,5	35,5		24,4	27,6	
Investitions- güter	30,97	30,53	-1,4	7,81	13,32	70,7	22,26	15,95	-28,3	0,90	1,26	39,7
Modal Split %	100,0	100,0		25,2	43,6		71,9	52,2		2,9	4,1	
Verbrauchs- güter	143,75	136,78	-4,8	37,44	59,70	59,5	100,72	71,23	-29,3	5,59	5,85	4,7
Modal Split %	100,0	100,0		26,0	43,6		70,1	52,1		3,9	4,3	
Insgesamt	495,25	484,96	-2,1	135,23	186,88	38,2	257,32	191,51	-25,6	102,70	106,58	3,8
Modal Split %	100,0	100,0		27,3	38,5		52,0	39,5		20,7	22,0	

Quelle: Berechnungen des DIW
UBA 1993a

vorhaben für getrennte Bereiche). Gleichzeitig muß allerdings in diesem Zusammenhang die Art der Substitution beim Gütertransport diskutiert werden.

Um z. B. eine Million Tonnen im Massengüterverkehr innerhalb Europas zu befördern, ist dies mit wenigen Zügen der Eisenbahn möglich oder mit vielen LKW auf der Straße. Umgekehrt ist jeweils zu entscheiden, ob für eine begrenzte Menge von Stückgut mehrere Waggons oder Züge in Bewegung zu setzen sind oder ob dies ein einzelner LKW viel besser kann. Es geht also darum, eine Bewältigung der Verkehrsleistung mit einem Minimum an emissionsrelevanten Fahrzeugbewegungen zu erreichen, d. h. verkehrsempfindliche Güter und kleine Mengen insbesondere in der Fläche auf individuellen Straßentransporten abzuwickeln, große Massengüter- Verkehrsmengen auf das Binnenschiff, die Küstenschifffahrt oder die Eisenbahn zu bringen.

Insgesamt besteht im binnenländischen Güterverkehr ein rechnerisches Verlagerungspotential von 150–200 Mrd. tkm zwischen dem Straßenverkehr mit mehr als 300 km Distanz und den Hauptstrecken der Bahn, wenn allein das Kriterium Distanz berücksichtigt wird. Bezieht man in derartige Verlagerungsüberlegungen allerdings den Wandel der Güterstruktur mit ein – klassische Massengüter, affin zu Bahn und Schiff, machten 1960 einen Anteil von 73 % aus, 1990 nur noch 57 % –, so wird deutlich, daß es bei dieser Verlagerung um hochwertige Güter geht; dies wiederum setzt ein völlig gewandeltes Dienstleistungsangebot seitens der Bahn voraus.

Angesichts der Veränderung der Güterstruktur sind Zuwächse bei der europäischen Binnenschifffahrt nur dann möglich, wenn die Bahn Massengüter „weitergibt“ und gleichzeitig Transportanteile von der Straße übernimmt. Die Aussichten der Bahn im grenzüberschreitenden Verkehr werden heute als ungünstig eingeschätzt (Kessel+Partner, 1992), weil bei der bestehenden Tarifstruktur „Anschlußländer“ wenig Interesse haben und die Organisation bisher überhaupt nicht mit der des Straßenverkehrs vergleichbar ist. Auf die in diesem Zusammenhang völlig unverzichtbare Europäische Eisenbahnstrategie wird in Kap. 5.1 und den konzeptionellen Überlegungen noch eingegangen.

Hemmnisse gegen die Verkehrsverlagerung bestehen im Güterverkehr vor allem aufgrund des Güterstruktureffekts: In unserer hochentwickelten Volkswirtschaft sinkt der Transportbedarf im Bereich der Massengüter, d. h. der Grund- und Rohstoffe wie z. B. Kohle und Erze oder auch Rüben und Kartoffeln. An deren Stelle sind hochwertige, eil- und schonbedürftige Güter getreten, die vielfach eine ständige Betreuung und Aufsicht erfordern (z. B. Kühltransporte, Computer, Schichtgut an Stelle von Schüttgut). Hinzu kommt das Bedürfnis die Ladung exakt zu verfolgen, d. h. über Ort und/oder Anlieferungszeit stets Bescheid zu wissen.

Derart komplexe Anforderungen an den Transport und an die raumbezogenen Angebotsbedingungen der Verkehrssysteme führen dazu, daß realitätsbezogene Verlagerungspotentiale für den Güterverkehr nur in einer umfassenden Gesamtuntersuchung (DIW/

IVM, 1993) ermittelt werden können. Die sich hierbei ergebende Kombination aus den vielfältigen erforderlichen Maßnahmen macht die Darstellung einer „reinen“ Verlagerungsstrategie schwierig.

In der genannten Untersuchung wurde von vier Maßnahmebündeln ausgegangen, die parallel zum Einsatz kommen:

- Transportzeit-Beeinflussung (relative Zeitvorteile für die Bahn bzw. das Binnenschiff)
- Transportpreise und Transportkosten (relative Erhöhung der Transportpreise der Straße um 50–60 % gegenüber anderen Verkehrsträgern)
- Kapazitäten (insbesondere Beschleunigung der Bahn)
- Angebotsqualität (insbesondere logistische Verbesserungen der Bahn und des Schiffs)

Bei Realisierung dieser Maßnahmen ergibt sich eine deutliche Veränderung des Bahnaufkommens (Expertenbefragung) von 420 auf 533 Mio. t, wobei die Hälfte des Zuwachses auf die Entfernungsklasse über 500 km entfällt; dies begründet auch, warum die Leistungszahlen (tkm) bei der Bahn um mehr als ein Drittel zunehmen werden (Tab. 4.2-2). Bezogen auf das Basisjahr '88 bedeutet dies mehr als eine Verdoppelung der Leistung der Bahn auf dem Gebiet der alten Länder.

Die Verlagerungen ergeben sich aufgrund sehr unterschiedlicher Potentiale in den verschiedenen Güterbereichen: Nach Durchführung aller Maßnahmen dominieren bei der Bahn die Verbrauchsgüter und die Nahrungsmittel verzeichnen den höchsten relativen Zuwachs. Zusätzlich ist zu beobachten, daß das avisierte Maßnahmenbündel „nebenbei“ auch Vermeidungseffekte hervorruft, die beim Straßengüterverkehr 5 % der Leistung ausmachen, in der Schätzung aber nicht getrennt ausgewiesen sind.

4.3 Organisation der Verkehrssysteme und betriebliche Optimierung der Einzelverkehrsträger

Rationalisierung und Effektivitätssteigerung der Verkehrsabläufe stellen die kostengünstigste Art der Kapazitätsbereitstellung dar. Schätzungen des hierdurch zu erreichenden Einsparpotentials reichen von 10 % (Holzwarth, 1992) bis zu Werten von 30–40 % (Baum 1992; VDA, 1992). Letztere schließen allerdings das Potential durch eine Erhöhung der Auslastung mit ein. Unter diesem Stichwort sind hohe Minderungspotentiale aktivierbar. Dabei ergibt sich allerdings ein fast unlösbarer Zielkonflikt: Auf der einen Seite will man Passagiere und Frachten mit verbesserten Angeboten locken; dies ist nur durch dichteren Takt und mehr direkte Verbindungen, also durch ein größeres Angebot möglich, so daß letztlich die Auslastung wieder erheblich sinken kann.

4.3.1 Erhöhung der Auslastung der Verkehrsmittel

Die Besetzungszahl beim Pkw ist in den letzten Jahrzehnten immer weiter zurückgegangen und beträgt heute noch durchschnittlich 1,5 Personen/Pkw, im Berufsverkehr sogar nur 1,2 Personen/PKW. Diesen Trend gilt es zu stoppen. Um in Zukunft wieder eine höhere Auslastung zu erreichen, sind Einstellungs- und Verhaltensänderungen sowohl beim Mitfahrer als auch beim Mitnehmenden notwendig. Vor allem im Berufsverkehr – hier existieren bereits eine Reihe von betrieblichen Modellen von Mitfahrergemeinschaften – lassen sich Gemeinschaftsfahrten aufgrund großer zeitlicher und räumlicher Konstanz am besten realisieren. Der Berufsverkehr stellt zwar nur einen Anteil von 11 % an der Pkw-Gesamtverkehrsleistung dar, trägt aber gerade in Ballungsräumen entscheidend zum Verkehrsproblem bei.

Über den Berufsverkehr hinaus könnte eine höhere Auslastung der Pkw auch bei den Privatfahrten erreicht werden. Hierzu bedarf es neben einer veränderten Einstellung des einzelnen einer Schaffung von Rahmenbedingungen. Diese reichen von einer rechtlichen Regelung der Gemeinschaftsfahrten bis hin zu einer besseren Organisation der Abstimmung von Angebot und Nachfrage (Mitfahrzentralen, Mitnahmepunkte an den Straßen usw.). Darüber hinaus kann auch eine Ausweitung des Car-sharing zu einer höheren Auslastung der Fahrzeuge führen. Car-sharing bedeutet, daß sich mehrere Personen ein Auto teilen und die notwendigen Wege mit nur einem Fahrzeug absolviert werden. Hierbei kommt es aber vor allem zu einer Reduktion des ruhenden Verkehrs und weniger zur Auslastungserhöhung pro Fahrt. Ein beobachteter Effekt des Car-sharing, der vor allem in den Ballungsräumen zunehmend an Interesse gewinnt, ist, daß die daran beteiligten Personen weniger Kilometer mit dem gemeinsamen Fahrzeug zurücklegen als zuvor mit dem eigenen Pkw.

Im kommerziellen Verkehr (Lkw-Transporte, Eisenbahnfernverkehr, Luftverkehr), stehen weiteren betriebswirtschaftlich erwünschten Auslastungsverbesserungen Schwierigkeiten entgegen. Beim Lkw sind weitere Auslastungsverbesserungen von bisher 56 % im gewerblichen und 41 % im Werk-Verkehr wegen der Unpaarigkeit von Verkehrsströmen nur im Bereich von 10 bis 20 % (Baum, 1992) möglich. Im Bahnbereich liegt dieser Wert bei ca. 10 % (DB, 1992). Im Luftverkehr sind kaum weitere Auslastungssteigerungen zu erreichen.

Die anstehenden Veränderungen im Rahmen der Liberalisierung und Harmonisierung des europäischen Straßengüterverkehrs werden indes nicht ohne Einfluß auf den Werkverkehr sein. Künftig wird kein Anreiz mehr im heutigen Ausmaß für Werkverkehr bestehen, so daß auch sein Nachteil, d. h. die geringe Auslastung als besonderes Problemfeld entfallen wird.

4.3.2 Verkehrsmanagement

Die Zielsetzung beim Verkehrsmanagement ist, die räumlich und zeitlich vorhandenen Kapazitäten der Verkehrsträger optimal zu nutzen bzw. die Einzelver-

kehrsleistungen zu einem Verkehrsdienstleistungssystem zu vernetzen. Dabei geht es nicht darum, auf das Verhalten des Bürgers restriktiv Einfluß zu nehmen, sondern ihm Informationen über Verkehrsmittel, Fahrtbeginn, Route und Fahrverhalten zu geben. Der Verkehrsteilnehmer kann dann auf dieser Informationsbasis selbst entscheiden. Dies führt zu einer Effizienzsteigerung des Systems, zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und vor allem zu der gewünschten Reduktion klimarelevanter Treibhausgase.

Im Straßenverkehr

Im Straßenverkehr kann durch Verkehrssteuerung die Staubildung (z. B. durch Baustellen, Unfälle, Parkplatzsuchverkehr oder Verkehrsspitzen) verringert und der Verkehrsfluß verstetigt werden. Verkehrsinformationssysteme, die über Stau- und Unfallvorkommen informieren sowie Empfehlungen von Time-slots und Routen geben (z. B. elektronische Stadtpläne, Parkleitsysteme, usw.) reduzieren Umwege, Fehl- und Parkraumsuchfahrten. Zu bestimmten Zeiten oder an bestimmten Orten lassen sich somit erhebliche Minderungen erreichen. Die sich hierdurch z. T. ergebenden Umweg-Kilometer müssen aber in die Gesamtbilanz mit integriert werden.

Das Einsparpotential wird von den Experten sehr unterschiedlich beurteilt. Aussagen über Einsparereffekte beruhen in der Regel auf Schätzungen über den Anteil des stockenden Verkehrs an den Gesamtfahrleistungen, wobei von Einzelfällen oder lokalen Betrachtungsweisen auf das Gesamtsystem geschlossen wird. Für eine exakte Beurteilung fehlt eine genaue Angabe über den Anteil des stockenden Verkehrs an den Gesamtfahrleistungen sowohl innerorts als auch außerorts. Bei Fahrten unter Stop-and-Go-Bedingungen können die Emissionen leicht um das zwei- bis dreifache im Vergleich zur „flüssigen“ Fahrt ansteigen. Liegt der Anteil dieser Fahrzustände an der Gesamtfahrleistung bei 2 %, treffen sicherlich die Aussagen zu, daß kaum mit Einsparungen zu rechnen ist (UBA, 1992 a). Finden jedoch 20 % der gefahrenen Kilometer unter Stop-and-Go-Bedingungen statt, würden Maßnahmen zur Steuerung des Verkehrsflusses zu 10 % CO₂-Einsparung im Straßenverkehr führen (Wacker, 1992). Unberücksichtigt ist dabei aber die verkehrsinduzierende Wirkung solcher Maßnahmen, die zum besseren Verkehrsfluß beitragen.

Unabhängig, wie hoch man die heutigen Verkehrsanteile unter Stop-and-Go-Bedingungen ansetzt, in Zukunft werden diese steigen und zwar überproportional zum Fahrleistungszuwachs. Darüber hinaus kann im Güterstraßenverkehr durch Einführung von Logistik und Dispositionssystemen zur Optimierung der Transportrouten sowie Disposition zur Aufnahme zusätzlicher Ladung ein zusätzliches Reduktionspotential erschlossen werden.

Im Schienenverkehr

Beim spurgebundenen Verkehr ist die Situation grundsätzlich anders als im Straßenverkehr. Das

Betriebssystem der deutschen Bahnen ist abgesehen von gewissen Strecken (z. B. Neubaustrecken, S-Bahnen) stark veraltet, so daß die Streckenleistungsfähigkeit gemessen an dem heute technisch möglichen um ein Mehrfaches gesteigert werden kann (Blum, 1993). Die Deutsche Bundesbahn gibt eine Steigerung der Streckenleistungsfähigkeit bei Modernisierung des Betriebssystems um bis zu 40 % an (DB, 1992).

Eine Erhöhung der Streckenleistungsfähigkeit hätte zum einen eine Kapazitätssteigerung der Eisenbahn zur Folge, so daß ein Neubau von Strecken seltener in Betracht zu ziehen wäre. Zum anderen könnte Betriebsenergie eingespart werden, da wegen des derzeitigen starren Betriebssystems Züge häufig bremsen oder sogar anhalten müssen. So benötigt ein einziger Halt eines schweren Güterzuges das Energieäquivalent von 50 Litern Benzin (Voß, 1992).

Eine weitere betriebliche Maßnahme zur Senkung des Energieverbrauchs ist die Berücksichtigung der Fahrdynamik. Ein Beispiel hierfür wäre die Züge vor geplanten Halten Ausrollen zu lassen. Bei einer intelligenten Betriebsführung, die vorliegende Fahrplanreserven ausnutzt (z. B. Verkürzung der Haltestellenstops in Schwachlastzeiten), kann die Höchstgeschwindigkeit gesenkt und die Motorleistung früher gedrosselt werden. Auf diese Weise wären Energieeinsparungen bis zu 50 % möglich (Gladigau, 1992). Zudem kann durch eine Berücksichtigung der fahrdynamischen Trassierung von neuen Strecken der Streckenverlauf so gewählt werden, daß die Schwungenergie der Züge in hohem Maße genutzt werden kann (Voß, 1992).

Insgesamt ist beim Güter-Schienenverkehr ein Reduktionspotential von bis zu 40 % möglich (Helling, 1992a). Dies setzt allerdings die Einführung völlig neuer Konzepte voraus, die vermutlich bis zum Jahr 2010 so nicht zu realisieren sind.

Im Luftverkehr

Im Luftverkehr verursachen Betriebsabläufe in der Flugsicherung (z. B. fehlende Harmonisierung) bzw. im Rollfeldbetrieb (z. B. Verwendung der Triebwerke am Boden) oder Warteschleifen Mehremissionen (Lufthansa, 1992a). Verbesserungen dieser Betriebsabläufe, vor allem bei der Flugsicherung, wirken daher direkt emissionsmindernd.

Das strukturell veraltete Flugsicherungssystem in Europa, mit seinen 54 Flugsicherungskontrollzentren, die auf 28 Nationen aufgeteilt sind und die 31 verschiedene Flugsicherungs-Betriebssysteme verwenden, erschwert ganz erheblich den notwendigen Daten- und Informationsaustausch bei der Übergabe von Flugzeugen. Die daraus resultierenden Engpässe führen nicht selten zu einer verminderten Leistungsfähigkeit des gesamten europäischen Flugsicherungssystems mit entsprechenden Verzögerungen in der Luft (Warteschleifen) oder auf dem Boden (mit laufenden Triebwerken). Weiterhin beinhaltet die heute übliche Flugstreckenführung Umwege – bedingt durch die Abhängigkeit von bodengestützten Navigationseinrichtungen sowie durch die Existenz aus-

schließlich militärisch genutzter Lufträume – von ca. 10 %. Die angestrebte Neuordnung des europäischen Luftraums zusammen mit der Harmonisierung der Flugsicherungsverfahren wird hier zu einer Optimierung des Verkehrsflusses und damit zu einer Treibstoffeinsparung von etwa 10 % führen (Lufthansa, 1992a; Mentzel, pers. Mitteilung).

Der weiterhin wachsende Flugverkehr führt zunehmend zu einer Überlastung der vorhandenen Flughafenkapazitäten. Die Zahl der Warteschleifen steigt. Die Lufthansa (1992a) beziffert den allein in Deutschland durch Warteschleifen entstandenen zusätzlichen Verbrauch auf rund 32 000 t Kerosin. Dies entspricht etwa 1 % des Gesamttreibstoffverbrauchs der Lufthansa in Höhe von rund 3 Mio. t Kerosin (Lufthansa, 1992). Eine wesentliche Emissionsminderung kann hier bereits durch verbesserte Anflugverfahren sowie durch eine verbesserte Anflug-Leit-Technologie erreicht werden. Weitere Möglichkeiten zur Emissionsminderung z. B. eine Reduktion des Luftverkehrs werden an anderer Stelle abgehandelt (vgl. Kap. 4.4.1)

4.3.3 Infrastrukturausbau

Neben dem Verkehrsmanagement ist der Ausbau der Verkehrswege eine weitere Möglichkeit die staubedingten Emissionen zu reduzieren. Leistungsfähigere Straßen verstetigen den Verkehrsfluß, ermöglichen verbrauchsgünstigere Durchschnittswerte und reduzieren somit die CO₂-Emissionen. Gegen den Ausbau der Infrastruktur steht das Argument, daß damit neuer Verkehr induziert wird. Ausbauten senken den Raumüberwindungswiderstand und stellen somit eine attraktivere Verkehrsgelegenheit dar als bisher. Ein Infrastrukturausbau zur Stauvermeidung sollte daher mit verkehrsvermeidenden Maßnahmen an der Quelle kombiniert werden. Darunter fällt z. B. eine weniger verkehrsinduzierende Flächennutzung und Raumordnung, wie ggf. auch pretiale Lenkung.

Nach Einschätzung des VDA (1992) kann die CO₂-Emission des Straßenverkehrs um 10 % verringert werden, wenn alle Infrastrukturengpässe, die seit 1978 aufgelaufen sind, beseitigt und der Verkehrsfluß von damals wieder hergestellt wird. Prognos (Romerskirchen u. a., 1991) dagegen schreibt dem Abbau von kapazitätsbedingten Stauungen im Straßenverkehr ein deutlich geringeres CO₂-Reduktionspotential von insgesamt nur 1,8 % im Jahr 2005 zu. Ohne flankierende Maßnahmen würde also bereits ein geringer Fahrleistungszuwachs diesen Effekt wieder zunichte machen. Die Diskrepanz bei den Potentialen liegt überwiegend daran, daß keine genauen empirischen Erkenntnisse darüber vorliegen, wie hoch der in Staus und Verkehrsstockungen zurückgelegte Anteil der Fahrleistungen tatsächlich ist.

Lokal betrachtet ist der Abbau staubedingter Emissionen (von Benzol über NO_x bis Ruß) von entscheidender Bedeutung. Hier müssen dringend Maßnahmen ergriffen werden; sie werden insbesondere Verlagerungen im Netz, d. h. Ab- und Umleitungen sowie Zufahrtsbeschränkungen umfassen.

Anders als beim Straßenbau stellt sich die Frage des Infrastrukturausbaus beim schienengebundenen Verkehr dar, da zur erforderlichen Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr zusätzliche Kapazitäten geschaffen werden müssen. Hierbei sollte die ebenerdig geführte Straßenbahn wieder eine wichtige Rolle spielen, denn im Vergleich hierzu kostet der Bau eines Kilometers der aufwendigen U-Bahn im Tunnelbereich etwa das 16- bis 18fache eines Kilometers der Straßenbahn und eine einfache Tunnelhaltestelle das 200fache einer Straßenbahnhaltestelle (Monheim u. Monheim-Dandorfer, 1990)

4.4 Optimierung der Technik

Gegenüber den Basiswerten '88 ergeben sich für alle Verkehrsträger beachtliche spezifische CO₂-Minderungspotentiale pro Fahrzeug aufgrund des technischen Fortschritts. Eine Reihe von Verbesserungsmaßnahmen mit den Einzel- und Gesamtwirkungen sind in Tab. 4.4-1 aufgeführt. Beim Gesamtreduktion-

Tabelle 4.4-1

Maximale theoretische Emissionsminderungen in Prozent durch Fahrzeugtechnische Maßnahmen (Helling 1992)

Maßnahme	Pkw	Bus	Lkw
2. Gewichtsaufwand			
2.1 Fahrzeuggewicht	5,0	10,8	1,8
2.2 Zusatzausstattung	+1,6	+0,7	+0,9
2.3 Stadt-Auto	2,3	-	-
3. Fahrwiderstände			
3.1 Rollwiderstand	6,4	1,7	3,0
3.2 Luftwiderstand	4,8	0,9	1,1
3.3 Beschleunigungswiderstand	0,4	0,3	0,6
3.4 Fahrzyklen/Fahrweise	13,5	-	-
4. Antriebswirkungsgrad			
4.1 Motor-Optimierung	22,9	6,7	10,0
4.2 Kraftübertragung	8,7	-	0,6
4.3 Diesel-Kfz	2,3	-	1,0
4.4 Kaltstart	1,8	-	-
4.5 Alternative Antriebe	2,5	2,8	-
5. Energiebedingte Nebenaggregate			
5.1 Regelung Nebenaggregate	1,6	2,1	0,4
5.2 Versorgung Nebenaggregate	1,0	0,6	-
6. Kohlenstoffanteil / Energieversorgung			
6.1 Kraftstoffe	4,4	2,9	3,1
6.2 Strom-Kraftwerke	1,2	1,5	-

potential ist allerdings zu prüfen, ob die Maßnahmen sich gegenseitig beeinflussen und daher addiert werden dürfen.

Vom wissenschaftlichen Standpunkt erscheint es sinnvoll, alle möglichen Primärenergie-Einsparpotentiale für die differenzierten Komponenten wie Antriebe, Fahrzeuge, Kenngrößen des Betriebs – also sehr systematischer Differenzierungen – zu ermitteln. Eine derartig detaillierte Vorgehensweise muß aber zu keinem besseren Ergebnis führen, da diese sehr spezifischen Betrachtungen häufig unter „Laborbedingungen“ durchgeführt werden und daher wenig realitätsnah sind.

In den Anhörungen der Enquete-Kommission wurden für den Pkw Reduktionspotentiale zwischen 10 % und 50 % genannt (EK, 1992 a). Lovins (1993) hält sogar eine Reduktionspotential von 80 % für möglich. Die Spannweite dieser Potentiale erklärt sich aus den unterschiedlichen Annahmen der Experten, die untereinander z. T. völlig unvergleichbar sind. So ist die Höhe des Potentials z. B. davon abhängig, in wieweit die Potentiale durch preis- und ordnungspolitische Maßnahmen aktiviert und in welchem Zeitrahmen diese verwirklicht werden können.

Die Lkw-Technik ist schon soweit verbrauchsoptimiert, daß nur noch Minderungspotentiale von weniger als 10 % je Fahrzeugkilometer gesehen werden. Auch im Bereich des Schienenverkehrs werden durch Verbesserung der Antriebstechnologie, Verbesserung der Betriebsabläufe und vor allem durch vermehrten Leichtbau bei Schienenfahrzeugen Einsparpotentiale von bis zu 30 % gesehen.

Alle vorstehenden Ausführungen zur Weiterentwicklung der Technik bei Pkw, Lkw und Bussen gelten mehr oder weniger bei Systemimmanenz. Der wärmegeführte Hubkolbenmotor als Antriebsaggregat bleibt im wesentlichen erhalten; auch Chassis, Karosserie, Aufbauten usw. werden auch weiterhin aus monolithischen (metallischen) Werkstoffen hergestellt.

Für noch weiterführende Emissionsreduktionen am integrierten automobilen Verkehrssystem gibt es gleichwohl Technologien, die allerdings einen prinzipiellen Technikwechsel nötig machen. Die nicht wärmegeführte, zugleich auch nicht durch den Carnotfaktor begrenzte, elektrochemische Brennstoffzelle an Stelle des Hubkolbenmotors ist mit der bestehenden Treibstoffinfrastruktur kompatibel, hat den höheren Nutzungsgrad und ist ausgesprochen schadstoffarm. Zudem wird durch den Bau von Karosserie und Chassis eines Busses aus anisotropen glasfaserverstärkten Werkstoffen an Stelle von im wesentlichen metallischen Werkstoffen das Gewicht des Busses um ein Drittel und in der Folge die Zahl der Reifen, die Motorleistung und der Treibstoffverbrauch jeweils gleichfalls um ein Drittel reduziert. Selbstverständlich ist hierbei das Problem der Rezyklierfähigkeit zu lösen. Für diese und weitere hier nicht erwähnte Beispiele sind Jahrzehnte notwendig. Die finanziellen, infrastrukturellen und ökonomischen Folgen werden allerdings spürbar werden; sie sind nur dann gerechtfertigt, wenn sie zu einer deutlichen Reduktion der Emissionen führen.

4.4.1 Verbesserung der Fahrzeugtechnik**Pkw**

In den Jahren von 1978 bis 1991 konnte in den alten Bundesländern der Energieverbrauch für den Betrieb von Pkw bei gleicher Fahrzeugklasse im Durchschnitt um 20 % gesenkt werden (Tab. 4.4-2). Überdurchschnittliche Energieeinsparungen von 26,7 % konnten bei Diesel-Pkw realisiert werden. Otto-Pkw wurden im Durchschnitt nur um 19 % energieeffizienter (Zimmermeyer, 1993a).

Diese spezifische Verbrauchsreduzierung von 1 % pro Jahr wird sich auch „im Selbstlauf“ weiter fortsetzen (Minderungspotential: 10 %). Allerdings hat sich dieser Trend in der Vergangenheit nicht in einem entsprechenden Rückgang des Kraftstoffverbrauchs niedergeschlagen, weil die Fortschritte sowohl durch steigende Verkehrsnachfrage (Fahrleistungen), Veränderungen im Kaufverhalten (größere, leistungsstärkere, sichere und besser ausgestattete Fahrzeuge etc.) sowie durch höhere Geschwindigkeiten und geringere Besetzungsgrade kompensiert wurden.

Alle über den normalen Trend hinausgehende Maßnahmen sind mit Sonderaufwendungen und dementsprechend mit einem Kostenmehraufwand verbunden. Gleichzeitig bewirken sie eine CO₂-Minderung (Tab. 4.4-3). Schätzungen von Konstrukteuren und

Kostenspezialisten eines deutschen Automobilherstellers führen zu der Annahme, daß eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs von 1 l/100 km einen Fahrzeugmehrpriß von ca. DM 2 000 bis 4 000 pro Fahrzeug zur Folge hat. Im Laufe des Autolebens würden somit ca. 1 500 l Kraftstoff weniger verbraucht. Die damit einhergehende Kostenersparnis entspricht beim heutigen Stand der Benzinpreise in etwa dem Mehraufwand bei der Anschaffung. 1 500 l weniger Kraftstoffverbrauch bedeutet aber auch eine Einsparung von 3,5 t CO₂.

Bei der Antriebstechnologie liegen die Potentiale in einer Weiterentwicklung des Hubkolbenmotors wie z. B. in Richtung Magermotor beim Otto-Triebwerk bzw. Einführung von Dieselmotoren mit Direkteinspritzung beim Pkw (IFEU, 1992a) sowie der Einführung von zusätzlichen Schaltstufen in Schalt- und Automatikgetrieben bis hin zur stufenlosen Automatik. Für eine verstärkte Anwendung von bereits heute serienreifen Maßnahmen bieten sich an: Aufladung, elektronisches Motormanagement, Mehrventilmotoren, variable Ventilsteuerung, reduzierte innere Reibung durch neue Materialien und Vorwärmung vor dem Kaltstart. Speziell für den Dieselmotor kommen zusätzlich noch eine verbesserte Einspritzung sowie die Ladeluftkühlung in Frage (UBA, 1992b). Bei der Anwendung dieser Techniken erbringt ein Kat-Diesel mit Schwung-Nutz-Automatik eine Verbrauchsre-

Tabelle 4.4-2

**Marktgewichteter spezifischer Kraftstoffverbrauch von Pkw/Kombi aus deutscher Produktion
(ohne Transporter-Kombi) (Mitteilung des VDI)**

	Liter je 100 km				% -Veränderung gegenüber	
	Stadtfahrt	90 km/h	120 km/h	Drittel-Mix	Vorjahr	1978
1. Personen- und Kombinationskraftwagen insgesamt						
1978	11,762	7,492	10,079	9,778	-	-
1979	11,428	7,380	9,941	9,583	-2,0	- 2,0
1980	11,102	7,072	9,571	9,248	-3,5	- 5,4
1981	10,471	6,663	8,953	8,696	-6,0	-11,1
1982	10,213	6,464	8,683	8,453	-2,8	-13,6
1983	9,993	6,211	8,193	8,132	-3,8	-16,8
1984	9,495	5,987	7,843	7,775	-4,4	-20,5
1985	9,241	5,799	7,650	7,563	-2,7	-22,7
1986	9,139	5,726	7,555	7,473	-1,2	-23,6
1987	9,586	5,851	7,677	7,705	+3,1	-21,2
1988	9,907	5,970	7,798	7,892	+2,4	-19,3
1989	10,047	6,015	7,813	7,958	+0,8	-18,6
1990	10,044	6,008	7,812	7,955	±0,	-18,6
1991	9,902	5,932	7,689	7,841	-1,4	-19,8
1992	9,705	5,851	7,542	7,699	-1,8	-21,3
2. Pkw/Kombi mit Ottomotor						
1992	10,117	6,034	7,712	7,954	-0,8	-19,4
3. Pkw/Kombi mit Dieselmotor						
1992	7,415	4,837	6,601	6,284	-0,3	-26,7

Tabelle 4.4-3

**Technische Maßnahmen zur CO₂-Minderung
an Pkw mit Otto- bzw. Dieselmotor**
(UBA, 1992 b)

Vergleich gegenüber heutiger Normalausführung	CO ₂ -Minderung Δ etwa der Energieeinsparung
1. Direkteinspritzung	10 -20 %
2. Aufladung/Hochaufladung . . .	5 -20 %
3. Verbesserte Einspritzung, Pumpe-Düse Hochdruckeinspritzung	1,5- 5 %
4. Elektronisches Motormanagement	3 -10 %
5. Mehrventilmotoren, variable Ventilsteuerung	0 - 8 %
6. Ladeluftkühlung	1 - 2 %
7. Hubraumverkleinerung, z. B. -20 %	6 -14 %
8. Reduzierte innere Reibung (neue Materialien)	2 - 7 %
9. Start-Stopp-Anlagen, Freilauf .	14 -30 %
10. Reduzierter Leistungsbedarf von Nebenaggregaten	0,8- 1,6 %
11. Vorwärmung von Kaltstart . . .	7 %
12. Reduzierung der Fahrzeugmasse (pro 100 kg)	4 - 6 %
13. Reduzierter Luftwiderstand (-10%)	2 - 4 %
14. Reduzierter Rollwiderstand . . .	1 -13 %
15. Schaltgetriebe mit 6 bis 8 Gängen	2 -24 %
16. Längere Übersetzung	6 - 9 %
17. Automatikgetriebe mit 4 bis 6 Gängen	2 -10 %
18. Stufenlose Automatik (CVT) . .	1 - 5 %
19. Gesamtkonzept UNI-CAR	20 -30 %
20. Kombination: Direkteinspritzung, Pumpe-Düse, Mehrventilmotor, Aufladung	23 %
21. Optimierung Ottomotor/Antriebsstrang (Audi 80)	15-30 %
Optimierung DI-Diesel, Gewichtsreduzierung und Fahrwiderstände (Audi 80) . . .	40 %

Quelle: KD 12/8g (UBA) S. 18

duktion von 13 % bis zu 22 %, so daß im Praxisbetrieb Kraftstoffverbräuche um 4 l/100 km erreicht werden können.

Weitere Verbrauchssenkungen können durch verbesserte Aerodynamik sowie durch Einsatz moderner Reifentechnik mit vermindertem Rollwiderstand erzielt werden (OPEL, 1993).

Down-sizing beim PKW

Unter dem Stichwort DOWN-SIZING versteht man den Ersatz eines Pkw durch einen kleineren, leichteren Pkw, mit geringerer Motorleistung. Dies führt in vielen Fällen zu einer besseren Anpassung an den häufigsten tatsächlichen Verwendungszweck im täglichen Verkehr, für den ein geringeres Platzangebot und geringere Fahrleistungen meist ausreichen. Durch diese Gewichts- und Leistungsreduktion lassen sich technisch die meisten Einsparungen erzielen. Die konsequent leistungsreduzierten Fahrzeuge sind bisher noch nicht markteinführungsreif.

Die Abschätzung der CO₂-Minderung durch Down-sizing basiert auf Messungen des Kraftstoffverbrauches im neuen Fahrzyklus an zahlreichen Fahrzeugtypen im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Feldüberwachung“, das vom TÜV Rheinland und dem RW TÜV durchgeführt wurde. Wird z. B. ein Pkw mit Ottomotor und 100 kW Motorleistung durch einen solchen mit 30 % weniger Leistung, d. h. 70 kW ersetzt, so entspricht dieser Schritt bei üblicher Auslegung einer Reduzierung des Leergewichtes um 17 % (d. h. von 1 230 kg auf 1 020 kg) bzw. einer Verringerung des Leistungsgewichtes um 19 % (d. h. von 69 kW/1 000 kg auf 56 kW/1 000 kg). Dadurch ergibt sich eine CO₂-Minderung im Bereich von 14-19 %.

Eine vergleichbare CO₂-Reduktion (13-18 %) wird erreicht, wenn die Motorleistung eines Pkw mit Ottomotor von 70 kW um 30 % d. h. auf 49 kW herabgesetzt wird. Dieser Schritt entspricht bei üblicher Auslegung einer Reduzierung des Leergewichtes um 15 % (d. h. 1 020 kg auf 870 kg) bzw. einer Verringerung des Leistungsgewichtes um 19 % (d. h. von 69 kW/1 000 kg auf 56 kW/1 000 kg). Beide Schritte zusammen, d. h. der Ersatz eines Otto-Pkw mit 100 kW durch einen entsprechend leichteren Pkw mit 49 kW Motorleistung, ergeben eine CO₂-Minderung von 25 bis 32 %.

Bei den Diesel-Motoren ist die Bandbreite der verfügbaren Leistungsvariante kleiner als bei den Otto-Motoren. Ein Minderungsschritt könnte z. B. folgendermaßen aussehen: Rückgang der Motorleistung von 70 kW auf 49 kW und damit eine Abnahme des Leergewichtes von 1 350 kg um 23 % auf 1 030 kg bzw. einer Verringerung des Leistungsgewichtes von 52 kW/1 000 kg um 8 % auf 48 kW/1 000 kg. Dadurch ergibt sich eine CO₂-Minderung im Bereich von 5-15 % (UBA, 1992 b).

Bei der Ermittlung der Einsparpotentiale ist jedoch zu beachten, daß Bauteile in einem Kfz nicht nur leicht sein müssen, sondern darüber hinaus noch andere Aufgaben erfüllen. Gerade hier besteht einer der schärfsten Zielkonflikte in der Automobilentwicklung: Die Nachfrage nach höherer Sicherheit und höherem Komfort (ABS, Gurtstraffer, Airbag usw.) haben zu den heutigen Fahrzeuggewichten beigetragen, die nicht ohne Beachtung der Sicherheitsaspekte reduziert werden können. Die Erfüllung aller Anforderungen muß demnach durch einen Gesamtoptimierungsprozeß sichergestellt werden. Nach Expertenmeinung wirken sich Gewichtsreduzierungen nicht proportional auf den Verbrauch aus. Die Verringe-

Tabelle 4.4-4

Technische Maßnahmen zur CO₂-Minderung an Nutzfahrzeugen mit Dieselmotor

Vergleich gegenüber heutiger Normalausführung	CO ₂ -Minderung
1. Aufladung/Hochaufladung	2 -10 %
2. Hochdruckeinspritzung	5 -10 %
3. Vierventiler	4 %
4. Kombination verschiedener motorischer Maßnahmen: Hochaufladung, Pumpe-Düse, Mehrventilmotoren	6,7-10 %
5. Reduzierter Leistungsbedarf von Nebenaggregaten	0,4- 2,1 %
6. Reduzierung der Fahrzeugmasse um 2-3 %	1,4- 3,4 %
7. Reduzierter Luftwiderstand (5-10 %)	0 - 1,1 %
8. Reduzierter Rollwiderstand (ca. 7 %)	1,7- 3,0 %

Quelle: KD 12/8g (UBA) S. 20

rung des Fahrzeuggewichtes um 10-20 % ergibt Ver-
 ringerungen des Gesamtkraftstoffverbrauchs – je
 nach Zyklus und Anpassung des Antriebsstranges –
 von 3-5 %. Als wesentliches Hemmnis für die Einfüh-
 rung solcher Kleinwagen werden die heute in der
 Verkehrsrealität vorhandenen Geschwindigkeits-
 und Massenunterschiede sowie die Mischung mit dem
 Schwerlastverkehr gesehen.

Das Stadtauto stellt ein spezielles Marktsegment für
 „Down-sizing“-Fahrzeuge dar. Hierbei spielen die
 Akzeptanz- und Sicherheitsprobleme aufgrund der
 Einsatzzweckausrichtung eine geringere Rolle. Offen
 bleibt die Frage, wieviele Kunden bereit sind, die
 Kosten für ein Spezialfahrzeug aufzubringen und
 gleichzeitig die Nutzungseinschränkungen eines
 Stadtautos hinzunehmen.

Lkw und Nutzfahrzeuge

Die Fahrzeuge des Straßengüterverkehrs weisen eine
 höhere Energieeffizienz auf als Personenkraftwagen,
 da bei ihrem Betrieb die Kraftstoffkosten eine Rolle
 spielen. Infolgedessen sind die Reduktionspotentiale
 wegen der heute schon nahezu ausgereizten Technik
 geringer: Die angegebenen Reduktionspotentiale
 stellen eine optimistische Einschätzung aufgrund der
 Addition von Einzelmaßnahmen dar, die nicht unab-
 hängig voneinander sind. Ferner ist zu beachten, daß
 Verbrauchsreduzierungen beim Lkw zu Zielkonflik-
 ten mit der ebenfalls erforderlichen NO_x-Reduzierung
 führen.

Für Helling (1992) (Tab. 4.4-1) liegt die durch fahr-
 zeugtechnische Maßnahmen am Lkw insgesamt mög-
 liche CO₂-Reduktion bis zum Jahr 2005 bei maximal
 19 % (Neufahrzeuge) bzw. 13 % (Fahrzeugflotte).
 Nach Krause beträgt das maximal mögliche fahrzeug-
 technische Reduktionspotential beim Lkw je nach
 Fahrzeugtyp zwischen 15 und 33 % (Krause, 1992).

Um diese Einsparungen zu erreichen, bieten sich
 folgende technische Maßnahmen an, die teilweise mit
 den beim Pkw aufgeführten Punkten identisch sind:
 Hochaufladung, Hochdruckeinspritzung, Vierventiler
 sowie die Reduktion des Leistungsbedarfs von Neben-
 aggregaten (UBA, 1992b). Weiterhin ist eine Reduk-
 tion der Fahrzeugmasse sowie des Luft- und Rollwi-
 derstands möglich, was zusätzlich zur Kraftstoffeins-
 parung beiträgt (Tab. 4.4-4). In wieweit das techni-
 sche mögliche Reduktionspotential bis zum Prognose-
 jahr 2005 ausgeschöpft wird, hängt davon ab, wie
 schnell die einzelnen Maßnahmen umgesetzt werden
 können.

Im Trend-Szenario der Prognos-AG (Rommerskirchen
 u. a. 1991, vgl. Szenario F in Kap. 2.3.1) wurde die
 technische Entwicklung der Fahrzeuge unter der aus
 heutiger Sicht erkennbaren Entwicklung der verkehr-
 lichen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbe-
 dingungen fortgeschrieben. Dabei wurden nur sichere
 oder zumindest höchstwahrscheinliche Veränderun-
 gen unterstellt.

Das Reduktions-Szenario (Rommerskirchen u. a.
 1992; vgl. Szenario G in Kap. 2.3.1) geht von ein-
 schneidenden Veränderungen der heutigen Rahmen-

bedingungen aus. Dabei wurde unterstellt, daß ver-
 kehrspolitische Maßnahmen ergriffen werden, die die
 technische Entwicklung unterstützen bzw. wesentlich
 beschleunigen. Von Seiten der Fahrzeughersteller
 wird schnellstmöglich auf die veränderten Bedingun-
 gen reagiert. Die Neuerungen werden durch eine
 hohe Akzeptanz der Fahrzeugnutzer sofort am Markt
 umgesetzt.

Damit ergeben sich für Neufahrzeuge des Prognose-
 jahres 2005 gegenüber dem Basisjahr 1987 die in
 Tabelle 4.4-5 angegebenen theoretisch möglichen
 CO₂ Reduktions-Prozentsätze. Die Reduktionspoten-
 tiale des gesamten Fahrzeugbestand sind allerdings

Tabelle 4.4-5

CO₂-Reduktionspotentiale für Neufahrzeuge des Erstzulassungsjahres 2005 (Helling, 1992)

CO ₂ -Reduktions- potentiale (%)	Szenario F	Szenario G
	„Trend- szenario“	„Szenario schnellst- mögliche Umsetzung“
Pkw	16 %	52 %
Busse	4 %	23 %
Lkw	4-11 %	15-33 %
Übrige Fahrzeuge .	3-11 %	10-33 %

Szenario F: Trendprognose, ordnungspolitische Rahmenbe-
 dingungen und Nutzerkosten bleiben unverän-
 dert.

Szenario G: Einsatz gezielter ordnungspolitischer Maßnah-
 men.

Tabelle 4.4-6

CO₂-Reduktionspotentiale für das mittlere Fahrzeug des Bestandes im Jahr 2005 (Helling, 1992)

CO ₂ -Reduktionspotentiale (%)	Szenario F	Szenario G
	„Trend-szenario“	„Szenario schnellstmögliche Umsetzung“
Pkw	10 %	36 %
Busse	3 %	10 %
Lkw	3–7 %	10–20 %
Übrige Fahrzeuge .	2–6 %	6–16 %

Szenario F: Trendprognose, ordnungspolitische Rahmenbedingungen und Nutzerkosten bleiben unverändert.

Szenario G: Einsatz gezielter ordnungspolitischer Maßnahmen.

sehr viel geringer (Tab. 4.4-6), da sich die Einführung neuer Fahrzeuge in die Flotte erst nach und nach auswirkt.

Schienefahrzeuge (Fernverkehr)

Im Schienenpersonenverkehr setzen Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Senkung der Fahrzeugmasse, bei der Reduktion des Luftwiderstands sowie bei der Rückgewinnung von Energie bei Bremsvorgängen an (Tab. 4.4-7). Weiterhin kann auch der nicht zur Fortbewegung benötigte Energieverbrauch gesenkt werden. Darunter fällt die Beheizung und Klimatisierung des Fahrgastraums sowie die Stromaufnahme von Nebenaggregaten (Knau, 1993).

Im Personenfernverkehr ist eine Gewichtseinsparung von fast 50 % möglich. Der japanische Versuchszug STAR 21 (ausgelegt für maximal 350 km/h) zeigt, daß Massen von 1,3–1,4 Tonnen pro Meter anstatt der heutigen über 2 Tonnen pro Meter (ICE) realisierbar sind (Mayer, 1993). Dieses hohe Gewicht wird häufig mit den Vorschriften der Eisenbahnbetriebsordnung (EBO) begründet, die entsprechend zu ändern ist.

Schließlich besteht durch Maßnahmen bei Heizung, Klimatisierung und sonstigen Nebenaggregaten ein Energieeinsparpotential von 30 %. Voraussetzung hierfür ist u. a. die Unterstützung des Gesetzgebers durch entsprechende Energieeinsparmaßnahmen sowie der Verzicht auf Normen mit überzogenen Forderungen bei extremen Einsatzbedingungen (Knau, 1993; DB, 1992).

Im Güterverkehr kann im Vergleich zum Personenverkehr nur eine geringere Gewichtseinsparung bei der Fahrzeugleermasse erzielt werden. Beachtliche Einsparpotentiale bestehen hier bei der Verminderung von Laufwiderständen, z. B. durch Einsatz von Roll- statt Gleitlagern, von Scheiben- statt Klotzbrem sen oder von Los-Rädern anstatt Starrachsen (DB, 1992).

Als Gesamteffekt schätzt die Deutsche Bundesbahn eine spezifische CO₂-Reduktion von 20–25 % (DB, 1992). Hierin sind sowohl Effekte infolge verbesserter Betriebsführung und Auslastung sowie Effekte infolge höherer Geschwindigkeiten eingeschlossen.

Schienefahrzeuge (Nahverkehr)

Im Personennahverkehr spielt der Luftwiderstand eine geringe Rolle, so daß die Hauptanstrengungen in Richtung Gewichtsreduktion und Bremsenergie rückgewinnung zielen sollten. Hier ist das Einsparpotential besonders hoch, da der Wagenpark der Deutschen Bahnen, der abgesehen von neuen Dieseltriebwagen und der S-Bahn größtenteils Bestände vor 1970 aufweist, veraltet ist (DB, 1992) und daher zur Erneuerung ansteht (Voß, 1992).

Untersuchungen gehen davon aus, daß im Regionalverkehr die spezifische Masse nahezu auf die Hälfte reduziert werden kann (Mayer, 1993). Dies führt im Nahverkehr zu einer Senkung des Energiebedarfs, da der Zugförderenergie-Verbrauch aufgrund laufenden Anfahrens und wieder Abbremsens der Masse der Fahrzeuge praktisch proportional ist (Gladigau, 1992).

Tabelle 4.4-7

„Potentiale Schienefahrzeuge“

Maßnahmen	mögliche Energieeinsparung (2005 gegenüber 1990)
Personenverkehr	
Nahverkehr	
Gewichtsreduktion	50 %
Bremsstromrückgewinnung .	15 %
Drehstromantrieb	5 %
Neue Dieselmotoren	10 %
Lokbespannter Zug → Triebwagen	?
Verflüssigung des Betriebs, Fahrtdynamik	bis zu 20 % in Einzelfällen;
Hilfsenergieverbrauch (Heizung, Lüftung, . . .)	30 % bezogen auf den Hilfsenergieverbrauch
Fernverkehr	
Gewichtsreduktion	?
Bremstromrückgewinnung .	10 %
Aerodynamische Verbesserungen	?
Verflüssigung des Betriebs .	10 %
Güterverkehr	
Gewichtsreduktion	?
Bremstromrückgewinnung .	10 %

Bemerkung: Die Prozentzahlen sind nicht addierbar.

Bei Einführung der Nutzbremse, d. h. Rückgewinnung der Nutzenergie und Einspeisung in das Netz für alle S-Bahn-Fahrzeuge dürfte ein Rückgang des Energieverbrauchs von über 15 % zu erwarten sein (Gladi-gau, 1992). Dieses Ergebnis dürfte in ähnlicher Höhe auch für die anderen Züge des Nahverkehrs gelten, die bisher fast alle ohne Bremsenenergie-rückgewinnung ausgestattet sind. Dabei beschränkt sich diese Einsparmöglichkeit nicht auf die elektrische Traktion, sondern auch beim dieselelektrischen Antrieb ist die Energierückgewinnung bei der Bremsung möglich (Mayer, 1993). Die genannten Maßnahmen gelten in ähnlicher Weise für die Straßenbahn-, Stadtbahn- und U-Bahnfahrzeuge.

Flugzeug

Verbrauchseinsparungen beim Flugzeug lassen sich sowohl durch Maßnahmen am Flugzeug selbst als auch am Triebwerk erreichen (Tab. 4.4-8). So kann bis zum Jahr 2005 durch Abnahme des Luftwiderstandes um 23 % sowie durch Abnahme des Gewichtes um 8 % der Schubbedarf um insgesamt etwa 30 % verringert werden. Der Schubbedarf gibt – multipliziert mit dem dazugehörigen spezifischen Brennstoffverbrauch – den Verbrauch pro Passagier (PAX) an. Für das Jahr 2020 ist technisch eine Reduktion um etwa 40 % des Wertes von 1990 möglich. Der spezifische Treibstoffverbrauch wird durch die Einführung neuer Triebwerkstechnologien bis zum Jahr 2005 um 20 % und bis zum Jahr 2020 um ca. 30 % gesenkt werden können. Faßt man beide Einsparpotentiale zusammen, so reduziert sich der Treibstoffverbrauch pro Passagier bis zum Jahr 2005 um etwa 40 % und bis zum Jahr 2020 um rund 60 %. Die NO_x-Emissionen – bezogen auf Schub- und Brennstoffdurchsatz – können bis zum Jahr 2020 auf ca. 10 % des heutigen Wertes verringert werden. Bei den für das Jahr 2050 angegebenen

Minderungspotentialen handelt es sich um eine lineare Fortschreibung des Trends, wobei die erforderlichen technischen Innovationen noch nicht spezifiziert werden können. Die abgeschätzten Einsparpotentiale sind verfügbar, falls rechtzeitig die erforderlichen Technologieentwicklungen national und international in Angriff genommen werden (Deutsche Airbus, 1992).

Die tatsächlich erreichbaren Emissionsminderungen sind jedoch nicht nur von verstärkten Forschungs-bemühungen abhängig. Die Entwicklung des Flugverkehrs (vgl. Kap 2.3.4) sowie die Einführungsgeschwindigkeit neuer Technologien bei Triebwerken und Flugzeugen werden die flugzeugbedingten klima- und ozonrelevanten Emissionen in den kommenden Jahrzehnten maßgeblich beeinflussen. Grieb und Simon (1990) haben das tatsächliche Einsparpotential klimarelevanter Emissionen des gesamten Flugverkehrs weltweit aufgrund technischer Maßnahmen für die kommenden 50 Jahre abgeschätzt. Sie setzten dabei eine Steigerungsrate des Flugverkehrs von 5 % pro Jahr bezogen auf die Personenverkehrsleistung voraus. Sie nahmen weiterhin an, daß

- die Erschließung der technischen Einsparpotentiale jeweils alle 10 Jahre erfolgt, wobei die Einführung einer neuen Technologie in den ersten Jahren sehr langsam, danach jedoch schneller erfolgt, und daß
- die durchschnittliche Lebensdauer eines Flugzeug-typs 16 Jahre und die maximale Lebensdauer 32 beträgt.

Abb. 4.4-1 zeigt das Ergebnis dieser Untersuchung. Die H₂O- und CO₂-Emissionen des gesamten Flugverkehrs werden bis etwa zum Jahr 2015 weiter ansteigen und dann bei etwa 50 % über den heutigen Werten ihren Höchststand erreicht haben, um dann langsam wieder zu sinken. Die Entwicklung der flugzeugbedingten NO_x-Emissionen verläuft etwas

Tabelle 4.4-8

Bild 4: Verbrauchsminderungspotentiale von Triebwerk und Flugzeug (MTU, 1992)

Indienststellung	Flugzeug			Triebwerk			Brennstoffverbrauch per PAX (%)	
	Jahr	Widerstand (%)	Gewicht (%)	Schub per PAX (%)	Konzept	SFC (%)		EINO x (%)
1990	100	100	100	100	3. Generation Turbofan, Konv. Brennkammer	100	100	100
2005	77	92	71	71	Ummantelter Propfan, Fett-Mager Brennkammer	80	33	57
2020	62	90	56	56	Ummantelter Propfan mit ICR Core, LPB Brennkammer	68	9	38
2050	55	90	50	50	nicht definiert	57	6	29

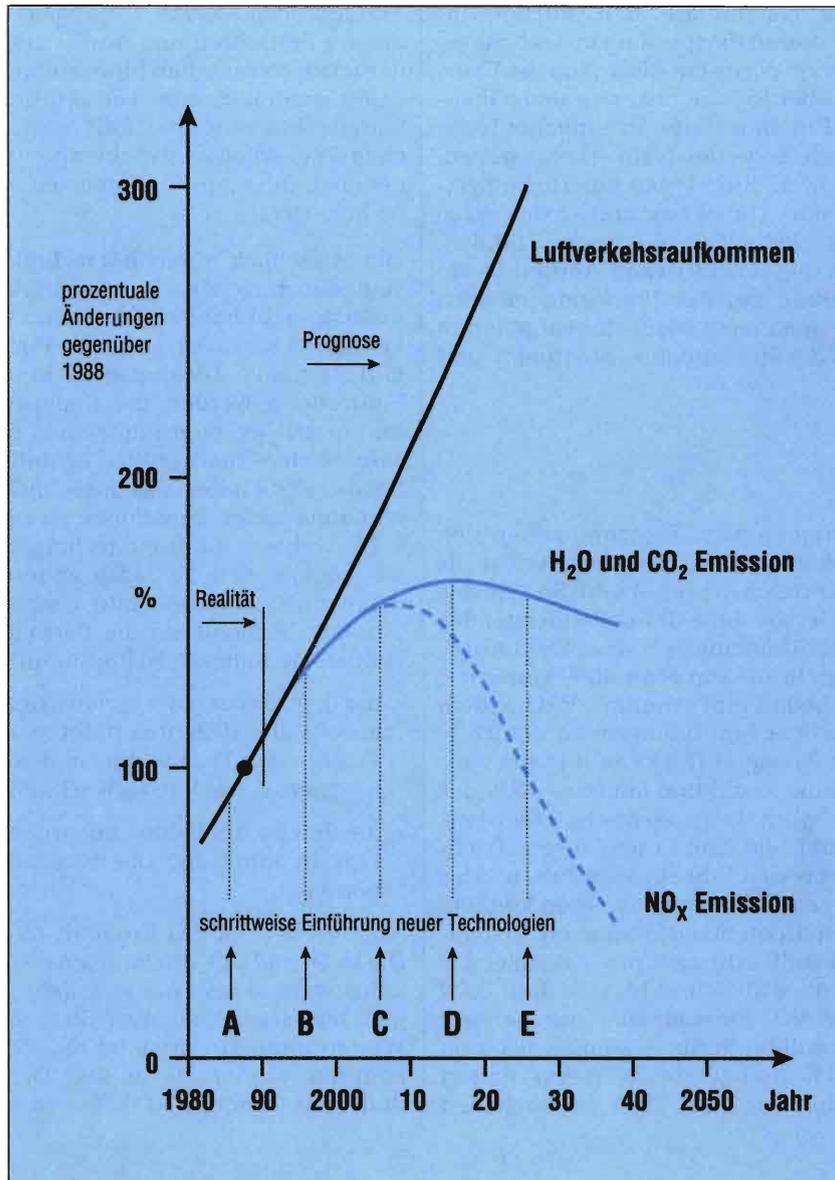


Abb. 4.4-1: Einfluß neuer Triebwerke auf die luftfahrtbedingten Emissionen (Grieb u. Simon, 1990)

schneller. Hier wird der Maximalwert etwa im Jahr 2008 erreicht sein (ebenfalls ca. 50 % Zuwachs im Vergleich zu heute). Danach erfolgt aufgrund des größeren technischen Einsparpotentials eine relativ schnelle Verminderung der Emissionen bis auf etwa 40 % des heutigen Wertes. Daraus ergibt sich, daß eine schnelle und drastische Verminderung der flugzeugbedingten klima- und ozonrelevanten Emissionen ohne Reduzierung der Nachfrage nach Verkehrsleistung nicht zu erreichen ist.

Schiffsverkehr (Binnenschiff)

Für die Binnenschifffahrt sind nur wenig Daten verfügbar. Die Enquête-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ ging davon aus, daß bei langsamlaufenden Schiffsdieseln Kraftstoffverbesserungen bis zu 25 % möglich sind (IFEU u. TÜV

Rheinland, 1990). Da für den Schiffsverkehr derzeit keine gesetzgeberischen Maßnahmen erkennbar sind, die auf eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs zielen, ist nicht davon auszugehen, daß dieses Potential ausgeschöpft wird (ISV, 1990). Stattdessen wird von einer Reduktion des Endenergieverbrauchs um 15 % ausgegangen (ISV, 1990).

4.4.2 Alternative Antriebe

Der Einsatz von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben (Strom, Wasserstoff, Methanol, LPG, Gas, Rapsöl etc.) bringt unter Betrachtung der gesamten Energieversorgungskette keinen nennenswerten CO₂-Minderungsbeitrag, wenn optimierte konventionell und alternativ angetriebene Fahrzeuge jeweils gleicher Größe bzw. Leistung verglichen werden. Diese Aussagen gelten vor dem Hintergrund des derzeitigen

Stromerzeugungsmixes in Deutschland. Mit einem deutlich größeren Anteil nicht fossiler Stromerzeugung werden Antriebe mit Strom als wesentlichem Energieeinsatz (Batteriestrom, Wasserstoff aus Elektrolyse) für CO₂-Minderungen relevant.

Zu Minderungspotentialen einzelner alternativer Energiepfade werden folgende Angaben gemacht:

Wasserstoff

Die Gewinnung von Wasserstoff aus Kohlen-Wasserstoff-Energieträgern ist mit erheblichem Energieaufwand verbunden. Die dabei entstehenden CO₂-Emissionen sind erheblich höher als die bei der Herstellung von Dieseldieselkraftstoff. Entscheidend ist also aus welchem Primärenergieträger Wasserstoff gewonnen wird. Die Kernfrage lautet daher, in welchen Mengen und zu welchen Kosten Wasserstoff aus regenerativen Energieträgern (Wasser, Sonne, Wind) gewonnen werden kann und inwieweit eine Nutzung der nachfrageschwachen Zeiten von Kraftwerken zur Wasserstoffherzeugung möglich ist. Ebenso steht mit den Kernenergiekraftwerken eine im Prinzip CO₂-freie Primärenergiequelle zur Verfügung.

Methanol

Methanol kann aus Erdöl, Erdgas, Kohle oder Biomasse hergestellt werden. Die Verfügbarkeit ist von Vorrat an Bodenschätzen abhängig, wodurch die Herstellung langfristig nur beschränkt möglich ist. Das entscheidende Kriterium ist jedoch der gegenüber Diesel nur halb so große volumetrische Heizwert. Bei gleichem energetischem Kraftstoffverbrauch bedeutet dies eine Verdoppelung der Transportkapazitäten und der Produktionsmengen. Auch beim Methanol ist entscheidend, welche Primärenergiequelle und welcher Energiepfad zugrunde gelegt wird.

Ethanol

Die Herstellung von Ethanol erfolgt aus zucker-, stärke- oder zellulosehaltigen Rohstoffen. Diese Stoffe gehören zu der Gruppe der nachwachsenden Biomasse. In Europa kommen in erster Linie Weizen und Zuckerrüben für die Produktion in Frage. Vordergründig ist die CO₂-Bilanz durch die CO₂-Aufnahme der Pflanzen und die Emission des Verbrennungsmotors ausgeglichen. Betrachtet man jedoch die gesamte Energiebilanz wie Dünger, el. Strom usw. bei der Biomassenproduktion so muß für die Produktion von Ethanol z. B. aus Weizen 1,2 mal mehr Energie eingesetzt werden als gewonnen wird (UBA, 1992 b). Somit ist die Einführung des Ethanol als Kraftstoff für Straßenfahrzeuge, so wie es derzeit in Brasilien aus Zuckerrohr geschieht, aus Sicht der Umwelt und der Ökonomie als eine falsche Strategie anzusehen.

Rapsöl

Grundsätzlich können Pflanzenöle als Kraftstoff in Dieselmotoren eingesetzt werden. In Deutschland

bietet sich zur Gewinnung die Rapspflanze an. Das in einer Ölmühle durch Pressen und Raffinieren gewonnene Produkt ist aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften nur beschränkt als Kraftstoff verwendbar. Das Rapsöl wird mit Methanol in Reaktion gebracht und es entsteht Rapsölmethylester (RME).

Bei der Verwendung von Rapsölmethylester ergibt sich je nach Bewertung der Nebenprodukte eine um 35–60 % geringere CO₂-Emission über die gesamte Kette, als dies bei der Verwendung von Dieseldieselkraftstoff der Fall ist (UBA, 1992 b). Bei der Betrachtung der Energiekette müssen aber auch die klimarelevanten Spurengase mit in die Bilanz einbezogen werden. Durch die Bedüngung mit Stickstoff und die anschließende bakterielle Umsetzung wird N₂O gebildet. N₂O ist pro Molekül etwa 200 mal so wirksam am Treibhauseffekt wie CO₂.

Selbst unter Berücksichtigung der relativ hohen Unsicherheit bei der Bestimmung der Emissionen klimarelevanter Spurengase bei der Rapskette (mit Ausnahme von CO₂) kommt das UBA (1992b) zu dem Schluß, daß die Verwendung von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester anstelle von Dieseldieselkraftstoff aus Rohöl keinen wesentlichen Beitrag zur Verminderung des anthropogen verursachten Treibhauseffektes liefern kann, sondern möglicherweise sogar zu einer weiteren Erhöhung beiträgt. Dem wird von den Agrarressorts des Bundes und der Länder (BML, 1994) widersprochen. Kritisiert wird hierbei vor allem, daß für die Ökobilanz die Flächenstilllegung als Referenzsystem verwendet wurde. Als sachgerechtes Referenzsystem wird eine typische Fruchtfolge bei extensiver Bewirtschaftung angesehen.

Elektrizität

Die Elektroenergie stellt eine weitere mögliche Energiequelle zum Antrieb von Straßenfahrzeugen dar. Wesentlich ist dabei allerdings, welcher Primärenergieträger bei der Gewinnung des Ladestromes zugrundegelegt wird. Grundsätzlich kann man feststellen, daß die CO₂-Bilanz im Vergleich zum herkömmlichen Pkw zugunsten des Elektrofahrzeuges ausfällt, wenn der elektrische Strom aus Wasser-, Kern-, oder Solarenergie gewonnen wird.

Wenn zur Ladestromgewinnung fossile Brennstoffe verwendet werden, ist mit einer um 50 % höheren CO₂-Emission zu rechnen (UBA, 1992 b). Dabei gilt:

- Der partielle Ersatz eines Pkw mit Verbrennungsmotor heute üblicher Motorleistung durch leistungsschwächere Batteriefahrzeuge erhöht den CO₂-Beitrag des motorisierten Individualverkehrs deutlich, wenn die Energie von Kraftwerken, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, zur Verfügung gestellt wird; dies auch, wenn der in der Bundesrepublik gegebene Erzeugermix zugrunde gelegt wird.
- Der partielle Ersatz eines Pkw mit Verbrennungsmotor heute üblicher Motorleistung durch verbrauchsgünstigere PKW mit Verbrennungsmotoren niedrigerer Leistung (etwa so hoch wie die heutiger Elektro-Pkw) verringert dagegen den CO₂-Beitrag des motorisierten Individualverkehrs deutlich.

Es ist unbestritten, daß die Elektrofahrzeuge an ihrem Einsatzort schadstofffrei betrieben werden. Dieser Gesichtspunkt kann für den Einsatz von Elektrofahrzeugen ausschlaggebend sein, wenn der Immissionschutz in bestimmten Gebieten Priorität hat. Insgesamt bringt der Elektroantrieb unter den heutigen Randbedingungen kein flächendeckendes Potential zur CO₂-Minderung mit sich.

Flüssiggas (LPG)

LPG steht als Abkürzung für „Liquified Petroleum Gas“ und ist ein Gemisch, welches weitgehend aus Propan und Butan besteht. Dieses unter 5 bar Druck verflüssigte Gas fällt z. B. als Nebenprodukt bei chemischen Prozessen an. Da spezielle Tankanlagen notwendig sind, ist der Einsatz von LPG in Ballungsräumen bzw. bei Fahrzeugflotten angebracht, von denen viele Fahrzeuge an einer Tankstelle betankt werden können.

Durch die Stoffeigenschaften von LPG ergibt sich bei der Verbrennung etwa ein CO₂-Minderungspotential von 5 % im Vergleich zu herkömmlichen Kraftstoffen. Bei der Betrachtung der Energiekette, z. B. wenn LPG aus Erdöl/Erdgas gewonnen wird, entsteht etwa ein Minderungspotential von weiteren 5 % gegenüber Dieselmotoren.

Ein gewisser Vorteil von LPG besteht in der technisch einfachen Handhabung und den geringen Kosten einer Umstellung bzw. Nachrüstung. Desweiteren liegen die Schadstoffemissionswerte weit unter denen moderner Dieselmotoren. Bislang scheiterte eine breitere Verwendung von Flüssiggas an den erforderlichen Sicherheitsaufwendungen.

Erdgas

Erdgas wird derzeit als Treibstoff für Nutzfahrzeuge diskutiert. Erdgas stellt weltweit etwa 20 % der gewinnbaren Energiereserven dar. Das bedeutet, daß dieser Rohstoff zwar langfristig zur Verfügung stehen

wird, aber dennoch eine Marktverknappung zu erwarten ist. Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen etwa 20 % weniger CO₂-Emissionen als bei der Verbrennung von Diesel oder Benzin. Das Problem liegt in der Emission von klimarelevanten Gasen (Methan, CO₂) während der Bereitstellung. Es existieren keine gesicherten Zahlen über die Emission dieser Gase bei der Förderung und dem Transport von Erdgas, z. B. durch Leckverluste. Aus vorsichtiger Abschätzung hat sich ergeben, daß bei der Erdgasförderung weniger klimarelevante Gase emittiert werden, als das bei der Diesel- bzw. Benzinherstellung und Förderung der Fall ist. Eine quantitative Aussage kann zur Zeit noch nicht getroffen werden, da abgesichertes Zahlenmaterial fehlt. Zusammenfassend dargestellt birgt Erdgas ein Minderungspotential klimarelevanter Gase in sich. Dieses Potential ist stark vom Zustand der Technik der Förder- und Transportanlagen abhängig

Hybrid-Antriebe

Unter Hybrid-Antrieben werden Antriebe verstanden, die aus mindestens zwei unterschiedlichen Energiewandlern z. B. Verbrennungsmotor und Elektromotor bestehen. Diese Antriebe können so eingesetzt werden, daß abhängig vom Ort des Betriebes der jeweils aus Sicht der lokalen Immissionskonzentration günstigere Energieträger verwendet wird. Bei solchen ‚Mischantrieben‘ kann aber auch ein ständig im sogenannten „Bestpunkt“ (d. h. CO₂-optimal) laufender Dieselmotor Ladestrom für den Batterie-betriebenen elektrischen Antrieb liefern.

Hybrid-Antriebe haben den grundsätzlichen Nachteil des Mehrgewichts, da im Prinzip zwei vollständige Antriebssysteme vorhanden sind, die nicht nur Platz erfordern, sondern auch Gewicht erzeugen.

Die CO₂-Bilanz richtet sich nach dem Einsatzmuster, d. h. dem Mix, in dem die vorhandenen Antriebe zum Einsatz kommen. Entsprechend sind sie nach den Kriterien der jeweiligen Antriebe in Sinne einer Bilanzierung zu beurteilen.

5 Diskussion der Maßnahmen und Wirkungen

Um die bestehenden CO₂-Reduktionspotentiale im Verkehrssektor (vgl. Kap. 4) zu aktivieren, bedarf es umfassender Maßnahmen und Instrumente, die sich im wesentlichen einer der drei folgenden Kategorien zuordnen lassen:

- Gestaltung der Rahmenbedingungen (staatliche Vorsorge und Planung)

Durch globalpolitische bzw. gesellschaftspolitische Rahmenbedingung und konkrete räumliche und infrastrukturelle Gestaltung sollen Voraussetzungen für einen sparsamen Umgang mit Verkehr sowie für eine klimaverträgliche Reduktion der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen geschaffen werden.

- Ordnungsrechtliche Maßnahmen:

Durch gesetzlichen Rahmenbedingungen bzw. Erlaß oder Änderung von Vorschriften sollen unerwünschte Verhaltensweisen erschwert oder unterbunden sowie technische Fortentwicklung angestoßen werden.

- Budgetwirksame bzw. preispolitische Maßnahmen:

Über den Preis soll eine Beeinflussung der Verkehrsentstehung und der Modalitäten seiner Durchführung sowie eine Verminderung des Energieverbrauchs erreicht werden.

Einen direkten Zusammenhang zwischen Maßnahmen und Potentialen anzugeben ist fast immer schwierig, da die Wirkung einzelner Maßnahmen in der Regel sehr komplex ist und sich darüber hinaus verschiedene Maßnahmen gegenseitig beeinflussen. Ein Beispiel: Preis- und ordnungspolitische Instrumente werden i. d. R. nicht nur gewollte, sondern auch ungewollte Wirkungen haben; Eingriffe in den Verkehrsmarkt wiederum rufen längerfristig Veränderungen der Raumstruktur hervor, die allerdings in Prognosen wegen ihrer vielfältigen Verflechtungen und langer Prognosezeiträume nur schwer quantifizierbar sind. Einen Gesamteindruck dieser Komplexität soll Tabelle 5-1 vermitteln.

Einzelne Maßnahmen können daher fast niemals isoliert betrachtet werden; deshalb erfolgt in Kapitel 5.6 unter „Entwicklung von Strategien“ eine genauere Betrachtung der Verflechtungen. Es sind Bündel von Maßnahmen erforderlich, um die notwendige CO₂-Reduktion z. B. durch Systemveränderungen im Verkehr zu erreichen und trotzdem ein weiterhin funktionsfähiges Verkehrssystem zu gewährleisten. Dabei müssen Konflikte zwischen den Maßnahmen vermieden werden. So ist z. B. zu berücksichtigen, daß durch eine Verkehrsberuhigung in Innenstädten günstige Bedingung für Einkaufszentren auf der grünen Wiese geschaffen werden oder Eingriffe zur Verlagerung auf die Bahn bzw. das Binnenschiff

Instrumente, Maßnahmen	Konzepte, Strategien	WIRKUNGEN in den Minderungsbereichen . . .			
		Vermeidung von Verk.leistung	Verlagerung auf verträgl. Syst.	Steigerung der Effizienz	Optimierung der Technik
Baugesetzbuch Bauordnungen	Gestaltung der Raumstruktur	direkt (Zeitversatz)	möglich (Abstimmung)	möglich (Abstimmung)	—
GVFG	Infrastruktur für Umweltverbund	negativ	möglich (Grundbedgg.)	möglich	—
Bundesverkehrsplan	Infrastruktur für MIV	negativ	negativ	möglich (ggf. negativ)	—
Verordnungen, Limits	Erhöhung des „Raumwiderstands“	direkt (bei Verzicht widerrechtl. u. langfristig (Grundbedgg.))	} direkt (Grundbedgg.)	} direkt	} direkt
Steuern Abgaben	Verteuerung des Verkehrs				

Tab. 5.-1: Komplexe Vernetzung von Instrumenten und Wirkungen in Minderungsbereichen über die Konzepte (Kutter 1994 b).

nur dann sinnvoll sind, wenn gleichzeitig dort die Kapazitäten vorhanden sind oder aufgebaut werden können.

Die im folgenden verwendete Untergliederung ist deshalb nur als Orientierung zu betrachten, die besonders bei Bewertungen von Fall zu Fall anders strukturiert werden muß; große Bedeutung werden bei diesen Bewertungen darüber hinaus die qualitativen Kriterien im Sinne von Umweltzielen und nachhaltigen Entwicklungsperspektiven haben.

5.1 Gestaltung der Rahmenbedingungen

Bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen geht es um Eingriffe, die u. a. an den Ursachen für die Verkehrsentstehung ansetzen. Hierzu gehören sowohl Maßnahmen der Raumplanung und die Bereitstellung von Infrastruktur als auch Instrumente, die sich mit den sozio-ökonomischen Ursachen für Verkehrsentstehung, wie Arbeitsteiligkeit, Spezialisierung, Ausnutzung von Größenvorteilen, Standortvorteilen, Arbeitskosten oder Arbeitskräfteverfügbarkeit, auseinandersetzen. Darüber hinaus darf auch die Akzeptanz der Maßnahmen nicht unberücksichtigt bleiben.

5.1.1 Gestaltung der räumlichen Strukturen

Die Möglichkeiten, auf die Raum- und Stadtstruktur Einfluß zu nehmen, sind für die einzelnen politischen Entscheidungsebenen sehr unterschiedlich.

Auf Gemeindeebene ist die Möglichkeit, durch Umsetzung zielführender planerischer Konzepte zur Verkehrsvermeidung beizutragen, direkt gegeben. Dies liegt zum einen in den Kompetenzen begründet und zum anderen in der Tatsache, daß ein Großteil des Gesamtverkehrs durch die innergemeindliche Nutzungsstruktur beeinflusst ist (Schmitz, 1992).

Bund und Länder greifen dagegen vorwiegend über die Gestaltung der Rahmengesetze (Bundesraumordnungsgesetz, Städtebauförderungsgesetz, Landesentwicklungs- und Regionalplan) in die Raum- und Stadtplanung ein. Hierbei ergeben sich zur Zeit erhebliche Diskrepanzen und Zielkonflikte zwischen der kommunalen, häufig bereits an ökologischen Zielen orientierten Verkehrsplanungen und den Rahmensetzungen durch den Bund. Die Verkehrspolitik war lange Zeit gekennzeichnet durch verkehrsfördernde Maßnahmen. Dies entspricht der historischen Tradition, die Verkehrsinfrastrukturbereitstellung als Daseinsvorsorge, d. h. als Voraussetzung für wirtschaftliche, wissenschaftliche, soziale oder kulturelle Aktivitäten zu verstehen. Dieses verkehrspolitische Grundverständnis hat in vielen Regionen zu einer solchen Verkehrskonzentration geführt, daß dort nunmehr über eine verkehrsvermeidende Politik nachgedacht wird. Naturgemäß treten dabei Konflikte zwischen ökologischen und ökonomischen Zielsetzungen auf. Die ursprünglichen Konzepte forcierten eine weitere Steigerung des Verkehrsaufwandes durch entsprechende Strukturanpassung von privaten Haushalten und Wirtschaftsunternehmen.

Auf Landesebene liegen die Potentiale der Raumordnung in den Möglichkeiten der Genehmigungsinstanzen, die Versorgungsinfrastruktur langfristig zu steuern und dem „Zentrale Orte-Konzept“ je nach der strukturellen Situation des Raumes zur Wirkung zu verhelfen, Großeinrichtungen des Handels oder der öffentlichen Daseinsfürsorge in geeignete Standorte zu lenken und die richtigen Nutzungsmischungen zu induzieren (z. B. durch das Baugesetzbuch und die Baunutzungsverordnung). Die Verkehrsrelevanz entsprechender Ansätze beruht zum größten Teil auf der Anwendung von Prinzipien der „kompakten Siedlung“ mit „Innenverdichtung“. In solchen Siedlungsformen sind für die Grundversorgung z. B. nur kurze Wege notwendig.

Spezielle Probleme treten in den Gemeinden der neuen Bundesländer auf. Ein Vorzug ostdeutscher Städte, wie Kompaktheit, hohe Funktionsmischung bzw. -überlagerung, hoher Anteil des nicht motorisierten Individualverkehrs und des ÖPNV am Verkehrsaufkommen beginnt z. Z. aufgrund neuer Rahmenbedingungen vielerorts verloren zu gehen. Hier sollten die Chancen politisch genutzt werden, die Handhabung der vorhandenen rahmensetzenden Instrumentarien an die besonderen Probleme der neuen Länder anzupassen.

Konzepte und Wirkungsebenen bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen

Die politisch gewollte Gestaltung der städtischen und regionalen Raum- bzw. Siedlungsstruktur zielt insbesondere auf drei Ebenen der Verkehrsentstehung und der Verkehrsdurchführung (Tab. 5.1-1, rechte Spalte):

- Einrichtungen, die für das tägliche Leben – z. B. den Einkauf – erforderlich sind, sollen zu Fuß oder mit dem Rad erreichbar sein;
- falls die Eigenfortbewegung (Fuß/Rad) aufgrund der gegebenen Distanzen ausscheidet, sollen für möglichst viele Fahrten öffentliche Verkehrsmittel bei akzeptablen Kosten benutzt werden können;
- durch gezielte Einflußnahme auf die generelle Konzeption der Besiedlung einer Region kann bei stärkerer Konzentration der Entwicklung und der Bautätigkeit sowie Gewer begründungen erreicht werden, daß die in der Region für Lebens- und Wirtschaftsabläufe erforderlichen Distanzen insgesamt geringer sind.

Für die Ausprägungen der verkehrsreduzierenden Raumstruktur sind die folgenden Merkmale verantwortlich:

- Höhere Dichte und vielfältigere Funktionen in den Nahbereichen sowie mehr Nähe der Einrichtungen zum Kunden für die Eigenfortbewegung;
- bessere Koordination zwischen dichter Bebauung und Netzen des ÖV für die Benutzbarkeit des öffentlichen Systems;
- die Einhaltung der „Zentralen-Orte-Struktur“ für die prinzipielle Verkehrssparsamkeit der Gesamtregion

Dichte und Funktionsmischung

Unter verkehrsvermeidender Stadt- und Raumplanung wird in erster Linie Funktionsmischung statt Funktionstrennung verstanden. Die horizontale und vertikale Mischung von Wohnen, Arbeiten, Versorgen und Erholen durch Nutzung und Revitalisierung vorhandener, gut erschlossener Flächen und konsequente Nachverdichtung trägt dazu bei. Mischung bedeutet aber auch eine teilweise Funktionsbereinigung. So wird diskutiert, Angebote im ruhenden Verkehr (Parkhäuser), die über den unmittelbaren Bedarf des Gebietes hinausgehen, zu vermeiden, da sie zur Nutzung des Individualverkehrs besonders anregen. Der Funktionsmischung stehen allerdings die gewachsenen nicht leicht veränderbaren Strukturen der Städte entgegen.

Städtische Nutzungskonzepte müssen einerseits durch Nutzungspläne und Standortkonzepte auf der regionalen Ebene ergänzt werden, andererseits sind geeignete Nutzungskonzepte genauso für die zentralen Orte des Umlandes zu entwickeln. Mit der Einbeziehung der Überlegungen für die Siedlungsstruktur im Außenbereich der Regionen wird bereits die großräumige Standortstruktur angesprochen, die in das Aufgabengebiet der Raumordnung fällt.

Optimierung der Regionalen Standortstruktur

Mittelfristig ist für die Entwicklung des Gesamtverkehrsaufwandes einer Region entscheidend, ob es gelingt, die weitere Siedlungsentwicklung durch eine Kombination aus Anreizen und restriktiven Auflagen so zu lenken, daß Siedlungen in einer gewissen Größenordnung entstehen: Nach der bisherigen Erfahrung (vgl. Kap. 4.1) stellt die gleichmäßige Verteilung der Bautätigkeit über die gesamte Fläche des Umlandes die verkehrsintensivste Variante dar, während die Konzentration auf wenige zentrale Orte den täglichen Verkehrsaufwand maßgeblich verringern kann. Für die Beurteilung einer Option „Verkehrsvermeidung durch regionale Standortstruktur“ ist es dabei ausschlaggebend, daß die Entwicklungsperspektive für das Umland nicht etwa vorrangig durch Einwohnerzuwachs zustandekommt sondern durch Bautätigkeit infolge steigender Wohnansprüche oder Verdrängungswettbewerb um Geschößflächen in den Kernstädten. Vor allem in den neuen Bundesländern würde ganz besonders die Möglichkeit bestehen, die verkehrssparsamen punkt-achsialen Konzepte¹⁾ sowie die dezentrale Konzentration planerisch umzusetzen, bzw. zu erhalten, da dort über vier Jahrzehnte die Besiedlung des Umlandes gezielt abgebremst wurde und nun ein Entwicklungsdruck vorliegt, der auch hier bis hin zu einer Zersiedelung der Fläche führen kann.

Koordination zwischen Bebauung und ÖPNV

Während der Zusammenhang zwischen Dichte und guter Ausstattung des Nahbereichs sowie den Anteil-

len der Eigenfortbewegung offensichtlich ist, und auch keine Probleme bei den institutionellen Zuständigkeiten auftreten, wird der ÖPNV, insbesondere das Schienennetz, von ganz anderen Instanzen geplant als denjenigen, die für die Planung der Siedlungsstrukturen verantwortlich sind (mangelnde Abstimmung zwischen Flächennutzungs- und Verkehrsplanung). Hier wäre dafür zu sorgen, daß der Neubau von Wohn- oder Gewerbegebieten vorrangig entlang der vorhandenen Entwicklungsachsen erfolgt, bzw. der Anschluß an ÖPNV und Schiene schon zu Beginn der Erschließungsarbeiten und des Baubeginns vorliegt oder bis zum Erstbezug erstellt ist. Dadurch wird eine verkehrssparsame, ÖPNV-orientierte, verlagerungsfördernde Ausrichtung der Aktionsbereiche von Nutzern neuer Wohn- und Gewerbegebiete ermöglicht. Dabei sollte auch im Bereich der Haltestellen schienegebundener öffentlicher Nahverkehrsmittel auf eine städtebauliche Verdichtung hingewirkt werden (Goppel, 1992). Dies ermöglicht kurze Zubringerwege und erhöht die Akzeptanz des ÖPNV.

Diskutiert wird in diesem Zusammenhang eine bau-gesetzliche Neuregelung, die nicht nur die Straßenerschließung und den Stellplatznachweis fordert, sondern auch den Nachweis eines ÖPNV- bzw. im Einzelfall eines Bahnanschlusses für Güterverkehr. Dabei wird auch die Ablösung der Stellplatzbereitstellungspflicht durch den Nachweis einer ausreichenden ÖPNV-Anbindung diskutiert. Während die genannten Überlegungen in den Verdichtungsräumen generelle Wirkungen entfalten könnten, betreffen sie im Umland insbesondere den Verkehr zwischen den zentralen Orten¹⁾, also die Relationen, auf denen genügend Verkehrsnachfrage zu erwarten ist. Für den ländlichen Raum und die tangentialen Beziehungen im Umland muß über neue Formen des ÖPNV nachgedacht werden (z. B. Taxenrufsystem), da die heute gebräuchlichen Systeme wegen der geringen Nachfragekonzentration hier kaum effizient eingesetzt werden können.

Gesetzliche und finanzielle Regelungen zur Aktivierung der Verkehrsvermeidung

Eine wesentliche Problematik der Verkehrsvermeidung durch Gestaltung der Raumstrukturen besteht darin, daß die eigentlichen Maßnahmen und Instrumente – Baugesetzbuch, Landesbauordnungen, Förderprogramme, Ausgleichsregelungen bei den Finanzen – in einem komplexen Wechselspiel auf die Verteilung und Ausprägung von Nutzungen in Stadt und Umland einwirken und die eigentliche „Verkehrswirkung“ dann – sofern die stadtplanerischen und raumordnerischen Prinzipien richtig ausgerichtet wurden – gewissermaßen als Nebeneffekt auftreten (Tab. 5.1-1).

Innerhalb des Zuständigkeitsgebietes einer Kommune hat die Bauleitplanung als Instrument zur Ver-

¹⁾ Dabei ist zu beachten, daß der planerisch-konzeptionell ungenügend eingebundene Ausbau von weitausgreifenden Schienennetzen die Besiedlung sehr großer Einzugsbereiche mit unerwünschten verkehrserzeugenden Wirkungen nach sich ziehen kann

¹⁾ Bebauung entlang vorhandener oder geplanter ÖPNV Achsen

kehrsvermeidung erhebliche Möglichkeiten, sofern sie die „Verkehrsrelevanz“ der Nutzungen in ihre Überlegungen einbezieht und die bisher spezifischen Verkehrsbelange hierbei integriert, sowie deren Maßnahmenspektrum auf Randbedingungen bei Ordnungspolitik und Preisen ausdehnt. Entsprechende Bedeutung kommt darüber hinaus vor dem Hintergrund der „überkommunalen“ Definition von Lebensräumen all jenen Regelungen zu, die dazu beitragen, die Konkurrenz zwischen Kommunen in einer Region abzubauen:

Die zumeist bestehende Konkurrenz der Kommunen, vor allem um Gewerbebetriebe, führt aufgrund der geltenden Baunutzungsverordnungen vielfach zu verkehrserzeugenden und ökologisch nicht verträglichen Strukturen. Um eine nicht nur für die einzelne Kommune, sondern für die ganze Region vorteilhafte Raumstruktur zu schaffen, ist eine Revision der institutionalisierten interkommunalen Zusammenarbeit anzustreben. Von besonderer Brisanz, weil von großem Einfluß auf die Raumstruktur, ist in diesem Zusammenhang die Gestaltung des kommunalen Finanzausgleichs. Zu denken wäre beispielsweise an eine neue Form der Ausgleichsregelungen, bei denen nicht alleine Einkommensteuerzuweisungen sowie Gewerbesteueraufkommen der Kommunen zugrunde gelegt werden, um zu verhindern, daß Gemeinden, die nicht Entwicklungsschwerpunkt sind, finanzielle Nachteile erleiden.

Die Einbindung der Planung in Regionalkonzepte könnte den verkehrsbezogenen Überlegungen zur Raumordnung zum Durchbruch verhelfen. Hierfür allerdings wären – anders als in den Kommunen, wo schon Modifikationen vorhandener Instrumente bessere Ergebnisse erbringen – neue und wirksame institutionelle Regelungen für die regionale Ebene erforderlich. Für den planerischen Aspekt ist eine Änderung der hoheitlichen Aufgabenverteilung erforderlich. Fast noch wichtiger ist jedoch als Ergänzung hierzu der finanzpolitische Aspekt (Tab. 5.1-1, 2. Spalte).

Neben den Instrumenten der Raum- und Stadtplanung sowie den finanziellen Ausgleichsregelungen gibt es eine Reihe weiterer gesetzlicher Regelungen, die gleichfalls auf ihre Verkehrsbedeutung hin zu überprüfen sind. Zu denken wäre beispielsweise an eine stärkere Berücksichtigung von Verkehrsgesichtspunkten überall dort, wo der Staat regelnd eingreift (z. B. bei der Wohnungsbauförderung). Zur Flankierung der Wirksamkeit dieser Bedingungen müssen auch Maßnahmen im Verkehrsbereich selbst ergriffen werden, die dafür sorgen, daß der Verkehr insgesamt verträglicher wird, die Aufenthaltsqualität in den Städten verbessert wird und das Angebot des ÖPNV auch wirklich eine Alternative darstellt. Eng mit den Finanzfragen verbunden sind auch die Gestaltung der über die kommunalen Grenzen hinausgehenden Verkehrsverbände bzw. ÖPNV-Netze.

Das letztlich für die angemessene Gestaltung der Rahmenbedingungen erforderliche Instrumentarium umfaßt weitaus mehr als planerische Kategorien (Tab. 5.1-1, Spalte 1): Neben die baurechtlichen Regelungen treten Kooperationsformen – oder auch neue gesetzliche Regelungen – für die Region als

Ganzes, die durch Zuständigkeiten auch für das regionale Ordnungsrecht im Verkehr ergänzt werden sollten. Diese planerischen Neuregelungen allerdings können nur dann zur vollen Wirkung kommen, wenn dafür maßgebliche finanzielle Regelungen an die Ziele auf regionaler Ebene angepaßt werden. In diese Überlegungen sollten auch neue preispolitische Instrumente einbezogen werden.

Die Raum- und Stadtplanung wird – bezogen auf die Regionen – nur Teilerfolge bei der Umgestaltung des Verkehrssystems erzielen können. Geht es um den Gesamtverkehr muß man auch die tieferen Ursachen des Auseinanderdriftens der räumlichen Nutzungsstrukturen und der daraus resultierenden Verkehrsentwicklung berücksichtigen. Dies sind die immer geringer werdende Raumwiderstände aufgrund verbesserter Verkehrsangebote bei relativ geringen Verkehrskosten (Schmitz, 1992).

Der Einfluß der Raumplanung auf die Entwicklung im Freizeitverkehr, dessen Anteil am gesamten Personenverkehr ständig wächst und bei der Verkehrsleistung mittlerweile die Hälfte ausmacht, ist begrenzt. Aufgrund seiner dispersen Zielstruktur entzieht er sich weitgehend einer raum- und verkehrsplanerisch gesteuerten „Bündelung“, wodurch die Bereitstellung umweltschonender Alternativen zum Pkw-Verkehr schwierig wird (Schmitz, 1992).

5.1.2 Bereitstellung von Verkehrsinfrastruktur

Straßenausbau oder Straßenrückbau

Welche Auswirkungen diese Instrumente auf die CO₂-Emissionen haben, wird erst bei einer Betrachtung des gesamten Wirkungsspektrums und über einen ausreichend großen Zeitraum bestimmbar.

Befürworter eines Straßenausbaus argumentieren, daß durch solche Maßnahmen CO₂-Emissionsminderungen zu erzielen seien, da der Straßenausbau aufgrund der hierdurch bedingten Verkehrsverflüssigung emissionsreduzierend wirkt. Dies erfordert aber Begleitmaßnahmen zur Verhinderung unerwünschter zusätzlich induzierter Verkehre. Ohne Ausbaumaßnahmen dagegen ist aufgrund der ungünstigen Verkehrszustände mit einer Zunahme der Emissionen je Fahrzeugkilometer zu rechnen.

Dem stehen die Bedenken gegenüber, daß nur unter der Annahme eines nicht wesentlich zunehmenden Verkehrsaufkommens durch Verflüssigung des Verkehrs eine Verringerung des fahrstreckenbezogenen durchschnittlichen Energieverbrauches und bestimmter Schadstoffkomponenten zu erzielen ist. Längerfristig betrachtet muß jedoch davon ausgegangen werden, daß Straßenausbau eine verstärkte Verkehrsnachfrage zur Folge hat.

Ebenso kontrovers wird die Folge des Straßenrückbaus beurteilt. Zum einen wird davon ausgegangen, daß eine solche Maßnahme unnötige Staus und damit unnötige Emissionen erzeugt. Andererseits wird die Meinung vertreten, daß in Einzelfällen ein Straßenrückbau zur Diskussion gestellt werden muß, wenn parallel andere Verkehrsträger verbessert werden.

Ausbau des ÖPV

Um die Verlagerung auf den umweltfreundlichen ÖPNV und Schienenverkehr unter den vorgegebenen Bedingungen zu unterstützen, ist ein attraktives Netz des öffentlichen Verkehrs erforderlich. Das bedeutet, daß dichte Netze – sowohl hinsichtlich der Linien als auch der Haltestellendichte – erstellt und möglichst kurze Takte angeboten werden. Wichtig ist dabei auch eine Minimierung der Übergangszeiten bei den Umsteigevorgängen durch eine sinnvolle Vertaktung und kurze Zu- und Abgangszeiten sowie verbesserte Nutzerinformationen. Wenn allerdings attraktive Netze und kurze Taktzeiten zu geringeren Auslastungsgraden führen, kann das Attribut der Umweltfreundlichkeit des ÖPNV in Frage gestellt werden. Parallel dazu sinkt bei geringen Auslastungsgraden die Wirtschaftlichkeit.

Eine höhere Attraktivität des ÖPNV ohne flankierende Maßnahmen führt nicht nur zum Umstieg vom Pkw auf den ÖPNV – dieser Anteil wird eher gering sein – sondern auch zu einem Anstieg der Reiseaktivitäten der bisherigen ÖV-Nutzer sowie zu einer Substitution von Fuß- und Radwegen. Parallel zu den Fördermaßnahmen für den ÖPNV wird gefordert, die Anreize zur Nutzung des MIV abzubauen.

Autofahrer werden jedoch bevorzugt zu den Spitzenzeiten des Verkehrs auf den ÖPNV umsteigen. Für diese sind dann erhebliche Angebotsausweitungen im ÖPNV und damit erhebliche Finanzmittel erforderlich (Rothengatter, 1992), die im Prinzip wenig wirtschaftlich eingesetzt sind. Die Erschließung des Potentials „Verkehrsflußsteuerung bei der Bahn“ erfordert kostenaufwendige Ausbauten der Signal- und Betriebstechnik bei der Bahn.

Ebenso ist es in ländlichen Bereichen möglich, ein öffentliches Nah- und Fernverkehrssystem zu erhalten bzw. aufzubauen. Doch hier sind intelligente Lösungen besonders notwendig, um die Preis-Leistungs-Relation in einem sinnvollen Rahmen halten zu können. Nachzudenken wäre dabei über eine Entwicklung und Bereitstellung von Kooperationsmodellen zwischen dem gewerblichen motorisierten Individualverkehr (Taxen) und dem öffentlichen Personenverkehr. Kooperationsmodellen zwischen dem privaten MIV und dem öffentlichen Verkehr steht das gültige Personenbeförderungsgesetz im Wege.

Durch ein kooperatives Verkehrsmanagement kann in Zukunft das Verkehrsangebot besser differenziert und flexibler gesteuert werden. Bereits heute wird nachts bzw. generell auf nachfrageschwachen Linien ein Taxenersatzverkehr eingesetzt. Tagsüber bzw. generell auf nachfragestarken Linien werden Schienenverkehrsmittel bzw. Onnibusse eingesetzt. Künftig wird es möglich sein, flexibler auf die Nachfrageschwankungen bezüglich Strecke und Tageszeit zu reagieren und so im Rahmen eines kooperativen Verkehrsmanagements das jeweils geeignete Verkehrsmittel (öffentlicher Verkehr/Individualverkehr) sowie eine Bedienungsform (Fahrplan, Streckenführung, Fahrzeuggröße, Bedarfsbedienung) anzubieten.

Verbesserung der Nahtstellen zwischen Fahrrad, Pkw und ÖV

Im Personenverkehr können Bike & Ride- und Park & Ride-Angebote, wenn sie zielführend gestaltet sind, zu Emissionsverminderungen führen. Diese Zielsetzung kann allerdings dadurch kontakariert werden, daß ÖPNV-Fahrten durch kombinierte MIV-ÖPNV-Wege ersetzt oder Fahrradverkehre auf den ÖPNV verlagert werden.

Die Wirkung wird allerdings geringer sein, wenn die Substitution von Pkw-Fahrleistungen nur über kurze Strecken erfolgt (z. B. bei Einpendlern die letzten Kilometer einer längeren Fahrt). Der Bau entsprechender Parkmöglichkeiten erfordert Finanzmittel und führt zu Folgeausbauten beim ÖPNV. Schließlich kann der ÖPNV damit in die Position einer Ausweichlösung gedrängt werden. Dies wiederum kann eine geringe Gesamteffizienz des ÖPNV zur Folge haben.

Verbesserung der Verkehrsverhältnisse des NMIV

Geschlossene und sichere Fußwege- und Radwegetze können sowohl innerörtlich als auch zwischen den Orten zur Erschließung eines höheren Anteils am Fuß- und Fahrradverkehr beitragen. Achsen, die einen schnellen, leichten und gefahrfreien Zugang in die (Sub-)Zentren ermöglichen, machen diese Verkehre attraktiver und sicherer. Auch Fußgängerzonen in den (Sub-)Zentren dienen diesem Ziel.

Die Verbesserung der Rad- und Fußwegeinfrastruktur führt zu Verlagerungen im Personennahverkehr. Ihr Effekt ist allerdings mäßig, da Konkurrenzen zum ÖPNV entstehen. Verlagerungen vom Pkw-Verkehr (30 % der Pkw-Fahrten liegen im Entfernungsbereich von bis zu 3 km – KONTIV 1989) erfordern begleitende Maßnahmen und sind wegen Witterungs- und Steigungsempfindlichkeit des NMIV nur begrenzt möglich.

Kooperation der europäischen Eisenbahnen

Im länderübergreifenden Fernverkehr ergeben sich für die Schiene Probleme wegen der Inkompatibilität der Infrastruktur und der nationalen Zuständigkeiten (Abb. 5.1-1).

Sowohl die Spurbreite und die Lichtraumprofile als auch die Signal- und Sicherungsanlagen sind durch langfristige Investitionsentscheidungen festgelegt, deren Umstellung auf ein einheitliches System hohe Kosten verursacht und gleichzeitig schon getätigte Investitionen (Sunk costs) wertlos macht. Es müssen daher spezielle – nicht nur technische – Lösungen für die Übergangszeit gefunden werden, wenn ein einheitliches System geschaffen werden soll. Langfristig ist eine Vereinheitlichung der einzelnen technischen Systemkomponenten und auch der Nutzungsbedingungen unverzichtbar.

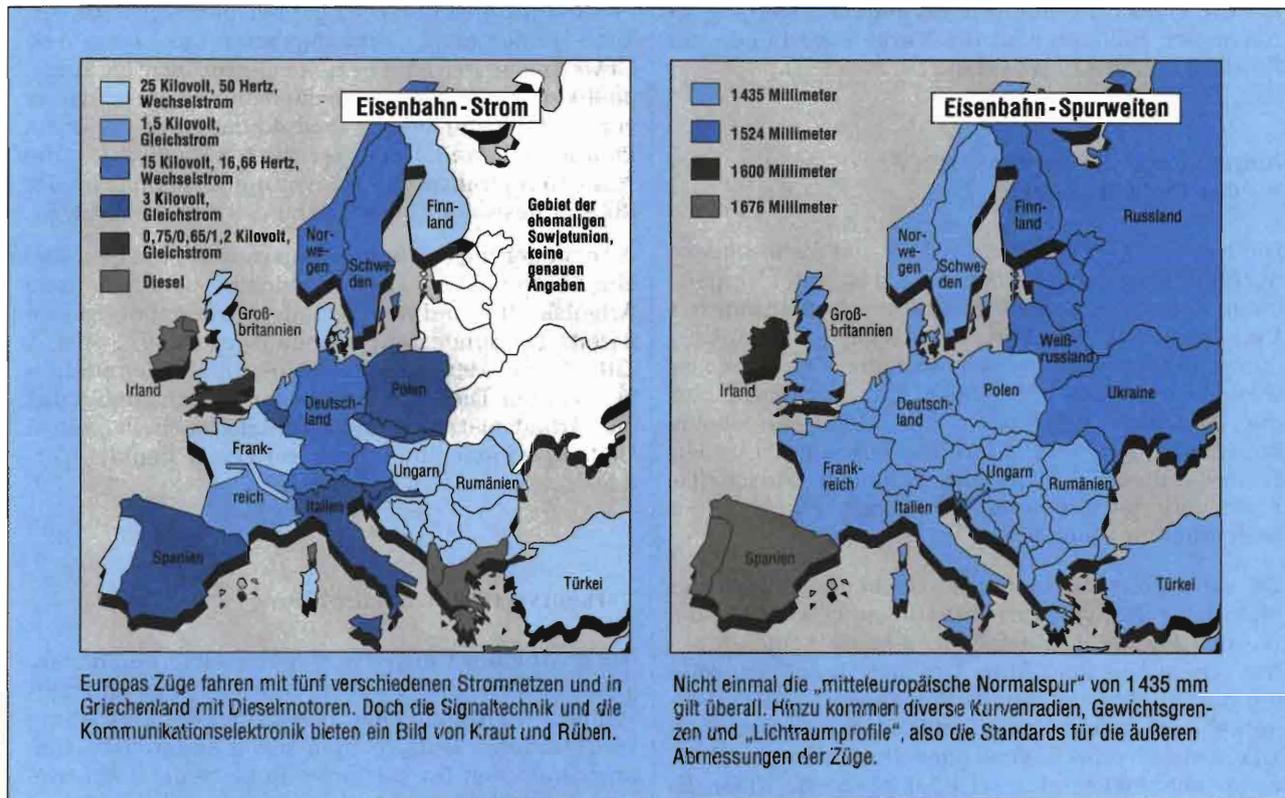


Abbildung 5.1-1: Unterschiede der Spurbreiten und des Elektrifizierungssystems in Europa (Weise, 1992)

Im Personenverkehr ist aber über eine Verbesserung der Organisation und Tarifierung die Vereinheitlichung schon kurzfristig machbar.

Einrichtung von Terminals des kombinierten Verkehrs und Güterverteilzentren zur Verbesserung des Übergangs zwischen Lkw und Eisenbahn

Im Güterverkehr können Güterverkehrs- und Verteilzentren die Funktion von Umschlags-, Sammel-, Verteil- und Lagereinrichtungen übernehmen. Durch die möglichen Bündelungen kann es gelingen einen höheren Anteil des Güterverkehrs über Schiene und Schiff abzuwickeln. Für die Energie- bzw. Emissionsbilanzen während des Transportes sind allerdings die anfallenden Emissionen für den zusätzlichen Zu- und Abgangsverkehr und für die Umladevorgänge zu berücksichtigen. Deshalb darf die Einrichtung von Terminals des kombinierten Verkehrs sowie von Güterverteilzentren hinsichtlich des Potentials „Verlagerung im Güterverkehr“ nicht überschätzt werden. Der geringe Anteil an Sendungen, die für kombinierten Verkehr geeignet sind (z. B. weiter als 300 km) sowie der geringe Anteil von Partien in Lastwagengröße, die ohne Umweg über ein Güterverteilzentrum direkt transportiert werden können, stellt sich als Hemmnis dar. Nicht unterschätzt werden sollten die Probleme bei der Beschaffung geeigneter Großflächen und deren lokale Auswirkungen sowie die finanziellen Aufwendungen hierfür.

5.1.3 Verbesserte Organisation des Verkehrs

Erhöhung des Auslastungsgrades beim PKW durch Förderung von Mitfahrgelegenheiten.

Der Auslastungsgrad des PKW-Verkehrs kann durch gut organisierte und vor allem gut eingeführte Einrichtungen zur Förderung von Fahrgemeinschaften – hier sind insbesondere die Kurz- und Mittelstrecken von Bedeutung (Berufsverkehr, Einkaufs- und Dienstleistungsverkehr) – wesentlich gesteigert werden. Dabei geht es um die Errichtung moderner Mitfahr- bzw. Mobilitätszentralen sowie von Plätzen für den Ein- bzw. Ausstieg bis hin zur Einräumung von Sonderrechten wie die Benutzung von Bus und Taxispuren für Mitfahrgegemeinschaften. Hierfür müssen allerdings die gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen oder verändert werden (vgl. Kap. 5.2)

ÖV – Verkehrsangebot

Zur Optimierung der Angebotsseite gehört eine benutzerfreundliche Tarifierung, die für die Akzeptanz des ÖPNV wichtig ist. Das Tarifsystem sollte leicht verständlich sein. Übertragbare Zeitkarten könnten genauso dazu beitragen wie eine Anpassung der Tarifierung innerhalb der gleichen Systemebene (z. B. Abstimmung der Verbundtarifsysteme verschiedener Städte). Für Wege, die mit verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegt werden, sollte für die Gesamtstrecke die Möglichkeit zum

Erwerb eines Einzelfahrscheins gegeben werden. Im regionalen Rahmen sind die Verkehrsverbände ein Einstieg in diese Entwicklung.

Angebotsoptimierung des ÖPNV für den Freizeitverkehr

Die heutige Verkehrsinfrastruktur und insbesondere der öffentliche Personennahverkehr ist in der Vergangenheit auf die damals quantitativ bedeutsamsten Verkehrszwecke wie Berufs-, Geschäfts- und Ausbildungsverkehr ausgerichtet worden. Dies gilt im wesentlichen auch heute noch. Entsprechend bietet die derzeitige Konzeption des ÖPNV-Angebotes kaum adäquate und attraktive Lösungen für den Freizeitverkehr, der mit zunehmender Wirtschaftskraft und abnehmender Arbeitszeit erheblich an Bedeutung gewonnen hat.

Da viele Freizeitgebiete erst da beginnen, wo der öffentliche Nahverkehr aufhört, bietet sich für die meisten Personen in der Freizeit heute keine attraktive Alternative zum Auto. Um dies zu ändern, wäre ein speziell auf Feierabend-, Wochenend- und Ferienverkehr ausgerichtetes öffentliches Verkehrssystem zu entwickeln, das flexibel auf wetterabhängige Freizeitgewohnheiten reagiert (Opaschowski, 1993). Es bleibt allerdings zweifelhaft, ob es gelingt, den Verzicht auf die Autofahrt, die häufig als Teil des Freizeitvergnügens selbst verstanden wird, zu bewirken und somit eine Auslastung des ÖV zu erreichen, die kostendeckend und – noch wichtiger –, die auch unter CO₂-Emissionsgesichtspunkten den ÖV zur günstigeren Alternative macht.

Ebenso wichtig wie der Ausbau des ÖV für den Freizeitverkehr ist eine Steigerung seiner Attraktivität im Nahbereich. Diese Ziele sind leichter für den ÖV, aber auch zu Fuß und mit dem Rad zu erschließen. Dies trägt zur Verkehrsvermeidung beim Freizeitverkehr bei.

5.1.4 Verkehrsgestaltung durch Gestaltung der wirtschaftlichen Verflechtungen

Die für die Benutzer kostengünstige Bereitstellung von Infrastruktur in Verbindung mit der bestehenden Stadt- und Raumplanung sowie die Leichtigkeit des Verkehrs sind Ursachen dafür, daß die Vorteile der räumlichen Arbeitsteilung in dem heute üblichen Maß wahrgenommen werden. Es gibt aber auch eine Reihe von ordnungs- und fiskalpolitischen Maßnahmen, die die räumliche Arbeitsteilung mitbestimmen, obwohl sie in erster Linie andere, wie z. B. sozialpolitische Ziele verfolgen.

Maßnahmen bei der Stadt- und Raumplanung

Die kommunale und regionale Planung beeinflusst die räumliche Zuordnung von Produktionsstandorten verschiedener Produktionsstufen und unterschiedlicher

Produktgruppen mit. Dies gilt beispielsweise für verkehrsvermeidende Nutzungsbeschränkungen von Gewerbeflächen, eine gezielte Gewerbeansiedlungspolitik, die auf eine räumliche Nähe möglichst vieler vor- und nachgelagerter Produktionsstufen an einem Produktionsstandort ausgerichtet ist, oder für die Ansiedlung transportintensiver Industrie nahe an der Rohstoffbasis oder in der Nähe des Absatzmarktes.

Eine Steuerung der Baulandausweisung mit dem Ziel eines regionalen Gleichgewichts zwischen dem Arbeitskräfte- und dem Arbeitsplatzangebot, wie sie bereits im Bundesraumordnungsgesetz (§ 2 Abs. 1 Ziff. 13) von 1992 gefordert wird, müßte vorangetrieben werden. Dies ist jedoch keine Garantie dafür, daß die Arbeitsplätze im Wohnumfeld auch in vollem Umfang angenommen bzw. auf Dauer genutzt werden.

Verkehrsverträglichkeitsprüfung

Nach Art einer Umweltverträglichkeitsprüfung wäre genauso eine Verkehrsverträglichkeitsprüfung vorstellbar. Hierdurch sollte bereits bei der Gestaltung von Flächennutzungsplänen sowie anderen Bestimmungsfaktoren für die Ansiedlung neuer Industrie- und Gewerbebetriebe d. h. vor der Vergabe des Gebietes und vor dessen Nutzung eine Untersuchung aller Verkehrsfolgen vorgenommen werden.

Abbau von Subventionen und andere sonstige staatliche Förderungs- und Schutzmaßnahmen

Es ist unzweifelhaft, daß ein Abbau von – regionalen – Subventionen und anderen staatlichen Förderungs- und Schutzmaßnahmen im Ergebnis zu einer rationaleren Wirtschaftsstruktur führt und sich damit auch günstig auf die Verkehrsstruktur auswirken wird. Evident zeigt sich dies bei den Restrukturierungsmaßnahmen für die ostdeutsche Braunkohle, die dazu geführt haben, daß in Zukunft ein ganz wesentlicher Teil des Transportvolumens der ehemaligen DDR überflüssig geworden ist.

Sicherlich könnten dergestalt günstige Auswirkungen auch erreicht werden, wenn die derzeitige, im Ergebnis überaus verkehrsintensive Agrarpolitik mit dem Ziele eines Abbaus des „Agrartourismus“ grundlegend reformiert wird. Es geht aber fehl, bei den Überlegungen zu einer solchen Reform bei der sicherlich nicht unwichtigen, im Gesamtzusammenhang aber eher nachrangigen Transportproblematik anzusetzen. Daher wird hier verwiesen auf die Schlußfolgerungen des Berichts der Kommission „Landwirtschaft und Wälder“ (EK, 1994).

Neben den direkten Subventionen hat auch die Förderpolitik zur Entwicklung und Einführung von Verkehrstechnologien Einfluß auf die räumliche Arbeitsteilung. Über die Veränderung der Konkurrenzsituation der einzelnen Verkehrsträger aber auch durch regionale Schwerpunktbildungen verändern sich die Standortvorteile.

5.1.5 Bewußtseinsbildung, Verhaltensänderung, Schulung

Bewußtseinsbildung, Vorbildfunktion, Imagebildung, Verhaltensbeeinflussung usw. sind Instrumente, die die Verkehrsnachfrage beeinflussen oder die Akzeptanz von Maßnahmen fördern können, indem sie beim Bürger die Bewußtseinsbildung über Zustände, Ziele und Maßnahmen fördern bzw. den Sinn der Maßnahmen verständlich machen. Dabei soll diese Bewußtseinsbildung in zwei Richtungen zielen: sowohl auf die Entscheidungen der Verkehrsnutzer als auch auf die Entscheidungen der für die Verkehrspolitik Verantwortlichen.

Bei der auf die Nutzer zielenden Öffentlichkeitsarbeit, geht es nicht primär darum, Werbung für Verzichtleistungen zu machen, sondern die Alternativen attraktiv darzustellen. In jedem Fall sollte eine Neubewertung der Verkehrspolitik im Licht der Klima- und umweltpolitischen Notwendigkeiten angestrebt werden. Zielgruppe sind Entscheidungsträger in Politik und Verwaltung auf allen Ebenen – von der EG-Ebene bis zur Kommune.

Bei der Verhaltensbeeinflussung setzen auch Maßnahmen zur Erhöhung des Auslastungsgrades an. Eine Initiierung von Güter- und Frachtbörsen und der Institutionalisierung des Informationsaustausches potentieller Interessenten für eine Fahrgemeinschaft könnten Instrumente zur Erhöhung der Auslastungsgrade sein.

Neben die hier diskutierten Instrumente müssen noch flankierende Instrumente treten: So müssen die haftungs- und steuerrechtlichen Regelungen im Hinblick auf Fahrgemeinschaften und Car-Sharing-Systeme überprüft werden. Auch ordnungsrechtliche Regelungen müssen in diesem Zusammenhang überdacht werden (vgl. Kap 5.2)

5.1.6 Freiwillige Selbstverpflichtung der Automobilindustrie

Selbstverpflichtungen der Automobilindustrie gab es schon in der Vergangenheit. So wurden im Zeitraum von 1979 bis 1985 bereits einmal spezifische Verbrauchsminderungen von 20–25 % bei neu in den Markt gebrachten Pkw erreicht, nachdem die ursprüngliche Zusage auf 10 bzw. später 15 % gelautet hatte. Daher sollte heute erneut eine Selbstverpflichtung der Hersteller und Importeure von Pkw und Nutzfahrzeugen als Teil eines umfassenden Programms in der Bundesrepublik Deutschland zur Verminderung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005 angestrebt werden. Hierzu bedarf es aber ergänzend langfristig verlässlicher Rahmenbedingungen, das nicht nur für den Hersteller, sondern auch für den Käufer Planungssicherheit gewährleistet.

5.2 Ordnungsrechtliche Maßnahmen

Ordnungsrechtliche Maßnahmen werden gerne vorrangig diskutiert. Dabei darf nicht vergessen werden, daß diese, wie alle generell wirkenden Maßnahmen,

aber auch häufig unerwünschte Nebenwirkungen entfalten. In Betracht kommen Grenzwerte für Schadstoffemissionen, Lärm oder Kraftstoffverbrauch. Dabei kann der Ansatzpunkt das Einzelfahrzeug, eine Serie bestimmter Fahrzeuge oder das gesamte Fahrzeugangebot eines Herstellers sein. Dieses Instrument wird vor allem für Kraftfahrzeuge eingesetzt, wäre aber analog anwendbar auf die anderen Verkehrsträger.

Neben verkehrsmittelbezogenen Maßnahmen werden auch ordnungsrechtliche Eingriffe in den Verkehrsablauf diskutiert. Hierzu gehören temporäre oder örtliche Verkehrsbeschränkungen, wie Nachtfahrverbote, Inlandsflugbeschränkungen bzw. -verbote, Tempolimits, Innenstadtsperren bei Smoglagen usw.

Emissionsvorschriften

Mit verschärften Emissionsvorschriften für CO₂ bzw. Kraftstoffverbrauchs werden emissionsmindernde Techniken initiiert. Sie wirken daher deutlich auf Technikverbesserungen bei allen Fahrzeugen. Nationale Vorschriften können innerhalb der EG jedoch nicht mehr im Alleingang festgelegt werden. Auch Vorschriften für den Luftverkehr verlangen internationale Absprachen. Emissionsvorschriften beinhalten einerseits mögliche wirtschaftliche Nachteile (evtl. höhere Investitionskosten, Handelshemmnisse), andererseits stimulieren sie auch den Technikfortschritt.

Flottenverbrauchsvorgaben

Eine Möglichkeit zur Ausschöpfung aller fahrzeugtechnischen Potentiale zur Verbrauchsminderung einschließlich eines „downsizing“ der Fahrzeuge stellen Kraftstoffverbrauchsgrenzwerte dar. Neben typenbezogenen Grenzwerten für neuzugelassene Fahrzeuge werden vor allem die seit den siebziger Jahren in den USA praktizierten Flottenstandards diskutiert. Dieses beim Hersteller ansetzende Konzept legt für die gesamte Flotte Kraftstoffverbrauchsgrenzwerte gesetzlich fest, die im Durchschnitt über alle verkauften Einheiten dieses Herstellers oder Importeurs einzuhalten sind. Ziel ist die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und damit eine direkte Senkung der CO₂-Emissionen.

Durch die Vorgabe von Durchschnittswerten bleibt es dem Hersteller freigestellt, in welchem Maße er bei den einzelnen Fahrzeugtypen den Kraftstoffverbrauch senkt, solange er den Standard für seine gesamte Flotte einhält. Hierdurch ist der Flottenstandard flexibler und effizienter als der Einzelstandard. Eine einfache Übertragung dieses in den USA praktizierten Instruments auf die Bundesrepublik Deutschland ist wegen der völlig anders gearteten Struktur der deutschen Kraftfahrzeugindustrie nicht möglich. Flottenverbrauchsregelungen müssen daher den europäischen Strukturen und den Besonderheiten des deutschen Marktes angepaßt werden, d. h. sie müssen den herstellereigenen Besonderheiten Rechnung tragen. Ein Beispiel könnte die Vorgabe prozentualer Flottenverbrauchsreduktionen sein.

Tempolimit

Neben situativen Geschwindigkeitsvorgaben wird immer wieder ein generelles Tempolimit auf deutschen Autobahnen in die öffentliche Diskussion gebracht.

Die Gegner eines allgemeinen flächendeckenden Tempolimits tragen als Begründung vor:

Aus Klimaschutzgründen interessiert vor allem, welche Auswirkung eine solche Maßnahme auf den Mineralölverbrauch und damit auf die CO₂-Emissionen bzw. die anderen Schadstoffemissionen hat. Eine Studie zu diesem Thema (Steierwald, 1982) kommt zu dem Ergebnis, daß ein Tempolimit von 130 km/h auf Autobahnen nur zu einer Mineralölsteuereinsparung von 0,6% bezogen auf die Autobahnen und 0,1% bezogen auf den gesamten Straßenverkehr führt (Tab. 5.2-1). Bezogen auf den gesamten Mineralölverbrauch in West-Deutschland beträgt die entsprechende Ziffer 0,0025%.

Tabelle 5.2-1

**Energieeinsparungspotential bei Tempolimit
130 km/h auf BAB bei mittlerem Befolgungsgrad;
Datenbezugsbasis 1980 (Steigerwald, 1982)**

bezogen auf	Mineralöleinsparung in %	
	Tempo 100 km/h	Tempo 130 km/h
nur BAB-Verkehr	5,4	0,6
gesamter Straßen- verkehr	1,1	0,1
gesamter Mineralöl- verbrauch (D)	0,223	0,025

Dieser geringe Einfluß eines Tempolimits auf den Mineralölverbrauch liegt daran, daß von einer solchen Maßnahme nur ein geringer Teil der Fahrleistung auf Autobahnen betroffen ist, denn auf umfangreichen Netzabschnitten und zu vielen Tagesstunden werden infolge der Belastungen, der Verkehrszusammensetzung (Lkw-Anteil), der Witterung, der Trassierungs- bzw. Fahrbahnbedingungen oder auch aufgrund der individuellen Fahrerwünsche ohnehin keine höheren Geschwindigkeiten gefahren.

Zum anderen hat der Abgasgroßversuch der Bundesregierung (TÜV-Rheinland, 1985) gezeigt, daß es bei tempolimitiertem Fahrverhalten zu einer starken inneren Fahrdynamik kommt, die sich in ständigen feinen Gaspindelbewegungen niederschlägt, so daß für die Verbrauchswerte und damit die Emissionsberechnungen bei Tempolimit-Situationen ein instationärer Motorbetrieb und nicht der Motorbetrieb unter Konstantfahrt zugrunde gelegt werden muß. Damit bewirkt ein Tempolimit bei weitem nicht die Einsparung wie sie von manchen Institutionen unter Zugrundelegung sogenannter Konstantfahrt-Meßwerte errechnet worden ist.

Generell wird heute im Straßenverkehr mit Erfolg eine Strategie vorangetrieben, starre Regelungen durch intelligente, zeitlich und örtlich flexible Regelungen zu ersetzen. Ihre Akzeptanz und damit ihr Befolgungsgrad bei den Fahrern ist wesentlich höher als bei pauschalen Maßnahmen. Denn bekanntlich werden Vorschriften, deren unmittelbare Sinnhaftigkeit für den Kraftfahrer nicht erkennbar ist, am häufigsten mißachtet (Tempolimit an Baustellen, wenn die Arbeit ruht; Rotlicht für Fußgänger; Tempolimits an in der Regel überlasteten BAB-Abschnitten während der verkehrssarmen Zeiten).

Auch in bezug auf den Energieverbrauch und damit die CO₂-Emissionen sind situative Tempolimits einem allgemeinen Tempolimit vorzuziehen. Gerade weil sie zu Zeiten und auf Strecken hoher Belastung in Kraft gesetzt werden, haben sie hohe Befolgungsgrade und insgesamt einen quantitativ hohen Effekt. Dieser gewissermaßen „massenhafte“ Effekt ist so groß, daß er durch die vergleichsweise bescheidenen Verkehrsmengen, die zu verkehrsschwachen Zeiten und auf entsprechenden Strecken nach wie vor frei fahren können, nicht wieder aufgehoben wird.

Bezeichnend ist in diesem Zusammenhang, daß in Ländern mit Tempolimits dies auch nur von einem etwa gleich großen Prozentsatz von Autofahrern eingehalten wird wie in Deutschland die Regelung der Richtgeschwindigkeit. Bei Durchsetzung eines höheren Befolgungsgrades ist daher auch die Frage nach dem Überwachungsaufwand und dessen sozialer und politischer Akzeptanz zu stellen.

In jüngster Zeit hat sich erfreulicher Weise der Streit um ein starres BAB-Tempolimit in Deutschland etwas entschärft, weil (über Parteigrenzen hinweg) die bessere Alternative offenbar in situativen, d. h. zeitlich und örtlich flexiblen Regelungen gesehen wird.

Dem Argument, ein Tempolimit würde den Anstoß zur Produktion kleinerer und leichter und damit verbrauchsärmerer Fahrzeuge geben, steht die Entwicklung in den USA entgegen. Gerade dort ist trotz eines langjährigen Tempolimits ein starker Trend zu schweren, verbrauchsintensiven Wagen mit starker Motorleistung, wie z. B. Wohnmobilen, Van-Konzepten, Geländewagen u. a. zu verzeichnen.

Ein weiterer internationaler Vergleich zeigt, daß die deutschen Autobahnen sicherer sind als die Autobahnen in Ländern, in denen allgemeine Autobahntempolimits in Kraft sind (z. B. Italien, Österreich, Frankreich, Belgien, USA). So finden die meisten Autobahnunfälle auch heute noch bei Geschwindigkeiten unter den diskutierten Limits statt. Einem allgemeinen Tempolimit wird dagegen die Gefahr vermehrter Unfälle zugeschrieben, da hierdurch schleppende Überholvorgänge, mit den schon heute bei Lkw-Überholungen bekannten Pulkbildungserscheinungen, zu befürchten sind. Weitere Folgen eines Tempolimits sind die Unterschreitung des Sicherheitsabstandes, eine Reduktion der Konzentration durch eintönige Fahrweise sowie eine schnelle Ermüdung des Fahrers.

Darüber hinaus wird vor allem auch durch Reaktionen aus dem Ausland deutlich, daß der Sicherheitsstandard der deutschen Personenkraftwagen und die

Wettbewerbsfähigkeit insgesamt dadurch gefördert wird, daß diese Fahrzeuge auch für hohe Geschwindigkeiten (d. h. insgesamt technisch anspruchsvoller) ausgelegt sind. Auf die internationale Werbung japanischer Firmen mit Testfahrten auf deutschen Autobahnen ist in diesem Zusammenhang hingewiesen.

Dagegen tragen die Befürworter eines allgemeinen Tempolimits vor:

Die Einführung eines allgemeinen Tempolimits würde den Verkehr sicherer machen und den Schadstoffausstoß senken. Diese Maßnahme würde nichts kosten und wäre sofort wirksam. Im einzelnen:

- Ein Tempolimit würde das Fahrverhalten allgemein positiv beeinflussen. Es käme zu niedrigeren und homogenen Geschwindigkeiten, zu einer ruhigeren und gelasseneren Fahrweise, zu weniger Überholvorgängen und zu weniger Verstößen gegen das Gebot des Mindestabstands. Wenn die Spitzengeschwindigkeiten wegfallen, verringern sich die Differenzgeschwindigkeiten. Hierdurch bleibt in kritischen Situationen mehr Zeit für angemessene Reaktionen.
- Ein Tempolimit auf Autobahnen würde nicht nur zu niedrigeren Spitzen-, sondern auch zu geringeren Durchschnitts- und Differenzgeschwindigkeiten führen. Damit würde die Zahl der Unfälle – durch Verfügbarkeit von längeren Reaktionszeiten und Bremswegen – deutlich gesenkt. Auch die Unfallschwere würde durch geringere Aufprallgeschwindigkeiten erheblich verringert.
- Ein allgemeines Tempolimit beruhigt und versachtlicht das Verkehrsverhalten. Psychologische Forschungsergebnisse zur Geschwindigkeitswahrnehmung zeigen, daß erforderliche Temporeduzierungen bei geänderten Verkehrssituationen nicht stark genug ausfallen, wenn man zuvor mit hoher Geschwindigkeit gefahren ist (Bundesanstalt für Straßenwesen, 5/91). Dies gilt vor allem auf Autobahnen in Baustellenbereichen und beim Übergang in das sonstige Straßennetz. „Wer gerade Tempo 200 gefahren ist, glaubt bei Tempo 50 aussteigen zu können“. Ein generelles Tempolimit auf Autobahnen würde sich demnach beruhigend und sicherheitserhöhend auf den Verkehr im gesamten Straßennetz auswirken.
- Als langfristige Auswirkungen eines Tempolimits kann u. a. erwartet werden, daß Leistungs- und Dominanzstreben im Straßenverkehr zugunsten eines sozialverträglichen Miteinanders abgebaut werden. Hochleistungsmotoren werden unnötig und finanziell unsinnig. Der Trend zu immer schwereren und schnelleren Fahrzeugen würde sich umkehren (down sizing). Es bestände nicht mehr die Gefahr, daß sich der Fahrer mit der Leistungsfähigkeit seines Fahrzeugs identifiziert. Das Fahrzeug würde normaler Gebrauchsgegenstand.
- Auf der Seite der Fahrzeugtechnik werden Geschwindigkeitsbegrenzungen dazu anregen, Motoren und Getriebe auf niedrigere Geschwindigkeitsniveaus zu optimieren und damit den Wir-

kungsgrad zu verbessern. Reduzierte Höchstgeschwindigkeiten würden Nachfrage nach verbrauchsgünstigen Fahrzeugen anregen

- Ein Tempolimit würde deshalb in direktem Zusammenhang mit dem Kraftstoffverbrauch den Schadstoffaustausch senken, sowie die Lärmentwicklung und die Flächenbeanspruchung reduzieren (langsamere Straßen brauchen einen geringeren Querschnitt). Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes (Umweltauswirkungen von Tempolimit, 1/92) würde beispielsweise der Ausstoß von CO₂ bei einem Tempolimit von 120 km/h und einem Befolungsgrad von 70 % bezogen auf das Bundesautobahnnetz um 10 % und bezogen auf das gesamte Straßenverkehrsnetz der alten Bundesländer um 3 % sinken.

Die in erster Linie für ein Tempolimit auf Bundesautobahnen dargestellten Argumente gelten grundsätzlich auch für eine generelle Senkung der Höchstgeschwindigkeiten auf außer- und innerörtlichen Straßen.

- Bei einem generellen Tempolimit von 90 bzw. 30 km/h geht das Umweltbundesamt hier ebenfalls von einem erreichbaren CO₂-Minderungspotential von rund 10 % aus.
- Die Lärminderung würde 5 dB (A) betragen, d. h. ein PKW mit 50 km/h ist so laut wie 3 Pkw mit 30 km/h
- Der verringerte Flächenbedarf für den Kfz-Verkehr würde ein besseres Flächenangebot für andere Nutzungen ermöglichen (umweltfreundliche Verkehrsmittel, Begrünung, Aufenthalt).
- Die Verringerung der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Kraftfahrzeug und langsameren Verkehrsteilnehmern (Fahrradfahrer, Fußgänger) vermindert die Gefahr von schweren Unfällen um 60 bis 80 % (Tempo-30-Versuchsergebnisse) und verbessert damit die Bedingungen für umweltfreundliche Verkehrsmittel entschieden.

Gegen die sofortige Einführung eines allgemeinen Tempolimits gibt es kein stichhaltiges Argument. Dabei werden insbesondere folgende Argumente genannt, die allesamt relativiert werden können:

- Autobahnen sind die sichersten Straßen Deutschlands

Im Vergleich zum übrigen Straßennetz ist das richtig, aber auch selbstverständlich. Auf Autobahnen gibt es keine Fußgänger, keine Radfahrer, keinen Gegenverkehr, durch Schutzplanken getrennte Fahrspuren, ein besonders gutes Rettungswesen usw. Entscheidend ist, daß ein Tempolimit unstrittig einen zusätzlichen Sicherheitsgewinn bringen würde. Nach Schätzungen der Bundesanstalt für Straßenwesen würde die Zahl der Toten und Schwerverletzten bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 130 km/h um rund ein Viertel zurückgehen.

- In Ländern mit Tempolimit gibt es zum Teil höhere Unfallzahlen

Auch diese Aussage ist richtig, nur hat das nichts mit dem Tempolimit zu tun. Die Gründe liegen vielmehr

im guten Ausbauzustand unserer Straßen, den höheren technischen Standards der Fahrzeuge (regelmäßige Kontrolle, bessere polizeiliche Überwachung), dem guten Rettungswesen und der Intensivmedizin. Entscheidend wäre ein Vorher-Nachher-Vergleich bezogen auf dasselbe Autobahnssystem. In allen Ländern, die ein Tempolimit eingeführt haben, gab es nach der Umstellung weniger Tote und Verletzte.

- Durch ein Tempolimit schwindet der technologische Vorsprung der deutschen Autos und es werden Arbeitsplätze gefährdet.

Diese Aussage ist durch nichts belegt. Die schnellsten und teuersten Autos werden zu mehr als 50 % in Länder mit zum Teil striktem Tempolimit exportiert. Japanische Autos sind trotz Tempolimits in Japan nicht nur auf dem deutschen Markt sehr erfolgreich.

- Ein Tempolimit führt zu mehr Staus

Das Gegenteil ist der Fall. Ein Tempolimit erhöht die Leistungsfähigkeit der Autobahnen und verringert die Staugefahr. Bei einem unruhigen Verkehrsablauf durch große Geschwindigkeitsunterschiede besteht die Gefahr von Verkehrsstörungen, die bei Bremsvorgängen zu Kettenreaktionen bis zum Stillstand führen können. Die höchste Leistungsfähigkeit haben Autobahnen bei einer Geschwindigkeit von 65 bis 80 km/h.

- Nur noch ein sehr kleiner Teil des Straßennetzes ist überhaupt ohne Tempolimit

Entscheidend sind nicht die Straßenkilometer, sondern die gefahrenen Kilometer. Zwar sind in der Tat lediglich 1,4 % des Straßennetzes ohne Tempolimit, hier werden aber rund 30 % aller Fahrleistungen erbracht.

- Ein Tempolimit ist ohnehin nicht zu kontrollieren
- Dies Argument ist nicht hinnehmbar, widerspricht allen Regeln zivilisierten Zusammenlebens. Richtig ist, daß ein Tempolimit um so wirksamer ist, je schärfer es kontrolliert wird. Besser wäre die Begrenzung der Geschwindigkeit durch einfache technische Geräte in den Fahrzeugen, wie sie in der EU demnächst für LKW Pflicht werden.

Lokale ordnungspolitische Maßnahmen

Im Stadtverkehr, der zweifellos am dringendsten einer Lösung bedarf, erlangen ordnungspolitische Maßnahmen besonders große Bedeutung, da hier Zugriffsmöglichkeiten auf preispolitische Instrumente nur beschränkt bestehen; zudem kann gerade hier angesichts des Ausmaßes der Folgeprobleme nicht allein auf die langfristig zu erwartenden Effekte anderer „Raumstruktur-Politik“ gewartet werden.

Als wichtige Handlungsbereiche für den städtischen bzw. stadtreionalen Verkehr werden Verkehrsberuhigung und Verstetigung des Verkehrsflusses genannt. Neben einem beachtlichen CO₂-Minderungspotential liegen weitere positive Effekte vor allem in

den Bereichen Verkehrssicherheit, Lärminderung sowie Minderung der Schadstoff-Emissionen.

Die Sperrung von Innenstädten wirkt deutlich auf die Potentiale „Verlagerung des Personennahverkehrs“ und „Auslastungserhöhung“. Vermutlich werden nur solche Sperrkonzepte von Erfolg sein, die dem Verkehrsnutzer mehrere Ausweichmöglichkeiten bieten. Solange ein Sperrkonzept langfristig angekündigt wird und hinsichtlich der Schärfe Wirkung allmählich hochgefahren wird, kann eher mit einer Nachfrage-reaktion bezüglich der geforderten Technik als durch Ausweichen auf den ÖPNV oder Fahrtverzicht gerechnet werden. Ein möglicher Fahrtverzicht wird sich in der Regel nur auf das Sperrgebiet beziehen.

Eine Parkplatzreduktion wird großen Einfluß auf die „Verlagerung im Personennahverkehr“ haben. Neben einer Parkplatzreduktion bedürfte es aber zusätzlicher Instrumente, um in diese Maßnahme auch die privaten Stellplätze einzubeziehen.

Ganz entscheidend für die Reaktion auf die Parkplatzreduktion ist die Zielgruppe, die hiervon betroffen ist. Eine Reduktion der Dauerparkplätze wird sich vornehmlich auf den Berufsverkehr auswirken. Eine vermehrte Bildung von Fahrgemeinschaften und eine noch stärkere Nutzung, des Rades, der Eigenfortbewegung sowie des ohnehin schon mit hoher Auslastung fahrenden ÖPNV wäre die Folge. Dies wird noch verstärkt durch Maßnahmen, die eine Verlagerung vom Pkw auf den ÖPNV fördern wie z. B. das Job-Ticket. Solche Maßnahmen müßten daher durch eine weitere Entzerrung der Arbeitszeiten wie etwa flexiblere Gleitzeitregelungen flankiert werden. Eine Parkplatzreduktion für Kurzparker hätte einen positiven Effekt, wenn es gelänge, diesen Verkehr auf den Fußverkehr, das Rad oder den ÖPNV zu verlagern. Hierdurch könnte eine größere Auslastung des ÖPNV in den wenig benutzten Zeiten erreicht werden. Hinzu käme eine deutliche Reduktion des Pkw-Verkehrs. Gelingt eine solche Verlagerung nicht, führt diese Maßnahme zu mehr Parkplatzsuchverkehr. Zudem besteht die Gefahr, daß Geschäftsverkehr in andere Städte verdrängt wird oder Gewerbegebiete und Großeinkaufsmöglichkeiten am Stadtrand aufgesucht werden. Bezogen auf das Umweltziel und auf das lokale Wirtschaftsgefüge sind solche Maßnahmen kontraproduktiv und verlangen daher nach Folgeabschätzungen und ggf. Begleitmaßnahmen.

Schaffung der Voraussetzungen für Mitfahrgemeinschaften

Über die Erhöhung des Besetzungsgrades der Personenkraftwagen ist ein erhebliches Reduktionspotential erschließbar. Die Aktivierung des Potentials außerhalb bereits bestehender Mitfahrgemeinschaften erfordert aber eine Vielzahl von Änderungen der administrativen oder gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Unter anderem müßte das Versicherungsrecht so angepaßt werden, daß sowohl der Mitnehmende als auch der Mitzunehmende gegenüber allen Risiken

aus der Personenbeförderung umfassend geschützt ist. Auch die finanzielle Seite ist hierbei befriedigend zu lösen. Über eine Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes muß beispielsweise Mitnehmenden die Möglichkeit eingeräumt werden, die Mitnahme gegen Entgelt durchzuführen. In der Straßenverkehrsordnung sind Sonderregelungen für Ein- und Aussteigemöglichkeiten im Straßenraum vorzusehen. Dies gilt auch hinsichtlich der Einräumung von Sonderrechten für mehrfachbesetzte Pkw wie z. B. die Benutzung von Sonderspuren. Die notwendige Änderung steuerrechtlicher Regelungen wird in Kap. 5.3.2 erörtert.

Europaweite Harmonisierung und Anpassung des Eisenbahnwesens

Durch Anpassung der eisenbahntechnischen Vorschriften an den Stand der Technik (im gesamten EU-Raum) könnte die Wettbewerbsfähigkeit der Bahn verbessert werden. Die Konstruktion der Schienenfahrzeuge unterliegt aus Sicherheitsgründen sehr genauen staatlichen Vorgaben, was erhebliche Auswirkungen auf das Gewicht und den Energieverbrauch der Fahrzeuge hat. Die Lockerung dieser Gesetzgebung unter Beibehaltung des Sicherheitsniveaus würde unter Anwendung der Leichtbauweise zu verringertem Ressourcenverbrauch und geringerem Energieverbrauch führen (Heinisch, 1993). Hierzu gehört auch eine Verpflichtung zur Bremsenergieerückgewinnung.

Um eine gesamteuropäische Gestaltung des Schienenverkehrs zu erreichen, ist es wünschenswert, eine europäische Schienenverkehrsorganisation zu schaffen. Hierzu ist ein entsprechender Ordnungsrahmen zu bilden. Darüber hinaus ist die europäische Planungskompetenz und die Finanzierung dieser europäischen Verkehrsinfrastruktur zu regeln.

5.3 Preispolitische Maßnahmen

Zu den preispolitischen Instrumenten zählen sowohl Abgaben und Entgelte (Tarifgestaltung) als auch Subventionen.

Folgende Maßnahmen kommen in Betracht:

- Allgemeine Transportkostenerhöhung durch energie- bzw. emissionsbezogene Verteuerung des Verkehrs z. B. Erhöhung der Mineralölsteuer
- Emissionsabhängige Gestaltung der Kfz-Steuer
- Road-Pricing (emissions- oder fahrleistungsabhängig)
- Parkraumbewirtschaftung
- Finanzierung im öffentlichen Personenverkehr und Schienengüterverkehr (excl. Infrastruktur)
- Sonstige Instrumente

5.3.1 Maßnahmen zur Verteuerung des Verkehrs

Eine Verteuerung im Verkehrssektor kann – mit unterschiedlicher Fristigkeit – in der Tendenz Einfluß auf folgende Größen nehmen:

- Kurzfristig
 - Verkehrsmittelwahl (auch mittelfristig durch Verteuerung beeinflusst)
 - Wahl der Entfernung im Personenverkehr
 - Nutzerverhalten (z. B. Fahrweise)
 - gesamtwirtschaftliche Nachfrage
- Mittelfristig
 - Kaufverhalten bei Fahrzeugneuanschaffungen
 - Arbeitsteiligkeit über große Entfernungen
 - räumliche Warendistribution (trotz der im Durchschnitt geringen Transportkostenanteile)
- Langfristig
 - Siedlungsstruktur bzw. Ansiedlungswünsche (Wohnungs- und gewerbliche Nutzung) Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahmen zur Verteuerung des Verkehrs kann dazu genutzt werden, gezielt auf einen bestimmten Bereich des Verkehrsverhaltens, beispielsweise die Verkehrsmittelwahl, einzuwirken. Wechselwirkungen mit anderen Bereichen ergeben sich fast in allen Fällen.

Allgemeine Transportkostenerhöhung, insbesondere Mineralölsteuererhöhung

Eine detaillierte Analyse der komplexen Auswirkungen einer Verteuerung des Verkehrs ist im Rahmen des vorliegenden Berichtes nicht möglich. In einer Studie wurden die Wirkungen skizziert, die von einer generellen Verteuerung des Transports – also ohne Spezifizierung der Einzelmaßnahmen – ausgehen.

Eine vom DIW/IVM durchgeführte Studie untersucht die Wirkung einer Steuer als Instrument einer Verteuerung des Verkehrs. Als Ausgangspunkt für die Studie wurde eine Steuer von 4 DM pro Liter Benzin für das Jahr 2005 (zu Preisen von 2005; ohne Mehrwertsteuer) angenommen, d. h. die Kraftstoffpreise würden dann ca. 5 DM betragen. Um die anderen Energieträger einer analogen zusätzlichen Belastung zu unterwerfen, wird diese Steuer in Analogie zum Endenergieeinsatz für die anderen Energieträger umgerechnet. Nach Ansicht der Kommission handelt es sich bei den Schlußfolgerungen der Studiennehmer um Modellannahmen, die jedoch nicht zwangsläufig eintreten müssen. Die Kommission hat die Studie daher zur Kenntnis genommen, ohne sich deren Ergebnisse jedoch uneingeschränkt zu eigen zu machen.

Beim Personenverkehr fallen die durch eine solche drastische Steuer ausgelösten Energiekostensteigerungen für die einzelnen Verkehrsträger unterschiedlich aus. Beispielsweise fällt die Energiekostenerhöhung beim Schienennahverkehr etwas geringer als beim Schienenfernverkehr mit seinem höheren Anteil Stromtraktion aus.

Die Veränderung der Gesamtkostenbelastung ergibt sich wie folgt: Im Basisjahr 1990 gaben die privaten Haushalte fast 200 Mrd. DM für Verkehr aus. Dies waren etwa 15 % der gesamten Haushaltsausgaben. Von diesen Verkehrsausgaben entfielen nur 20 % auf Kraftstoffe, also die direkt spürbaren Betriebskosten (out-of-pocket-costs). Mit der angenommenen Mineralölsteueranhebung auf 4 DM/l steigt dieser Betrag für einen modellmäßigen Endzustand auf das 3,7fache. Dieser Wert allerdings tritt in der Realität nicht ein, da bei einer verbindlich vorgegebenen, stufenweisen Anhebung der Steuer bereits vor Erreichen des Endzustandes Anpassungsreaktionen bei Produzenten und Nutzern einsetzen: Das feste „Preisprogramm“ aktiviert bessere (effizientere) Technik, die zwar mehr kostet, aber Ausgaben für Treibstoff

absenkt. Weitere Minderungen ergeben sich durch den angeregten Umstieg auf die energieeffizienteren Systeme und das Einsparen eines Teils der Wege. Nach diesen Anpassungsreaktionen dürfte der Treibstoffverbrauch etwa auf die Hälfte des „Verkehrszustandes 1990“ gesunken sein; zwar wird jetzt (2005/2010) für diesen verringerten Kraftstoffverbrauch immer noch 80 % mehr bezahlt, aber die Verkehrsausgaben der Haushalte insgesamt liegen aufgrund der sonstigen Anpassungsreaktionen (Verlagern, Vermeidung) nur um ein Viertel über den Ausgaben von 1990. Für die Interpretation dieser Zahlen bezüglich der sozialen Verträglichkeit ist zu beachten, daß die in der Modellrechnung angenommene Reduzierung auf „5–6 Liter Autos“ sehr große Spielräume für weitere private Sparmaßnahmen offenläßt.

Tabelle 5.3-1

Modellschätzung zu den Veränderungen der privaten Verkehrsausgaben bei stufenweiser Anhebung der Mineralölsteuer (DIW/IVM, 1993)

Ausgabenkategorien	Ausgangssituation 1990	Ausgaben zuzüglich Energieverteuerung	Minderung durch Anpassungsreduktionen		Geschätzte Situation nach 15 Jahren 2005/2010
			Technik Downsizing	Verlagerung Vermeidung	
– Mrd. DM –					
Kfz insgesamt	172,1	(277,3)	–42,1	–23,1	212,2
Kfz-Anschaffung	78,0	(78,0)	+12,9	– 4,6	86,3
Kraftstoffe	39,0	(144,3)	–61,2	–12,1	71,0
Übrige Kfz-Ausgaben	55,0	(55,0)	+ 6,2	– 6,4	54,8
Eisenbahnverkehr und ÖSPV ¹⁾	17,0	(22,7)	– 1,7	+ 3,5	24,3
Sonstige Verkehrsleistungen	6,1	(308,3)	– 0,5	–	7,7
Verkehrsausgaben insgesamt	195,1	(308,3)	–44,4	–19,7	244,2
– Index (1990 = 100) –					
Kfz insgesamt	100	(161)			123
Kfz-Anschaffung	100	(100)			111
Kraftstoffe	100	(370)			182
Übrige Kfz-Ausgaben	100	(100)			100
Eisenbahnverkehr und ÖSPV ¹⁾	100	(134)			143
Sonstige Verkehrsleistungen	100	(135)			126
Verkehrsausgaben insgesamt	100	(158)			125
– Anteil an den Haushaltsausgaben insgesamt in % –					
Kfz insgesamt	13,3	(21,5)			16,4
Kfz-Anschaffung	6,0	(6,0)			6,7
Kraftstoffe	3,0	(11,2)			5,5
Übrige Kfz-Ausgaben	4,3	(4,3)			4,2
Eisenbahnverkehr und ÖSPV ¹⁾	1,3	(1,8)			1,9
Sonstige Verkehrsleistungen	0,5	(0,6)			0,6
Verkehrsausgaben insgesamt	15,1	(23,9)			18,9

*) ÖSPV = Öffentlicher Straßenverkehr.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW.

Tabelle 5.3-2

**Veränderung der Truckingkosten *) des Güterverkehrs
(der Straßen, der Eisenbahnen und der Binnenschifffahrt) in % der Produktionswerte**

Produktionsbereich	Produktionswert (PW)	Veränderung der Truckingkosten durch eine Transportkostenverteuerung	
	in Mio. DM	in Mio. DM	in % des PW
1 Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft	61 262	509	0,83
2 Erzeugung von Produkten der Forstwirtschaft, Fischerei	8 011	102	1,27
3 Erzeugung und Verteilung von Elektrizität, Dampf, Wasser	84 544	1 420	1,68
4 Erzeugung und Verteilung von Gas	15 548	27	0,17
5 Gewinnung und Verteilung von Wasser	7 643	7	0,09
6 Gewinnung von Kohle, Herstellung von Erzeugnissen des Kohlebergbaus	27 395	121	0,44
7 Gewinnung von Bergbauerzeugnissen (ohne Kohle, Erdöl, Erdgas)	3 650	70	1,92
8 Gewinnung von Erdöl, Erdgas ¹⁾	2 559	38	1,48
9 Herstellung von chemischen Erzeugnissen, Spalt- und Brutstoffen	179 638	1 229	0,72
10 Herstellung von Mineralölerzeugnissen ¹⁾	45 676	719	1,57
11 Herstellung von Kunststoffherzeugnissen	49 805	246	0,49
12 Herstellung von Gummierzeugnissen	14 248	53	0,37
13 Gewinnung von Steinen und Erden, Herstellung von Baustoffen	38 324	603	1,57
14 Herstellung von feinkeramischen Erzeugnissen	4 409	65	1,47
15 Herstellung von Glas und Glaswaren	12 411	104	0,84
16 Herstellung von Eisen und Stahl	92 217	1 170	1,27
17 Herstellung von NE-Metallen, NE-Metallhalbzeug	28 877	136	0,47
18 Herstellung von Gießereierzeugnissen	12 826	128	0,72
19 Herstellung von Erzeugnissen der Ziehereien, Kaltwalzwerke	41 635	360	0,86
20 Herstellung von Stahl- und Leichtmetallbauerzeugnissen, Schienenfahrzeuge	29 355	177	0,60
21 Herstellung von Maschinenbauerzeugnissen	163 644	749	0,46
22 Herstellung von Büromaschinen, ADV-Geräten und -Einrichtungen	17 415	51	0,29
23 Herstellung von Straßenfahrzeugen	210 913	835	0,40
24 Herstellung von Wasserfahrzeugen	5 811	24	0,41
25 Herstellung von Luft- und Raumfahrzeugen	11 970	18	0,15
26 Herstellung von elektrotechnischen Erzeugnissen	154 834	627	0,40
27 Herstellung von feinmechanischen und optischen Erzeugnissen, Uhren	24 341	86	0,35
28 Herstellung von EBM-Waren	50 898	282	0,55
29 Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren, Sportgeräten, Schmuck	8 925	38	0,43
30 Bearbeitung von Holz	10 280	131	1,27
31 Herstellung von Holzwaren	37 028	258	0,70
32 Herstellung von Zellstoff, Holzschliff, Papier, Pappe	19 837	285	1,44
33 Herstellung von Papier- und Pappewaren	23 328	218	0,93
34 Herstellung von Erzeugnissen der Druckindustrie und Vervielfältigung	35 038	213	0,61

1) Überwiegend Pipeline-Transporte.

*) Truckingkosten: Reine Fahrtkosten, ohne die sonst übliche Einbeziehung anderer Nebenkosten des Transportgewerbes.

Unter Berücksichtigung aller Anpassungsreaktionen (verbesserte Technik, weniger bzw. kleinere Fahrzeuge, Verhaltensänderung) der von der Steuererhöhung Betroffenen vermindert sich der Kraftstoffverbrauch und damit auch der CO₂-Ausstoß gegenüber der Ausgangssituation 1990 um etwa die Hälfte (DIW/IVM, 1993). Etwa 80 % dieser Reduktionen beruhen dabei auf verbesserter Technik. Dabei ist die Dynamik des Verkehrssektors nicht einbezogen und die Reduktionsaussagen beziehen sich nur auf die heute realisierten Verbrauchs- und Emissionswerte.

Für die Mineralölindustrie würde die analysierte Kraftstoffverteuerung eine Absatzeinbuße bedeuten. Das DIW/IVM kommt zu dem Ergebnis, daß sich per Saldo eine Zunahme der Ausgaben – für dann teurere Fahrzeugschaffungen – in Höhe von 12 % ergibt.

Trotz der verbrauchssenkenden Anpassungsreaktionen von Haushalten und Unternehmen kann der Staat eine Einnahmensteigerung durch die analysierte Verteuerung des Verkehrs erzielen. Das zusätzliche Steueraufkommen beläuft sich in dem Modellfall allein für den Personenverkehr auf rund 50 Mrd. DM (ohne MWSt). Dies führt für unterschiedliche Personengruppen zu unterschiedlichen Belastungen. Dabei ist zu überlegen, diese Mehreinnahmen an anderer Stelle zu erstatten. Damit könnten die Ausgaben der Haushalte für Verkehr wieder auf das Niveau vor Einführung dieser Lenkungsmaßnahmen gesenkt werden.

Neben der Aktivierung der besseren Technik werden verkehrsmäßige Wirkungen – vor allem Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung – aber „durch eine generelle Verteuerung von Verkehrsleistungen nur in verhältnismäßig geringem Ausmaß erreicht. Will man auch andere negative externe Effekte von Verkehrsleistungen – wie Unfälle, Lärm, Flächenverbrauch – reduzieren, wäre das Maßnahmenspektrum zu erweitern.

Ähnliche Modellrechnungen in der gleichen Studie des DIW/IVM kommen für die Auswirkungen einer Verteuerung des Transports beim Güterverkehr zu folgendem Ergebnis:

Die Erhöhung der Transportkosten im Straßengüterverkehr würde den durchschnittlichen Anteil der Transportkosten am Produktionswert von 0,91 % auf 1,43 % erhöhen (Anstieg bei der Bahn von 0,13 % auf 0,21 %, bei der Binnenschifffahrt von 0,06 % auf 0,14 %) (DIW/IVM, 1993).

Addiert man die Transportkostenveränderungen über alle drei Verkehrsträger, so ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 5.3-2): Die Transportkostenverteuerung erreicht über alle Produktionsbereiche rund 27 Mrd. DM; dies entspricht einer Transportkostenerhöhung von rund 0,7 % des Produktionswertes.

Es ist kaum zu erwarten, daß die ermittelte Transportkostenerhöhung zu einer nennenswerten Reduktion der Verkehrsleistung führen wird.

Die diskutierte Transportkostenerhöhung führt nach allen Anpassungsreaktionen, die nahezu vollständig aus technischen Energieeffizienzsteigerungen bestehen, im Güterverkehr zu einer CO₂-Emissionsreduktion von 9–14 % (Referenzjahr 1988). Auch hier ist darauf hinzuweisen, daß die Dynamik der Güterver-

kehrsentwicklung in diesen Werten nicht berücksichtigt ist.

CO₂-Energie-Steuer

Eine allgemeine CO₂-Energie-Steuer würde alle Wirtschaftssektoren treffen, sofern sie den Verkehrsbereich einbeziehen würde. Die Veränderung der Verkehrsnachfrage würde durch die geringere relative Veränderung im Vergleich zu den anderen Energiepreisen nur zu geringeren Wirkungen führen (Pfennigbeträge).

Zertifikatslösungen

Emissionszertifikate sehen vor, die maximal emittierbare Menge eines bestimmten Stoffes festzulegen und die Emissionsmengen in verbrieft Form handelbar zu machen. Damit könnte ein gewünschtes Umweltziel direkt erreicht werden, indem nur so viele Zertifikate ausgegeben werden, wie Emissionen zugelassen werden sollen. Solche Zertifikatsmodelle werden intensiv diskutiert. Da CO₂ lokal keine schädlichen Wirkungen hinterläßt, könnten Zertifikate bundesweit gehandelt werden.

Der Vorteil des Zertifikatmodells gegenüber Steuermodellen ist, daß die Emissionsmenge fixiert ist, d. h. das angestrebte Ziel wird nicht verfehlt. Allerdings ist zu klären, wie die Zertifikate zu Anfang verteilt werden sollen. Der Preis der Zertifikate wird sich am Markt ergeben.

Der Verkehrsbereich würde als einer der CO₂-emittierenden Sektoren in dem Zertifikatsmodell erfaßt. Eine spezielle Anpassung an die Probleme des Verkehrs erfolgt nicht. Die Wirkungen eines Zertifikatsystems sind ähnlich zu beurteilen wie die in Kapitel 5.3.2 analysierte Verteuerung des Transports (Ewers, 1992).

Zertifikatslösungen sind sicherlich nicht nur auf den Verkehr anzuwenden, wenn sie in bezug auf das Emissionsminderungsziel wirken sollen. Die Wirkung von Zertifikatslösungen kann man als stark auf die „Fahrzeug-Technik“ aller Verkehrsträger, die „Auslastungserhöhung“, „Transport- und Reiseweitenreduktion“ sowie die „Verlagerung im Güter- und Personenfernverkehr“ ansehen.

Im Ergebnis stellen die Zertifikatslösungen ein Rationierungsmodell dar, für das viele Ausnahmen und Sonderregelungen erforderlich wären. Die Verwirklichung im Verkehrsbereich dürfte damit nicht einfach sein.

Ökobonus

Die Kernidee des „Ökobonus“ besteht darin, die Erträge einer verursachergerecht erhobenen Umweltabgabe nicht dauerhaft dem Staatshaushalt zuzuführen, sondern aufkommensneutral an die Bevölkerung zurückzugeben. Es spielt dabei keine Rolle, ob die gefahrenen Kilometer, der verbrauchte Treibstoff

oder andere Kriterien als Bemessungsgrundlage verwandt werden (BUWAL, 1991)

Fahrleistungsbudgets im Sinne eines in der Schweiz diskutierten „Ökobonus“ stellen eine Sonderform der Lenkung über den Preis dar. Die Preiseffekte bei Unter- wie Überschreitung erreichen nicht die Größenordnung der vom DIW/IVM betrachteten Mineralölsteuerrhöhung. Ein Fahrleistungsbudget kann allerdings nicht durch Einsatz emissionsarmer Technik umgangen werden und zielt daher allein auf eine direkte Änderung des Verkehrsverhaltens. Dies bedarf in bezug auf das Emissionsziel ergänzender Maßnahmen, die letztlich die Wahlmöglichkeiten des Verkehrsnutzers hinsichtlich der Erfüllung seiner Mobilitätswünsche einschränken. Bezüglich der Verlagerung im Personennahverkehr sowie der Auslastung der Fahrzeuge wird die Wirkung nur als mäßig, bezüglich der Verlagerung im Personenfernverkehr sowie bezüglich der Reiseweiten dagegen als deutlich eingeschätzt.

Bonus-Malus-System

Bei einem solchen System, in den USA unter dem Namen Fee-Rebate-Program bekannt, würde der Kaufpreis eines Neuwagens je nach Benzinverbrauch mit einer Gebühr oder einem Rabatt belegt. Diese verursachernah erscheinende Regelung wird das Kaufverhalten beeinflussen und es der Automobilindustrie erleichtern, verbrauchsärmere Fahrzeuge zu produzieren. Dieses System hat aber den Nachteil, daß es sich um eine einmalige Gebühr/Rabatt handelt, die das Fahrverhalten nicht beeinflussen wird. Zudem wirkt sich dieses System nur auf die Neuzulassungen und nicht auf den Fahrzeugbestand aus. Viele potentielle Käufer einer größeren PKW-Klasse könnten von einem Neukauf absehen und ihren alten, verbrauchsintensiveren PKW behalten.

Elektronisch automatische Gebührenerhebung im Straßenverkehr (Road-Pricing)

Road-pricing ist ein Instrument, bei dem – verglichen mit der Preiswirkung der Mineralölsteuer – die Kostenanlastung an den Verkehrsteilnehmer zusätzlich örtlich und/oder zeitlich differenziert werden kann. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei dieser Art der Belastung der Verkehrsteilnehmer ist, daß auch ausländische Verkehrsteilnehmer erfaßt werden und das gegebenenfalls ein privatwirtschaftlich organisierter Bau und Betrieb von Straßen eher möglich ist.

Mit Road-Pricing werden in der Regel folgende Ziele verfolgt:

1. Lokal und zeitlich differenzierte, auf Marktprinzipien beruhende Nutzung der Verkehrswege, Regelung der Infrastrukturnachfrage gemäß der Zahlungsbereitschaft.
2. Erleichterung der privatwirtschaftlichen Finanzierung (nutzungsbezogene Einnahmen)
3. Erfassung ausländischer Kraftfahrzeuge.

Folgende Punkte sind Voraussetzung für einen Erfolg von Road Pricing Systemen:

- Handlungsdruck aufgrund der Verkehrssituation in den Innenstädten; für mittlere und größere Städte dürfte diese Voraussetzung in der Regel erfüllt sein
- geographische und siedlungsstrukturelle Gegebenheiten, die den Aufwand der Installation eines RPS in einem vertretbaren Ausmaß halten
- Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Regelungen mit nur wenigen und plausiblen Ausnahmeregelungen
- Verhältnismäßigkeit und Angemessenheit
- attraktive Alternativen zum MIV müssen zur Verfügung stehen
- Aufklärung und Information der Bevölkerung über Ziele, Inhalte und zu erwartende Auswirkungen (Gewährleistung von Akzeptanz)
- Einbindung in eine umfassende verkehrspolitische Strategie, damit das Instrument Road Pricing nicht mit Zielen überfrachtet wird, für die es nicht geeignet ist und
- Anpassung des Road Pricing an die jeweiligen Verhältnisse (Bertram, 1991).

Die Einführung von Road-Pricing birgt aber auch Nachteile bzw. Gefahren. Dazu zählen:

- Verlagerung des Verkehrs auf nicht gebührenpflichtige Straßen, z. B. von Autobahnen auf Landstraßen. Dort ist die Unfallgefahr wesentlich höher.
- Nachträgliche Abrechnung von Road Pricing-Gebühren (Erfassung der gefahrenen Strecke über ein elektronisches Erkennungssystem in Verbindung mit einem Zentralrechner und zentrale Abbuchung der Gebühren) wirft Datenschutzprobleme bezüglich der Überwachung der Fahrstrecken auf. Zudem ist bei einem solchen System die Erfassung ausländischer Fahrzeuge problematisch; Vorauszahlungsverfahren (automatische, elektronische Entwertung einer Chipkarte bei Erhebungsstelle) können zur Lösung dieses Problems beitragen. Beide Verfahren erlauben eine zeit-, orts- und auslastungsabhängige Tarifierung.
- Die Errichtung elektronischer Systeme bedarf einer gewissen Installationszeit. Daher ist eine überregional einheitliche Einführung nur langfristig möglich. Ein kurzfristiger Einsatz von Road Pricing für alle Nutzer ist daher nur über die Einrichtung von Mautstellen möglich. Negative Auswirkungen ergeben sich vor allem wegen der Verkehrsflußbehinderung und der Belastung des Stadt- und Landschaftsbildes durch die Mautstellen.
- Fahrten innerhalb von Mautringen (vorwiegend in Ballungsgebieten), die wegen des dort dichten ÖPNV-Netzes am leichtesten verlagert werden könnten, werden nicht belastet. Die Verbindung eines Mautringsystems mit einem Parkraumbewirtschaftungssystem kann dieses Problem lösen.
- Heute existieren noch keine verlässlichen Abschätzungen über die Kosten für die Einrichtung der Infrastruktur von Road-Pricing

Ein interessanter regionalpolitischer Aspekt der Straßenbenutzungsgebühren soll abschließend dargestellt werden.

Der Einsatz von Road-Pricing-Einnahmen für Infrastrukturausbau (Straße oder Schiene etc.) innerhalb des betroffenen Gebietes hat regionalpolitische Auswirkungen, da die Bewohner ländlicher Räume nicht mehr für die Finanzierung der umfangreichen Straßeninfrastruktur der Ballungsgebiete herangezogen würden, soweit sie diese Straßen nicht nutzen. Dies könnte zu dem Abbau der regionalen Disparitäten beitragen (Ewers, 1992).

Eine Sonderform des Road-Pricing stellt die Vignette dar.

Parkraumbewirtschaftung

Zu den wichtigen flankierenden Maßnahmen zur Eindämmung des Pkw-Zielverkehrs in die Städte wird die Reduzierung des Parkplatzangebots, die Erhöhung der Parkgebühren sowie der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel und Fahrrad gerechnet. Diese Maßnahmen werden in ihrer Wirksamkeit häufig dadurch beeinträchtigt, daß

- durch Parkraumbewirtschaftung nur der Zielverkehr in die Innenstadt beeinflusst wird.
- nur öffentliche Parkplätze, aber weder private Stellplätze bei Unternehmen und Behörden noch öffentlich zugängliche und privat betriebene Parkhäuser i. d. R. von der Parkraumbewirtschaftung erfaßt werden (Sauer, 1992)
- das vorhandene Parkplatzangebot durch Parkleitsysteme leichter zugänglich gemacht wird, was als klares Signal verstanden wird, auch weiterhin mit dem Pkw und nicht mit dem ÖPNV oder Fahrrad in die Stadt zu kommen.
- die Pendlerströme meist nicht an der Quelle, d. h. in den Wohnorten der Pendler, auf den ÖPNV (Schiene und Bahn) umgeleitet werden, sondern erst an den meist zu dicht am Stadtzentrum angelegten P+R-Parkplätzen; dadurch wird zum einen eine viel zu lange Strecke mit dem eigenen Pkw zurückgelegt und zum anderen werden viele Autofahrer dazu verleitet – wenn sie ihrem Ziel schon so nah sind – dieses ohne Umstieg auf den ÖPNV zu erreichen.

Verkehrserzeugungsabgabe

Verkehrserzeugungsabgaben können sich einerseits speziell auf verkehrsmäßig überlastete Gebiete wie z. B. Innenstädte, andererseits auf in größerem Umfang Neuverkehr erzeugende Einrichtungen, wie z. B. Supermärkte auf der „grünen Wiese“ beziehen. Im ersten Fall wäre sie von Unternehmen bzw. Einrichtungen zu zahlen, die Verkehr in die Innenstadt ziehen (z. B. Arbeitgeber, oder Geschäfte mit überproportionaler Verkehrserzeugung). Für nur temporär auftretende Verkehrsströme könnte eine spezielle Großveranstaltungsabgabe, die der Veranstalter an

die Besucher weitergibt, erhoben werden. Eine Koppelung mit einem Kombi-Ticket für Veranstaltung und ÖPNV-Nutzung wäre möglich. Im zweiten Fall würde die Abgabe stark verkehrserzeugende Unternehmen und Einrichtungen im Umland erfassen. Sinnvoll kann in diesen Fällen sein, die Abgabe in eine einmalige – bei der Erstansiedlung fällige – und eine dauerhafte Komponente zu trennen. Dies würde die Ansiedlung stark verkehrserzeugender Einrichtungen auf der „grünen Wiese“ vermutlich einschränken.

In beiden Fällen hat die Verkehrserzeugungsabgabe sowohl Einfluß auf die generelle Verkehrsentstehung als auch auf die räumliche Verteilung der Verkehre und Verkehrsverlagerungstendenzen. Allerdings ist eine Verkehrserzeugungsabgabe im gesamten Kontext von Industrie- oder Gewerbeansiedlungspolitik zu sehen, bei der positive und negative Effekte gegeneinander abgewogen werden müssen.

Eine Sonderform der Verkehrsabgabe ist die Nahverkehrsabgabe, wie sie in Baden-Württemberg bereits geplant war. Der Realisierung standen jedoch verfassungsrechtliche Bedenken gegenüber. Nach einem von der Landesregierung in Auftrag gegebenen Gutachten wäre eine einheitliche halterbezogene Abgabe nicht mit Artikel 3 Grundgesetz vereinbar, da Artikel 3 GG eine Differenzierung nach persönlichen Verhältnissen (z. B. Körperbehinderung) vorschreibe. Auch die Höhe der vorgesehenen Abgabe wurde als verfassungsrechtlich bedenklich bezeichnet. Diese dürfe einen Jahresbetrag von 100–200 DM nicht übersteigen.

5.3.2 Finanzielle Anreize

Eine Verbilligung des Verkehrs durch finanzielle Anreize soll bestimmte Verhaltensweisen fördern. Verbilligung des Verkehrs ist gewissermaßen das Spiegelbild zur Kostenerhöhung. Im Sinne der Aufkommensneutralität sollen in der Regel beide Instrumente kombiniert werden. Hierzu zählen:

- Kaufhilfen (Steuerbefreiung) für besonders emissionsarme Fahrzeuge,
- Umzugs-/Ansiedlungshilfen, wenn dadurch der bisherige Entfernungsaufwand nachhaltig reduziert werden kann,
- Subventionierung (z. B. Ausnahmen beim Roadpricing) von besonders emissionsarmen Verkehrsabwicklungen wie z. B. bei Fahrgemeinschaften,
- Bonuszahlungen für Wenigfahrer im Rahmen von Fahrleistungsbudgets.

Man muß allerdings davon ausgehen, daß ein wesentlicher Teil der zusätzlichen Mittel nicht zur Umverteilung zur Verfügung stehen wird, da erhebliche Mittel für Infrastrukturmaßnahmen zur Angebotsverbesserung und Kapazitätsausweitung bei ÖPNV und Eisenbahn anzusetzen sind.

Bei diesen preispolitischen Instrumenten werden Verteuerungen als sinnvoller angesehen als Subventionen (van Suntum, 1992). Subventionen könnten zwar beispielsweise Verlagerungen von der Straße auf die

Schiene stützen und damit CO₂-Emissionen pro Pkm bzw. tkm reduzieren, gleichzeitig fördern sie aber das Verkehrswachstum und damit den CO₂-Ausstoß und entziehen die an anderen Stellen erforderlichen Finanzmittel.

Umgestaltung der Kfz-Steuer

Die Vorschläge zur Umgestaltung der KFZ-Steuer gehen in mehrere Richtungen. Die grundlegendste Forderung ist die Abschaffung der KFZ-Steuer und die Umlegung der Belastung auf die Mineralölsteuer bzw. eine andere fahrleistungsabhängige bzw. energie- oder emissionsabhängige Abgabe. Dies führt einerseits zu einer Entlastung der Kraftfahrzeuge im Bereich der Fixkosten, wodurch die Anreize zum Halten eines Fahrzeuges tendenziell steigen, andererseits steigen die variablen Kosten der Fahrzeugnutzung. Dies führt in der Tendenz zu einer Verminderung der Fahrleistung.

Die entsprechende Umgestaltung zieht eine Umverteilung der steuerlichen Belastung nach sich. „Vielfahrer“ werden in Abhängigkeit von ihrer Fahrleistung stärker belastet. „Wenigfahrer“, die durch die bestehende Regelung durch hohe Fixkosten pro Kilometer – aufgrund der degressiven Fixkostenkurve – stark belastet sind, würden von dieser neuen Regelung profitieren.

Andere Vorschläge zielen auf eine energieverbrauchs- bzw. emissionsabhängige Umgestaltung der KFZ-Steuer. Je nach Ausgestaltung der Bemessungsgrundlage werden die Wirkungen der Steuer unterschiedlich sein. Einer solchen Umwandlung der Kraftfahrzeugsteuer wird aufgrund des geringen Betrages, der zudem nur pauschal, d. h. unabhängig von der Fahrleistung erhoben wird, nur geringe Auswirkungen auf den Fahrzeugeinsatz und damit die Emissionen zugeschrieben. Eine Emissionssteuer zusammen mit einer Steuerbefreiung für besonders emissionsarme Fahrzeuge könnte jedoch die Käufernachfrage in Richtung auf entsprechende Fahrzeuge lenken. Sie wirkt daher deutlich auf das Reduktionspotential der Fahrzeugtechnik allgemein, wenn die Mehraufwendungen für die neue Technik niedriger als die zu erwartenden Einsparungen sind. Eine Emissionssteuer ist also als reine Begleitmaßnahme einzustufen und stellt für den Benutzer eine Fixkostenbelastung dar. Eine solche Steuer erfaßt allerdings nicht die tatsächlichen Emissionen sondern kann nur nach Fahrzeugtypen (entsprechend ihrem Emissionspotential) erfolgen.

Umwandlung der Kilometer- in eine Entfernungspauschale

Durch eine Umwandlung- der bisher üblichen Kilometerpauschale für die Fahrt mit dem PKW zum Arbeitsplatz in eine allgemeine Entfernungspauschale würden Arbeitnehmer, die Fahrgemeinschaften bilden oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln den Arbeitsplatz erreichen, denjenigen, die mit dem eigenen Pkw fahren, gleichgestellt.

Um die Verkehrsvermeidung zu fördern, wird auch eine generelle, negative Entfernungspauschale diskutiert. Ihre Wirkung wäre analog zu einer entfernungsabhängigen Besteuerung des Personenverkehrs für den Bereich der Pendlerverkehre.

Job-Tickets

Arbeitgeber oder Organisationen (wie z. B. Universitäten) erwerben pauschal für Mitarbeiter, Mitglieder etc. Zeitfahrausweise um einerseits die Preisvorteile ausnutzen zu können, andererseits aber das Umsteigen auf den ÖPNV zu erleichtern. Da die kostenlose oder verbilligte Abgabe der Zeitkarten durch den Arbeitgeber anders als die Zurverfügungstellung eines Parkplatzes steuerlich ein Lohnbestandteil ist, wird immer wieder gefordert, diese Zuwendung aus der Besteuerung herauszunehmen, um die Verkehrsverlagerung zu fördern. Außerdem müßte die Bundesbesoldungsordnung angepaßt werden, so daß auch Beamte in den Genuß eines Job-Tickets kommen könnten.

5.3.3 Resumee zu den preispolitischen Maßnahmen

Einerseits wirkt eine Lenkung des Verkehrs über den Preis breit und umfassend, andererseits müßte eine Verteuerung des Verkehrs als Einzelmaßnahme aber drastisch ausfallen. Die Preiselastizität (d. h. die Sensitivität einzelner sogenannter Gruppen oder Wirtschaftssubjekte auf den Preis) ist zudem sehr unterschiedlich. Eine Lenkung über den Preis führt daher regelmäßig zu erheblichen Verteilungsdiskussionen.

Beispielsweise wird schon heute bei jeder Mineralölsteuererhöhung die Kompensation dieser Maßnahme bei Fernpendlern diskutiert (Entfernungspauschale), mit dem Argument, die höheren Transportkosten sozialverträglicher zu gestalten. Daß damit ein wichtiger Verkehrsanteil von den CO₂-Reduktionsbemühungen freigestellt würde, zeigt exemplarisch die Problematik konsequent betriebener Lenkung über den Preis.

Weiter ist zu berücksichtigen, daß viele Wirtschaftssubjekte auf Preissignale nicht reagieren werden (bzw. können), weil z. B. verkehrsverursachende Standortentscheidungen der Produktion kurz- und mittelfristig nicht revidierbar sind. Preissignale zur Lenkung des Verkehrs dürfen daher in ihrer Möglichkeit nicht überschätzt werden.

Preispolitische Maßnahmen sollten zudem nicht auf den Verkehr allein beschränkt werden, da sich hiermit auch in anderen Verbrauchssektoren enorme Einsparpotentiale aktivieren lassen und dem Bürger eine Präferenzsetzung erlaubt wird.

Eine Verteuerung des Verkehrs über Abgaben und Tarife ohne Umverteilung dieser zusätzlich erhobenen Mittel unter den Verkehrsnutzern stellt eine zusätzliche Abgabenbelastung für jeden einzelnen aber auch für die Wirtschaft dar. Angesichts des dann anfallenden Inkasoeffekts für den Staat wird es schwierig sein, den Bürger von der Sinnhaftigkeit

umweltpolitischer Maßnahmen zu überzeugen, wenn die zusätzlichen staatlichen Einnahmen für Zwecke außerhalb des Verkehrs- oder Umweltbereiches verwendet werden. Verständnis und Zustimmung für die Umverteilung finanzieller Lasten (z. B. „Quersubventionierung“ der Eisenbahn) sind nur dann zu erwarten, wenn die Betroffenen davon überzeugt werden können, daß diese Umverteilung wirklich Umweltschutzziele dient. Aus Gründen der Akzeptanz von Umweltschutzmaßnahmen ist daher auch die Aufkommensneutralität bei preispolitischen Maßnahmen ein wichtiges Prinzip.

5.4 Instrumente zur Aktivierung der Potentiale im Luftverkehr

Die Entwicklung neuer Triebwerks- und Flugzeugtechnologien ist sehr teuer und wohl nur noch durch enge internationale Zusammenarbeit und mit Hilfe staatlicher Förderung zu realisieren (Deutsche Airbus, 1992; MTU, 1992). Durch diese stark anwachsenden Entwicklungskosten wird auch die Produktlebensdauer eines neuen Flugzeugtyps weiter zunehmen (Zeitproblem).

Als besondere Entwicklungsschwerpunkte sind hier zu nennen:

- die Effizienzsteigerung von Flugzeugtriebwerken, u. a. durch Matenlpropfan-Triebwerke und neue Brennkammertechnologien (u. a. zur Senkung der NO_x-Emissionen)
- die Verminderung des Luftwiderstandes, u. a. durch Laminarflügeltechnologie und flexible, für die jeweilige Flugphase optimierte Wölbung der Flügeloberfläche sowie
- die Verminderung des Flugzeuggewichtes, u. a. durch Verwendung von kohlefaserverstärkten Kunststoffen.

Die Einführung verbrauchs-, emissions-, und lärmärmer Flugzeugtypen und die Außerdienststellung (und nicht den Weiterverkauf) veralteter Flugzeugtypen kann durch marktwirtschaftliche Anreize gefördert werden. Gleichzeitig muß der notwendige Innovationsschub wie früher bei CO- und Rußemissionen sowie der Lärminderung durch ordnungspolitische Maßnahmen beschleunigt werden. Der wirtschaftliche Zwang zur Verbrauchsminimierung (und auch zur Emissionsminimierung) kann die technologischen Verbesserungen am Triebwerk/Flugzeug beschleunigen und damit den schnelleren Einsatz moderner Flugzeuge fördern (Lufthansa, 1992).

Angesichts der Entwicklung in der Vergangenheit muß man aber davon ausgehen, daß ein großer Teil der 2010 weltweit in Dienst stehenden Flugzeuge nicht dem angestrebten emissionsarmen Standard entsprechen wird, mithin der abgeschätzte Verlauf der klimarelevanten Emissionen des weltweiten zivilen Luftverkehrs (vgl. Abb. 4.4-1) als optimistisch bezeichnet werden muß.

Zur Reduktion der Emissionen des zivilen Luftverkehrs bis zum Jahr 2005 könnte z. B. eine Verminderung der Luftverkehrsleistung durch eine Vermei-

dung bzw. Substitution von Kurzstreckenflügen d. h. von Flügen bis zu 500 km Reichweite beitragen.

Die entsprechende CO₂-Reduktion würde jedoch nur dann erreicht, wenn die freiwerdende Kapazität nicht etwa für zusätzliche Langstreckenflüge genutzt würde. Teilweise wird gefordert, Infrastrukturmaßnahmen für den Luftverkehr auf eine „ausreichende“ Erschließung zu begrenzen. Dies hieße jedoch, die teilweise erheblichen Kapazitätsreserven vieler kleiner, aber auch einiger großer Flughäfen abzubauen. Dies würde voraussetzen, daß von den bisherigen Vorstellungen über die Entwicklung des Luftverkehrs deutlich abgerückt werden müßte und mittel- bis langfristig die Flugkapazitäten reduziert werden. Teilweise wird auch gefordert, als kapazitätsbegrenzende Maßnahmen beispielsweise verhältnismäßig unbedeutende Regional- und Entlastungsflugplätze zu schließen. Ginge man von einem Einzugsbereich von 150 km um einen Flugplatzstandort aus, wären in der Bundesrepublik Deutschland unter dem Gesichtspunkt der Erreichbarkeit sechs Flugplätze ausreichend. Es wird argumentiert, bei dieser Ausdünnung würde der für den Normalbürger relativ seltene Aufwand, zu einem Flugplatz zu kommen, weniger ins Gewicht fallen und der Anreiz eine spontane Flugreise zu unternehmen, reduziert.

Dem wird teilweise entgegengehalten, daß regionale Flughäfen ein bedeutender regionaler Wirtschaftsfaktor sind. Eine Ausdünnung dieser Standorte würde sowohl die wirtschaftlichen Strukturen dieser Räume schwächen (Arbeitsplätze, Erwerbsmöglichkeiten) wie auch zu einer Verlängerung der An- und Abfahrten zu den verbleibenden Flughäfen führen.

Ein weiteres Potential zur Verringerung des Luftverkehrs wird in der schrittweisen Erhöhung der Flugpreise und -tarife gesehen. Auch hier könnte jedoch ungeachtet der Frage der Preiselastizität durch ein Ausweichen auf andere europäische Flughäfen zusätzlicher Verkehr entstehen, so daß preispolitische Maßnahmen möglichst innerhalb der EU abgestimmt sein müßten.

Flankierend zu einer Reduktion des Luftverkehrs könnten abgestimmte Tarifangebote für den kombinierten Schienen-Luftverkehr und Werbekampagnen mit deutlicher Betonung der Vorteile des Schienenverkehrs durchgeführt werden soweit dieser Verkehr trotz der Umwege im Zu- und Ablauf vorteilhaft ist. Dazu gehört die Einbindung der Flughäfen ins Schnellbahn-Netz. Teilweise wird aber auch erwartet, daß in einigen Fällen auf eine Reise verzichtet wird.

Die Emissionen durch Warteschleifen sind dringlich zu reduzieren. Es wird behauptet, daß Warteschleifen auch das Ergebnis der Verkaufspolitik der Flughäfen sind, die über das betrieblich und meteorologisch gesicherte Maß hinaus Flüge annehmen. Daher ist auf eine geänderte Kapazitätspolitik zu dringen. Eine zentrale europäische Flugsicherung wäre hierzu eine wichtige Voraussetzung. Darüber hinaus sollten An- und Abflüge emissionsoptimiert durchgeführt und Flugzeugbewegungen auf dem Flughafen selbst auf das Notwendigste beschränkt werden.

Ebenso wird gefordert, daß die Stratosphärenflüge bzw. Flüge, die die Tropopause berühren, wegen ihrer

besonderen Schädlichkeit durch internationale Vereinbarungen zu unterbinden sind. Dies gilt besonders für die Flüge über die besonders sensiblen Polarzonen (Europa-Japan-Polarroute). Der geringfügige Mehrverbrauch (6-7 %) durch niedrigere Flugrouten kann nach Expertenaussagen durch die Entwicklung entsprechend optimierter Triebwerke und durch Geschwindigkeitsabsenkungen fast völlig kompensiert werden. Darüber hinaus wird gefordert, im Rahmen internationaler Vereinbarungen Überschallflüge generell einzuschränken oder sogar ganz darauf zu verzichten.

Eine weitere oft geforderte Maßnahme beim Luftverkehr ist eine Besteuerung des Kerosins in Deutschland. Ein solcher Schritt kann jedoch zu einer Wettbewerbsverzerrung, da er diejenigen bevorzugt, die die Möglichkeit besitzen, im Ausland billiger zu tanken. Desweiteren könnte ein sogenannter „Kerosintourismus“ entstehen, also ein zusätzlicher Verkehr erzeugt werden. Deshalb sollte auf europäischer Ebene oder international vorgegangen werden. Mit der heute schon bestehenden Möglichkeit, dem Luftverkehr über Landegebühren externe Kosten anzulasten, besteht ein alternatives Instrument zur Kerosinsteuer, das zudem wettbewerbsneutral ist.

Alle notwendigen Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen sollten auf möglichst breiter d. h. internationaler Basis durchgeführt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß die Regelungen durch Verlagerung der Flugbewegungen

- von stark auflagenbehafteten zu weniger stark auflagenbehafteten Flughäfen bzw. Ländern (Luftansa, 1992b, Baum u. Weingarten, 1992) oder
- von Kurz- zu Langstreckenflügen umgangen werden.

Der EU könnte hier eine Initiativrolle bei der internationalen Durchsetzung einer solchen Regelung zukommen.

5.5 Vernetzung der Einzelmaßnahmen – Entwicklung von Handlungsstrategien

Um zur erforderlichen Reduktion der CO₂-Emissionen im Verkehr zu gelangen, reicht die plakative Forderung einzelner Maßnahmen aus den Handlungsebenen

- Gestaltung der Rahmenbedingungen (vgl. Kap. 5.1)
- ordnungsrechtliche Maßnahmen (vgl. Kap. 5.2).
- preispolitische Maßnahmen (vgl. Kap. 5.3)

nicht aus. Erst die sinnvolle Zusammenstellung von Maßnahmbündeln kann – unter Abwägung ihrer Wechselwirkungen und Wirkungen über den Klimaschutz hinaus – zu einem befriedigenden Ergebnis führen, wobei der Nutzen der Maßnahmen maximiert, die ungewollten Nebenwirkungen – insbesondere in anderen Sektoren – minimiert werden. Entscheidend ist daher, welche Einzelmaßnahmen zu Strategien zusammengefaßt werden, da einzelne Maßnahmen und Instrumente sich in ihrer Wirkung fast immer gegenseitig beeinflussen.

Tab 5.6-1 zeigt beispielhaft die Wechselwirkungen, die allein zwischen budgetwirksamen Maßnahmen, ordnungspolitischen Maßnahmen und Maßnahmen in der Ausgestaltung politischer Rahmenbedingungen bestehen. Daraus wird deutlich, daß ohnehin bei keinem der möglichen Handlungspotentiale von einer monokausalen Wirkungskette auszugehen ist. In der Regel wird eine starke Vernetzung von Maßnahmen und Wirkungen gegeben sein. So erfordert die Gestaltung von Rahmenbedingungen erhebliche Mittel, die im Prinzip nur über budgetwirksame Maßnahmen finanziert werden können. Umgekehrt wird bei budgetwirksamen aber auch begleitenden ordnungsrechtlichen Maßnahmen erforderlich sein, ungewollte Nebenwirkungen zu begrenzen (z. B. Kilometerpauschale bei Anhebung der Mineralölsteuer). Aufgabe ist es daher, diese in ihren verstärkenden bzw. gegenseitig abschwächenden Wirkungen zu beurteilen und einzelne Handlungsmöglichkeiten zu in sich kompatiblen verkehrspolitischen Handlungspaketen zu bündeln.

Ziel der Maßnahmenbündel muß ein in seinen Elementen aufeinander abgestimmtes verkehrspolitisches Konzept sein, indem sich die Wirkungen der einzelnen Maßnahmen nicht kontraproduktiv zueinander verhalten und ein auf Dauer funktionsfähiges Verkehrssystem gesichert ist.

Die Maßnahmenbündel werden dabei jeweils auf allen Ebenen des Systems Veränderungen im Verkehr bewirken: Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, Verkehrsablauf-Optimierung und technologische Verbesserungen bei Fahrzeugen und Verkehrswegen. Eine eindimensionale Zuordnung zu einer dieser Ebenen wird aufgrund der Vernetzungen in der Regel nicht möglich sein. Ausschlaggebend für den Effekt ist aber auch Art und Umfang der Systemveränderung. So wird, wenn eine Maßnahme bereits einen Effekt erzielt hat, beispielsweise die Reduktion der Fahrleistungen mit PKW im Berufsverkehr, eine andere Maßnahme, die dasselbe Segment betrifft, nur noch eine reduzierte zusätzliche Wirkung erzielen, da sie nur noch auf ein reduziertes Fahrleistungsvolumen trifft (Rommerskirchen u. a. 1991).

Unabhängig von der Auswahl der Maßnahmenbündel ist zu vermeiden, daß Instrumente, die sich gegenseitig aufheben oder stören gleichzeitig eingesetzt werden. Es ist darauf zu achten, daß keine kontraproduktiven verkehrspolitischen Alternativen gefördert werden. Einige beliebige Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Der ÖPNV sollte nicht zu Lasten des Fahrradverkehrs und der Fußgänger gefördert werden, da der ÖPNV umweltbelastender ist.
- Die Parkraumbewirtschaftung sollte nicht so gestaltet werden, daß Dauerparkplätze in Kurzzeitparkraum umgewandelt werden und damit zusätzlicher Verkehr induziert wird.
- Beim heutigen Strommix der Bundesrepublik Deutschland sind z. B. durch Elektroautos keine wesentlichen CO₂-Minderungen zu erwarten (UBA, 1992b). Die generelle Förderung von Elektro-Autos über den Einsatz in immissionssensiblen Zonen hinaus ist daher unter CO₂-Aspekten nur dann

Tabelle 5.6-1

**Wechselwirkung zwischen budgetwirksamen Maßnahmen, ordnungspolitischen Maßnahmen
und Maßnahmen in der Ausgestaltung politischer Rahmenbedingungen**

abhängig von	Gestaltung der Rahmenbedingungen	Ausbau des ÖPNV/der Eisenbahn	Förderung von P&R	Einrichtung KV-Terminals/GVZ	Verbesserung Rad-/Fußweg-Infrastruktur	Straßenrückbau	Straßenausbau	Verbesserung des Wohnumfeldes	Verkehrsflußsteuerung	Ordnungsrechtliche Maßnahmen	Parkplatzreduktion	Sperrung von Innenstädten	Öffnung des Werksverkehrs	Emissionsvorschriften	Budgetwirksame Maßnahmen	Mineralölsteuererhöhung	Road-Pricing	Emissionssteuer	Steuerbefreiung	Fahrleistungsbudgets	handelbare Emissionszertifikate	„weitere Instrumente“
Gestaltung der Rahmenbedingungen										(x)					(x)							
Ausbau des ÖPNV/der Eisenbahn											(x)	(x)			x							
Förderung von P&R		x									(x)	(x)			x							
Einrichtung KV-Terminals/GVZ		x													x							
Verbesserung Rad-/Fußweg-Infrastruktur															x							
Straßenrückbau		x			x		(x)	x							x							
Straßenausbau		(x)							x						x							
Verbesserung des Wohnumfeldes					x	x	x	x	x						x							
Verkehrsflußsteuerung														x	x							
Ordnungsrechtliche Maßnahmen	x																					
Parkplatzreduktion		x	x		x				x													
Sperrung von Innenstädten		x	x		x				x					(x)				(x)				
Öffnung des Werksverkehrs																						
Emissionsvorschriften																	(x)		(x)	(x)		
Budgetwirksame Maßnahmen	x																					
Mineralölsteuererhöhung		x	x	x																		
Road-Pricing		x	x	x							(x)											
Emissionssteuer														(x)					x			
Steuerbefreiung														x				x				
Fahrleistungsbudgets		x	x	x																		
handelbare Emissionszertifikate		x	x	x																		
„weitere Instrumente“	x									x					x							

x: starke Wechselwirkung

(x): schwache Wechselwirkung

sinnvoll, wenn Strom aus CO₂-freien oder CO₂-armen Quellen zur Verfügung steht.

Die Bewertung von Maßnahmen und Maßnahmenbündeln ist darüber hinaus stark abhängig von der generellen Einordnung der „Transportfunktion“. Wird der Beitrag von Verkehr und Transport zum Wirtschaftswachstum ohne Einschränkung befürwortet, werden einzelne Maßnahmen anders bewertet werden als bei einer Reduktion des Verkehrs auf seine „Mittel-zum-Zweck-Funktion“ – ausgehend von der Möglich-

keit einer Entkopplung zwischen Wohlstands- und Verkehrswachstum.

Die Zusammenstellung der Abhängigkeiten und Bedingtheiten in Tab. 5.6-2 erfolgte unter der Prämisse, daß der Verkehrssektor insgesamt auch auf einem „niedrigeren Niveau“ seine Funktionen voll erfüllen kann und daß erst bei dieser Strategie die erwünschten Lebensqualitäts- und Umweltziele erreichbar werden. Die skizzierten Zusammenhänge machen einige grundsätzliche Ausgangsbedingungen deutlich:

Wechselseitige Abhängigkeit und Bedingtheit der Maßnahmen

(Kutter, 1994 d)

Kategorien von Maßnahmen	Ausbau der Verkehrsinfrastruktur						Raumstruktur ¹⁾		Ordnungsrecht und Politik				Preispolitische Instrumente					
Beeinflusste bzw. beeinflussende Maßnahmen M2																		
Analysierte Maßnahmen M1 ²⁾	Straßennetz-Ausbau	Lenk-, Leiteinrichtungen Straße	Flexibilisierung mot. IV	ÖPNV-Ausbau, Bahn-Ausbau	GVZ, Logistikzentren	Infrastruktur Fuß/Rad	Straßenrückbau	Struktur der Regionen	Arbeitsteilung international	Emissionslimits, „down sizing“	Tempolimit	Reduktion Stell-/Parkplätze	Lokale Fahrverbote	Restriktionen Fern-Lkw (Slots, Temporegler)	Variable Kosten (km-abhängig)	Bewirtschaftung Stellplätze/Straßen	Verkehrserzeugungsabgabe	Hohe Fixkosten (insbesondere Pkw)
Straßennetz-Ausbau				↘ ³⁾		↘	↘	↘	↘					↘				
Lenk-, Leiteinrichtungen Straße																		
Flexibilisierung mot. IV			↘			↘		↘					↘		↘	↘	↘	↘
ÖPNV-Ausbau, Bahn-Ausbau	↘		↘					↑			↑	↑		↔	↑		↑	
GVZ, Logistikzentren				← ³⁾				↑			↑		↓					
Infrastruktur Fuß/Rad	↘		↘					↑			↑		↑					
Straßenrückbau	↘		↘	↑				↑			↑							
Struktur der Regionen	↘		↘	→	→					→	↔				↔		↔	→
Arbeitsteilung international	↘							↑			↑			↑	↑			
Emissionslimits, „Down sizing“				↑				↑			↑			↑	↔			
Tempolimit				↑				↔	→	→								
Reduktion Stell-/Parkplätze				↑												↓		
Lokale Fahrverbote			↘	↑														
Restriktionen Fern-Lkw (Limit)				↔	←				↔	→					→			
Variable Kosten (km-abhängig)				↑	→			↔	→	↔								
Bewirtschaftung Stellplätze/Straßen	↘		↘									↑						
Verkehrserzeugungsabgabe								↔										
Hohe Fixkosten (insbesondere Pkw)			↘	→				→				→						

1) Gestaltung der Raumstruktur im Sinne der Verkehrsvermeidung.
 2) Betrachtet werden jeweils die Maßnahmen im Zahlenindex M1, in den Feldern beschrieben sind die Wirkungen auf/die Abhängigkeit von Maßnahmen der Spaltenindizes M2.
 3) Die Verknüpfungen werden unter der Annahme charakterisiert, daß – bei knappen Mitteln – die Maßnahmen ein Höchstmaß an Wirkung erzielen sollen; unter dieser Effizienzforderung bedeuten: ↘: M1 macht M2 ineffizient/unmöglich, mindert den Erfolg von/widerspricht M2. – ↙: M1 ist ineffizient/unmöglich, mindert den Erfolg von/widerspricht M2 – ↗: M1 ist ineffizient/unmöglich bei M2, hat wenig Erfolg bei/wird erschwert durch M2. – →: M1 ermöglicht/begünstigt/rechtfertigt/flankiert M2. – ←: M1 hängt ab von/erfordert/wird begünstigt durch M2, hat M2 zur Voraussetzung.

1. Wenn die Dynamik der induzierenden Wirkungen, die vom Individualverkehrssystem ausgehen, gemindert werden soll, ist die Kapazitätsbereitstellung, Beschleunigung und Flexibilisierung im Straßensystem mit Vorbehalten zu betrachten; alle anderen Maßnahmen – die insgesamt auf „weniger Verkehr“, „andere Aufteilung“ und „mehr Effizienz“ zielen – würden dadurch konterkariert und in ihrer Wirksamkeit abgemindert
 2. Ähnliche Vorbehalte gelten auch für die Infrastrukturbereitstellung in den übrigen Verkehrssystemen (ÖPNV-Ausbau, Infrastruktur Fuß/Rad), deren Erfolg und Effizienz stark abhängig ist, von flankierenden Maßnahmen in anderen Bereichen; besonders gilt dies für den Ausbau des ÖV, der nur dann im Sinne der angestrebten Ziele wirkt, wenn beispielsweise die Konzeption der Raumstruktur hierzu paßt, d. h. die negativen Folgen der Erreichbarkeitsverbesserung („Schnelle Schiene“) vermieden werden können.
 3. Grundsätzlich nimmt die Gestaltung der regionalen Raumstruktur für nahezu alle anderen Eingriffe in den Verkehrssektor eine Schlüsselposition ein: Einerseits hängt der Erfolg vieler Maßnahmen von zweckentsprechender Raumstruktur ab, andererseits ermöglicht und begünstigt die geeignete Struktur der Regionen die diversen ordnungs- und preispolitischen Maßnahmen.
 4. Zwischen Gestaltung der Raumstrukturen und ordnungs- sowie preispolitischen Maßnahmen, aber auch zwischen Ordnungs- und Preispolitik ergeben sich eine Reihe von wechselseitigen Bedingtheiten; So benötigt beispielsweise die Gestaltung der Raumstruktur der Regionen die „passende“ Preispolitik, und umgekehrt ist Preispolitik erst dann durchsetzbar, wenn im Raum die entsprechenden Ausweichmöglichkeiten vorgehalten werden. Ähnliches gilt für die „soziale Flankierung“ von Preispolitik durch stützendes Ordnungsrecht.
- Diese grobe Skizze der wechselseitigen Abhängigkeit von Maßnahmen und Bedingungen, die jeder Einzelangriff für andere Maßnahmen darstellt, verdeutlicht auch die großen Schwierigkeiten, die optimale Strategie aus der Fülle der Optionen auszuwählen: Will man den grundlegenden Abbau der Eigendynamik des Raum-Verkehrs-Systems bewirken, ist ein Gesamtkonzept aus allen zweckgerichteten Maßnahmen, also von Raumordnung, Preisregulative und Ordnungspolitik erforderlich. Komplementär hierzu sind alle Maßnahmen mit großen Vorbehalten zu sehen, die die Durchlässigkeit des Raumes erhöhen, Verkehr und Transport also weiter erleichtern.

6 Aspekte der Gesamtbewertung – Zielsetzungen und Hemmnisse

Die möglichen Handlungsebenen zur CO₂-Minderung im Verkehr wie

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung
- Verbesserung von Verkehrsablauf und Betrieb beim einzelnen Verkehrsmittel
- Verbesserung der jeweiligen Fahrzeugtechnik

bieten nicht nur Chancen für Verbesserungen wie z. B. im Klimaschutz, sondern führen auch zu Zielkonflikten mit anderen Politikfeldern.

Während sich eine Optimierung der jeweiligen Fahrzeugtechnik, z. B. durch Einführung von Katalysatoren, verbrauchsärmeren Fahrzeugen, neuer Bahntechnik sowie sparsameren und leiseren Flugzeugen in gewissen Mehrkosten niederschlägt, kann eine Optimierung der Verkehrsabläufe, z. B. Betriebszeiten, Fahrpläne, Verkehrseinschränkungen möglicherweise zu massiven und spürbaren verkehrlichen Veränderungen für den Nutzer führen. Dies trifft auch für die Verkehrsverlagerung und die Verkehrsvermeidung zu, insoweit hiervon Gewohnheiten und Ansprüche hinsichtlich Reisezeit, Erreichbarkeit, Beförderungsqualität und Dispositionsfreiheit berührt werden. Von der Verkehrsvermeidung sind die bestehenden Raumstrukturen wie Zentralisierung bzw. Dezentralisierung von Dienstleistungs- und Versorgungseinrichtungen sowie die gesellschaftlichen Anspruchsstrukturen hinsichtlich der Erreichbarkeit von

kulturellen, sozialen, beruflichen, schulischen oder gewerblichen Einrichtungen betroffen.

Bislang stehen Bruttosozialprodukt und Verkehrsaufkommen in engem statistischen Zusammenhang. Daher sind Maßnahmen im Verkehr auch mit ökonomischen Wirkungen verbunden. Darüber hinaus führen sie zu Begünstigten und Benachteiligten, so daß es zu Ausgleichsforderungen und Verteilungskämpfen und damit zur Beeinträchtigung des sozialen Friedens kommen kann, selbst wenn sich volkswirtschaftlich eine ausgeglichene Bilanz erzielen ließe. Neben den zwangsläufigen Zielkonflikten zwischen Verkehrs-, Umwelt- und Wirtschaftspolitik ist auch der Zielkonflikt zwischen Verkehrs- und Sozialpolitik zu bedenken. In einer erfolgreichen Klimaschutzpolitik ist gefordert, solche Zielkonflikte nach Möglichkeit aufzulösen und entsprechende Hemmnisse zu beseitigen.

6.1 Reduktionsziele

Die bisherigen politischen Absichtserklärungen zu den Einsparzielen gehen von einer insgesamt über alle Emittenten und Energieverbrauchssektoren durchschnittlich zu erreichenden CO₂-Emissionsminderung von 25 bis 30 % aus.

Der dritte Kabinettsbeschuß zur CO₂-Reduktion vom 11. Dezember 1991 bekräftigte die vorherigen Beschlüsse und formulierte eine Verminderung der

Tabelle 6.1-1

CO₂-Emissionsziele in EU, OECD- und EFTA-Staaten (nach IEA 1993)

Reduktion			Stabilisierung		Zunahme		
20 %	Australien	1988–2005	Australien	1988–2000	20 %	Irland	1990–2000
20 %	Österreich	1988–2005	Finnland	nach 1995	25 %	Spanien	1990–2000
5 %	Belgien	1990–2000	Frankreich	1990–2000			
20 %	Dänemark	1988–2005	Griechenland	1990–2000			
20–30 %	Deutschland	1987–2005	Italien	1988–2000			
20 %	Italien	1988–2005	Island	1990–2000			
20 %	Luxemburg	1990–2005	Japan	1990–2000			
3–5 %	Niederlande ¹⁾	1989–2000	Kanada	1990–2000			
20 %	Neuseeland	1990–2000	Luxemburg	1990–2000			
			Niederlande	1989–1995			
			Norwegen	1989–2000			
			Portugal	1990–2000			
			Schweden	1990–2000			
			Schweiz	1990–2000			
			USA ²⁾	1990–2000			
			Vereinigtes Königreich ³⁾	1990–2000			

1) Alle Treibhausgase 20–25 %; 2) alle Treibhausgase; 3) CO₂, CH₄ und andere Treibhausgase

energiebedingten CO₂-Emissionen bis 2005 um 25 bis 30 % bezogen auf 1987 für die Bundesrepublik Deutschland als Reduktionsziel. Dabei wurden keine sektoralen Ziele genannt, d. h. keine Aufschlüsselung nach den Energieverbrauchssektoren wie „Stromerzeugung“, „Industrie“, „Verkehr“ sowie „Haushalte und Kleinverbraucher“. Das globale Minderungsziel wurde von Deutschland zur UNCED-Konferenz in Rio noch einmal ausdrücklich bestätigt.

International konnte sich bei den maßgeblichen Industriestaaten nur das Einsparziel „Stabilisierung der CO₂-Emissionen“ bis zum Jahr 2000 auf der Basis von 1990 durchsetzen. Das Bild stellt sich insoweit allerdings differenzierter dar, als einzelne Staaten durchaus darüber hinausgehende Ziele für sich als maßgeblich beschlossen haben. Tabelle 6.1-1 zeigt im Überblick die heute gültigen Absichtserklärungen zu den CO₂-Emissionen.

Für die Durchführbarkeit und Realisierbarkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen spielen die zeitlichen Zielvorstellungen eine maßgebliche Rolle. Als bisher relevanter Zeithorizont für das Minderungsziel wurde das Jahr 2005 gewählt.

Darüber hinaus sind für langfristige Maßnahmen im Rahmen der Klimabetrachtungen andere Zeithorizonte wie 2020 und 2050 unverzichtbar. Mehr noch als einem Zielhorizont kommt allerdings dem Handlungszeitpunkt an Bedeutung zu, da besonders im Verkehrsbereich die eingangesezten und laufenden Prozesse eine hohe Dynamik aufweisen.

Um das gesteckte Ziel zu erreichen, bietet sich an, spätestens 1999 eine Zwischenbilanz zu erstellen und auf der Grundlage dieser Bilanzierung über zusätzliche Maßnahmen zu entscheiden, um im Zielkorridor zu verbleiben.

6.2 Zielkonflikte und Hemmnisse

Verkehr nimmt in vielen Bereichen unseres Lebens und Wirtschaftens eine Schlüsselstellung ein. Der Verkehrssektor ist darüber hinaus ein bedeutender eigener Wirtschaftsfaktor, der einen erheblichen Beitrag zur Wertschöpfung leistet. Naturgemäß ergeben sich daraus für Strategien zur Verkehrsreduzierung und Verkehrsvermeidung erhebliche Zielkonflikte. Ähnliches gilt auch für technische Maßnahmen zur Emissionsminderung, die in der Regel mit Veränderungen der Kosten oder der Qualitätskriterien der Verkehrsträger verbunden sind.

Zu Hemmnissen auf gesellschaftlicher und politischer Ebenen wird es vor allem dort kommen, wo andere konkurrierende Interessen und Politikfelder berührt werden. Darüber hinaus wird es immer Widerstände gegen einzelne Maßnahmen geben. Diese sind davon abhängig, in wieweit Interessen einzelner politischer und gesellschaftlicher Gruppen, einzelner Individuen, Institutionen oder juristischer Personen betroffen sind. Diese Interessenkonflikte beruhen teilweise auf objektiven Bedingungen d. h. gegebenen ökonomischen Randbedingungen – sind also objektiv nachvollziehbar –, beruhen aber auch auf subjektiven Einschätzungen, so daß schon die Bewertung der

Wirkungen einer sehr großen Bandbreite unterliegt (Tab. 6.2-1).

Die Wirkung klimarelevanter Eingriffe im Verkehr auf andere Politikfelder wird sehr unterschiedlich beurteilt. Diejenigen, die im Verkehr einen bedeutenden Wirtschaftsbereich sehen, dessen Dynamik erwünscht und zu tolerieren ist, befürchten durch restriktive verkehrspolitische Maßnahmen einen Rückgang der Wertschöpfung, des Wohlstandsniveaus und der Beschäftigung sowie Probleme bei der EU-Integration und der Ost-West-Integration. Gleichzeitig wird von einer Erhöhung der Staatsquote bzw. dem Rückgang des Steueraufkommens und einer nachteiligen Veränderung der Finanzverteilung zwischen Bund, Ländern und Gemeinden ausgegangen. Als Folge der Lenkungeingriffe wird auf regionaler Ebene von einer Behinderung der Ausgleichsfunktion des Verkehrs und von einer Erschwernis der Einbindung abgelegener Räume ausgegangen; auf sozialer Ebene wird die Gefahr von Ungleichgewichten gesehen hinsichtlich dessen wer die Lasten von Umweltschutzmaßnahmen zu tragen hat. Beispiele hierfür sind eine Erschwernis der Mobilität einzelnen Gruppen sowie Bewohner des ländlichen Raumes.

Zu entsprechend anderen Schlußfolgerungen kommen diejenigen, die dem Verkehr eine „dienende Funktion“ zuschreiben und den Vorsorgezielen unterordnen. Sie gehen davon aus, daß entsprechende verkehrspolitische Maßnahmen eine neue ökologische Orientierung der Wirtschaft, eine Steigerung der Beschäftigung und eine Verbesserung der Exportchancen zur Folge haben. Gleichzeitig wird den regionalen Wirtschaftskreisläufen eine bessere Chance zugesprochen, wobei es zu einem geringeren Anpassungsdruck für die weniger entwickelten Regionen kommt. Für die Förderung der regionalen Kreisläufe ist es wichtig, den Verkehr mit in die Gestaltung der Siedlungsstrukturen einzubinden. Ebenso ist aus einer solchen verkehrspolitischen Sicht ein Umbau des Steuersystems und der bewußte Einsatz der Finanzverteilung zur Förderung erwünschter Siedlungsstrukturen unverzichtbar. Darüber hinaus muß der Staat auf sozialpolitischer Ebene seine Vorsorgepflicht wahrnehmen und ein Ausgleich durch ordnungspolitisch flankierende Maßnahmen treffen.

Politischer Streit ist damit kaum vermeidbar, nicht nur hinsichtlich einer gerechten Verteilung von Vorteilen und Lasten aus Umwelt- und Klimaschutz sondern auch hinsichtlich der Einschätzung von Wirkungen (Kausalzusammenhängen) und ihrer Bewertung (Relevanz und Betroffenheit von gesellschaftlichen Gruppen, Personen oder Institutionen).

Die bestehenden Zielkonflikte zwischen unterschiedlichen Politikfeldern zeigen sich beispielhaft im sogenannten Weißbuch der EU (EG-Kommission, 1992). Die EU zieht darin aus der bisherigen Belastungs- und Kostensituation im Verkehr den Schluß, daß im wesentlichen durch Verteuerung der Transporte auch die Umweltprobleme und Probleme der Verkehrsüberlastung lösbar wären. Die „Arbeitshypothese“, daß mit einer Verteuerung des Transports die Probleme in den Griff zu bekommen sind, ignoriert freilich, daß Kosten im Verkehr in vielen Bereichen kaum regulierend wirken und daß es ebenso eines

**Klimarelevante Eingriffe im Verkehr und die unterschiedliche Bewertung
ihrer Wirkungen in anderen Politikfeldern
(Zielkonflikte, Hemmnisse)**

Politikfelder	Bewertung ausgehend von der Grundannahme „Verkehr ein bedeutender Wirtschaftsbereich, dessen Dynamik erwünscht ist und toleriert wird“	Bewertung ausgehend von der Grundannahme „Verkehr hat ausschließlich dienende Funktion und ist den Vorsorgezielen unterzuordnen“
Wirtschaft, allgemein	Möglicher Rückgang der Wertschöpfung und des Wohlstandsniveaus Rückgang der Beschäftigung	Neue ökologische Orientierung der Wirtschaft, Innovation und bessere Exportchancen Steigerung der Beschäftigung (auch außerhalb Verkehr)
Internationale Wirtschaft	Erschwernis der EU-Integration sowie der Ost-West-Integration durch Ver- kehrsrestriktionen	geringerer Anpassungsdruck für weni- ger entwickelte Regionen; bessere Chancen für regionale Wirtschafts- kreisläufe
Sozialpolitik	Gefahr von Ungerechtigkeiten hin- sichtlich der Lasten Erschwerung der Mobilität von sozia- len Randgruppen oder Bewohnern des „flachen Landes“	Ausgleich durch ordnungspolitische Flankierung; Wahrnehmung der Vor- sorgepflicht des Staates z. B. durch Vorhalten eines ÖPNV und vertragli- cher Systeme
Regionalpolitik (Raumordnung)	Behinderung der Ausgleichsfunktion des Verkehrs Erschwerung der Einbindung abgele- gener Räume	Einbindung von Verkehr (Raumwider- stand) in die Gestaltung der Siedlungs- strukturen; stärkere Förderung der regionalen Kreisläufe
Finanzen	Erhöhung der Staatsquote oder Rück- gang des Steueraufkommens bei Ein- treten von Lenkungseffekten; Verän- derung der Finanzverteilung zwischen Bund, Ländern und Gemeinden (nega- tiv bewertet)	Umbau des Steuerplans unverzicht- bar (Besteuerung des Ressourcenver- brauchs); bewußter Einsatz der Finanz- verteilung zur Förderung erwünschter Siedlungsstrukturen

Anstoßes in Richtung neuer Raumstrukturen bedarf, die einem langfristigen strukturellen und volkswirtschaftlicher Prozeß unterliegen. Dies führt über den Verkehrsbereich weit hinaus, folglich darf sich auch die Problemlösung nicht auf Maßnahmen im Verkehr beschränken. Tab. 6.2-2 zeigt die widersprüchlichen Anforderungen an das Handeln im Verkehrsbereich der Europäischen Versorgungsziele.

Mit ihrem „Globalkonzept für eine bedarfsgerechte und auf Dauer tragbare Mobilität“ (EG-Kommission, 1992) geht die Kommission mit dem Verkehrssektor sehr kritisch ins Gericht. Diese kritische Auseinandersetzung der EU beinhaltet zwei gegensätzliche Feststellungen, die sich noch dazu auf sehr unterschiedliche räumliche Ebenen beziehen:

- Einerseits die Unzufriedenheit mit der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur insbesondere in den Randzonen Europas, und
- andererseits die Bestürzung über die Dynamik der Entwicklung der Verkehrsnachfrage und die ent-

sprechenden Folgen für die Lebensräume und die Umwelt, insbesondere in den europäischen Verdichtungszone.

So stehen auch in der EU Vorsorgeziele unter dem Stichwort Umweltschutz, Lebensqualität ganz oben. Das Problem, diese Ziele dann auch für den Verkehrsbereich zu konkretisieren, ist aber bisher überhaupt nicht gelöst. Vor diesem Hintergrund erscheinen die heutigen Grundsätze europäischer Verkehrspolitik, insbesondere die Prinzipien der Liberalisierung und Harmonisierung bezüglich der Verkehrsfunktionen in einen neuen Licht. Der Weg über den „kostengünstigen“ Transport dürfte bei freier Wahl des Transportmittels – auch dies ist eindeutig angestrebt – den Ressourcen- und Umweltzielen entgegenstehen und wird insbesondere von der Bevölkerung der zentralen Länder kritisch beurteilt.

Mit dieser kurzen Bestandsaufnahme zum „Gegenüber“ der Gemeinschaftsziele und der Verkehrsziele in der EU wird deutlich, daß unter dem Stichwort

Tabelle 6.2-2

**Klimarelevante Eingriffe im Verkehr und die unterschiedliche Bewertung ihrer Wirkungen
in anderen Politikfeldern (Kutter 1993 a)**

Allgemeine Vorsorgeziele der Gemeinschaft	Teilziele in einem autonomen Verkehrssektor	Aktivitäten an der Maßnahmenebene	Flankierung durch die Verkehrspolitik
Ausgewogene Wirtschaftsentwicklung (bessere Chancen für periphere Regionen Europas)	leichte Erreichbarkeit und Zugänglichkeit aller Regionen sichern (freie Wahl des Verkehrssystems) [Akzeptanz einer unbegrenzten Dynamik des Verkehrs ¹⁾]	Bereitstellung von Verkehrsinfrastruktur Gewährleistung preiswerten Transports	Subvention von Verkehrswegen „business as usual“ (keine Internalisierung von Kosten, wenig ordnungspolitische Vorgaben)
Umweltverträgliches Wachstum	Minderung der (negativen) Verkehrsfolgen (Beschränkung der Wahlfreiheit) [Abbau der Transportorientierung, Vermeidung von Verkehr ²⁾]	Aktivierung technischer Verbesserungen Verlagerung auf verträglichere Systeme — Vorhalten der Systeme — Durchsetzung der Nutzung Erschwerung von Transportvorgängen	Internalisierung der Kosten, Vorgaben für Technik, Limits Vorfinanzierung neuer Technologien globale Steuerungsstrategien Kostenmodelle, Änderungen des Steuersystems (Ressourcenverbrauch besteuern ³⁾)
Erhalt der Lebensqualität in den Regionen und Städten	Minderung bzw. Begrenzung der (negativen) Verkehrsfolgen (Beschränkung der Wahlfreiheit) [Abbau der Transportorientierung von Verkehr ²⁾]	Aktivierung bessere Technik bessere Logistik Beschränkung der Kapazitäten der Verkehrsnetze	Internalisierung der Kosten, Vorgaben für Technik („Anreizsysteme“) lokale Steuerungsstrategien Änderungen des Steuersystems, der raumordnerischen Konzepte ³⁾)

¹⁾ Nach heutiger Einschätzung wird das Handeln der EG kurz- und mittelfristig durch die Einordnung des Verkehrs als eigenständiger Wirtschaftsbereich bestimmt sein; „Internalisierung der Kosten“ hat vor diesem Hintergrund kaum eine Chance, als Instrument tatsächlich wirksam zu werden; „gute Verkehrserreichbarkeit“ ohne schädliche Nebenwirkungen scheint nur über das „Erzwingen verträglicher Systeme“ möglich zu sein.

²⁾ Die Vorsorgeziele sind praktisch nur bei genereller Umorientierung erreichbar, da sämtliche Minderungen und Verbesserungen im System nach kurzer Zeit durch weiteres Wachstum der Verflechtung wieder aufgezehrt sind.

³⁾ Der Verweis auf diese Aktivitäten außerhalb des eigentlichen Verkehrsbereichs soll andeuten, daß Vorsorgeziele nicht durch „Handeln im Verkehr“ allein erreicht werden können. Kutter '93

Quelle: Kutter '93

„Ziele und Bewertungskriterien“ die elementare Grundsatzdiskussion wohl heute noch wichtiger ist als eine Auseinandersetzung um „Maßgrößen“ und eine Aufrechnung der Nutzen gegenüber den Kosten im Verkehr. Hier liegt der wesentliche Handlungsbedarf.

Wenn auch das Weißbuch der EU den Zielkonflikt zwischen ökologischen und ökonomischen Zielen – leider ohne überzeugenden Lösungsansatz – für das komplexe Politikfeld der europäischen Integration besonders plastisch demonstriert, lassen sich zu diesem Problemkreis noch weitere nicht weniger eindringliche Beispiele anführen. So korrelieren Bruttosozialprodukt und Verkehrsaufkommen relativ eng miteinander. Bei sonst gleichbleibenden Bedingungen heißt Wirtschaftswachstum auch gleichzeitig mehr Energieverbrauch im Verkehrssektor und damit mehr CO₂-Ausstoß. Damit es durch Reduktion des Verkehrsaufkommens nicht zu einem möglichen Rückgang des Bruttosozialprodukts und damit des allgemeinen Wohlstandsniveaus kommt, muß eine Entkopplung von Bruttosozialprodukt bzw. Wirtschaftswachstum und Verkehrswachstum erreicht werden.

Da der Weg zu einem derart anders definierten Wachstumsmodell bisher noch nicht vollständig entwickelt ist, werden Probleme auf wirtschaftlicher Seite sowohl für die Verkehrsindustrie als auch für die Gesamtwirtschaft gesehen. Dabei rückt rasch die Sorge um die Verschlechterung des Standorts Deutschland in den Vordergrund, wenn man unterstellt, daß nur nationale Verkehrsverteuerungen die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft ein-

seitig beeinträchtigen können. Andererseits muß bedacht werden, daß Maßnahmen im Verkehrsbe-
reich auch einen Anstoß zur Entwicklung innovativer Technik und zur Verbesserung der Exportchancen bewirken können und damit in Zukunft zur Sicherung des Standortes Deutschland beitragen.

Die Rolle von Steuern und Abgaben bei den Minderungsstrategien wird teilweise sehr kontrovers gesehen. Einerseits dienen sie als Lenkungsinstrument, könnten also im Sinne der „Aufkommensneutralität“ durch Ausschüttungen/Subventionen oder nach Erreichen des Lenkungsziels zurückgegeben werden; andererseits werden zur Finanzierung bestimmter begleitender Rahmenbedingungen (z. B. Bahnausbau) höhere Steueraufkommen benötigt, die aber den Staatsanteil noch weiter erhöhen können und die Kaufkraft mindern. Diese beiden Seiten müßten im Rahmen von Strategien erst miteinander in Einklang gebracht werden.

Die wirtschaftspolitischen Ziele der EU wie „harmonische ausgewogene Entwicklung des Wirtschaftslebens“, „Stärkung des wirtschaftlichen Zusammenhangs“ sowie „Verringerung der Entwicklungsunterschiede“ sind alle plausibel und entsprechen im wesentlichen auch dem Raumordnungsziel auf nationaler Ebene. Zur Verwirklichung dieser regionalpolitischen Ziele soll das Verkehrswesen effizient und kostengünstig sein, ein reibungsloses Funktionieren des Binnenmarktes zur Erleichterung des freien Güter- und Personenverkehrs gewährleisten und damit den wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhalt stärken. Die prinzipielle Forderung könnte vordergründig mit „viel und billiger Verkehr“ umschrie-

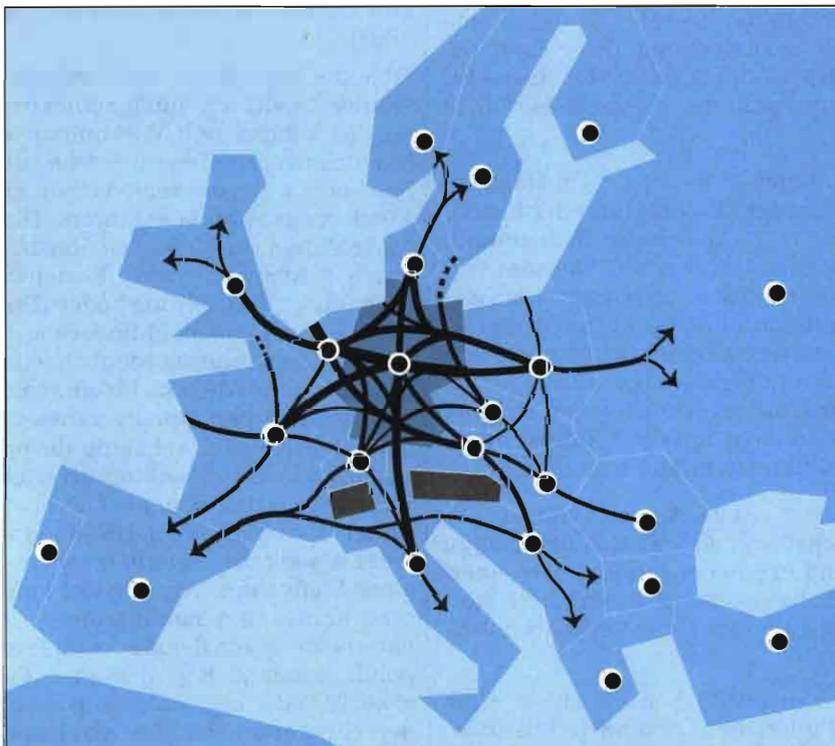


Abb. 6.2-1: Radialstruktur der „Stadt Europa“ (Kutter, 1993 a)

ben werden. Hieraus resultieren kontroverse Standpunkte bezüglich der restriktiven Behandlung des Verkehrs. Man fürchtet die Behinderung der regionalen Ausgleichsfunktion des Verkehrs sowie die Behinderung der Entwicklung abgelegener ländlicher Räume, sieht aber andererseits die Stärkung des Potentials der Raumordnung sowie der Standortpolitik, die heute unterlaufen werden können. Man will die EU-Integration und stellt die mögliche Erschwerung durch Verkehrsrestriktionen (Ost-West-Integration mögliche Erschwerung/Behinderung durch Verkehrsrestriktion) heraus. Die Restriktion ist aber auch möglicher Anstoß für die Entwicklung europäischer Transportsysteme (Europabahn, Aktivierung der baltischen Schifffahrtswege). Als weiteres Problem der Konfliktsituation in Europa kommt eine sehr spezifische räumliche Verteilung der Güterverkehrsströme mit extremen Disparitäten bei den Belastungen (aus Verkehr) hinzu.

Die skizzierte räumliche Struktur der Verkehrsverflechtungen (Abb. 6.2-1) ergibt sich geographisch bedingt; die Probleme der „Mitte“ in diesem Gefüge bedürfen keiner weiteren Erläuterung. Wie aber ist bei dieser Problemlage der Interessenskonflikt zwischen „innen“ und „außen“ zu lösen?

Die auch aufgrund der geographischen Lage sehr unterschiedlichen Chancen der Mitgliedsstaaten (Wirtschaftskraft zwischen 30 % und 140 % des Mittelwertes) bedürfen eines wirkungsvollen Ausgleichsmechanismus, der nur durch reibungslosen Verkehr gewährleistet werden kann. Dem stehen die Probleme der Verkehrsbelastungen im Zentrum Europas gegenüber, denen auf Wunsch der betroffenen Bevölkerung durch verkehrsrestriktive Maßnahmen abgeholfen werden soll. Ein Beispiel für solche verkehrsrestriktiven Maßnahmen auf Drängen der Bevölkerung war die Entscheidung der Schweiz, den Gütertransitverkehr innerhalb der nächsten 10 Jahre vollständig auf die Schiene zu verlegen. Diese Entscheidung war nur möglich, da die Schweiz nicht in die EU eingebunden ist und sich mit dieser daher nicht abstimmen muß.

Eine sehr spezielle Situation ergibt sich in Deutschland für die neuen Länder, die aufgrund der historischen Planwirtschaft (z. B. kein freier Bodenmarkt) und wirtschaftlicher Zwangslagen bis 1989 sehr verkehrssparsame Raumstrukturen aufwiesen. Hier wären auch in der künftigen Entwicklung verkehrsvermeidende neue Standortkonzepte anzustreben und für den Neuaufbau dringend geboten, zumal die mangelhafte Infrastruktur bei schneller Angleichung zu gravierenden Verkehrsengpässen führen muß; damit aber sind Konflikte vorprogrammiert:

- Generell findet eine rasche Angleichung an das „westliche Wirtschaftssystem“ statt. Zum Teil ist aber auch der Hang zu einer eher noch übersteigerten – westlichen Lebensweise (z. B. eine noch stärkere Fixierung auf die individuelle Verkehrsmobilität) zu beobachten:
- Der Druck der wirtschaftlichen Situation (z. B. Arbeitslosigkeit) fördert die „Öffnung für Investitionen um jeden Preis“, d. h. für Interessenten, die ihrerseits die Übergangssituation und die Schwäche

der Institutionen bis hin zur Klage gegen vorläufige Landesbauordnungen marktgemäß ausnutzen;

- Auf der anderen Seite ist das kritische Bewußtsein, daß Verkehr den Lebensraum nicht nur positiv verändert, inzwischen stärker ausgeprägt. Die Sicht, daß die vorhandenen überlieferten Strukturen nicht voll im Sinne westlicher – individualisierter – Strukturen „umbaubar“ sind (wie das im Westen in der Aufbauphase, im Stadium der „Verkehrs-Unschuld“, möglich war) gewinnt an Gewicht.

Viel diskutiert wird im Rahmen der Zielkonflikte bei den CO₂-Minderungsmaßnahmen im Verkehr das Problem der sozialen Gerechtigkeit im Zusammenhang mit einer starken Verkehrsverteuerung, welche die unteren Einkommensschichten stärker belasten würde.

Von Pkw-restriktiven Maßnahmen sind auch Gruppen bzw. Regionen betroffen, die zum Pkw keine oder nur unzureichende Verkehrsalternativen haben, z. B. Bewohner des ländlichen Raums. Hierbei werden sowohl neue „Verteilungskämpfe“ befürchtet als auch die Ausklammerung bestimmter Gruppen aus dem gesellschaftlichen Leben. Dem ist entgegenzuhalten, daß derartige Probleme im Rahmen staatlicher Daseinsfürsorge durchaus lösbar erscheinen: Gerade bei Fernpendlern aus wirtschaftlich schwachen Regionen oder Bewohnern ländlicher Räume bestehen relativ einfache Möglichkeiten, Problemsituationen im Rahmen subjektgebundener Transfers zu lösen. Es geht also einerseits darum, denjenigen, die gerade ihren Standort verändern wollen, richtige Anreize zu geben. Andererseits darf hiervon die Mehrheit derjenigen, die keine Standortveränderung in Betracht ziehen, nicht in einer Weise betroffen sein, die sie mit einem gewissen Recht als unfair empfunden würde, da sie bei ihrer Standortentscheidung von anderen Rahmenbedingungen ausging (Ewers, 1992).

Objektiv feststellbare Sachverhalte und Zielkonflikte werden zusätzlich durch subjektive Einschätzungen der Wirkungen und Wirkungszusammenhänge von Maßnahmen überlagert. Solche subjektiven Wertungen können zu unterschiedlichen Einschätzungen der Minderungspotentiale führen. Die Diskussion von Maßnahmen im Verkehrsbereich – gekennzeichnet durch Schlagworte wie „Kostenwahrheit“, „Raumordnung“, „Verlagerung“ oder „Down-sizing“ – führt bei den Angaben über Minderungspotentiale zu einer großen Bandbreite der Möglichkeiten. Dies ist keineswegs verwunderlich, da für eine solche Schätzung von unterschiedlichen Grundvoraussetzungen ausgegangen werden kann: Abhängig davon, ob die Eigendynamik des Verkehrssektors als nachteilig für jegliche Versorgungsziele oder aber als erwünschter und tolerierter Wirtschaftsimpuls gesehen wird, ergeben sich unterschiedliche Einschätzungen für die Wirkung einer Maßnahme. Als Beispiel können raumordnerische Konzepte genannt werden, deren Erfolg ganz entscheidend von flankierender Preis- und Ordnungspolitik abhängt. Bei wirksamer Flankierung stehen etwa 10 % des regionalen Personenverkehrs (auf längere Sicht erheblich mehr) zur Disposition. Entfällt die Flankierung dagegen, dürften Effekte kaum spürbar sein.

Die für die verkehrspolitische Entscheidungsfindung nicht unwichtigen Verbände und Interessensvertretungen lassen sich – mit schon vom Grundsatz her ähnlich kontroversen Einschätzungen – drei großen Gruppen zuordnen:

1. Verbände, die die Wirtschaftsinteressen und die Verkehrsträger vertreten, betonen den Abbau der Engpässe (weiterhin Kapazitätsbereitstellung), die Optimierung der Schnittstellen sowie die Effizienzsteigerung und erwähnen allenfalls als Ergänzung die „ÖPNV-Offensive“; Empfehlungen sind hier strikt beschränkt auf Angebotsbereitstellung, wobei dies bis zur Forderung reicht, „die Infrastrukturaufgabe des Bundes im Grundgesetz zu verankern“ (DIHT).
2. Den „Gegenpart“ hierzu spielen Gruppen wie „alternativen Verkehrsclubs“, der Städtetag, die Kirchen und auch Elterninitiativen, die übereinstimmend als oberstes Prinzip die grundsätzliche Verkehrsvermeidung fordern (Ferne durch Nähe ersetzen, „Ertüchtigung“ von Raumordnung und Stadtplanung); ergänzt wird das teilweise durch weitreichende „Fahrrad-Forderungen“ und striktes Vorgehen gegen Automobilität und Freizeitverkehr (Ordnungspolitik, Limits).
3. Verlautbarungen aus der Ebene der oberen Administration (Ministerien, wiss. Beiräte) sind oft durch „vornehme Zurückhaltung“ gekennzeichnet. Dies mag daran liegen, daß hierbei häufig schon der Versuch einer Synthese unterschiedlicher Einschätzungen und Werthaltungen zugrunde liegt. Sie konzentrieren sich aber vielfach auch auf sektorale Eingriffe (im Verkehr) und vermeiden eher die Diskussion grundsätzlicher Umorientierung. Diese Sicht entspricht auch weitgehend dem von der EU-Kommission vertretenen Standpunkt.

Diese konträren Meinungen von Interessensvertretungen finden verständlicherweise ihre Entsprechung im ambivalenten Verhältnis des Bürgers zur Automobilität. Am ehesten ist das Problem so zu umschreiben: Die Mehrzahl der Bürger ist für drastische Einschränkung des Verkehrs und seiner Folgen, für Verkehrsberuhigung und andere Maßnahmen soweit sie den anderen Verkehrsteilnehmer betrifft. Gleichzeitig ist die Mehrzahl dagegen, daß ihre persönliche Mobilität davon betroffen sein soll.

Die Ambivalenz persönlicher Einstellungen zum Verkehr wird anhand der Umfrageergebnisse zu Maßnahmen, die den Verkehrslärm reduzieren sollen, deutlich. Offensichtlich ist dabei die Akzeptanz technischer Maßnahmen, die im Prinzip ja keine Einschränkung der persönlichen Lebensweise, z. B. der „Mobilitätsstile“, bedeuten. Die Autoren führen dies auf die Widersprüchlichkeit zwischen einer generellen Meinungsäußerung und der für sich selbst in Anspruch genommenen Freiheit zurück. Auf der anderen Seite mag dies auch erklären, warum Politiker so zögerlich mit Handlungen im Verkehrsbereich umgehen.

In unseren westlichen Industriegesellschaften und den sich daraus entwickelnden „nachindustriellen“ Dienstleistungsgesellschaften, ist individuelle Motorisierung offensichtlich Ausdruck eines freiheitlichen

Lebensstils; ein entsprechendes „Idealbild“ streben auch die bisher weniger wirtschaftsstarke Länder – „Südschiene“ in der EU, Länder des ehemaligen Ostblocks – an. Motorisierung und Steigerung der Verkehrsmobilität sowie der in der Folge steigende Energieverbrauch (im Verkehr) werden gewissermaßen als „extern determinierte“ Entwicklungen gesehen, die sich dem Zugriff jeglicher verkehrspolitischer Lenkung weitgehend entziehen. Diese Ausgangsposition ist für das Verfolgen von Klimazielen im Verkehr sicher ungünstig; gerade deshalb ist es von außerordentlicher Bedeutung, sich für die praktische Umsetzung von Minderungsstrategien intensiv mit den Werthaltungen zum Verkehr zu beschäftigen, weil sie der eigentliche Schlüssel zu einer erfolgreichen Politik in einem demokratischen Gemeinwesen sind.

6.3 Auflösung der Zielkonflikte

Jede beim Verkehr ansetzende Maßnahme wird auch immer gleichzeitig einer Vielzahl anderer Politikfelder mitbeeinflussen. Daher ist bei der Auswahl von Maßnahmen bzw. der Definition von Maßnahmenbündeln nicht nur die Verkehrswirkung und die mögliche klimarelevante Wirkung zu berücksichtigen, sondern auch ihre Wirkung auf andere Politikfelder (Zielkonflikte). Obwohl diese Forderung nahezu selbstverständlich erscheint, stößt ihre praktische Umsetzung auf beträchtliche Probleme; die umfassende Bewertung erfordert die Miterfassung der Wirkungen und Effekte in anderen Gesellschaftsbereichen außer dem Verkehr – der „externen Effekte“ – und zusätzlich in der Regel deren monetäre Abschätzung, die wiederum sehr subjektiven Wertungen unterliegt (unterschiedliche Erfahrungsbereiche, Zeithorizonte etc.).

Theoretisch steht mit dem systemanalytischen Ansatz von Kosten-Nutzen-Untersuchungen, Nutzwertanalysen oder vergleichbaren Methoden ein Instrumentarium zur Verfügung, Kosten und Nutzen bzw. Vorteile und Nachteile für von politischen Entscheidungen Betroffenen zu bilanzieren. Leider sind diese Verfahren aus verschiedenen Gründen für eine politische Auflösung der Zielkonflikte bisher nicht anwendbar:

- Die genannten Instrumente können Entscheidungen nicht ersetzen, sondern jeweils nur Entscheidungskriterien und -wertsetzungen transparent machen.
- Ähnlich wie auch bei Ökobilanzen hängt das Ergebnis elementar ab von
 - der Systemabgrenzung,
 - der verbindlichen Einigung auf Wirkungszusammenhänge (Kausalketten),
 - der Einigung auf Wertmaßstäbe bzw. Vergleichsmaßstäbe (z. B. Wirkungsäquivalente verschiedener Schadstoffe).
- Je komplexer die Sachverhalte sind, um so schwerer sind sie durch Kosten-Nutzen-Überlegungen aufzuschlüsseln. Gerade im Verkehr tritt regelmäßig das Problem der Systemabgrenzung und die Diskussion der Wirkung auf.

Vor dem Hintergrund einer derartigen Komplexität ist der „Beweis“ der überschaubaren gesellschaftlichen Nützlichkeit einer langfristig angelegten, konkreten Verkehrspolitik nur äußerst schwer zu führen. Hierfür wären komplexe mathematische Modelle unseres Gesellschafts- und Wirtschaftssystems erforderlich, die auf absehbare Zeit nicht verfügbar sind. Einfacher zu beantworten – zumindest qualitativ – sind dagegen die Fragen nach Wirksamkeit im Sinne von Klimaschutz und Lebensqualitätserhalt sowie Förderung der Nachhaltigkeit der Entwicklung.

Es muß z. B. abgeprüft werden,

- dienen die Maßnahmen den Klimaschutz- und Lebensqualitätszielen und
- dienen sie darüber hinaus der nachhaltigen Entwicklung von Ökologie und Ökonomie.

Die Bewertung der verschiedenen Optionen muß von diesem Sachstand ausgehen; den handelnden Institutionen bleibt es dabei unbenommen, von Fall zu Fall größere Untersuchungsprogramme aufzulegen.

Tab. 6.3-1 zeigt beispielhaft ein mögliches „Zielsystem“, mit dessen Vorgaben ein Maßnahmebündel/eine Handlungsstrategie abgeprüft werden kann. Dies kann den Informationsstand über Klimastrategien erheblich verbessern, liefert aber keine eindimensionalen und monetären Entscheidungsgrundlagen. Es wird der Politik daher nicht erspart bleiben, eine Auflösung der Zielkonflikte im demokratischen parlamentarischen Verfahren, d. h. im demokratischen Diskussions- und Konsensfindungsprozess zu suchen.

Tabelle 6.3-1

Oberziele, Teilziele und Bewertungskriterien zur Bewertung klimarelevanter Handlungsstrategien

OBERZIELE	TEILZIELE / BEWERTUNGSKRITERIEN	
Erhaltung der Umwelt	— klimarelevante Wirkungen	— Reduktion CO ₂ — Reduktion anderer Spurengase
	— lokale ökologische Wirkungen	— Reduktion Ozon (unten)
Nachhaltigkeit der Entwicklung, Ressourcenschonung	— langfr. Machbarkeit	— Schonung Flächen — Schonung Energie, Rohstoffe (Chancen E-Länder, Bewerksstellung eines Ausgleichs)
	— internat. Verträglichkeit	(Verteilungskämpfe, Streit und Rohstoffe, Abhängigkeiten)
	— langfristige Risiken	
Stabilität von Wirtschaft und Gesellschaft	— Gesamtwirtsch. Wirkungen	— betriebswirtsch. Wirkungen — volkswirtsch. Wirkungen (Verschärfung Gegensätze „Klassengesellschaft“)
	— soziale Verträglichkeit	
	— Finanzierbarkeit	— Infrastrukturkosten — Betrieb und Unterhaltung
	— rechtliche Machbarkeit	— regional/national — international
Erhaltung der Lebensqualität	— Qualität d. Umfelds	— strukturelle Beeinträchtigung — Aufenthaltsqualität
	— Lärmbelästigung	— direkte Schäden — Wertminderung/Kosten
	— Gefährdung	— direkte Schäden/Kosten — psycho-soziale Wirkungen
	— Immissionen	— Überschreitung Grenzwerte

(bitte überprüfen, ergänzen, vervollständigen)

7 Handlungsempfehlungen der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“¹⁾

7.0 Zusammenfassung

Die Enquete-Kommission will mit den vorliegenden Handlungsempfehlungen zum Verkehrssektor einen notwendigen und wesentlichen Beitrag zur Erreichung des Klimaschutzziels leisten, das die Bundesregierung für das Jahr 2005 auf Vorschlag dieser Kommission vorgegeben hat.

Ziel dieser Vorschläge ist, ein schlüssiges in seinen Elementen aufeinander abgestimmtes verkehrspolitisches Konzept vorzulegen, das die erforderliche Mobilität sichert und die Weiterentwicklung der Wirtschaft gewährleistet.

Eine erste Bilanzierung der Ergebnisse der aufgrund der Vorschläge der Kommission eingeleiteten Maßnahmen soll in ca. 5 Jahren erfolgen.

Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse und der dann national, europa- und weltweit gegebenen Situation sind nötigenfalls zusätzliche Maßnahmen oder eine Revision dieser Maßnahmen vorzunehmen, um im Zielkorridor der Klimaschutzpolitik für 2005 und die Folgejahre zu bleiben.

Zu den Handlungsempfehlungen im einzelnen:

1. Die Kommission fordert die Fortschreibung des Bundesverkehrswegeplans und die beschleunigte Umsetzung der gefaßten Beschlüsse. Insbesondere ist ein kurzfristiges Ausbauprogramm erforderlich, durch das:
 - die Verlagerung von der Straße auf die Schiene durch Verbesserung des Schienenverkehrs unterstützt wird, soweit sie zur CO₂-Minderung beiträgt. In Anbetracht des weiter wachsenden Verkehrs ist der Bau von zusätzlichen Eisenbahnmagistralen zu prüfen und mittelfristig umzusetzen (z. B. Alpentransit)
 - die Einrichtung und der Ausbau von Güterverkehrs- Güterverteilzentren und Umschlagterminals [Bund/Länder/Kommunen] gefördert werden
 - die Emission von direkt und indirekt klimawirksamen Spurenstoffen aufgrund von Staus und Engpässen vermieden wird,

a) im Straßenverkehr, insbesondere auf Bundesautobahnen [Bund/Länder]²⁾

b) im Schienenverkehr [Bund/Länder]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 2–3 %

2. Die Kommission fordert, die beschleunigte Umsetzung der Bahnreform sowie die Beschleunigung der Privatisierung und des Zugangs Dritter zum Netz. Sie fordert zusätzliche Maßnahmensetze für dringliche Projekte, den verstärkten Einsatz von Beschleunigungsgesetzen und darüber hinaus verbesserte Angebote für bahnaffine Verkehre zur Ermöglichung von Verkehrsverlagerungen.

Die Kommission fordert weiter, daß regionale Verkehrskonzepte in dieses Konzept integriert und durch Länder, Kreise und Gemeinden beschleunigt umgesetzt werden.

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 2–3 %

3. Die Kommission fordert eine europäische Bahnreform unter dem Dach einer europäischen Verkehrsinitiative. Sie fordert eine Initiative der Bundesrepublik Deutschland mit dem Ziel, eine Kommission auf europäischer Ebene zu schaffen, die
 - a) eine Rahmenkonvention zur Errichtung eines gemeinsamen europäischen Verkehrsraumes mit dem Schwerpunktziel CO₂-Minderung sowie
 - b) eine europäische Bahnorganisation mit dem Ziel eines gemeinsam betriebenen transeuropäischen Eisenbahnnetzes vorbereitet,
 - c) in einer ersten Stufe die technische und organisatorische Harmonisierung in Europa vorantreibt und
 - d) die Voraussetzungen für eine privatwirtschaftliche Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur schafft.

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 1–2 %

4. Die Kommission empfiehlt, integrierte Konzepte zur Kooperation des Öffentlichen- und des Individualverkehrs in den Ballungsgebieten europa- weit mit dem Ziel der Verminderung der CO₂-Emissionen beschleunigt umzusetzen.

Angelaufene Pilotprojekte für ein abgestimmtes verkehrsträgerübergreifendes Verkehrsmanagement in Großstädten sind weiterzuentwickeln.

Der öffentliche Personennahverkehr ist vorrangig dort auszubauen und von den Instrumentarien her zu optimieren, wo der Auslastungsgrad über den Tag und die Strecke sowie die damit erzielbaren CO₂-Reduktionen dieses rechtfertigen.

¹⁾ Mehrheitsvotum der Kommissionsmitglieder Dr. Klaus W. Lippold, Klaus Harries, Dr. Peter Paziorek, Dr. Christian Ruck, Trudi Schmidt (Spiesen), Bärbel Sothmann, Martin Grüner, Marita Sehn, Prof. Dr. Dr. Rudolf Dolzer, Dr.-Ing. Alfred-Herwig Fischer, Prof. Dr. Klaus Heinloth, Prof. Dr. Hans-Jürgen Jäger, Prof. Dr. Hans Michaelis, Prof. Dr. Alfred Voß, Prof. Dr. Wolfgang Seiler, Prof. Dr. Carl-Jochen Winter

²⁾ Die in eckige Klammern gesetzten Körperschaften bezeichnen die Adressaten der jeweiligen Empfehlungen.

Europaweit abgestimmt sind Informationssysteme zu schaffen, die vor Antritt der Fahrt über Fahrplan, Strecke, Umsteigemöglichkeiten sowie zeit- und kostenoptimierte Verbindungen informieren (Schaffung von Akzeptanz für öffentlichen Personennahverkehr und/oder kombinierte Verkehre)

[Europäische Union/Bund/Länder/Gemeinden]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 4–12 %

5. Die Kommission fordert ein Programm zur Bildung von Pkw-Fahrgemeinschaften, mit dem Ziel, den Auslastungsgrad der Pkw's zu verbessern. Dazu sind u. a. folgende Maßnahmen vorzusehen:

- a) In einer ersten Stufe Pilotprojekte im Bereich ländlicher Mittelzentren
- b) in einer zweiten Stufe die flächendeckende Umsetzung solcher Konzepte.

Für höher besetzte Pkw,s sind besondere Vorteile vorzusehen.

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 3–6 %

6. Die Kommission sieht den verbesserten, CO₂-Emissionen vermindernenden bzw. energiesparenden Einsatz der einzelnen Verkehrsmittel als vorrangiges Ziel an.

Sie fordert deshalb den weiteren Ausbau von Leit- und Informationstechniken zur Verkehrsoptimierung.

Die Kommission empfiehlt, zur Nutzung der CO₂-Einsparpotentiale eine Telematik-Strategie zu entwickeln bzw. zu fördern, die folgende Elemente umfaßt:

- Logistik und Dispositionssysteme im Straßengüterverkehr, mit denen die Routen optimiert werden können und die Aufnahme zusätzlicher Ladung unterwegs disponiert werden kann;
- Verkehrsinformationssysteme wie Stau- und Unfallinformationen, Empfehlung von Time-Slots und Routen, elektronische Stadtpläne, Parkleitsysteme
- Weiterentwicklung situationsgerechter Vorgaben bzw. Empfehlungen für das Verkehrsverhalten z. B. Empfehlungen zur Optimierung des Verkehrsflusses und zur Vermeidung von besonderen Emissionssituationen sowie von Staus und von Unfällen.

Dazu gehört die Einführung situationsgerechter, belastungsabhängiger, zeitlich und örtlich flexibler Geschwindigkeitsvorgaben.

Ein allgemeines Tempolimit lehnt die Kommission dagegen wegen der tendenziell kontraproduktiven Wirkungen ab.

- Verbesserte Luftverkehrskontrolle und Koordination; Flächen- statt Luftstraßennavigation bzw. Satellitennavigation anstelle der Navigation nach ortsfesten Funkfeuern im europäischen bzw. weltweiten Rahmen.

- Verbesserte Landeanflugverfahren und Verfahren zur Verkürzung der Gleitpfad-, der Lande- bzw. Startbahn-Belegungszeiten.

[Europäische Union/Bund/Länder/Gemeinden]

Die Kommission fordert darüber hinaus, die verkehrspolitische Liberalisierung mit dem Ziel fortzusetzen, über Wettbewerbsdruck eine bessere Auslastung der Verkehrsmittel zu erreichen.

[Europäische Union/Bund]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 2–10 %

7. Die Kommission fordert zur Verringerung des Treibstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen von Kraftfahrzeugen

- eine Selbstverpflichtung der Kraftfahrzeughersteller mit dem Ziel einer Verminderung des Verbrauchs und der CO₂-Emissionen der Kraftfahrzeuge bis zum Jahr 2005 um mindestens 30 % (ob die Selbstverpflichtung über 2005 hinaus erweitert oder verschärft werden sollte, ist zu einem späteren Zeitpunkt sowohl unter Klimaschutz- wie unter Wirtschafts- und Arbeitsplatzaspekten zu prüfen)

Ein solches Selbstverpflichtungssystem sollte europaweit angestrebt werden; Importeure von Kraftfahrzeugen sollten einbezogen sein.

- Sollte die Selbstverpflichtung als wirtschaftliches Optimierungsinstrument nicht greifen, sind unverzüglich ordnungsrechtliche Maßnahmen vorzusehen.

- Um dieser Selbstverpflichtung auch von der Nachfrageseite her zum Erfolg zu verhelfen, d. h. den geringeren Kraftstoffverbrauch verstärkt zu einem Kriterium beim Autokauf zu machen, fordert die Kommission eine stetige, maßvolle, reale und jährliche Anhebung der Treibstoffpreise, verteilt über einen längeren Zeitraum. Die Politik hat bei der Bemessung der Höhe der Mineralölsteuer die Wirkungen mit einzubeziehen, die sich aus einer aufkommensneutralen Umlegung der Kfz-Steuer ebenso wie aus der Kostenentwicklung für künftige CO₂-emissionsgeminderte Fahrzeuge sowie aus anderen Kostenerhöhungen im Verkehr ergeben.

Zum Beispiel wären nach der zum 1. 1. 1994 erfolgten Anhebung der Mineralölsteuer zunächst einige Freijahre vorzusehen.

Künftige Mineralölsteuererhöhungen sind aufkommensneutral zu gestalten, d. h. durch Senkung von Steuern an anderer Stelle zurückzugeben.

Diese Vorschläge der Kommission haben die Förderung von verbrauchsarmen, CO₂-freien bzw. -reduzierten Fahrzeuggenerationen zum Ziel. Mit einer solchen Vorgehensweise sollen klimapolitische, umweltpolitische, wirtschafts- und finanzpolitische Ziele konzeptionell in sich geschlossen und weitgehend widerspruchsfrei umgesetzt werden.

Eine europäische Harmonisierung ist hierbei anzustreben.

[Wirtschaft, insbesondere Automobilindustrie / Verbrauchverbände / Automobilclubs / Bund]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 12–15 %

8. Die Kommission erwartet die Realisierung starker CO₂-Minderungspotentiale im Luft- und Bahnverkehr.

Im Luftverkehr werden über den Wettbewerbsdruck und technische Verbesserungen am Flugzeug Verbrauchsreduzierungen von 50 % angestrebt.

Die Kommission fordert außerdem, die beschleunigte Entwicklung und den Einsatz von energieeffizienten und schadstoffarmen Triebwerken sowie die Einführung von schwefelfreiem Treibstoff zur Vermeidung von SO₂-Emissionen im Luftverkehr. Zur Vermeidung von Warteschleifen kann fallweise auch der Ausbau neuer Start- und Landebahnen erforderlich sein.

Die Kommission fordert die Ausschöpfung der CO₂-Minderungspotentiale bei der Bahn, z. B. durch Leichtbau und Rückspeisung des Bremsstroms ins Netz, sowie durch Ausbau eines nach Personen- und Güterverkehr getrennten Schienennetzes. Sie fordert vorrangig, daß die Bahn Strom aus CO₂-freien oder CO₂-armen Energieträgern (z. B. regenerative Energien, Kernenergie usw.) einsetzt.

[Bahn-AG/Bund/Länder]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 3–5 %

9. Die Kommission empfiehlt eine Verdichtung der Flächennutzung und zwar tendenziell mit stärkerer Durchmischung der Nutzungsarten; einer Wohnraumverdichtungspolitik, die auch das Problem ungenutzten Wohnraums einbezieht und soweit neuer Siedlungsraum geschaffen wird, die Ausweisung neuer Flächennutzungen vorzugsweise an vorhandenen Achsen des Verkehrs, insbesondere des öffentlichen Personennahverkehrs vorsieht.

[Bund/Länder/Gemeinden]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 1–3 %

10. Die Enquete-Kommission empfiehlt politische Instrumentarien, die verkehrserzeugende Effekte unter Klimaschutzaspekten bei verkehrsrelevanten politischen Entscheidungen auf allen Ebenen berücksichtigen. In diese Entscheidungsprozesse muß z. B. der gesamtwirtschaftliche Nutzen von Sport-, Kultur, Gewerbe- oder Freizeitzentren genauso Eingang finden, wie die Vor- und Nachteile des daraus resultierenden Verkehrs.

[Bund/Länder/Gemeinden]

Geschätztes CO₂-Minderungspotential: 3–5 %

Abschließend empfiehlt die Kommission den Abschluß einer europäischen Verkehrskonvention (siehe Kap. 7.4).

Bundesregierung und Europäische Kommission werden aufgefordert, auch bei den anderen Handelsblö-

cken wie AFTA, NAFTA, APEC, MERCOSUR und anderen auf eine entsprechend Klimaschutzpolitik im Verkehr hinzuwirken.

7.1 Grundsätze

Die Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ bekennt sich im notwendigen Umfang zur Mobilität und ihrer wichtigen Funktionen in gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und kultureller Hinsicht. Klimaschutz – zumal nach dem Vorsorgeprinzip – erfordert grundlegende Änderungen, die auch den Verkehr und seine Ursachen umfassen. Diesen Zielen dienen die folgenden Handlungsempfehlungen.

Auch in Zukunft werden alle Verkehrsträger – gegebenenfalls mit geänderter Aufgabenteilung – bei der Bewältigung der unterschiedlichen Verkehrsaufgaben mitwirken. Hier vorgeschlagene Maßnahmen richten sich nicht gegen einzelne Verkehrsträger an sich; sie dürfen auch kein Selbstzweck sein. Die Empfehlungen stellen die zur CO₂-Emissionsminderung erforderlichen Systemänderungen im Verkehr in den Mittelpunkt.

Ziel dieser Vorschläge ist ein schlüssiges, in seinen Elementen aufeinander abgestimmtes verkehrspolitisches Konzept, das die Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems auf Dauer sichert und gleichzeitig die notwendigen klimarelevanten Emissionsminderungen erreicht.

Nur der maßgerechte Einsatz unterschiedlicher Instrumente (budgetwirksame Maßnahmen, ordnungsrechtliche Maßnahmen bzw. Gestaltung der Rahmenbedingungen) und deren Einbindung in ein verkehrspolitisch schlüssiges Programm können Systembrüche im Verkehr verhindern, beispielsweise daß Verlagerungsdruck von der Straße auf die Schiene und weiter auf die Binnenschifffahrt ausgeübt wird, ohne daß entsprechende Kapazitäten bei diesen Verkehrsträgern bereitstehen oder geschaffen werden.

Ökologische Ziele

Die Handlungsempfehlungen sind auf die ökologischen Ziele, insbesondere die CO₂-Minderung ausgerichtet. Die Verwirklichung anderer verkehrspolitischer oder gesellschaftspolitischer Ziele ist nicht primär Gegenstand dieser Empfehlungen.

So empfiehlt die Kommission nicht per se eine Erhöhung der Steuern oder Abgaben oder andere entsprechende Maßnahmen, sondern CO₂-Emissionen mindernde Systemveränderungen im Verkehrsbereich und die dazu erforderlichen Steuerungsinstrumente.

Budgetwirksame Maßnahmen müssen deshalb aufkommensneutral gestaltet werden, indem z. B. umweltentlastendes Handeln des einzelnen belohnt, umweltbelastendes hingegen zusätzlich belastet wird.

Sicherung des Standortes Deutschland

Die Forderung nach Sustainability (d. h. Nachhaltigkeit der Entwicklung) darf sich nicht nur auf die Ökologie beziehen. Ein Kollaps der ökonomischen Grundlagen oder des sozialen Friedens birgt genau so große Gefahren wie der befürchtete ökologische Kollaps.

Die Kommission ist sich der angespannten wirtschaftlichen Lage in Deutschland mit Auswirkungen auf die Arbeitslosigkeit der Menschen bewußt. Diese kann den Wirtschaftsstandort Deutschland nachhaltig beeinträchtigen. Dem tragen die Empfehlungen der Kommission für ein Stufenkonzept bei den sowohl die Arbeitnehmer als auch die Unternehmen betreffenden Maßnahmen Rechnung. Andererseits bedarf es langfristig verlässlicher Zielvorgaben, die die Entscheidungsträger in der Gesellschaft – hier auch die einzelnen Bürger –, der Wirtschaft und der Verwaltung von dem unterrichten, was sie zu erwarten haben. Was für den Standort Deutschland gilt, ist im zusammenwachsenden Europa auch für den ganzen Kontinent von Bedeutung. Umwelt- und Verkehrspolitik sind auch schon seit langem nicht mehr nur nationale Angelegenheit. Wegen der grenzüberschreitenden Zusammenhänge und der Bindungen innerhalb der Europäischen Union sind nationale Alleingänge kein sinnvoll gangbarer Weg.

Steuerung über den Markt

Die Lenkung über den Preis ist in einer sozialen und ökologischen Marktwirtschaft der prioritäre Weg um die umwelt- und klimapolitischen Ziele effizient, d. h. mit möglichst geringen Wohlfahrtsverlusten zu erreichen. Die Kommission räumt daher der Steuerung über Preise – unter Einbeziehung der Mineralöl- und Kraftfahrzeugsteuer – Priorität zur Erreichung der Reduktion klimawirksamer Emissionen ein. Sie ist durch ordnungspolitische Maßnahmen und freiwillige Vereinbarungen zu unterstützen. Einzelheiten über preispolitische Maßnahmen, insbesondere zur Steuer, legt die Kommission in ihren Empfehlungen zur Mineralöl- und Kraftfahrzeugsteuer in Kapitel 7.2.7 dar.

Budgetwirksame Maßnahmen sind dabei aufkommensneutral zu gestalten, um die gesamtwirtschaftlichen Friktionen zu minimieren.

Kostenehrlichkeit im Verkehr

Die Kommission fordert Kostenehrlichkeit im Verkehr. Ob und inwieweit hierbei externe Kosten einzurechnen sind, hängt davon ab, ob diese Kosten weitgehend unbestritten erfaßt und quantifiziert werden können bzw. in welchem Umfang es gelingt, allgemein akzeptierte Konventionen zur Qualifizierung und Quantifizierung externer Kosten zu formulieren.

Leider ist die Einrechnung externer Kosten heute jedoch noch kein praktikabel verfügbares Instrument. Kostenehrlichkeit verlangt daher mindestens:

- Realistische Annahmen bei der Schätzung externer Kosten;
- Bilanzierung der (externen) Kosten gegen die externen Nutzen ebenso wie die Bilanzierung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten gegen die Gesamtnutzen des Verkehrs;
- Anwendung des Prinzips der Kostenehrlichkeit auf alle Verkehrsträger (also z. B. auch auf die Externalisierung von Kosten unrentabler Bahnverkehre).

Die Kommission fordert schließlich, Kostenehrlichkeit über den Verkehr hinaus auch auf die anderen CO₂-produzierenden Wirtschaftssektoren anzuwenden (z. B. Industrie, Stromerzeugung, Haushalte und Kleinverbraucher).

7.2 Der Handlungsrahmen

Die Empfehlungen der Kommission berühren alle Ebenen der Systemveränderungen im Verkehr: Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung, Verkehrsablauf-Optimierung sowie technologische Verbesserungen der eigentlichen Verkehrsmittel und der verwendeten Energieträger. Eine eindeutige Zuordnung zu diesen Kategorien ist aber nicht immer möglich bzw. sinnvoll, weil in der Regel eine Verbundwirkung gegeben ist.

Die Kommission berücksichtigt bei ihren Empfehlungen in gleicher Weise die Handlungsebenen Europäische Union, Bund, Länder und Gemeinden sowie die gesellschaftlichen Gruppen. Die Kommission ist der Ansicht, daß künftig auch die globalen Verflechtungen und die international zusammenwachsenden Handels- und Wirtschaftsräume bei künftigen Verkehrskonzepten einbezogen werden müssen.

Der Zeitrahmen

Die Handlungsempfehlungen berücksichtigen sowohl die bereits entschiedenen und/oder angelaufenen verkehrspolitischen Aktionen (z. B. die Bahnreform), als auch neue Aktionen (z. B. politische Steuerung bei den verkehrsinduzierenden Strukturen) in einer Zeitfolge, die ein schrittweises Vorgehen erlaubt.

Alle verkehrspolitischen Programmpunkte sind von Bedeutung. Unterschiede ergeben sich daraus, wie rasch sie Wirkung entfalten, welche Zielkonflikte sich zu anderen Politikfeldern ergeben, welcher finanzielle Aufwand damit verbunden ist und wie weit sie in Ansprüche und Gewohnheiten der Bevölkerung eingreifen.

Ausgangslage und Zielsetzung der CO₂-Minderung im Verkehr

Die Kommission muß nach verschiedenen Studien und Abschätzungen davon ausgehen, daß zwischen 1987 und 2005 die vom Verkehr ausgehenden CO₂-Emissionen in einer „unbeeinflussten Entwick-

lung“ um 30 bis 40 % ansteigen werden, in der sich das Wachstum der Gesamtwirtschaft und des Verkehrs ohne Trendumkehr widerspiegelt. Aufgrund der gegenwärtigen Beschlußlage sollen andererseits die Emissionen klimawirksamer Spurengase – allerdings im Mittel über alle Sektoren – in der gleichen Zeit um 25 bis 30 % vermindert werden.

In diesem Spannungsfeld zwischen der erwarteten Entwicklung und den klimapolitischen Forderungen ist es unvermeidlich, Prioritäten zu setzen, Präferenzen auszuwählen und gegebenenfalls Kompromisse einzugehen. Hierzu zählen:

- ein Vorrang für die gesamtwirtschaftlich – auch intersektoral – kostengünstigsten Aktionen mit dem Ergebnis, die Reduktionsziele in den Sektoren der Volkswirtschaft zu erreichen, in denen die Gesamtkosten am niedrigsten sind,
- die Berücksichtigung der Sonderentwicklung des Verkehrs durch die deutsche Einheit; denn wegen des Nachholbedarfs in den neuen Bundesländern ist schon das Ziel einer Stabilisierung der vom gesamtdeutschen Verkehr ausgehenden Emissionen auf den im Jahre 1990 erreichten Stand recht ehrgeizig.

Andere westliche Industrieländer haben, abgesehen von Dänemark und Schweden, vor und in der Folge der Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro allenfalls eine Stabilisierung der Emissionen klimawirksamer Spurengase auf den im Jahr 1990 erreichten Stand zu ihrem politischen Ziel erklärt. Ungeachtet der von der Bundesrepublik Deutschland verkündeten klimapolitischen Vorreiterrolle ist die Kommission der Auffassung, daß für den Verkehr nach einer angemessenen Frist geprüft werden muß, ob das deutsche Reduktionsziel erreichbar ist bzw. ob weitere Maßnahmen getroffen werden müssen.

Fortlaufende Überwachung und Berichterstattung

Die Kommission empfiehlt die Einführung eines einheitlichen europäischen Systems fortlaufender Beobachtung, Überwachung und Berichterstattung (Monitoring) über

- die Entwicklung des Verkehrs und
- die damit verbundenen Emissionen klimawirksamer Spurengase.

Die Ergebnisse müssen laufend mit den vorgegebenen klimapolitischen Zielsetzungen einzelner Länder oder der Europäischen Union verglichen und bewertet werden.

Unabhängig davon muß der wissenschaftliche Sachstand über den anthropogenen Treibhauseffekt, seine Beeinflussung durch den Verkehr sowie über die Klimamodellrechnungen durch weitere umfassende Untersuchungen vertieft werden. Gegebenenfalls sind daraus auch Folgerungen für die künftige Klimaschutz- und Verkehrspolitik zu ziehen.

Die Kommission fordert eine erste Bilanzierung dieser Überprüfungen in fünf Jahren.

Eine wichtige Voraussetzung dafür ist die Schaffung

- eines einheitlichen Datenerfassungssystems
- eines einheitlichen Prognosesystems
- die Fortschreibung von Erfassung und Prognose
- die weitere umfassende Förderung der Klimaforschung

Dies macht eine enge Kooperation auf europäischer Ebene erforderlich. Die Kommission empfiehlt der Bundesregierung, im Ministerrat der EU darauf hinzuwirken, daß die notwendigen Instrumente für die Einführung entsprechender Systeme geschaffen werden.

Sofern bei Beobachtung, Überwachung oder Berichterstattung über die Entwicklung des Verkehrs bzw. der damit einhergehenden Emissionen personenbezogene Daten erhoben werden sollen, sind hierbei die Vorschriften des Bundesdatenschutzgesetzes zu beachten. Ggf. sind die nach dem Bundesdatenschutzgesetz für die Erhebung/Verarbeitung erforderlichen Rechtsvorschriften zu erlassen.

Damit sollen die Grundlagen für ein europäisches, umweltorientiertes Verkehrskonzept geschaffen werden.

Es folgen die Empfehlungen zu den konkreten verkehrspolitischen Maßnahmen:

7.2.1 Weiterentwicklung des Bundesverkehrswegeplans und Beschleunigung der Umsetzung

Nach Berechnungen der Aachener Beratergruppe „Verkehr und Umwelt“ ist durch die vorgesehenen Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplanes auch eine Verminderung des CO₂-Ausstoßes im Vergleich zur unbeeinflussten Entwicklung zu erwarten. Dies wird erreicht mit der Umlenkung des Mehrverkehrs auf Schiene und Wasserstraße durch eine Schwerpunktverlagerung bei den Investitionen.

Die erwarteten CO₂-Emissionsminderungen erreichen bei der Straße rund drei Millionen Tonnen gegenüber der unbeeinflussten Entwicklung und rund eine Million Tonnen bei der Schiene, zusammen also etwa zwei bis drei Prozent der gesamten CO₂-Emissionen des Verkehrs.

Der auslösende Effekt ergibt sich aus der von der Bundesregierung bereits beschlossenen Verlagerung des Investitionsschwerpunktes auf die Schiene.

Da der Verkehr in zunehmendem Maße europäischer Natur sein wird, erlangt bei der Planung der Verkehrswege die Koordination im europäischen Rahmen immer größere Bedeutung. Dies gilt für den Straßen- wie den Schienenverkehr.

Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, daß nach der Ost-West-Öffnung die Verkehrsströme in West-Ost bzw. in Ost-West Richtung in erheblichem

Umfang gewachsen sind und in Zukunft noch weit größere Bedeutung erlangen werden.

Die Kommission empfiehlt, langfristig aufgrund des prognostizierten Verkehrszuwachses nach der Ost-West-Öffnung zu prüfen, ob eine Ost-West Eisenbahnmagistrale erforderlich wird, die umgehend in Angriff genommen werden müßte.

Gleiches gilt für den Ausbau der Nord-Süd Eisenbahnmagistralen z. B. den Alpen transit um

- Kapazitäten für den kombinierten Verkehr zu schaffen
- durch Trennung von Personen- und Güterverkehr im EG-Bereich die Leistungsfähigkeit der Bahn insgesamt zu erhöhen.

Beseitigung von Engpässen im Schienen-, Straßen- und Luftverkehr

Die Kommission fordert ein kurzfristiges Programm zur Beseitigung von Engpässen im Schienen-, Straßen- und Luftverkehr, das aber auch dazu beiträgt, stauerzeugende und emissionsverstärkende Engpässe bei den anderen Verkehrsträgern zu verringern.

Die Umsetzung des Bundesverkehrswegeplans muß nach Überwindung monetärer konjunkturell bedingter Engpässe der staatlichen Budgets zügig erfolgen. Soweit Engpässe bei den Bundesautobahnen auftreten sind diese durch geeignete Maßnahmen zu beseitigen.

Die Länder werden aufgefordert, die notwendigen Planungsverfahren im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung (Art 85 GG) kurzfristig durchzuführen und bereits laufende Verfahren zu beschleunigen.

Darüber hinaus fordert die Kommission, ergänzende Maßnahmen und Investitionen von Bund, Ländern und Gemeinden, vor allem zur Verbesserung der Voraussetzungen für die Zulauf- und Ablaufverkehre.

Güterumschlag und Güterverteilung

Die Kommission fordert die Förderung, die Einrichtung bzw. den Ausbau von Umschlagterminals sowie von Güterverkehrs- und Güterverteilzentren.

Der Bund sollte für die Errichtung der Güterverkehrszentren und ihre Anbindung den Ländern weitere Finanzierungshilfen nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) zur Verfügung stellen.

Die straßenseitige Anbindung muß vom Bund, den Ländern sowie den Gemeinden entsprechend der jeweiligen Straßenbaulast geplant und in die Wege geleitet werden.

Die Länder müssen in der Landesplanung bzw. in der Regionalplanung die Errichtung der Güterverkehrs- und Güterverteilzentren, sowie die notwendigen Infrastruktur als Planungsziel vorsehen.

Die Gemeinden haben die für die Einrichtung der Zentren erforderlichen Flächen im Rahmen der in ihrer Zuständigkeit liegenden Bauleitplanung zu berücksichtigen.

Der Betrieb der Güterverkehrs- bzw. Verteilzentren kann sowohl öffentlich als auch privatwirtschaftlich erfolgen.

Im Rahmen der Mittelstandspolitik sind entsprechende Rahmenbedingungen und Hilfen für das Speditionsgewerbe vorzusehen. Gesellschaftlich relevante Gruppen sollten diese Maßnahmen positiv begleiten anstatt nach dem St. Florians-Prinzip zu ihrer Verhinderung beizutragen.

Der Systemübergang zwischen Straße und Schiene muß auch mit Hilfe moderner Kommunikationstechnik erleichtert werden. Hemmnisse und Widerstände gegen die Einbeziehung des Transportweges Schiene ergeben sich häufig daraus, daß der warenbegleitende Informationsfluß umständlich, eine Verfolgung des Güterweges nach Ort und Zeit ausgeschlossen und der Umschlag ohnehin zeitraubend, energieaufwendig und wenig schonend für die Güter ist. Hemmnisse und Widerstände sind zügig zu beseitigen.

Bei der Durchsetzung der CO₂-mindernden Elemente des Bundesverkehrswegeplanes entstehen allerdings auch Zielkonflikte: Sowohl mit Eisenbahnen als auch durch Binnenwasserstraßen läßt sich die Fläche weniger leicht erschließen als im direkten Haus-zu-Haus-Verkehr der Straße, weil Umladen und Umstellen zeit-, kosten- und energieintensiv sowie wenig schonend für das Transportgut ist. Dadurch werden die Standortvoraussetzungen der ländlichen Räume verschlechtert. Entsprechende Auswirkungen auf das Bruttosozialprodukt bzw. dessen regionale Verteilung sind zu erwarten.

Es muß ein Instrumentarium zur Lösung dieser Zielkonflikte geschaffen werden. Aufgabe des Bundes ist es, die Rahmenbedingungen für eine länderübergreifende Planung der erforderlichen Kommunikationstechniken zu schaffen.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung könnte darüber hinaus eine Verkehrsverträglichkeitsprüfung unter Einbeziehung der Kriterien „Wirtschaftlichkeit“ und „Finanzierbarkeit“ erfolgen.

7.2.2 Empfehlungen zur Bahnreform in Deutschland

Privatisierung und Zugang für Dritte

Die Kommission fordert die beschleunigte Umsetzung der Bahnreform und empfiehlt, die beschlossene Privatisierung voranzutreiben und konsequent Dritten Zugang zum Eisenbahnnetz zu verschaffen, damit die Spediteure künftig frei zwischen dem Schienen-, dem Straßen- und dem Binnenschiffartsweg wählen können.

Die Privatisierung ist Voraussetzung für eine gesunde wirtschaftliche Basis der Eisenbahn und für die Übernahme zusätzlicher Verkehre unter

dem Aspekt der CO₂-Minderung. Durch unternehmerische Flexibilität, Eigenverantwortlichkeit und marktgerechte Gestaltungsmöglichkeiten wird die Bahn in den Stand gesetzt, mehr Verkehr im weiterwachsenden Verkehrsmarkt auf sich zu ziehen, besonders im gebündelten Verkehr über längere Strecken, wo die Schiene ihre ökologische wie ökonomische Stärke hat. Im Flächenverkehr, d. h. auf Strecken und zu Zeiten mit geringer Auslastung und Bündelungswirkung, ist aber im Regelfall der Bus, der Pkw oder der Lkw ökologisch wie ökonomisch besser geeignet.

Einer solchen CO₂-optimierten Aufgabenteilung ist im Rahmen der integrierten Verkehrswegeplanung d. h. Bereitstellung der Schienen- oder Straßeninfrastruktur durch den Staat Rechnung zu tragen.

Die Trennung von Güter- und Personenverkehr im Bahnbereich ist weiter voranzubringen, um die gegenseitigen Behinderungen von schnellen und langsameren Zügen mit unnötigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen abzubauen und dadurch die Streckenkapazitäten zu erhöhen.

Maßnahmengesetze und Beschleunigungsgesetze

Die Kommission fordert zusätzliche Maßnahmengesetze für dringliche Projekte und den verstärkten Einsatz der Möglichkeit von Beschleunigungsgesetzen ohne eine substantielle Beschränkung der Beteiligungsrechte der Bürger und ohne Abstriche an materiellen Umweltschutzvorschriften, um der Bahn den Ausbau der Infrastruktur zu ermöglichen.

Schaffung von Anreizen für bahn-affine Verkehre

Die Kommission empfiehlt ferner, verbesserte Angebote für bahn-affine Verkehre zu schaffen, um Verkehrsverlagerungen entsprechend dem Bundesverkehrswegeplan zu fördern bzw. anzuregen.

Die Kommission fordert die Länder und Kommunen auf, entsprechende Konzepte und Maßnahmen unverzüglich zusammen mit Verkehrsträgern und gesellschaftlich relevanten Gruppen vorzubereiten.

Hierzu bieten sich folgende Maßnahmen an:

- Errichtung von Terminals für die Güterverteilung
- Ausbau der Infrastruktur für den Zulaufverkehr
- Telematik-Einsatz zur Steuerung der Verkehrsübergänge oder zur Ladungsverfolgung
- Einrichtung von Güterverkehrs-/Güterverteilzentren

Zur Förderung der Maßnahmen fordert die Kommission den Einsatz komplementärer Fördermittel durch:

- a) Den Bund – Förderung durch Gewährung von Mitteln nach dem GVFG an die Länder
- b) Die Länder – Förderung mit Mitteln aus dem jeweiligen Landeshaushalt (d. h. über die vom Bund zugewiesenen Mittel der Länder hinaus).

Im Bereich der Speditionen ist eine privatwirtschaftliche Initiative zur Beteiligung an den angesprochenen Projekten unter Einbeziehung ihres Fachwissens und Kapitals zu fordern.

7.2.3 Forderung: Europäische Bahnreform

Damit der Schienenverkehr angemessen am prognostizierten Zuwachs im grenzüberschreitenden Güterverkehr des europäischen Binnenmarktes (+40 % nach Prognos) teilhaben kann, müssen bestehende Systembarrieren an den Grenzen zügig abgebaut werden. (Unterschiedliche Lichtraumprofile, Spurweiten oder Stromsysteme; eigenständige nationale Eisenbahngesellschaften mit eigenem Personal, eigener Organisation, national ausgerichteten Tarifsystemen und unterschiedlichen Signalsystemen)

Ideal wäre die Übertragung der Lösungsansätze der deutschen Bahnreform auf Europa, sowie die Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnverkehrswege-Unternehmens, das Dritten ermöglicht, dieses Netz zu nutzen. Mindestziel ist ein europäisch ausgerichtetes Strecken-, Zuglauf- und Fahrplannetz, das aus mehr als der Summe der nationalen Netze besteht.

Die Kommission fordert daher eine europäische Bahnreform unter dem Dach einer europäischen Verkehrsinitiative. Der Anstoß hierzu sollte von der Regierung der Bundesrepublik Deutschland ausgehen mit dem Ziel der Einrichtung einer Kommission auf europäischer Ebene zur:

- Erstellung des Entwurfs einer Rahmenkonvention für die Errichtung eines gemeinsamen europäischen Verkehrsraumes. Eine erste Fassung, die inhaltlich durch die Verabschiedung entsprechender Protokolle ausgefüllt werden muß, ist im Anhang beigefügt (siehe Ziff 7.4).
- Vorbereitung und Planung einer europäischen Bahnorganisation die zu einem transeuropäischen Eisenbahnnetz führt, das auch die Transitverkehre zwischen Ost- und Westeuropa sowie zwischen Nord- und Südeuropa erleichtert.

Zur Umsetzung in technischer und finanzieller Hinsicht sollte ein fester Zeitraum vorgegeben werden.

Europäischer Verkehrswegefonds

Im Rahmen des Kohäsionsfonds der EU (EU-Vertrag) bestehen seit kurzem auch Fördermöglichkeiten für „transeuropäische“ Netze. Die Kommission fordert die Bundesregierung auf, sich beim Ministerrat dafür einzusetzen, daß diese Mittel zügig für die Überwindung der Grenzbarrieren bei den Europäischen Eisenbahnen eingesetzt werden.

Die Kommission empfiehlt der Bundesregierung ferner, im Ministerrat der EU darauf hinzuwirken, daß europaweit Voraussetzungen für die privatwirtschaftliche Finanzierung des Ausbaus der Verkehrs-Infrastruktur geschaffen werden, die auch die Eisenbah-

nen einbeziehen, denn anders als im Straßenverkehr besteht im Schienenverkehr schon heute die Möglichkeit, Entgelte (Tarife) für die privatwirtschaftlich organisierte Nutzung der Verkehrswege zu erheben. Ein entsprechender Ansatz ist z. B. die Vergabe von „time slots“ nach marktwirtschaftlichen Kriterien.

Technische und organisatorische Harmonisierung

Die Kommission empfiehlt, im Rahmen der europäischen Bahnreform in einer ersten Stufe die bestehenden Ansätze für die grenzüberschreitende Abwicklung des Bahnverkehrs fortzuentwickeln und die technische und organisatorische Harmonisierung fortzuführen. Insbesondere sind Zugübernahmeverfahren an den innereuropäischen Grenzen zu vereinfachen.

In einer zweiten Stufe sollte das europäische Bahnwesen mit dem Ziele einer Steigerung der Effizienz reorganisiert werden.

7.2.4 Empfehlungen für eine CO₂-optimierte Arbeitsteilung zwischen den Verkehrsträgern

Die Kommission empfiehlt den öffentlichen und den Individualverkehr in den Ballungsgebieten auch mit dem Ziel einer Verminderung der CO₂-Emissionen zu koordinieren. Dies ist eine europaweite Aufgabe, die auch in der europäischen Verkehrskonvention verankert werden muß. Damit entfallen verfehlte Ansätze wie die „autofreie“ oder „autogerechte“ Stadt. Dies gilt auch mit Blick auf die Stadt/Umlandbeziehungen.

Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV)

Das unter allen Bedingungen CO₂-optimale Verkehrsmittel gibt es ebensowenig wie eine starre Einteilung in umweltverträgliche und weniger umweltverträgliche Verkehrsmittel. Allerdings bieten Massenverkehrsmittel mit ihren großen Beförderungseinheiten überall dort Vorteile, wo sich viele einzelne Verkehrsbedürfnisse über größere Distanzen räumlich und zeitlich bündeln lassen. Ungünstig sind sie dagegen, wenn es um die Bedienung räumlich und zeitlich verästelter Verkehrsbedürfnisse in der Fläche geht. Bereits in der Vergangenheit war es ein Ziel, die Verkehrsbedienung – vor allem in Ballungsräumen – nach diesem Grundsatz auszurichten: Bau und Ausbau von ÖPNV-Systemen entlang der Entwicklungsachsen von Städten, verbunden mit Umsteigeknoten für Buslinien in die Fläche oder Park-and-Ride-Anlagen für Fahrrad- oder Autofahrer. In vielen Fällen kann diese Arbeitsteilung noch verbessert werden, insbesondere wenn heute und in der Zukunft dazu neu zur Verfügung stehende Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnik genutzt werden.

Dort wo es aus CO₂-Minderungsgründen zielführend ist, empfiehlt die Kommission, den ÖPNV auszu-

bauen, d. h. überall dort wo vom Auslastungsgrad über den Tag und die Strecke die Höhe der CO₂-Emissionen dies rechtfertigt. Deshalb sind die vorhandenen Entscheidungshilfen (z. B. Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Mittelzulagen aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) oder Umweltverträglichkeitsprüfungen für Planungsalternativen im Individual- und im Öffentlichen Verkehr) durch Untersuchungen über die jeweilige Höhe der CO₂-Emissionen zu ergänzen. In diesem Zusammenhang ist auch der Transrapid als Ergänzung zur Eisenbahn und zum innerdeutschen Luftverkehr zu sehen und in solche Prüfungen einzubeziehen.

Nach der Bahnreform liegt die Verantwortung für den öffentlichen Nahverkehr bei den Ländern.

Die Kommission fordert die Länder auf, in diesem Bereich flächendeckend die erforderlichen Regelungen für eine Neustrukturierung und Weiterentwicklung des öffentlichen Personennahverkehrs auf der Schiene und/oder auf der Straße unter den bundesgesetzlichen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Die Kreise, die kreisfreien Städte und die Gemeinden haben als zuständige Aufgabenträger für die Organisation und die Durchführung des öffentlichen Personennahverkehrs auf ihrem Gebiet zu sorgen.

Soweit notwendig sollten Verkehrsverbünde gebildet werden mit dem Ziel ein fahrgastfreundliches integriertes Personennahverkehrssystem zu schaffen, das die jeweiligen Systemstärken aller Verkehrsmittel nutzt; dies gilt insbesondere für verbundübergreifende Verkehrsbedürfnisse.

Den Verkehrsverbänden obliegt es, regionale Verkehrslinien und Verkehrsnetze nachfrageorientiert zu gestalten.

Die Grundfinanzierung muß durch die Länder mit Mitteln aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) erfolgen, wobei eine Ergänzungsfiananzierung den Gebietskörperschaften der Kommunen obliegt.

Abgestimmtes Management und Arbeitsteilung

Die Kommission empfiehlt, die in einigen deutschen Großstädten angelaufenen Pilotprojekte für ein abgestimmtes verkehrsträgerübergreifendes Verkehrsmanagement weiterzuentwickeln mit dem Ziel einer CO₂-Minderung durch verbesserte Arbeitsteilung zwischen den Verkehrsmitteln.

Die Auswertung der laufenden Pilotprojekte muß zügig erfolgen, damit Klarheit über deren Akzeptanz entsteht.

Ein aufeinander abgestimmtes Verkehrsmanagement kann das Verkehrsangebot differenzieren und flexibel steuern: Nachts bzw. generell auf nachfragegeschwachen Linien wird z. B. ein Taxen-Ersatzverkehr eingesetzt; tagsüber bzw. generell auf nachfragestarken Linien werden Schienenverkehrsmittel oder Omnibusse eingesetzt.

Künftig wird es möglich sein noch viel flexibler auf die pulsierenden Nachfrageschwankungen nach Strecke und Tageszeit zu reagieren und im Rahmen eines kooperativen Verkehrsmanagements das jeweils geeignete Verkehrsmittel anzubieten.

Die Länder haben diese Pilotprojekte mit Mitteln aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) verstärkt zu fördern. Hindernisse für integrierte flexible Verkehrsbedienung, ÖPNV/IV/Bus, soweit sie im Personenbeförderungsgesetz begründet liegen, sind in Abstimmung mit den Ländern zu beseitigen.

Schaffung von Informationseinrichtungen

Die Kommission empfiehlt, konsequent und flächen-deckend Einrichtungen zu schaffen oder auszubauen oder zu verbessern, die schon vor Antritt einer Fahrt über Fahrpläne, Strecken und Umsteigemöglichkeiten informieren. Diese Informationssysteme sind europaweit zu standardisieren.

Verschiedene Schätzungen haben ergeben, daß Informationssysteme Nachfragespitzen glätten können, so zu einer besseren zeitlichen Auslastung der Verkehrsmittel führen und entsprechende Investitionen daher rentabel sind.

Die Voraussetzung für den Aufbau eines solchen europaweiten Informationsnetzes müssten auf EU-Ebene geschaffen werden. (Festlegung europaweit geltender Standards/Richtlinien – smart mobility card, die durchgängig für alle Verkehrsträger gültig ist).

Der Bund sollte durch die Förderung von Pilotprojekten einen Impuls zur Einrichtung europaweiter Informationssysteme geben.

Die Länder sollten die Kofinanzierung übernehmen und die kommunalen Gebietskörperschaften für eine zügige Umsetzung sorgen.

Flankierend ist es vorstellbar, Informationssysteme des kooperativen Verkehrsmanagements in einer marktwirtschaftlichen Regelung der Verkehrsnachfrage bzw. der Verkehrsmittelwahl zu verbinden, indem künftig z. B. zeitlich und räumlich flexible Tarife auch für die Straße oder Parkhäuser ange-setzt werden.

Soweit hierbei personenbezogene Daten erhoben werden, sind die Vorschriften des Bundesdatenschutzgesetzes zu beachten.

Technisch sind die genannten Systeme in absehbarer Zeit darstellbar; nach der gegenwärtigen Erprobung in Pilotprojekten steht einer weiteren Verbreitung wenig entgegen.

Die entsprechende fallweise Verlagerung von Pkw-Fahrten auf Schienenverkehrsmittel und umgekehrt fallweise vom ÖV auf Taxen oder IV (vor allem in der Fläche) führt gemäß den Aussagen in den Anhörungen der Kommission zu CO₂-Emissionsminderungen von circa zwei bis fünf Prozent, entsprechende Verlagerungen im Güterverkehr zu einer Minderemission von zwei bis acht Prozent. Diese Schätzwerte gelten jeweils gegenüber der unbeeinflussten Entwicklung.

7.2.5 Bessere Pkw-Auslastung und Bildung von Fahrgemeinschaften

Die Fahrzeugauslastung ist bei allen Verkehrsträgern ein besonders lohnendes Feld der CO₂-Minderung. Angesichts der enormen ungenutzten Verkehrskapazität in Form leer bewegter Sitzplatzkilometer im Individualverkehr aber auch im öffentlichen Verkehr ist es hier auch dann bereits attraktiv, wenn sich nur ein Teil der ungenutzten Verkehrspotentiale aktivieren läßt.

Fahrgemeinschaften

Die Kommission fordert ein Programm zur Bildung von Pkw-Fahrgemeinschaften, das nicht nur Firmenbelegschaften erfaßt. Dazu können neue, moderne, heute verfügbare Technologien für Informations- und Vermittlungszentralen genutzt werden, die Fahrtwünsche und Verkehrsgelegenheiten erfassen und koordinieren.

Die Kommission empfiehlt, im Bereich ländlicher Mittelzentren – dort sind die Strukturen überschaubarer als in Großstädten – Pilotprojekte durchzuführen, die die Möglichkeiten zur besseren PKW-Auslastung und zur Bildung von Fahrgemeinschaften untersuchen sollen. Die Durchführung sollte beim Bund unter Beteiligung der Länder liegen. An dem Pilotprojekt sollten die gesellschaftlich relevanten Gruppen, die hiervon betroffen sind, ebenfalls beteiligt werden (z. B. ÖTV, ADAC etc.).

Damit über die Grenzen von Familie, Bekanntenkreis oder Firmenbelegschaft hinaus Mitfahrpotentiale aktiviert werden können, muß über eine Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes Fahrzeuginhabern die Möglichkeit eingeräumt werden, Dritte Personen gegen ein Entgelt mitzunehmen, das ggf. über die reinen Betriebskosten der Fahrt hinausgeht.

Sowohl für die Mitnehmenden als auch für die Mitgenommenen sind entsprechende Zuverlässigkeitsüberprüfungen bzw. -testate oder andere Sicherheitseinrichtungen vorzusehen. Das Versicherungsrecht muß so angepaßt werden, daß ohne Mehrkosten für die Mitnehmenden sowohl diese selbst als auch die Mitgenommenen gegenüber allen Risiken aus der Personenbeförderung umfassend geschützt sind.

Um weitere Anreize zu schaffen, sind Benutzervorteile für höherbesetzte PKW vorzusehen.

Sie reichen von dem Recht zur Benutzung von Bus- und Taxen-Spuren bis hin zu speziell reservierten (und überwachten) Parkplätzen und Parkhäusern zu Gebührenermäßigungen im Falle der eventuellen Einführung von Straßenbenutzungsgebühren.

Hierzu ist eine entsprechende Änderung der Straßenverkehrs-Ordnung erforderlich.

Der Finanzbedarf für die erforderlichen, mit moderner Technik ausgerüsteten Mitfahrzentralen erscheint angesichts der enormen Einsparmöglichkei-

ten nicht nur hinsichtlich der CO₂-Emissionen, sondern entsprechend auch hinsichtlich der gesamten laufenden Fahrzeugkosten von geringerer Bedeutung, zumal er sich teilweise auf Kostenverlagerung beschränkt.

Das Einsparpotential im Pkw-Verkehr ist beachtlich: Gelingt es, die Sitzplatzauslastung um einen halben durchschnittlich genutzten Sitzplatz zu erhöhen, entspricht dies einer Verminderung der CO₂-Emission des Verkehrs um rund 25–30 Prozent gegenüber den Emissionen die ohne eine Verbesserung der Sitzplatzauslastung anfallen. Ließe sich eine Vollauslastung aller Pkw erreichen, entspräche dies sogar einer CO₂-Reduzierung von rund 60–70 Prozent. Aber selbst bei einer vorsichtigen Schätzung von einer durch bessere Sitzplatzauslastung erreichbaren Verringerung der PKW-Fahrleistungen um circa zehn Prozent bis zum Jahr 2005 ergäbe sich – bezogen auf die Gesamtemission des Verkehrs – schätzungsweise eine Verminderung um rund sechs Prozent im Vergleich zur unbeeinflussten Entwicklung.

7.2.6 Leit- und Informationstechniken zur Verkehrsoptimierung

Während unter Punkt 7.2.4 der verkehrsträgerübergreifende Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechniken zur besseren, CO₂-verringerten Arbeitsteilung der Verkehrsträger angesprochen wird, geht es hier um den verbesserten CO₂-vermindernden bzw. energiesparenden Einsatz der einzelnen Verkehrsmittel, insbesondere um Vermeidung von Fahrzeugkilometern bzw. Verkehrsvorgängen durch bessere Auslastung der Fahrzeuge (Luft-, Schiffs-, Lkw-, ÖPNV-Verkehr) Vermeidung von Umwegen oder Umfahrung von Staus.

Telematik-Strategie

Die Kommission empfiehlt zur Nutzung der CO₂-Einsparpotentiale eine Telematik-Strategie zu entwickeln bzw. zu fördern, die folgende Elemente umfaßt:

- Logistik- und Dispositionssysteme im Straßengüterverkehr, mit denen die Routen optimiert werden können und die Aufnahme zusätzlicher Ladung unterwegs disponiert werden kann;
- Verkehrsinformationssysteme wie Stau- und Unfall-Information, Empfehlung von Time-Slots und Routen, elektronische Stadtpläne, Parkleitsysteme o. ä.;
- Weiterentwicklung situationsgerechter Empfehlungen für das Verkehrsverhalten, z. B. in Form von belastungsabhängigen flexiblen Geschwindigkeitsvorgaben bzw. -empfehlungen, zur Optimierung des Verkehrsflusses und zur Vermeidung besonderer Emissionssituationen sowie zur Vermeidung von Staus und von Unfällen.

Ein allgemeines Tempolimit lehnt die Kommission dagegen wegen der tendenziell kontraproduktiven Wirkungen ab.

- Verbesserte Luftverkehrskontrolle und -koordination; Flächen- statt Luftstraßen-Navigation bzw. Satelliten-Navigation anstelle der Navigation nach ortsfesten Funkfeuern, im europäischen bzw. weltweiten Rahmen.
- Verbesserte Landeanflugverfahren und Verfahren zur Verkürzung der Gleitpfad-, der Lande- bzw. Startbahn-Belegungszeiten;
- Koordination und Integration der nationalen und regionalen bzw. zivilen und militärischen Luftverkehrskontrolldienste.
- über die EU und die entsprechenden Verteidigungsorganisationen NATO und ehemaligen Warschauer Pakt hinausgehende, übergreifende Nutzung der vorhandenen militärischen Satellitennavigationssysteme (GPS).

Bei den Eisenbahnen ist diese Strategie durch Systeme zu ergänzen, die beispielsweise langsamere und schnellere Züge besser koordinieren, um unnötige Zug-Stops und Aufenthalte zu vermeiden.

Im Straßengüterverkehr wird die Verbesserung der Auslastung durch die Harmonisierungs- und Liberalisierungspolitik weiter begünstigt (Aufhebung Kabotageverbot). So wird auch der Werkverkehr mit seiner geringen durchschnittlichen Auslastung durch das Auslaufen der Kontingentierung im gewerblichen Güterkraftverkehr zusätzlich an Attraktivität verlieren.

Grundsätzlich ist auch der mit der Liberalisierung verbundene Wettbewerbsdruck eine starke Anregung zur Verbesserung der Auslastung.

Bei der Einführung der Telematik fällt den Bundesländern eine Schlüsselrolle zu, weil Entscheidungen über Bau und Betrieb dieser Systeme in ihre Verantwortung fallen und sie bei privaten Betreibern für die Einhaltung der Verkehrsstrategien verantwortlich sind.

Eine Entscheidung über die Einführung der Telematik-Systeme drängt, da für die Bundesrepublik Deutschland die Lösung der Verkehrsprobleme Grundvoraussetzung für die Ausnutzung der neu hinzugewonnenen Standortvorteile im Herzen des freien Europa zugleich ist. Daher muß die Bundesrepublik Deutschland die treibende Kraft in Europa sein.

Für die Einführung konkreter Telematik-Systeme und deren Rahmenbedingungen (technisch, organisatorisch, wirtschaftlich, politisch) sind folgende Fragen zu klären:

1. Abstimmung und Koordinierung der zum Aufbau und Betrieb infrage kommenden Telematik-Systeme und Dienste sowie der erforderlichen organisatorischen und rechtlichen Bedingungen. Hierzu sind Entscheidungen innerhalb der Bundesressorts sowie zwischen Bund und Ländern herbeizuführen.

2. Entscheidungen über die Frage einer staatlichen und/oder vorzugsweise einer privaten Finanzierung für Verkehrsleittechnik und Festlegung der privatrechtlichen und hoheitlichen Aufgaben des Betriebes.

Hierzu sind Entscheidungen herbeizuführen zwischen

- den Bundesressorts
- dem Bund und den Ländern

Die potentiellen Betreiber von Verkehrsleit- und Informationsdiensten sind zu beteiligen.

3. Entscheidungen über Schaffung, Ausgestaltung, Benutzung und Finanzierung der in der Verantwortung der verschiedenen Straßenbausträger befindlichen Kommunikationsinfrastruktur.

Die erforderliche Abstimmung muß zunächst zwischen den Bundesressorts erfolgen.

Danach sind Entscheidungen mit den Ländern, der Industrie und den Betreibern von Verkehrsleit- und Informationsdiensten herbeizuführen.

4. Klärung des Daten- und Informationsbedarfs zum Betrieb der Systeme sowie ihre Verknüpfung untereinander.

Es sind Entscheidungen mit den Ländern und der Industrie herbeizuführen. Überprüfung und Anpassung der Investitionspläne für Einrichtung der Verkehrsdatenerfassung.

5. Klärung der Belange des Datenschutzes und des Fernmelderechts zum Betrieb der Informationssysteme.

Der Bund muß die hierzu notwendigen Entscheidungen mit dem Bundesbeauftragten für Datenschutz herbeiführen.

6. Klärung offener Fragen mit den Rundfunkanstalten zur endgültigen bundesweiten Einführung von RDS/TMC bis Mitte 1994. Positive Grundsatzentscheidungen haben die am System Beteiligten bereits weitgehend getroffen.

Die bereits laufenden Gespräche zwischen

- Bund,
- Ländern,
- Rundfunkanstalten,
- Industrie,

sind abzuschließen.

Fortsetzung der Liberalisierung

Die Kommission empfiehlt, die verkehrspolitische Liberalisierung mit dem Ziel fortzusetzen, durch Wettbewerbsdruck eine bessere Auslastung der Verkehrsmittel zu erreichen.

Überlegungen, Verkehrsleit- und Informationssysteme privatwirtschaftlich zu organisieren (private Betreibergesellschaften), sind fortzuführen, mit dem Ziel, daß der finanzielle Mehraufwand vom

Nutznießer, d. h. vom Verkehrsteilnehmer getragen wird. Als Hemmnis für solche Systeme könnten sich Nachteile für die Dispositionsfreiheit (Straßenverkehr) ergeben.

Das CO₂-mindernde Potential moderner Leit-, Informations- und Dispositionstechniken für alle Verkehrsträger kann insgesamt auf etwa zwei bis zehn Prozent geschätzt werden.

7.2.7 Verringerung des Treibstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen

Derzeit besteht eine Selbstverpflichtung der deutschen Automobilindustrie gegenüber der Bundesregierung, den entsprechenden Beitrag dafür zu leisten, daß das Einsparziel beim spezifischen Kraftstoffverbrauch von 25–30 % bis zum Jahr 2005 erreicht werden kann. Diese Selbstverpflichtung bezieht sich auf den Durchschnittsverbrauch neuer Fahrzeuge, d. h. die technischen Möglichkeiten, die in Verbindung mit verkehrsorganisatorischen und infrastrukturellen Verbesserungen und Maßnahmen die außerhalb des Einflßbereichs der Automobilindustrie liegen, zur entsprechenden Verbrauchsminderung führen.

Selbstverpflichtungen der Automobilindustrie gab es schon in der Vergangenheit. Im Zeitraum von 1979 bis 1985 wurden bereits einmal Verbrauchsminderungen von 20–25 % bei neu in den Markt gebrachten Pkw erreicht, nachdem die ursprüngliche Zusage auf 10 bzw. später 15 % gelautet hatte.

Heute kann davon ausgegangen werden, daß durch das Zusammenspiel von Werte- bzw. Bewußtseinswandel in der Bevölkerung, von Marktangeboten der Hersteller mit neuen Fahrzeugkonzepten und durch geänderte äußere Rahmenbedingungen (Verkehrsdichte, weltweite Absatzchancen für neue Fahrzeugkonzepte) die Selbstverpflichtung bis zum Zieljahr noch übertroffen werden kann.

Selbstverpflichtungen der heimischen Automobilindustrie

Die Kommission fordert, die Hersteller von Pkw und Nutzfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland dazu anzuhalten, eine – ergänzende – Selbstverpflichtung einzugehen und hiermit ihren Beitrag zu leisten, um im Ergebnis zu einer Verminderung des Verbrauchs der Kraftfahrzeuge und damit der CO₂-Emissionen bis zum Jahre 2005 um mindestens 30 % (bezogen auf 1987) zu kommen. Diese Verminderung soll erreicht werden durch eine weitere Verbrauchsminderung bei den Otto-Motoren und eine vermehrte Umstellung auf Dieselantrieb bei Pkw. Für die Umsetzung der Selbstverpflichtung sind staatlicherseits langfristig verlässliche Rahmenbedingungen notwendig. Ob die Selbstverpflichtung über das Jahr 2005 hinaus erstreckt und zugleich verschärft werden soll, wird abhängig gemacht von der wirtschaftlichen Entwicklung der heimischen Automobilindustrie und der Entwicklung der verkehrsbedingten Emissionen.

Die Kommission fordert dafür vor allem klare, langfristig verlässliche Rahmenbedingungen, die nicht nur für die Hersteller, sondern auch für die Käufer Planungssicherheit gewährleisten.

Zur CO₂-Optimierung kann insbesondere auch eine Förderung von Diesel-Pkw beitragen. Gegenüber vergleichbaren Pkw mit Otto-Motoren ist ein Verbrauchsvorteil von rund 20 % gegeben. Die zusätzliche „Verdieselung“ eines Drittels der Pkw-Flotte würde beispielsweise eine circa siebenprozentige CO₂-Emissionsminderung des Pkw-Verkehrs ergeben. Die Gestaltung der künftigen langfristig verlässlichen Rahmenbedingungen sollte dem Rechnung tragen.

Eine langfristige Vorgabe der Rahmenbedingungen ermöglicht die Entwicklung entsprechender Technologien und Fahrzeugkonzepte ohne eine Überforderung der Wirtschaft und ohne Gefährdung der Arbeitsplätze. Im Sinne der Arbeitsplatzsicherung sollen damit gerade auch industriepolitische Impulse gesetzt werden. Denn bei den technischen Maßnahmen zur Verbrauchsverbesserung steht neben der weiteren Verbesserung der Wirkungsgrade der Antriebe die Erweiterung der Produktpalette um eine neue Generation von Fahrzeugkonzepten an, die (als Universal-Pkw für den Nah- und Fernverkehr) auf einen verbrauchsarmen Stadtverkehrseinsatz optimiert sind (Zero-Emission-Vehicle; Ultra-Low-Emission-Vehicle; ZEV bzw. ULEV).

Bei Elektro-, Wasserstoff- und anderen Alternativantrieben gilt es, die derzeit noch vorhandenen technischen und systematischen Probleme wie z. B. Speicherung, Batterien, Brennstoffzellen zu lösen. Piloteinsätze sind hier zu fördern.

Selbstverpflichtungen der Importeure von Personenkraftwagen

Die Kommission empfiehlt, die Importeure von Pkw anzuhalten, im Wege der Selbstverpflichtung zu einer Verminderung der spezifischen CO₂-Emissionen entsprechend den Empfehlungen für die heimische Automobilindustrie zu gelangen.

Dabei ist die Kommission sich bewußt, daß einzelne Importeure sich dieser Aktion unter Berufung auf die Regel der Freizügigkeit im Gemeinsamen Markt widersetzen können. In künftigen internationalen Verhandlungen über den Welthandel ist daher verstärkt die globale umweltpolitische Lastenverteilung einzubeziehen.

Die durch das beschriebene Maßnahmenbündel erreichbare CO₂-Emissionsminderung wird – bezogen auf die Gesamt-CO₂-Emissionen des Verkehrs, in einer Bandbreiten zwischen 12 % und 15 % geschätzt.

Europaweites Selbstverpflichtungs-System

Im Rahmen der CO₂-Minderungsaktion für importierte Pkw sollte die Bundesregierung im Ministerrat

der EU auf eine europäische Selbstverpflichtungs-Aktion hinwirken.

Nationale Verbrauchsregelung

Im Falle unzureichender Erfolge der Selbstverpflichtungs-Aktionen sollen im nationalen Rahmen Überlegungen für verbindliche, ordnungsrechtliche Regelungen für gewichtete Verbrauchsminderungen bei neu zugelassenen Fahrzeugen fortgeführt und erarbeitet werden.

Die entsprechenden Vorarbeiten und die Vorbereitung dieser Maßnahmen müssen unverzüglich (Entscheidung spätestens innerhalb eines Jahres) ergriffen werden.

Empfehlungen zur Mineralöl- und Kraftfahrzeugsteuer

Die Lenkung über den Preis ist bevorzugtes Instrument einer marktkonformen Umsteuerung zur Verringerung der vom Verkehr ausgehenden CO₂- und sonstigen Umweltbelastungen.

Allerdings darf die Wirkung von Preis-Signalen nicht überschätzt werden. Denn gerade durch Verkehr lassen sich eine Reihe von betriebswirtschaftlich günstigen, d. h. kostensenkenden Effekten bei einer Vielzahl von Wirtschaftseinheiten nutzen, die die verkehrsbremsende Wirkung der Verkehrspreise verpuffen lassen. Dazu zählen beispielsweise die Ausnutzung von Standortvorteilen wie Arbeitskostengefälle und Arbeitskräfteverfügbarkeit, die eine räumliche Arbeitsteilung attraktiv machen, oder die Ausnutzung von Größenvorteilen, die für eine Vielzahl von Aktivitäten (Produktionsstätten, Dienstleistungs- und Schulzentren, Klinikzentren usw.) zu einer Zentralisierung mit entsprechend erweiterten verkehrsentensiveren Einzugsbereichen geführt haben. Darüber hinaus würden zu starke Preissignale vor allem die wirtschaftlich Benachteiligten treffen und z. B. Ausgleichsprogramme die im Kern kontraproduktiv zum Klimaschutz sind (z. B. Entfernungspauschale) erforderlich machen.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt die Kommission eine sorgfältige Vorbereitung von Preissignalen als Beeinflussungsmaßnahmen im Verkehrsbereich.

Um der Selbstverpflichtung der Industrie mit dem Ziel einer Verminderung des Verbrauchs und der CO₂-Emissionen der Kraftfahrzeuge bis zum Jahre 2005 auch von der Nachfrageseite her zum Erfolg zu verhelfen, fordert die Kommission eine über diesen Zeitraum verteilte, stetige, maßvolle, reale und jährliche Erhöhung der Steuer auf Treibstoffe, die aus fossilen, CO₂-emittierenden Energieträgern gewonnen werden. Diese Erhöhung sollte mit einer ausreichenden Ankündigungsfrist vorgesehen werden. Im Blick auf die ab 1. Januar 1994 eingetretenen Mineralölsteuererhöhungen sollten im Interesse der Arbeitsplätze solche Preiserhöhungen erst Platz greifen, wenn die Preiserhöhungen des Jahres 1994 verkraftet sind (z. B. zunächst eine 3jährige Pause bis

1997). Die Politik hat bei der Bemessung der Höhe der Mineralölsteuer die Wirkungen miteinzubeziehen, die sich aus einer aufkommensneutralen Umlegung der Kfz-Steuer ebenso wie aus der Kostenentwicklung für zukünftige, CO₂-emissionsgeminderte Fahrzeuggenerationen sowie aus anderen Kostenerhöhungen im Verkehr ergeben. Die Mineralölsteuererhöhungen sind aufkommensneutral zu gestalten, d. h. durch Senkung von Steuern an anderer Stelle zurückzugeben.

Bei all diesen Regelungen ist die Einbindung in die EU-Politik und das EU-Recht zu beachten.

Die Steuerlastquote darf durch eine ökologisch notwendige Anhebung von Steuern und Abgaben nicht erhöht werden, weil ansonsten durch die erzwungene Umstrukturierung in erhöhtem Maße Arbeitsplätze gefährdet würden. Außerdem ist nur durch Senkung der Steuerbelastung an anderer Stelle das ökologische Lenkungsziel für die Bürger glaubhaft und akzeptabel zu machen.

Als logischen Schritt in diesem Zusammenhang empfiehlt die Kommission die aufkommensneutrale Umlegung der Kfz-Steuer auf die Mineralölsteuer.

Ein entsprechender Finanzierungsausgleich ist zwischen dem Bund und den Ländern durchzuführen. Da die KFZ-Steuer eine Ländersteuer ist, (Art. 106 II Nr. 3 GG) müssen die Länder bei deren Wegfall in entsprechend stärkerem Maße an den Einnahmen der Mineralölsteuer oder an anderen entsprechenden Abgaben beteiligt werden. Hierfür ist eine Änderung des Grundgesetzes erforderlich.

Die Kommission schließt damit aber die Einführung einer emissionsbezogenen Abgassteuer, wie sie von der Bundesregierung geplant ist, auf europäischer Ebene nicht grundsätzlich aus. Eine solche Abgassteuer kann zu einem wichtigen zusätzlichen Instrument des Wettbewerbs um die umweltverträglichsten Motorenkonzepte zwischen den Herstellern werden und gleichzeitig dem Verbraucher über die Höhe der Abgassteuer signalisieren, welche Umweltbelastungen von seinem Fahrzeug im Vergleich mit anderen Fahrzeugen ausgehen. Sie hat vor allem den Vorteil, daß sie aufkommensneutral innerhalb des engen Segments der Kraftfahrzeughalter gestaltet werden kann und folglich die Umverteilungsdiskussion in Grenzen hält.

7.2.8 CO₂- bzw. Verbrauchsverbesserungen bei den Schienen-, Schiffs- und Luftverkehrsmitteln und beim LKW

Wie beim Nutzfahrzeug- und Pkw-Verkehr ergeben sich auch beim Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr CO₂-Minderungspotentiale durch Maßnahmen an den Fahrzeugen, an den Antrieben und ggf. in der Änderung von Energieeinsatz- und Energiewandlungskonzepten.

Grundsätzlich hängt die Bedeutung der CO₂-Minderungspotentiale vom jeweiligen Anteil am Gesamtverkehr ab. Gerade unter dem Aspekt aber, daß künftige Verkehre auf Schiene und Schiff

umgelenkt werden sollen, gewinnen Maßnahmen in diesem Bereich an Bedeutung.

Weitere CO₂-Emissionsminderungspotentiale der Bahn werden beim Einsatz neuer Lokomotiven (z. B. Rückspeisung des Bremsstromes in das Netz) und generell durch Leichtbau erschlossen. Von den dafür genannten jeweils 5 bis 10 % Minderungseffekt werden wegen der langen Lebensdauer und Amortisationszeit des rollenden Materials bei der Eisenbahn (ca. 30 Jahre) bis zum Jahr 2005 maximal 3–10 % realisierbar sein. Bezogen auf den Gesamt-CO₂-Ausstoß des Verkehrs entspricht dies rund 0,5 bis 1 %.

Am effizientesten hinsichtlich der CO₂-Emissionsreduzierung eines künftig an Bedeutung gewinnenden Bahnverkehrs erscheint somit der vermehrte Einsatz von Strom aus CO₂-freien oder CO₂-neutralen Energiequellen.

Auch dies ist ein Beispiel, daß konsequente CO₂-Minderungsmaßnahmen im Energiebereitstellungsbereich (Stromerzeugung) bis in den Verkehr durchschlagen können (wie bei Elektro- oder Wasserstoff-Automobilen).

Die Kommission fordert daher eine weitere CO₂-Reduzierung im Bereich der Eisenbahn durch Elektrifizierung, wobei allerdings die Primärenergie aus CO₂-freien oder -neutralen Quellen stammen muß.

Im Luftverkehr sind der Übergang zu wirkungsgradverbesserten Triebwerken, zu größeren Flugzeugen auf entsprechenden Strecken und die Verbesserung der Auslastung die Hauptansatzpunkte zur CO₂-Emissionsminderung. Zur Vermeidung von Warteschleifen kann fallweise auch der Ausbau neuer Start- und Landebahnen erforderlich sein.

Für sparsamere Triebwerke bestehen bereits starke Anreize, die sich aus der betriebswirtschaftlichen Bedeutung der Kraftstoffkosten im Luftverkehr ergeben.

Bei einem Verbesserungspotential von 40 % und einer Nutzungsdauer des fliegenden Materials von ca. 20 Jahren, ergibt sich hier ein Einsparpotential von rund 20 % bis zum Jahr 2005, bezogen auf den CO₂-Ausstoß des Verkehrs, insgesamt also von rund 2,5 %.

Alle Maßnahmen im Luft- und Bahnverkehr zusammen genommen kumulieren zu rund 5 %. Davon sind ca. 3 % prinzipiell durch den Marktdruck der Kraftstoffpreise vorprogrammiert. Die restlichen ca. 2 % können durch vermehrte Bereitstellung von Kernkraftstrom aktiviert werden.

7.2.9 Raumordnungs-, Flächennutzungs- und Wohnraumverdichtungspolitik

Raum- und Siedlungsstrukturen können bereits planerisch auf Vermeidung bzw. Minimierung der Wege angelegt werden. In der jeweiligen Landesplanung bzw. in der Regionalplanung der Länder ist dies als Planungsziel anzustreben.

Dies gilt in noch stärkerem Maße für die Gemeinden bei der Erstellung der Bauleitpläne (Bebauungsplan und Flächennutzungsplan). Je kompakter die Wohnbebauung und Flächennutzung, um so kürzer sind grundsätzlich die Wege.

Mischstrukturen können zu kurzen Wegen beitragen, da sie die Gelegenheit bieten, Wohn- und Arbeitsstätten, Versorgungseinrichtungen und Verwaltungsdienststellen wieder näher zusammenzubringen.

Allerdings gibt es hier keinen Automatismus, denn ein Nebeneinander von Wohn- und Arbeitsstätten bedeutet noch lange nicht, daß der einzelne einen seinen speziellen Fähigkeiten und Bedürfnissen entsprechenden Arbeitsplatz nicht doch am anderen Ende einer Stadt oder Region sucht.

Dennoch ist aus Sicht der Raumordnung anzustreben, daß die Flächennutzung verdichtet wird und es tendenziell eher zu einer Verflechtung von Nutzungen, denn zu einer strikten Trennung kommt.

Entsprechend führt auch der immer größere spezifische Wohnraumbedarf der Bevölkerung zu unnötigem Verkehr. Außerdem sind hiermit nicht nur erhöhte Heizkosten verbunden, sondern auch immer längere Wege, weil der zusätzlich erforderliche Wohnraum in der Regel am Rand der Ballungszentren bzw. im Umland geschaffen wird.

Die Kommission empfiehlt daher eine Verdichtung der Flächennutzung, tendenziell mit stärkerer Durchmischung der Nutzungsarten; eine Wohnraumverdichtungspolitik, die sich insbesondere auf das Phänomen ungenutzten Wohnraumes bezieht und soweit neuer Siedlungsraum geschaffen wird, die Ausweisung neuer Baugebiete vorzugsweise an vorhandenen Achsen des öffentlichen Personennahverkehrs.

Das erforderliche Instrumentarium reicht von programmatischen Zielsetzungen mit Wirkung bis in die kommunalen Entscheidungen (z. B. Gestaltung des kommunalen Satzungsrechts), über Anreize zur intensiveren Wohnraumnutzung, Fragen des Mietrechtes bei ungenutztem Wohnraum bis hin zu Auflagen, daß eine verkehrliche Erschließung von Wohngebieten in den Kriterien der planerischen Freigabe von Siedlungsvorhaben stärker gewichtet wird (Beschlufassung in Nachbarschaftsverbänden etc.).

Nach wie vor dürfte instrumentell auch die Frage der Beteiligung der Kommunen an dem Gewerbesteuer- bzw. Lohnsteueraufkommen eine Rolle spielen.

Zielkonflikte ergeben sich vor allem hinsichtlich der Ansprüche der Menschen („Wohnen im Grünen“, Beibehaltung des Wohnflächenbedarfs nach Auszug der Kinder etc.) wie auch darin, daß eine Nachverdichtung der Siedlungen in die Belange der Ansässigen eingreift.

In erster Näherung kann geschätzt werden, daß eine Konzentration einer konkreten Siedlung auf die halbe Fläche zu einer theoretischen Verkürzung der Wege um grob den Faktor $1:\sqrt{2}$, d. h. auf rund $\frac{2}{3}$ führen kann und damit zu rund 30 % weniger

Emissionen des Individualverkehrs. Entsprechend ließen sich durch eine etwa 10%ige Verdichtung rund 3 % CO₂-Emissionen vermeiden. Effekte, daß kompaktere Siedlungen besser durch ÖPNV erschließbar sind, sind darin noch nicht enthalten.

Doch Raumordnung, Flächen- und Wohnraumnutzung sind nur mittel- bis langfristig veränderbar; eine Nachverdichtung der Siedlungsräume im Rahmen künftiger Bau- und Siedlungsprojekte ist daher eher im mittel- bis langfristigen, als im kurzfristigen Bereich erreichbar.

7.2.10 Politische Steuerung bei den verkehrsinduzierenden Strukturen

Heutige Raumordnungsinstrumente, Stadt- und Regionalplanungsentscheidungen alleine können wesentliche Gesetzmäßigkeiten nicht außer Kraft setzen, die zu den gegenwärtigen verkehrsintensiven Strukturen geführt haben.

Soll Verkehrsvermeidung seriös diskutiert werden, ist bei den Ursachen dieser Strukturen anzusetzen.

Die Verkehrszunahme einer hochentwickelten Leistungs- und Anspruchsgesellschaft ist wesentlich durch die Vorteile räumlicher Arbeitsteiligkeit (Arbeitskostengefälle, Standortvorteile) und die Gesetzmäßigkeit der „Economies of scale“ bestimmt (Nutzung von Größenvorteilen, d. h. Verringerung der Kosten der Einzelleistung bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung durch Konzentration in Großanlagen). Diese bezieht sich indes nicht nur auf eigentliche Produktionsprozesse. Vielmehr sind in nahezu allen Bereichen durch Konzentration, Spezialisierung, Arbeitsteiligkeit Leistungssteigerungen zu erwarten, wie dies auch in den letzten Jahrzehnten vollzogen wurde: Leistungsfähige Schulzentren anstelle der Zwergschulen, Verwaltungszentralisierung, Einkaufs- und Dienstleistungszentren, Klinik-, Sport-, Messe- und Kulturzentren oder Theater.

Mit dieser Konzentrations- und Leistungssteigerung ist naturgemäß eine Vergrößerung der Einzugsgebiete für Waren- und Personenverkehr, für Berufs- wie Kundenverkehr verbunden. Dies alles wird ergänzt durch den ungebrochenen sozio-ökonomischen Trend zur weiteren Steigerung individueller Ansprüche.

Die heutige Durchschnittsfamilie erhebt Ansprüche auf zwei qualifizierte (und ggf. spezialisierte) Arbeitsplätze für die Eltern sowie auf die Verfügbarkeit von Schulen aller Typen und Ausrichtungen, für ihre Kinder. Solche Ansprüche können in der Regel nicht im Wohnumfeld einer Gemeinde erfüllt werden.

Dies läßt keinen Zweifel daran zu, daß die daraus resultierenden Mobilitätsbedürfnisse (und ggf. Zwänge) nicht nur ein Fall für Bewußtseins- und Verhaltenswandel sind.

Zentralisierung von Schulen rechnet sich besonders dann, wenn die entstehenden Verkehrskosten

externalisiert werden, d. h. nicht dem Schul- sondern dem Verkehrssektor zugeschoben werden.

Ganz ähnlich verhält es sich bei der Einrichtung von Messe-, Sport-, Dienstleistungs-, Kultur-, Theater- oder Produktionszentren.

In Zukunft werden solche Entscheidungen somit viel stärker hinsichtlich ihrer gesamtgesellschaftlichen Kosten und Nutzen zu prüfen sein.

Politisch-instrumentell empfiehlt die Enquete-Kommission, die verkehrserzeugenden Effekte bei relevanten politischen Entscheidungen mit zu berücksichtigen. In diese Entscheidungsprozesse muß der gesamtgesellschaftliche Nutzen von Sport-, Kultur-, Produktions- oder Freizeitzentren genauso Eingang finden, wie die Vor- und Nachteile des daraus resultierenden Verkehrs.

Ziel ist dabei nicht, positive Zentralisierungseffekte zu verhindern (Leistungsfähigkeitssteigerung bei geringeren Kosten der Leistungseinheit oder die Ausnutzung von Standortvorteilen), sondern externe Kosten- und Nutzen-Effekte mit zu berücksichtigen und eine volkswirtschaftliche Bilanzierung anzustreben.

Die entsprechende Erweiterung der politischen Entscheidungsprozesse kann daher zu rationaleren Entscheidungen im Rahmen der verkehrsrelevanten Zentralität bzw. Dezentralität von Einrichtungen im Bildungs-, Dienstleistungs-, Freizeit-, Kultur- oder Produktionsbereich und zur Überprüfung verkehrsintensiver räumlicher Arbeitsteiligkeit führen.

Im Bereich öffentlich bestimmter Entscheidungen, wie Verwaltungsreform, Schulreform, Messestandorte, Freizeitzentren, Entscheidungen zur Schaffung von Großkliniken etc., können kurzfristig durch geänderte Entscheidungsvorgaben Wirkungen erzielt werden.

Ihr Verkehrs- bzw. CO₂-mindernder Effekt ist nicht leicht abzuschätzen:

Trifft die These zu, daß in der Bevölkerung die Bereitschaft zu einem entsprechenden Anspruchsverzicht an Gewicht gewinnt, könnte längerfristig ein ganz enormer Verkehrsminderungs- bzw. CO₂-Minderungseffekt unterstellt werden.

Bis zum Jahr 2005 wird die Wirkung eines solchen neuen politischen Instruments auf ca. 3–5% CO₂-Minderung geschätzt.

7.3 Bilanzierung der durch die Handlungsempfehlungen zu erwartenden CO₂-Minderung

Quantitative Abschätzungen von CO₂-Minderungspotentialen bestimmter Maßnahmenvorschläge unterliegen erheblichen Unsicherheiten.

Ursache dafür sind die komplexen Wirkungszusammenhänge, die sich zum einen nicht in einfach durchschaubaren Kausalketten darstellen lassen und die zum anderen durch Interdependenzen der Maßnahmen untereinander charakterisiert sind, bei denen

CO₂-Minderungseffekt der Handlungsempfehlungen

Maßnahme	prozentuale Wirkung	resultierendes CO ₂ -%-Plateau *)
	Bandbreite der Schätzung	
0 Keine Maßnahmen	–	140–140
1 Weiterentwicklung des Bundesverkehrswegeplans und Beschleunigung der Umsetzung (siehe 7.2.1)	2– 3	137–136
2 Empfehlungen zur Bahnreform in Deutschland (s. 7.2.2)	2– 3	134–132
3 Forderung: Europäische Bahnreform (s. 7.2.3)	1– 2	133–129
4 Empfehlungen für eine CO ₂ -optimale Arbeitsteilung zwischen den Verkehrsträgern (s. 7.2.4)	4–12	128–114
5 Bessere Pkw-Auslastung und Bildung von Fahrgemeinschaften (s. 7.2.5)	3– 6	124–107
6 Leit- und Informationstechniken zur Verkehrsoptimierung (s. 7.2.6)	2–10	121– 96
7 Verringerung des Treibstoffverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen von Personenkraftwagen (s. 7.2.7)	12–15	106– 82
8 CO ₂ -bzw. Verbrauchsverbesserungen bei den Schienen-, Schiffs- und Luftverkehrsmitteln und beim LKW (s. 7.2.8)	3– 5	103– 78
9 Raumordnungs-, Flächennutzungs- und Wohnraumverdichtungs-politik (s. 7.2.9)	1– 3	102– 75
10 Politische Steuerung bei den verkehrsinduzierenden Strukturen (s. 7.2.10)	3– 5	99– 72

*) Ausgangsniveau 140%, d. h. CO₂-Prognose bei unbeeinflusster Entwicklung bis 2005

sich Wirkungen gegenseitig verstärken oder neutralisieren können.

So kann vom Grundsatz her keine hohe Präzision der Aussagen erwartet werden und es kann bei solchen Abschätzungen auch nicht um Dezimalstellen hinter dem Komma gehen oder um eine allzu präzise Festlegung auf Bezugs- oder Zieljahre.

Wenn dennoch quantitative Abschätzungen versucht werden, sind diese unter dem Aspekt zu werten, daß auch die Größenordnung möglicher Minderungserfolge interessant ist und daß darüber hinaus auch ein grober Vergleich verschiedener Maßnahmenpakete hinsichtlich ihres Zielerreichungsbeitrags von Interesse ist.

Unter diesen Vorbemerkungen sind die nachfolgenden Zahlenangaben zu bewerten.

Die Summe der CO₂-Minderungen aller unter 7.2 empfohlenen verkehrspolitischen Maßnahmen ergibt bei pessimistischer Schätzung CO₂-Emissionsminderungen, die das Ziel „Stabilisierung auf dem Niveau von 1990“ geringfügig unterschreiten. Bei eher optimistischer Schätzung ergeben sich CO₂-Minderungen, die das vom Deutschen Bundestag und von der Bundesregierung gesteckte Ziel erreichbar erscheinen lassen.

Vorsicht ist bei der Abschätzung allerdings deshalb geboten, weil aufgrund nicht auszuschließender Interessen- und Zielkonflikte mit anderen Politikfeldern auch gewichtige Widerstände zu erwarten sind. Daneben ist auch von Interdependenzen einzelner Maßnahmen untereinander auszugehen, die dazu führen, daß das jeweilige Einsparziel nicht ganz erreicht wird.

Notwendig ist auch ein Blick auf die zeitliche Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen: Bei den genannten Schätzungen wurde von bis zum Jahr 2005 erwünschten Einsparerfolgen ausgegangen. Angesichts der erheblichen Ziel- und Interessenkonflikte ist ein verzögertes Einsetzen von Maßnahmen nicht auszuschließen.

Die Kommission empfiehlt daher, solche Maßnahmen mit Vorrang einzuleiten, die in möglichst kurzer Zeit mit geringen Investitionen einen möglichst großen Einspareffekt erzielen.

Dazu gehören vor allem:

- PKW-Auslastung durch Fahrgemeinschaften (7.2.5)
- Verkehrsoptimierung durch Leit- und Informationstechniken (7.2.6)
- CO₂-Emissionsminderung durch Verbrauchsverbesserungen bei PKW (7.2.7)
- CO₂-optimierte Arbeitsteilung der Verkehrsträger (7.2.4).

Die Kommission empfiehlt einen Stufenplan in dem den genannten Maßnahmen die entsprechende Priorität eingeräumt wird.

Zusammenfassend stellt die Kommission fest, daß kurzfristig die umgehende Realisierung aller Maßnahmen

zur Verminderung von CO₂-Emissionen durch Verbesserungen der Verkehrstechniken, durch Verlagerung von Verkehr und durch partielle Verminderung von Verkehr erreicht werden muß.

Langfristig jedoch muß jeglicher motorisierter Verkehr auf Straße und Schiene, in Luft und Wasser auf Technologien umgestellt werden, bei denen die Emissionen von direkt klimawirksamen Gasen, vornehmlich von CO₂ durch Verbrennung fossiler Energieträger und auch von indirekt klimawirksamen Gasen weitestgehend – nach Möglichkeit sogar vollständig – vermieden werden. Um dieses schnellstmöglich zu realisieren, müssen bereits jetzt in der Verkehrspolitik die Weichen für die Einführung dieser neuen Technologien gestellt werden.

7.4. Rahmenkonvention für die Errichtung eines gemeinsamen europäischen Verkehrsraumes

Im folgenden wird ein Rahmen für eine europäische Verkehrskonvention vorgestellt. Ein solcher Rahmen im europäischen Kontext ist erforderlich damit die vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland, sondern auch in Europa Wirkung entfalten können.

Die Vertragsparteien,

ausgehend von der allgemeinen Bedeutung der Verkehrsbeziehungen für den Ausbau der Wirtschaftsbeziehungen,

in der Erkenntnis, daß die zunehmende internationale wirtschaftliche Verflechtung, der Aufbau der Marktwirtschaft in Osteuropa und das individuelle Streben nach Mobilität dem Verkehr in Europa künftig noch zunehmendes Gewicht verleiht,

unter Berücksichtigung der ungünstigen Prognosen für die weitere Entwicklung des Verkehrs in Europa.

in Kenntnis der Notwendigkeit einer ausgeglichenen Entwicklung der Anteile der einzelnen Verkehrsträger am Gesamtverkehr,

in Kenntnis der Gefahren eines weiteren unkontrollierten Wachstums des Verkehrs für den Schutz und die Erhaltung der Umwelt, im Lichte der rechtlichen Bindungen an die Klimakonvention,

im Bewußtsein, daß der einzelne Mitgliedstaat alleine die weitere Entwicklung des Verkehrs nicht mehr kontrollieren kann,

in Kenntnis des Umstands, daß die Schaffung einer gemeinsamen Verkehrspolitik längerfristige Vorbereitung erfordert

sind wie folgt übereingekommen:

Artikel 1 (Zielsetzung)

Die Vertragsparteien bemühen sich um die gemeinsame Entwicklung grenzüberschreitender Verkehrssysteme, welche eine auf Dauer tragbare Entwicklung

der Verkehrsbeziehungen unter angemessenem Ausgleich der lokalen, regionalen und globalen Umweltbelange erlauben und fördern.

Gemeinsames Ziel ist hierbei:

- ein Höchstmaß an Effizienz des Verkehrssystems zu erreichen
- unerwünschte Auswirkungen des Verkehrs zu minimieren
- Verkehrsdaten, Prognosen und Forschungsergebnisse vergleichbar zu gestalten und ihren Austausch zu verbessern.

Artikel 2

(Interoperabilität, Harmonisierung)

Die Vertragsparteien entwickeln ihre Verkehrsbeziehungen in gegenseitiger Abstimmung, so daß nationale Eigenarten und Traditionen dem reibungslosen und umweltgerechten Funktionieren des grenzüberschreitenden Verkehrs nicht im Wege stehen. Sie stimmen darin überein, daß

- zur Erreichung dieses Ziels die Rechts- und Verwaltungssysteme der Vertragsparteien aneinander anzupassen sind, um mittelfristig ein einheitliches gesamteuropäisches Verkehrssystem zu schaffen. Hierbei sind gemeinsame europäische Mindestanforderungen in der Umweltpolitik auf möglichst hohem Niveau festzulegen,
- die Kompatibilität technischer Systeme zu gewährleisten ist. Insbesondere bei der Einführung neuer technischer Systeme ist ein Höchstmaß an Kompatibilität mit denjenigen Systemen anzustreben, die andere Staaten eingeführt haben oder einzuführen beabsichtigen,
- einheitliche technische Normen, insbesondere für multimodale Verkehrssysteme eingeführt werden sollen sowie koordinierte Maßnahmen zu ihrer Förderung und Entwicklung beschlossen werden sollen.

Artikel 3

(Verkehr und Umwelt)

(1) Die Vertragsparteien beziehen in allen ihren verkehrspolitischen Entscheidungen die Belange der Umwelt ein.

(2) Die Vertragsparteien fördern die weitere Entwicklung des Verkehrs in einer Weise, welche einen angemessenen Beitrag zu den Zielen der Klimakonvention leistet.

Artikel 4

(Integrierte Verkehrspolitik)

(1) Die Vertragsparteien werden sich zur Verwirklichung des in Artikel 3 genannten Ziels um die Entwicklung einer integrierten Betrachtung der Verkehrssysteme bemühen, welche jedem Verkehrsträ-

ger eine Bedeutung zuweist, die einen angemessenen Ausgleich zwischen Wirtschafts- und Umweltbelangen erlaubt und fördert.

Die Vertragsparteien stimmen darin überein, daß

- in bezug auf den Schienenverkehr den Techniken des kombinierten Verkehrs verstärkt Vorrang eingeräumt werden soll,
- in bezug auf den Straßenverkehr Maßnahmen zur Verringerung der Umweltschäden und der koordinierten Einführung von Verkehrsleitsystemen Priorität eingeräumt werden soll,
- die Entwicklung des energieeffizienten und umweltfreundlichen Binnenschiffverkehrs und seine Integration in multimodale Verkehrssysteme gefördert werden soll.
- im Bereich der Zivilluftfahrt im Einklang mit der Harmonisierung der europäischen Luftverkehrsüberwachung einheitliche europäische technische Standards bei der Modernisierung der Flugsicherungseinrichtungen angewandt werden sollen,
- im Bereich des Seeverkehrs Maßnahmen zum weiteren Ausbau der Küstenschiffahrt im Hinblick auf eine dauerhaft umweltverträgliche Mobilität koordiniert werden sollen.

Artikel 5

(Ausarbeitung von Protokollen)

(1) Zur Durchsetzung einer solch integrierten Verkehrspolitik werden die Vertragsparteien innerhalb der nächsten drei Jahre Protokolle über den Ausbau, die Kontrolle und die Umweltverträglichkeit des grenzüberschreitenden Verkehrs auf der Straße, auf der Schiene, in der Luft, auf der See und auf Binnenwasserstraßen vereinbaren. Bestehende Vereinbarungen werden nach Möglichkeit berücksichtigt.

(2) Die Protokolle werden einen sachlichen und zeitlichen Rahmen für die weitere Entwicklung der einzelnen Verkehrsträger enthalten und Instrumente zur Durchführung der Vorgaben aufzeigen.

(3) Die Protokolle werden auch die finanziellen Voraussetzungen der künftigen gemeinsamen Verkehrspolitik regeln.

(4) Diese Protokolle werden die Vertragsparteien regelmäßig den jeweiligen Umständen und Erfordernissen anpassen.

Artikel 6

(Austausch von Informationen)

Die Vertragsparteien werden regelmäßig alle Daten und Informationen austauschen, welche die Belange der künftigen Verkehrspolitik berühren. Dies gilt auch für Forschungsergebnisse, soweit deren Weitergabe nach nationalem Recht zulässig sind.

- Eine Standardisierung der statistischen Informationen ist Ziel der Vertragsparteien.

- Bei der Bewertung der Forschungs- und Versuchsergebnisse im Hinblick auf neue Informations- und Verkehrsleitsysteme werden die Vertragsstaaten verstärkt zusammenarbeiten. Koordinierte Maßnahmen zu deren Einführung werden angestrebt.

Zur Vermeidung von Umweltschäden werden die Vertragsstaaten ihre Anstrengungen bei Forschung und Entwicklung koordinieren und verstärken.

Artikel 7 (Vertragsstaaten)

Der Vertrag steht allen Staaten offen, deren Gebiet sich auf dem europäischen Kontinent befindet.

Artikel 8 (Inkrafttreten)

Der Vertrag tritt in Kraft, wenn zwölf Staaten die Urkunde der Ratifikation hinterlegt haben.

Zusatzvotum des Kommissionsmitglieds Prof. Dr. Alfred Voß

Die von der Kommission mehrheitlich vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen stellen ein aufeinander abgestimmtes Bündel von Maßnahmen dar, das aus der derzeitigen Sicht geeignet ist, die notwendige Entkopplung von Mobilität und mobilitätsverursachten Klimabelastungen einzuleiten, so daß auch der Verkehr seinen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leistet.

Aus diesem Grund trage ich die Handlungsempfehlungen mit, bin jedoch der Auffassung, daß die vorgeschlagene Erhöhung der Treibstoffpreise durch eine Anhebung der Mineralölsteuer allenfalls der zweitbeste Weg zur effizienten Erreichung der Treibhausgas-minderungsziele ist.

Eine Lenkung über den Preis unter Nutzung der Allokationsmechanismen von Märkten erfordert gerade im Verkehrsbereich ein umfassendes neues Gesamtkonzept, dessen Grundsäulen das Verursacherprinzip und das Prinzip der Kostenehrlichkeit sein müssen und das über die Sanktionierung treibhausrelevanter Emissionen hinausgeht. Es bestehen Zweifel, ob die Erhöhung der Mineralölsteuer ein sinnvoller und zielführender Teil eines solchen Gesamtkonzeptes ist.

Aber auch in bezug auf die Minderung der energiebedingten Treibhausgasemissionen weist die vorgeschlagene Mineralölsteuererhöhung einige Defizite auf, da sie

- einige Verkehrsmittel, wie die Binnenschifffahrt und den Luftverkehr nicht betrifft und auch die vorgelagerten Treibhausgasemissionen strombetriebener Verkehrssysteme nicht erfaßt,

- die Einführung einer allgemeinen und einheitlichen Steuer auf klimarelevante Emissionen aller Verursachergruppen im Rahmen einer Gesamtkonzeption zum Klimaschutz eher erschwert.

Denn spätestens zum Zeitpunkt der Einführung einer CO₂- bzw. Treibhausgassteuer als marktwirtschaftliches Lenkungsinstrument einer Gesamtstrategie zur Erreichung der Klimaschutzziele wären die Mineralölsteuererhöhungen anzupassen bzw. wieder rückgängig zu machen, will man eine nicht verursachungsgerechte Doppelbelastung des Straßenverkehrs vermeiden.

Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, daß eine klimaökologisch begründete nationale Erhöhung der Mineralölsteuer der in der „Einheitlichen Europäischen Akte“ zur Verwirklichung des Binnenmarktes vorgesehenen Harmonisierung der Mineralölsteuer entgegenläuft.

Verständnis und Zustimmung für zusätzliche finanzielle Belastungen werden bei den Bürgern wohl leichter zu erreichen sein, wenn die Betroffenen davon überzeugt werden können, daß diese Lasten dem Klimaschutz und nicht der Einnahmenerhöhung des Staates dienen. Auch in dieser Beziehung hätte eine CO₂- oder Treibhausgassteuer verbunden mit einer Festlegung, welche anderen fiskalischen Belastungen zurückgenommen werden, wohl weniger Akzeptanzprobleme als eine Erhöhung der Mineralölsteuer.

Zusatzvotum des Kommissionsmitglieds Dr.-Ing. Alfred-Herwig Fischer

Mit den vorliegenden Handlungsempfehlungen schlägt die Enquete-Kommission eine Reihe von abgestimmten, konsistenten Maßnahmen bzw. von Maßnahmenbündeln im Verkehr vor, mit denen es möglich ist, das angestrebte Minderungsziel bei den klimarelevanten Emissionen des Verkehrs zu erreichen.

Insoweit sind die Handlungsempfehlungen, die aus den im Verkehrsbericht dargestellten Abwägungen resultieren, voll zu begrüßen.

Hinsichtlich der Forderung nach pretialer Lenkung (d. h. Preissignalen bei der Mineralölsteuer, bei der Kfz.-Steuer oder anderen heutigen oder künftigen Abgaben im Verkehr) erscheint folgende Kommentierung bzw. Präzisierung nützlich:

Marktwirtschaftliche Instrumente bzw. marktkonforme Maßnahmen sind grundsätzlich anderen politischen Einflußnahmen des Staates vorzuziehen. Dennoch muß dieses Instrumentarium im Falle des Verkehrs mit Bedacht eingesetzt werden.

Denn nach aller Erfahrung ist die Preiselastizität im Verkehr für die meisten Verkehrszwecke außerordentlich gering, daß heißt, wegen faktischer Zwänge, wie Wohnort- oder Arbeitsplatzwahl, Ansprüche für Bedarfsbefriedigung bei Einkauf, Dienstleistung oder

anderen Belangen, werden sich Preise vielfach nur wenig auf das Verkehrsgeschehen auswirken.

Hinzu kommt, daß aufgrund der Verflechtung des Verkehrs mit nahezu allen gesellschaftlichen Belangen Preissignale sehr breite wirtschaftliche Ausstrahlungen haben, die nicht nur in einer Zeit konjunktureller Schwäche kontraproduktiv zu den Wirtschaftszielen sind, sondern darüber hinaus ungleichgewichtig zu Betroffenen und Belasteten führt. Von wirtschaftlichen Folgen und von Verteilungsdiskussionen ist daher auszugehen.

Verständnis und Zustimmung für die Umverteilung finanzieller Lasten in der Bevölkerung sind vor allem dann zu erwarten, wenn die betroffene Bevölkerung davon überzeugt werden kann, daß diese Lasten wirklich Umweltschutzziele dienen.

Budgetwirksame Maßnahmen sollten insoweit strikt mit der Forderung nach Aufkommensneutralität für den Staat verbunden werden, indem z. B. umweltbelastendes Handeln des einzelnen belohnt, umweltbelastendes hingegen zusätzlich belastet wird, ohne daß die Staatsquote sich dabei erhöht.

Zu den Preissignalen ist darüber hinaus anzumerken:

Kräftige Preissignale gehen bereits von den künftigen noch energiesparsameren bzw. weiter CO₂-emis-

sionsreduzierten Kraftfahrzeugen aus, da dies verbesserte bzw. zusätzliche Technologien erfordert, die kostenwirksam sind.

Experten schätzen, daß diese Fahrzeugmehrkosten umgerechnet einem Treibstoffsteueraufschlag von 1 bis 2 DM/Liter entsprechen können.

Die Wirkung dieser Preissignale ist ins Kalkül zu ziehen, bevor weitere Anhebungen, z. B. der Treibstoffsteuer diskutiert werden.

Zu fordern ist weiter, daß preiswirksame Maßnahmen sich nicht auf den nationalen Rahmen beschränken sondern in die Politik der EU-Fiskalharmonisierung eingebunden werden, um gravierende Wettbewerbsverzerrungen bzw. Umweltdumping zu vermeiden.

Preissignale dürfen sich weiterhin nicht einseitig auf einen CO₂-emittierenden Verkehrsträger beziehen. Sie müssen alle Nutzenenergieträger umfassen, die aus fossilen, das heißt CO₂-Emissionen-verursachenden Primärenergieträgern gewonnen werden (z. B. Strom aus Kohle).

Gleichbehandlung aller Energieverbrauchssektoren bietet den Vorteil intersektoriellen Ausgleichs, d. h. der Bürger kann selbst entscheiden in welchem Verbrauchssektor (Hauswärme, Verkehr, industrieller Güter) er seinen CO₂-Einsparbeitrag erbringen will. Dies wäre im Sinne volkswirtschaftlicher Optimierung zu begrüßen.

8 Handlungsempfehlungen¹⁾

Die nachstehend skizzierten Empfehlungen sind eine Aufforderung zu unverzüglichem Handeln, da der Verkehrsbereich aufgrund seiner Eigendynamik und der von ihm induzierten vielfältigen – und teilweise irreversiblen – Prozesse durch enorme Steigerungstendenzen gekennzeichnet ist.

8.0 Aktionsprogramm (Kurzfassung)

1. Grundsätzliches

Angesichts der bisherigen Versäumnisse, aus der Gefährdung des Klimas verkehrspolitische Konsequenzen zu ziehen, und der tatsächlichen Verkehrsentwicklung erfordert die Reduktion des Kohlendioxid-Ausstoßes um 25–30 % bis zum Jahr 2005 ebenso wie die weitergehende Verringerung um 50 % bis 2020 und sogar um 80 % bis 2050 eine umfassende Neubewertung des Verkehrssektors.

Für eine generelle Neuorientierung sprechen neben den Klimaargumenten auch andere Faktoren. Denn der Energieaufwand der Verkehrsmittel und die damit proportional einhergehenden CO₂-Emissionen sind zugleich Indikatoren für zahlreiche weitere Belastungen von Mensch und Umwelt (z. B. durch Unfälle, Lärmbelästigung und Flächenverbrauch), die es aus ökologischen und sozialen Gründen zu verringern gilt.

Eine Verkehrswende im Sinne einer generellen Umorientierung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Einordnung des Verkehrs erfordert eine Verminderung des Einsatzes von Verkehr in allen gesellschaftlichen Bereichen. Hierzu ist die Veränderung der Verkehrspolitik genauso erforderlich wie ein Wandel in vorgelagerten Politikbereichen, die für die Verkehrsentstehung mitverantwortlich sind.

Wir sprechen uns nachdrücklich dafür aus, daß der Verkehrsbereich in vollem Umfang seinen Minderungsbeitrag im Rahmen der klimapolitischen Ziele erbringt, also keinen Nachlaß in der CO₂-Reduktion zulasten anderer Bereiche erhält. Volkswirtschaftlich betrachtet, sind die Einsparungen im Verkehr sogar mit wesentlich geringerem Aufwand als in anderen Bereichen möglich. Es kommt hinzu, daß der Verkehrsbereich bisheriger Art eine Eigendynamik hat, die ihn bei „intersektoraler Kompensation“ seiner CO₂-Reduktionsverpflichtung (statt Eigenminderung) in kurzer Zeit zu dem alle anderen Bereiche dominierenden CO₂-Erzeuger machen würde, bei dem die

Chancen zur Veränderung immer geringer werden. Allerdings ist der verkehrsbezogene Klimaschutz in dem erforderlichen Umfang nur zu verwirklichen, wenn die politisch erforderlichen Maßnahmen stärker als in anderen Bereichen auch durch freiwillige Konsumeinschränkungen mündiger Bürgerinnen und Bürger flankiert werden, vor allem im Freizeit- und Urlaubsverkehr.

2. Notwendigkeit einer zusammenhängenden Politik

Sowohl für die Minderung von Emissionen als auch für die generelle Vermeidung von Verkehr gilt, daß einzelne Maßnahmen in der Regel nicht allein zum gewünschten Erfolg führen, sondern nur im Rahmen einer zusammenhängenden Politik. Bei der Entwicklung geeigneter Maßnahmenbündel muß eine Fülle von Verflechtungen in die Betrachtung einbezogen werden. Es ist deshalb nicht sinnvoll, für einzelne Maßnahmen im Rahmen der erforderlichen Politik Einzelpotentiale anzugeben. Besonders kritisch zu bewerten sind in diesem Zusammenhang alle Maßnahmen, welche die Qualität des besonders expansiven Individualverkehrssystems nur verübergend verbessern, indem Stockungen oder Staus verflüssigt werden. Denn auf diese Weise kann die CO₂-Emission des Verkehrs zwar kurzfristig vermindert werden, aber es wird zugleich eine vermehrte Nachfrage erzeugt und vor allem wird die langfristige Steigerungsdynamik nicht berührt, so daß der kurzfristige Erfolg eine langfristig verantwortliche Klimapolitik im Verkehr letztlich sogar erschwert.

3. Sofortprogramm zur Energiebedarfsminderung

Eine wichtige Signalwirkung kommt der sofortigen und verbindlichen Festlegung auf eine Politik zu, die den Produzenten und Konsumenten die mittelfristigen Randbedingungen des Verkehrssystems nennt; sie stößt technische und organisatorische Verbesserungen an und setzt mit einer Erhöhung des Raumwiderstandes, die aber für die Beteiligten vorhersehbar und kalkulierbar bleibt, die richtigen Akzente für die Entwicklung des Verkehrssystems.

Wir empfehlen deshalb folgendes Sofortprogramm: Vorgabe eines festen Zeitplans für die stufenweise Erhöhung der Kraftstoffpreise um ca. 7 % p. a. real auf mindestens 10 Jahre. Das schafft die notwendige Planungssicherheit für die Wirtschaft und die Bevölkerung. Anzustreben sind außerdem stufenweise Absenkungen der zulässigen Flottenverbräuche auf 5 l im Landesdurchschnitt bis 2000 und auf 3–4 l bis 2005 für Neufahrzeuge, um die Mineralölsteuererhöhungen bereits ohne Ausgleichsmaßnahmen möglichst sozialverträglich zu gestalten. Flankierend

¹⁾ Minderheitsvotum der Kommissionsmitglieder Brigitte Adler, Prof. Monika Ganseforth, Dr. Liesel Hartenstein, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler, Prof. Dr. Wilfrid Bach, Prof. Dr. Hartmut Graßl, Prof. Dr. Peter Henricke, Prof. Dr. Eckhard Kutter, Prof. Dr. Klaus Michael Meyer-Abich,

schlagen wir ein allgemeines Tempolimit auf 80 km/h (Landstraßen) bzw. 100 km/h (Autobahnen) und die strikte (technische) Tempobegrenzung für den Schwerverkehr (80 km/h) vor, was sich auch positiv auf die Verkehrssicherheit auswirken würde. Bei der Gestaltung des Güterfernverkehrs, speziell zur Verlagerung von der Straße auf die Schiene bedarf es einer längerfristig festgelegten Preispolitik mit spürbar höheren Kostenanlastungen pro Jahr und Lkw, einer strikten Einhaltung der Sozialvorschriften sowie schneller Kapazitätserweiterungen der Bahn. Dabei sollten auch neue betriebliche Möglichkeiten in Anlehnung an die heutigen Möglichkeiten der Spediteure auf der Straße geschaffen werden.

Neben diesen Eingriffen in den Landverkehr erfordert der Luftverkehr wegen seiner extremen Klimaschädlichkeit ein besonderes Aktionsprogramm:

- eine Abkehr von der bisherigen luftverkehrseuphorischen internationalen Politikorientierung und der Einstieg in luftverkehrsdämpfende politische Maßnahmen; und entsprechend
- Beginn von internationalen Verhandlungen und Vereinbarungen zur Begrenzung des Luftverkehrs auf einem umwelt- und klimaverträglichen Niveau. Hierzu gehört als Einstieg die Besteuerung der Luftkraftstoffe in Höhe der Besteuerung von Diesel- und Ottokraftstoff;
- Bei den Verlagerungsmöglichkeiten spielt der Aufbau eines europäischen Hochgeschwindigkeits-Bahnnetzes eine maßgebende Rolle: parallel hierzu ist eine Beschränkung auf 5 bis 7 große Flughäfen in Deutschland anzustreben.
- Die besonderen Klimawirkungen des Luftverkehrs sind durch Beschränkungen der Reisegeschwindigkeit (400–500 km/h) und Begrenzung der Flughöhe (unterhalb der Tropopause) zu vermindern; zur Flankierung ist die Entwicklung des hierfür optimalen Fluggerätes zu fördern. Diese Maßnahmen sind umso dringlicher, als der Luftverkehr innerhalb des Gesamtverkehrssystems die höchsten Zuwachsraten hat.

4. Schaffung der politischen Voraussetzungen für ein Gesamtverkehrskonzept

Unter heutigen Verhältnissen (Ressortuntergliederung, sektorale Lösungen) ist es kaum möglich, die Verkehrsentwicklung von den Ursachen her zu beeinflussen; die Vorbedingungen für die Verkehrsgestaltung durch Vermeidung und Verlagerung müssen erst dadurch geschaffen werden, daß der Handlungsrahmen der Verkehrspolitik erweitert wird und die Raumordnung sowie die Regional- und Stadtplanung umfaßt. Dies bedeutet, daß Instrumente wie der BVWP oder die Infrastrukturprogramme der EU, aber auch „Generalverkehrspläne“ in der bisherigen Form zu modifizieren sind. An die Stelle der Bundesverkehrswegeplanung muß zunächst ein Bundesverkehrskonzept treten; und es gilt, die Kompetenzen zwischen den verschiedenen Ressorts im Sinne einer wirksamen Verkehrsbewältigung neu zuzuordnen (Abstimmung zwischen Raumordnung, Regionalplanung,

Städtebau, Wirtschaftsförderung in allen raum- und verkehrsrelevanten Maßnahmen). Diese Neudefinition der Aufgabe „Verkehrsbewältigung“ erfordert auch eine Revision des sonstigen methodischen Instrumentariums, insbesondere die Neukonzeption der Finanzierungsinstrumente (Regionalisierung), die Delegation ordnungsrechtlicher Zuständigkeiten und den Ersatz der „Wirtschaftlichkeitsuntersuchung“ durch eine generelle „Verkehrsfolgenprüfung“ für alle raum- und verkehrsrelevanten Entscheidungen.

Haben im privaten Personenverkehr die Regionen eine dominante Rolle, so erlangen im Güterverkehr die Ferntransporte immer mehr Bedeutung und erzwingen eine Internationalisierung der Bahn- und Verkehrspolitik. Zum internationalen Teil der Rahmenbedingungen gehören deshalb als wichtigste Infrastrukturmaßnahme die Bereitstellung von Schienenkapazitäten, die Anpassung der logistischen Möglichkeiten und die Entwicklung energieoptimierter Betriebsformen bei der Bahn. Wir fordern deshalb nachdrücklich entsprechende Aktivitäten auf der EU-Ebene.

5. Konzepte zur Verkehrsvermeidung (Beeinflussung der Raumstrukturen)

Verkehrsvermeidung muß durch verkehrssparsame Raumstrukturen in der Region und durch die Stärkung der regionalen Wirtschaftskreisläufe erreicht werden. Mit der Gestaltung der verkehrsauslösenden Strukturen ist also mehr gemeint als der bisherige Raumordnungsbegriff umfaßt. Angestrebt wird das vorausschauende Einwirken auf die verkehrsverursachenden Aktivitäten bzw. Nutzungen einerseits und das Einwirken auf die Verkehrsmöglichkeiten und -gewohnheiten andererseits. In den regionalen Lebensräumen bedarf es hierzu einer

- konsequenten Ausrichtung der räumlichen Planung auf allen Planungsebenen auf die Verkehrsvermeidung in der Region und hierfür einer Stärkung der Durchsetzungskraft der Planungsinstrumente;
- lenkenden Verkehrswegepolitik als Maßnahme gegen das Ausufern der besiedelten Fläche und gegen die Auflösung der kleinteiligen Aktionsräume, und im gleichen Sinn der Flankierung des erwünschten Abbaus der Distanzorientierung durch stetig steigende Transportkosten.

Die dazu im raumordnerischen, planungsbezogenen Bereich anzuwendenden und durch Preis- und Ordnungspolitik zu flankierenden Maßnahmen umfassen das Baugesetzbuch, die Baunutzungsverordnung (insbesondere die Stellplatzvorschriften), die Landesbauordnungen, die institutionellen Regelungen bei der Abstimmung von Planungen in der Region und die Verteilung der finanziellen Mittel.

Zur Gestaltung des Wirtschaftsverkehrs müssen im Interesse der Lebensräume regionale Lösungen gefunden werden, welche die betrieblichen Konzepte der Logistik (heutige Konzepte von Güterverkehrszentren) einbinden und hierbei flankierend auch mit Ordnungspolitik, ökonomischen Anreizen und selektiven Infrastrukturmaßnahmen arbeiten. Besondere

Chancen, aber auch einen besondere Handlungsbedarf, sehen wir in den Regionen der Neuen Länder. Hier gibt es eine kompaktere Siedlungsstruktur, die erhalten werden sollte. Da inzwischen auch hier eine Zersiedlung von den Kernstädten in die Umländer begonnen hat, muß sofort gehandelt werden. Um die Zersiedlung aufzuhalten, bedarf es einerseits der Flächensteuerung durch entsprechende Flächennutzungsplanung, Regionalplanung und Raumordnung, andererseits einer Wirtschaftsentwicklung mit einer gezielten Standortförderung, bei der die Verkehrserfordernisse nicht unnötig anwachsen. Das Ziel ist die Regionalisierung der Politik, der Wirtschaft und des Verkehrs. Hierzu ist die schnelle Schaffung praktikabler und mit Kompetenzen ausgestatteter Regionalplanungsinstrumente erforderlich.

Zur Ergänzung der auf die Regionen und Lebensräume bezogenen Vermeidungspolitik ist längerfristig auf eine Stärkung der regionalen Wirtschaftskreisläufe gegenüber der interregionalen und internationalen Arbeitsteilung hinzuwirken. Dies kann nur zu einem geringen Anteil durch Kostenanlastungen erreicht werden. Deshalb gilt es, die direkte Einflußnahme auf die Standortwahl und die Gestaltung der Kosten von Standorten in Regionalprogrammen auf nationaler und internationaler Ebene zu stärken.

6. Gesamtstrategie und Erfolgsbilanz

Die Entwicklung des CO₂-Ausstoßes im Verkehr wird im Folgenden für den Fall bilanziert, daß im Rahmen einer Verkehrswende das hier vorgeschlagene Gesamtkonzept umgesetzt wird. Ziel dieser Politik ist der schrittweise Abbau der Verkehrsspirale. Dazu muß gezielt auf den Raumwiderstand eingewirkt werden. Die Verkehrsinfrastruktur darf nicht neuen Verkehr induzieren, und ein verkehrssparsameres Leben und Wirtschaften sollte durch eine angemessene Preis- und Ordnungspolitik gefördert werden.

Basisannahmen

Die Zahlenangaben berücksichtigen neben der Unterteilung in Güterverkehr, regionalen Personenverkehr und Personenfernverkehr einige Besonderheiten der Verkehrsentwicklung. Der besonders stark expandierende Personenluftverkehr sowie der Luftfrachtverkehr werden in Anlehnung an den Verbrauch beim Flugbenzin auch mit grenzüberschreitenden Leistungen erfaßt; daneben werden zur Abbildung von Verlagerungen Verkehrsleistungen zu Fuß und mit dem Fahrrad ausgewiesen.

Die „Anpassung“ der neuen Länder muß anders bewertet werden als die „normale“ weitere Verkehrsentwicklung in den westlichen Bundesländern. Um diese beiden Komponenten der Entwicklung getrennt ausweisen zu können, wird zusätzlich ein rechnerischer Basiszustand nach Angleichung der Neuen Länder definiert. Von diesem Referenzzustand aus beträgt die ohne eine klimaorientierte Verkehrspolitik zu erwartende Steigerung der CO₂-Emissionen bis 2005 35%. Zieht man hiervon die Erfolge der zu erwartenden technischen Weiterentwicklung ab

(–11%), liegt der Ausgangszustand der Minderungsstrategie um 20% über dem Referenzzustand.

Gesamtprogramm und Minderungen auf den Wirkungsebenen

Die Minderungen auf den Wirkungsebenen treten in der angegebenen Höhe nur dann ein, wenn das gesamte Maßnahmenprogramm durchgeführt wird. Trotzdem werden die hier zu erwartenden Effekte unter Beachtung der Verflechtungen herausgearbeitet, weil dies zu einer Versachlichung der Minderungsdiskussion beitragen kann.

- Verkehrsvermeidung: 3–4% unter Einrechnung des in den Neuen Ländern möglichen höheren Beitrags (Hauptbeitrag: 7% im regionalen Personenverkehr);
- Verkehrsverlagerung: 3–4% (Hauptbeitrag: 6–7% im regionalen Personenverkehr);
- Effizienz der Fahrzeuge: 18–19% zusätzlich zur erwarteten technischen Weiterentwicklung (Hauptbeiträge: 26% im regionalen Personenverkehr und 18% im Personenfernverkehr);
- Europäische Güterverkehrspolitik: 2–3% (Hauptbeitrag: 6–7% im Güterverkehr);
- Freizeitverhalten: 9–10% durch Konstanthalten der Verkehrsleistungen auf dem jetzigen Niveau (Hauptbeitrag: 23% im Personenfernverkehr, insbesondere in Form des Luftverkehrs).

Insgesamt verbessern die strukturellen und planerischen Maßnahmen die CO₂-Bilanz des Verkehrssektors von +35% (erwartete Trendentwicklung) auf –10% gegenüber dem Referenzzustand; durch Verhaltensänderung infolge von Aufklärungskampagnen könnte diese Bilanz auf –20% verbessert werden. Eine Bilanz von –25% ist dagegen heute nur noch erreichbar, wenn die Fahrleistungen im Freizeitbereich um ein Drittel gegenüber dem Referenzzustand '88 verringert würden.

Eine klimaverträgliche Verkehrspolitik kann nicht nur administrativ verordnet werden, sondern bedarf der einsichtigen Unterstützung durch die mündigen Bürgerinnen und Bürger. Die Einsicht, daß insbesondere der Freizeitstraßenverkehr – über die Hälfte des motorisierten Individualverkehrs – nicht weiter zunehmen darf, wird erfahrungsgemäß gefördert, wenn Erfahrungen mit Alternativen gemacht werden. Wir fordern deshalb alle Autofahrer auf, an je einem Wochentag eigener Wahl das Auto nicht zu benutzen und stattdessen mit einem öffentlichen Verkehrsmittel oder mit dem Rad zu fahren bzw. zu Fuß zu gehen. Etwa 80% der Bevölkerung hat dazu die Möglichkeit und kann so mit der Verkehrswende bei sich selbst beginnen.

Wäre – wie von der vorangegangenen Kommission vorgeschlagen – bereits 1990 mit der längst überfälligen Minderungs politik im Verkehr begonnen worden, hätte die Bilanz schon 2005 bei –32% liegen können (vgl. hierzu Anhang „Minderungsmodell“) – und dies ohne die nunmehr erforderliche Einschränkung des Freizeitverkehrs.

7. Erfolgsaussichten nach 2005

Es stellt sich die Frage, wie die weiteren für 2020 und 2050 gesetzten 50 %- bzw. 80 %-Ziele zu erreichen sind. Die Analyse zeigt, daß derartige Ziele ohne die Entkoppelung von Wirtschafts- und Verkehrswachstum, d. h. ohne einen Paradigmenwechsel, überhaupt nicht realisiert werden können. Im Bereich bekannter technologischer Möglichkeiten, besteht eine auch ökonomisch sinnvolle Option in einer weiteren Verringerung des Flottenverbrauchs beim individuellen Kraftfahrzeug (2–3 ltr.-Auto). Zusammen mit einer stringenten Raumstruktur-Politik in den Regionen ist damit bis 2020 eine –50 % CO₂-Bilanz möglich. Dann entfallen allerdings über 50 % des Primärenergieaufwands auf den Güterverkehr, sind also mit den bisher einbezogenen Maßnahmen kaum beeinflussbar. Die längerfristige Politik muß für diesen Bereich der größeren – und kommerziell genutzten – Fahrzeuge intensiv auf neue Technologien und Treibstoffe hinwirken.

Die empfohlenen drastischen Eingriffe in das heutige Wohlstandsmodell bzw. in den Beitrag des Verkehrssektors zu diesem Wohlstand werden durch einen vielfältigen Nutzen der Verkehrswende aufgewogen. Der hohe gesellschaftliche und individuelle Nutzen eines im Sinn der Verkehrswende umgestalteten Gesamtverkehrssystems liegt in der drastischen Absenkung des Ressourcenverbrauchs, der Verminderung der verkehrsbedingten Schäden und des laufenden Verlustes an Lebensqualität durch Lärm, Schadstoffe und die Auflösung der Städte. Die Verluste an „Wertschöpfung“ durch kapitalintensive Systemkomponenten, die weitgehend – wie das allzu große, zu schwere und zu schnelle Privatauto, die „Concorde“ oder der „Transrapid“ – nur ein Selbstzweck sind und keine wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Zwecke sinnvoll erfüllen, haben demgegenüber nur einen scheinbaren und gewohnheitsbedingten Wert; und der auf ihnen basierende „Wohlstand“ ist nicht langfristig tragfähig. Nur die schädlichen und eigentlich kontraproduktiven Komponenten des heute praktizierten Wohlstandsmodells müssen zur Disposition gestellt werden, wenn der Verkehrssektor durch eine Verkehrswende umwelt- und sozialverträglicher und damit letztlich auch wirtschaftlich vernünftiger werden soll.

8.1 Grundsätze

Die im folgenden vorgeschlagene Minderungs politik für den Verkehr bezieht ihre wesentlichen Orientierungen aus den quantitativen und zeitbezogenen Zielvorstellungen der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des 11. Dt. Bundestages und der Bundesregierung zur Reduktion der energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen.

Angesichts der bisherigen Untätigkeit und der tatsächlichen Verkehrsentwicklung erfordern die Zielsetzungen für eine Reduktion des Kohlendioxid-Ausstoßes um 25–30 % bis zum Jahr 2005 – verglichen mit 1987 – ebenso wie die weitergehenden Perspektiven einer Verringerung um 50 % bis 2020 und sogar 80 % bis 2050 tiefgreifende Umorientierungen im Ver-

kehrssektor. Der Pkw-Bestand steigt in Westdeutschland und insbesondere in Ostdeutschland weiter an, die Jahresfahrleistungen nehmen zu, technische Verbesserungen werden durch gegenläufige Typen- und Verkaufspolitik sowie ein hierzu komplementäres Kaufverhalten wieder aufgehoben und im internationalen Verkehr expandiert der Straßenverkehr gleichermaßen. Die Luftverkehrsentwicklung hat eine noch größere Dynamik. Zwar sind die entwickelten Minderungsvorstellungen nach wissenschaftlichen Kriterien belegt. Erforderlich sind aber praktikable Handlungskonzepte, die Wege aus den Dilemmata zwischen Wissen und Handeln sowie zwischen der Vorstellung vom Verkehr als Wachstumsmotor einerseits und der Verkehrsminderung zugunsten von Lebensqualität, Klima- und Umweltschutz andererseits aufzeigen.

Für diese generelle Neuorientierung sprechen neben den globalen Klimaargumenten auch andere Faktoren. Der Energieaufwand der Verkehrsmittel und die damit proportional einhergehenden CO₂-Emissionen sind Indikatoren für zahlreiche sonstige Belastungen von Mensch und Umwelt (z. B. Unfälle, Lärmbelästigung, Flächenverbrauch), die es aus ökologischen und sozialen Gründen zu verringern gilt. Beide Perspektiven, die globale Veränderung des Klimas einerseits und die lokal wirkenden Belastungen bzw. Schädigungen andererseits, unterstreichen die Notwendigkeit einer grundsätzlichen Trendwende in der Verkehrspolitik und auch in den vorgelagerten Politikbereichen.

Die Verkehrszunahme wird durch die „Verkehrsspirale“ charakterisiert. Diese ergibt sich dadurch, daß sich durch den hohen Motorisierungsgrad und die bereitgestellte Infrastruktur raumstrukturelle Veränderungen und Veränderungen der Einstellungen der privaten und der kommerziellen Akteure entwickeln, die eine weitere Zunahme des Kraftfahrzeugverkehrs zur Folge haben. Dies ist auch der Grund dafür, daß es nicht ausreicht, die vorhandenen Verkehrssysteme und ihre Arbeitsteilung technisch und organisatorisch zu verbessern. Fortschritte im Sinne der Klimaziele würden nach kurzer Zeit durch eine anwachsende Verkehrsnachfrage überkompensiert.

Da die „Verkehrsspirale“ über mehrere Jahrzehnte wirken konnte, hat sie bestimmte räumliche Strukturen hervorgebracht, die wiederum nur mittel- und längerfristig zu verändern sind. Der verkehrssparsame Umbau unserer Siedlungsstruktur in Verbindung mit der Anpassung der Lebens- und Wirtschaftsweisen ist dennoch die entscheidende langfristig tragfähige Option; zusätzlich ist es – wegen der langen Fristen und der hohen Ineffizienz des Systems – erforderlich, die vorhandenen individuellen Verkehrssysteme in ihren technischen Komponenten drastisch zu verbessern. Das in dünn besiedelten Regionen nur längerfristig substituierbare Auto wird zukünftig wesentlich veränderte Eigenschaften hinsichtlich Energiebedarf, Geschwindigkeitsauslegung und Fahrzeugmasse aufweisen müssen.

Wir ziehen aus diesen wissenschaftlich vielfältig belegten Fakten den Schluß, daß es einer Verkehrswende im Sinne einer generellen Umorientierung der wirtschaftlichen Einordnung des Verkehrs bedarf, mit

dem Ziel, die Intensität des Einsatzes von Verkehr in allen gesellschaftlichen Bereichen abzubauen.

Wir erachten das regionale Gefüge aus Raumstruktur (Bevölkerung und Wirtschaft im Raum, räumliche Arbeitsteilung) und Verkehrsmöglichkeiten (günstige Verfügbarkeit, Leichtigkeit von Transport) als wichtigsten Ansatzpunkt dieser grundsätzlichen Umorientierung. Allerdings wird nicht allein die vieldiskutierte „Kostenwahrheit“ im Verkehr – also die Belastung des Verkehrs mit allen seinen Infrastrukturkosten, aber insbesondere den Kosten seiner unerwünschten Folgen für Umwelt und Lebensräume – die Raumstrukturen herbeiführen, welche die „Nähe“ wieder attraktiv machen. Notwendig sind darüber hinaus gehende Maßnahmen zur Erhöhung des Raumwiderstandes¹⁾. Diese müssen in langfristig angelegten Programmen verwirklicht werden. Erforderlichenfalls sind mit ordnungspolitischen Programmen die zu erwartenden sozialen und ökonomischen Übergangsfriktionen abzumildern.

Der notwendige Wandel muß auch die interregionale Arbeitsteilung umfassen, also ein Merkmal der Wirtschaft, das in den heute praktizierten Wirtschaftsabläufen auch zum Produktivitätsfortschritt beiträgt. Zwar spricht die Struktur des Energieaufwands im Verkehr für ein deutliches Schwergewicht der Handlungen beim Personenverkehr; dazu gehört aber auch ein Vorgehen gegen bestimmte Extremformen des Güterverkehrs. Ohne diese Maßnahmen kann für die Pkw-Verkehrsminderung nur eingeschränkte Akzeptanz erwartet werden.

Darüber hinaus sprechen wir uns nachdrücklich dafür aus, daß der Verkehrsbereich in vollem Umfang seinen Minderungsbeitrag im Rahmen der allgemein formulierten Ziele erbringt. Wir widersprechen ausdrücklich dem weit verbreiteten Vorurteil, daß in den konkurrierenden Bereichen Energie, Industrie und Raumheizung entsprechende Minderungen leichter erreichbar wären als im Verkehrssektor. Diese Auffassung verkennt, daß hier gleichfalls soziale und wirtschaftliche Erwägungen (Kohlestandort, Regionalpolitik) anzustellen sind, und daß die Energieeffizienz im Verkehrssektor noch erheblich niedriger ist als in den anderen Bereichen. Anders ausgedrückt: Volkswirtschaftlich betrachtet sind vergleichbare Einsparungen im Verkehr mit wesentlich geringerem Mitteleinsatz möglich. Es kommt hinzu, daß der Verkehrsbereich bisher eine systemimmanente Eigendynamik hat, die ihn bei „intersektoraler Kompensation“ (statt Eigenminderung) in kurzer Zeit zum alle anderen Erzeugerbereiche dominierenden CO₂-Erzeuger machen würde.

Allerdings ist der verkehrsbezogene Klimaschutz in dem erforderlichen Umfang nur zu verwirklichen, wenn die politisch erforderlichen Maßnahmen stärker

¹⁾ Dieser „Raumwiderstand“ (Widerstand gegen Entfernung) ist durch das heute verfügbare Verkehrssystem (engmaschiges Straßennetz, geringe Nutzerkosten, hohe mögliche Geschwindigkeiten) sehr niedrig und in der Folge vergrößern sich die Entfernungen und entsteht neue Verkehrsnachfrage. Diese „Verkehrsspirale“ kann nur dann abgebaut werden, wenn Entfernung wieder mit einem höheren Aufwand (höhere Kosten) in die wirtschaftliche Kalkulation und in die private Alltagsplanung eingeht.

als in anderen Bereichen durch freiwillige Konsum einschränkungen der Menschen flankiert werden. Da mehr als die Hälfte des motorisierten Individualverkehrs Freizeit- und Urlaubsverkehr sind, erscheint eine solche Einschränkung eigentlich nicht unzumutbar. Jedenfalls ist es unseres Erachtens nicht zu viel verlangt, zusätzlich zu den administrativen Maßnahmen auf weitere etwa 10 % des bisherigen Verkehrskonsums aus freiwilliger Einsicht zu verzichten, damit auch der Verkehrssektor möglichst in vollem Umfang dazu beiträgt, das Klimaschutzziel zu erreichen. Diese Option erhält noch mehr Bedeutung, wenn sich bei einer ersten Überprüfung der Gesamtstrategie nach 5 Jahren (1999) herausstellen sollte, daß die strukturellen und administrativen Maßnahmen nicht im erforderlichen Umfang greifen.

8.2 Zusammenstellung geeigneter Maßnahmenbündel

Die folgende Gesamtbeurteilung der Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel geht vom „Vorsorgegedanken“ aus. Deshalb geht es einerseits um Minderungen der nicht mehr für zumutbar gehaltenen Folgeeffekte, aber darüber hinaus und ganz besonders um die Vermeidung der Entstehung von noch mehr Verkehr.

- Aus globaler Perspektive ist die Verkehrsorientierung Mitteleuropas kein Vorbild für das Raumverkehrs-System anderer Länder (dies gilt auch für die Neuen Länder und Osteuropa);
- aus der lokalen, insbesondere großstadtbezogenen Perspektive laufen die Entwicklungen in eine Richtung, die unter den Gesichtspunkten Funktionalität und Erhaltung der Lebensräume nicht hinnehmbar und auch nicht mehr bezahlbar ist;
- die fortschreitende Intensivierung der internationalen und interregionalen Arbeitsteilung hat im Vergleich zur stärker regionalen Orientierung so viele negative Begleiterscheinungen, daß in der Bilanz häufig die Nachteile überwiegen.

Sowohl für die Minderung von Emissionen als auch für die generelle Vermeidung von Verkehr gilt, daß eine einzelne Maßnahme in der Regel nicht allein zum gewünschten Erfolg führt, sondern nur im Rahmen eines ganzen Bündels von Maßnahmen. Bei der Entwicklung einer kohärenten Minderungspolitik muß eine Fülle von Verflechtungen in die Betrachtung einbezogen werden: Sind die Wirkungen kurz- und langfristig, sind sie direkt oder kommen sie als Sekundäreffekt zustande? Benötigen die Maßnahmen bestimmte Flankierungen in anderen Bereichen, ist das oft unterstellte Gleichbleiben der Randbedingungen auch nur annähernd realistisch? Alle diese Fragen sind zu beantworten, wenn Empfehlungen zu einzelnen Maßnahmen oder zu sinnvollen Bündeln von Maßnahmen ausgesprochen werden sollen.

Die angestrebten Minderungsziele erfordern Eingriffe, die weit über die Erfahrungswerte in der bisherigen Verkehrsrealität hinausgehen und die insbesondere auch jene Effekte aktivieren, die bisher ausgeklammert blieben. Dies mag eine Erklärung für

die großen Bandbreiten der Schätzungen sein, aber teilweise auch für häufig angetroffene Fehleinschätzungen. Genauso ungewohnt wie die Beschäftigung mit Verkehrs- und Wirtschaftskenngößen außerhalb des empirisch belegbaren Erfahrungshintergrundes ist die Beschäftigung mit langen Wirkungszeiträumen.

Die Einordnung und Bewertung der Maßnahmen in Tab. 8.2-1 dient dem Ziel, durch das Aufzeigen von Wirkungen und Wirkungsrichtungen die zueinander passenden Maßnahmen zusammenzustellen. Dabei ist es gewissermaßen vorentscheidend, die Maßnahmen nach den Kategorien

- Abbau der Verkehrsorientierung (vorrangig auf der Wirkungsebene Individualverkehr),
- unveränderte Verkehrsorientierung (also weiterhin dynamisches Verkehrswachstum)

zu differenzieren; dies kann einen Teil der Maßnahmen – unabhängig von ihrem möglichen kurzfristigen Minderungsbeitrag – aus der weiteren Diskussion ausklammern.

Beurteilt man die Maßnahmen einerseits nach dem Minderungsbeitrag, andererseits aber auch nach der Nachhaltigkeit der Minderungswirkung und ihrem Beitrag zum Abbau der Dynamik, so lassen sich grob drei Kategorien von Maßnahmen unterscheiden:

- Maßnahmen der drastischen Effizienzsteigerung am einzelnen Fahrzeug (z. B. durch Flottenverbrauchsregelung, Verkleinerung der Fahrzeuge), die den größten mittelfristigen CO₂-Minderungseffekt auslösen, wenn eine Ausweitung der Fahrleistung verhindert wird.
- Maßnahmen, die ihre Wirkung sehr langsam entfalten, da diese erst aufgrund eines gezielten weiteren Ausbaus der Raumstruktur zustande kommt, der eine Verminderung der Verkehrserfordernisse mit sich bringt; gerade diese Maßnahmen ergeben enorme Minderungspotentiale, wenn sie auf längere Zeiträume angelegt werden.
- Maßnahmen, die zwar sehr kurzfristig Minderungen bewirken, deren Wirkung aber wegen des Nichtantastens der Dynamik des Systems später wieder aufgezehrt wird, oder die sogar Ursache erneuter Steigerungen der Verkehrsnachfrage und der Emissionen sind; hierzu gehören fast alle Maßnahmen, die die „Flüssigkeit“ des Verkehrs verbessern.

Maßnahmen der letzteren Kategorie – insbesondere der Straßenausbau zur Förderung des Verkehrsflusses, Lenk- und Leiteinrichtungen, aber auch die Erweiterung der Nutzerkreise des Individualverkehrs (IV-Flexibilisierung) – sind prinzipiell nicht empfehlenswert, da sie die langfristigen Lösungen nachhaltig erschweren und die Problemlage kurzfristig verschleiern. Zu dieser Kategorie kann sogar eine nicht sorgfältig geplante „ÖV-Investitionsstrategie“ gehören, wenn sie nicht durch eine entsprechende Gestaltung der Raumstrukturen und die Erhöhung der Raumwiderstände für den motorisierten Individualverkehr ergänzt wird.

Ganz besonders vorteilhaft sind dagegen verkehrssparsame Raumstrukturen. Die hier bestehenden Potentiale können in den regionalen Strukturen relativ unabhängig von internationalen Verflechtungen und Wirtschaftserfordernissen aktiviert werden. Neben den planerischen Instrumenten, die über das Baugesetzbuch, die Landesbauordnungen und die Finanzverteilung zu aktivieren sind, benötigt die Raumgestaltung allerdings Unterstützung durch Maßnahmen, die gleichfalls richtungsweisende Raumwirkungen haben: Erforderlich und nützlich sind Infrastruktur für Fuß und Rad, Tempolimit, Parkraumreduktionen, Verkehrserzeugerabgabe und eine zweckentsprechende Gestaltung der variablen Kosten des Individualverkehrs.

8.3 Handlungsbereiche zur Minderung der Verkehrsfolgen

Die bisherige Diskussion einer klimaverträglichen Verkehrspolitik ist weitgehend bestimmt durch CO₂-Minderungsschätzungen auf den funktionalen Wirkungsebenen „Vermeidung“, „Verlagerung“, „Effizienzsteigerung“ und „technische Weiterentwicklung“. Eine derartige Untergliederung nach funktionalen Wirkungsebenen ist nicht gleich gut geeignet, um die zur Minderung erforderlichen Handlungs- bzw. Maßnahmenbündel zu charakterisieren; nur sehr wenige Maßnahmen erzeugen (wie z. B. ein Flottenverbrauchslimit) singuläre Wirkungen, die Mehrzahl dagegen (wie z. B. Preispolitik und Gestaltung der Raumstruktur) Wirkungen auf mehreren oder allen Ebenen. Zwar ist es möglich, ausgehend von einem umfassenden Maßnahmenbündel die Effekte nach einzelnen Wirkungsebenen (vgl. Kap. 8.4) zu differenzieren, aber die Wirkungen können nicht genau bestimmten Handlungsbereichen zugeordnet werden. Die im folgenden zusammengestellten Handlungsfelder sind deshalb nach zeitbezogenen Möglichkeiten, Handlungsebenen sowie der Dringlichkeit zum Handeln geordnet:

- Eine wichtige Signalwirkung kommt der sofortigen und verbindlichen Festlegung auf eine Politik zu, die den Produzenten und Konsumenten die mittelfristigen Randbedingungen der Entwicklung des Verkehrsmarktes nennt; sie stößt insbesondere technische und organisatorische Verbesserungen an und setzt mit der Erhöhung des Raumwiderstandes – die aber für die Beteiligten vorhersehbar und kalkulierbar bleibt – die richtigen Akzente für die Entwicklung des Raum-Verkehrs-Systems.
- Unter heutigen Rahmenbedingungen (Ressortuntergliederung, sektorale Problemlösungen) ist es kaum möglich, die Verkehrsentwicklung von den Ursachen her zu beeinflussen; die entsprechenden Vorbedingungen für eine solche Verkehrsgestaltung (Vermeidung, Verlagerung) müssen erst dadurch geschaffen werden, daß der Handlungsrahmen der Verkehrspolitik über das klassische Verkehrsressort hinaus erweitert wird und auch Raumordnung, Regional- und Stadtplanung umfaßt.

Tabelle 8.2-1

Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen sowie ihre

	Grobe qualitative Einordnung der Wirkungen						
	Veränderte Verkehrsorientierung („Verkehrswende“)				Unveränderte Verkehrsorientierung		
	Vermeidungswirkungen		Bedeutung ÖV gesteigert		mehr Verflechtung		Nutzung motorisierter IV
	inter-regional	regional	generell	VM-Wahl	inter-regional	regional	
	Ausbau						
Straßennetz-Ausbau					■ ²⁾	■	■
Lenk-, Leiteinrichtungen Straße					■	■	■
Flexibilisierung mot. IV						■	■
ÖPNV-Ausbau, Bahn-Ausbau			■	■	■	■	
GVZ, Logistikzentren				■			
Infrastruktur Fuß/Rad		■	■	■			
Straßenrückbau		■	■	■			
	Gestaltung						
Struktur der Regionen verkehrersparend einlegen		■	■	■			
Arbeitsteilung international mindern, mehr regional	■		■	■			
Emissionslimits, „down sizing“							[■]
Tempolimit	■	■	■	■			
Reduktion Stell-/Parkplätze		■	■	■			
Lokale Fahrverbote			■	■		[■]	
Restriktionen Fern-Lkw	■		■	■			
Variable Kosten (km-abhängig)	■	■	■	■			
Bewirtschaftung Stellplätze/Straßen			■	■			
Verkehrserzeugungsabgabe		■	■	■			
Hohe Fixkosten (insbesondere Pkw)		■	■	■			

1) Zusammenstellung von Potentialen auf der Grundlage der Angaben in den Anhörungen „Verkehr“ der EK (1992), Einbeziehung der komplexen Gesamtwirkungen (z. B. induzierende Wirkungen); Minderungen beziehen sich auf Energieverbrauch des gesamten Verkehrssektors (vgl. hierzu auch die Tabellen 7.4...).

2) Die Zeichen symbolisieren starke (■), schwache (■) und nur bedingte ([■]) Wirkung.

differenzierten Wirkungen und beachtende Vernetzungen

direkte Minderung		Schätzung der quantitativen Minderungs-Potentiale ¹⁾		Bemerkungen: z. B. Bedingungen und erforderliche Flankierungen für Wirksamkeit, kontraproduktive Wirkungen, Verflechtungen
durch Effizienz	durch Technik	mittelfristig (bis 2010)	längere Perspektiven	
der Verkehrsinfrastruktur				
[■]		5–0 %	–	Verstärkung der vom MIV („Verkehrsspirale“) ausgehenden induzierenden Wirkungen, effizienz-mindernd für ÖV-Strategien
[■]		5–0 %	–	
■		6–3 %	–	
		2–3 %	3–5 %	andere Raumstruktur erforderlich, Preispolitik (MIV) nützlich
■		0–1 %	1–2 %	Bahnausbau, Preis- und Ordnungspolitik nützlich
		2–3 %	3–5 %	Verträglichkeit MIV erforderlich, attraktive Nahbereiche erforderlich
■		0–1 %	2 %	alternative Angebote erforderlich
von Raumstruktur und Arbeitsteilung				
		4 %	20–30 %	Raumwiderstand generell höher, Preis- und Ordnungspolitik nützlich
■	■	1–2 %	10 %	generell höherer Raumwiderstand nützlich, Verteuerung der Transporte unverzichtbar
Ordnungsrecht und -Politik				
■	■	20–25 % ³⁾	30 %	flankierende Preispolitik, Tempolimit wegen Sicherheit
	■	2–3 %	5 %	Hauptbedeutung als Flankierung, Überwachung erforderlich
■		0–1 %	2 %	alternative Angebote (ÖV) erforderlich, Ausweichreaktionen müssen unterbunden werden (z. B. Nahbereiche, Verkehrserzeugungsabgabe)
		0–1 %	–	
		2–3 %	5 %	alternative Bahnangebote erforderlich, EU-Politik
Preispolitische Instrumente				
■	■	20–25 % ³⁾	30–40 %	flankierende Ordnungspolitik, Stufenpläne zwingend, passende Raumordnung vorteilhaft
■		1–2 %	3 %	alternative Angebote (ÖV) erforderlich
		1–2 %	3 %	flankierende Nahausstattung nützlich
■		2–3 %	5 %	alternative Angebote (ÖV) nützlich

³⁾ Minderungen durch Limits und höhere Kosten entstehen vor allem durch Technik-Weiterentwicklung, dieses Technik-Potential kann alternativ durch Preis- oder Ordnungspolitik oder durch Kombinationen aus beidem erreicht werden, die Kombination führt aber nicht zur Erhöhung des Gesamtpotentials.

⁴⁾ „Nachgeordnete“ preis- und ordnungspolitische Maßnahmen sind mit ihren Wirkungen i. d. R. in der Wirkung der generellen Maßnahmen enthalten, die ausgewiesenen Potentiale beziehen sich also auf den Fall, daß eine solche Maßnahme isoliert durchgeführt wird.

- Erst wenn diese Voraussetzungen geschaffen sind, wird die Politik der „Verkehrswende“ Erfolg haben, die die bisher enge Koppelung zwischen Wirtschaftsentwicklung und Verkehrszunahme abbaut und die Verkehrsvermeidung über weniger verkehrsaufwendige regionale Raumstrukturen und eine Stärkung der regionalen Wirtschaftskreisläufe erreicht.

8.3.1 Sofortprogramm zur Minderung des Energieaufwandes

Ein augenfälliges Merkmal der heute eingesetzten Verkehrssysteme bzw. der Modalitäten ihrer Nutzung ist die damit getriebene Verschwendung; weder der motorisierte Individualverkehr noch die öffentlichen Systeme werden auf dem technisch möglichen Stand konstruiert und ausgelastet.

Durchsetzung optimaler Technik durch Preis- und Ordnungspolitik bei Systemen des Landverkehrs

Die wichtigste kurzfristige Maßnahme ist die Durchsetzung einer angemesseneren Technik im Pkw-Bereich. Aktiviert werden können diese Potentiale durch ordnungspolitische Eingriffe, die die Minderung – wie z. B. eine Flottenverbrauchsregelung – entweder direkt vorgeben, oder die indirekt – wie das Tempolimit – über Neben- und Folgeeffekte wirken. Eine in Stufen vorgenommene Erhöhung der variablen Kosten der Pkw-Nutzung – unabhängig davon, mit welchem Kostenmodell sie im einzelnen tatsächlich erreicht wird, wirkt ähnlich positiv.

Wir halten deshalb folgendes Sofortprogramm für notwendig: Vorgabe eines festen Zeitplans für die stufenweise Erhöhung der Kraftstoffpreise um ca. 7 % p. a. real auf mindestens 10 Jahre. Das schafft die notwendige Planungssicherheit für die Wirtschaft und die Bevölkerung. Anzustreben sind außerdem stufenweise Absenkungen der zulässigen Flottenverbräuche auf 5 l im Landesdurchschnitt bis 2000 und auf 3–4 l bis 2005 für Neufahrzeuge, um die Mineralölsteuererhöhungen bereits ohne Ausgleichsmaßnahmen möglichst sozialverträglich zu gestalten. Flankierend wird ein allgemeines Tempolimit auf 80 km/h (Landstraßen) bzw. 100 km/h (Autobahnen) und die strikte (technische) Tempobegrenzung für den Schwerverkehr auf 80 km/h vorgeschlagen. Das wirkt sich auch positiv auf die Verkehrssicherheit aus. Bei der Gestaltung des Güterfernverkehrs, speziell zur Aktivierung von Verlagerungen zur Schiene sind folgende Komponenten notwendig: Eine längerfristig festgelegte Preispolitik mit spürbar höheren Kostenanstörungen pro Jahr und Lkw, strikte Einhaltung der Sozialvorschriften sowie begleitend schnelle Kapazitätserweiterungen der Bahn und Schaffung neuer betrieblicher Möglichkeiten (in Anlehnung an die heutigen Möglichkeiten der Spediteure auf der Straße).

Internationale Verkehrspolitik für den Luftverkehr

Der Luftverkehr hat einige Besonderheiten, die ihn vom übrigen Verkehr maßgeblich unterscheiden und die einen besonders dringlichen Handlungsbedarf begründen:

- Je Verkehrsbewegung liegen die Klimabelastungen ganz erheblich über denen der anderen Verkehrsträger. So sind nur etwa 0,1 % aller Reisen Luftreisen; diese sind aber für etwa ein Sechstel der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen verantwortlich.
- Wie in der Vergangenheit werden auch zukünftig für den Luftverkehr im Trend die höchsten Zuwachsraten aller Verkehrsträger erwartet.
- Durch den Ort der luftverkehrsbedingten Emissionen ergibt sich eine erhöhte Klimarelevanz und eine spezifische Wirkung auf den Ozonhaushalt (vgl. Kap. 1 und 3).
- Die auf den Verursacherstandort Deutschland bezogene Verkehrsleistung im Luftverkehr erfolgt – je nach definitorischer Abgrenzung – zu mindestens 70–80 % außerhalb Deutschlands (insbesondere bei Urlaubsreisen); deshalb sind wirksame Maßnahmen weitgehend auf internationale oder zumindest europaweite Konzeptionen angewiesen.

Zu den Grundsätzen einer zweckentsprechend international ausgerichteten Luftverkehrspolitik gehören:

- die Aufgabe der bisherigen luftverkehrseuphorischen internationalen Politikorientierung und der Einstieg in luftverkehrsdämpfende politische Maßnahmen; und entsprechend
- der Beginn von internationalen Verhandlungen und Vereinbarungen zur Begrenzung des Luftverkehrs auf einem umwelt- und klimaverträglichen Niveau. Hierzu gehört als Einstieg die Besteuerung der Luftkraftstoffe in Höhe der Besteuerung von Diesel- und Ottokraftstoff für den Straßenverkehr²⁾.

Da sich Passagierkategorien hinsichtlich ihrer Motive und Wahlkriterien bei den Distanzbereichen maßgeblich unterscheiden und sich auch die Möglichkeiten zur Substitution des Luftverkehrs sehr unterschiedlich darstellen, wird die Akzeptanz der Strategie von der auf Nachfragesegmente angepaßten Spezifität abhängen.

1. Entfernungsspezifische Teilmaßnahmen

Sowohl die innerdeutschen als auch die grenzüberschreitenden europäischen Kurz- und Regionalluftverkehre bis etwa 600 km Luftlinie dienen hauptsächlich dem Geschäftsreiseverkehr, der weiter stark expandiert, für den aber schon jetzt alternative Verkehrsformen angeboten werden. Im Interesse der Verlagerung ist zugleich mit dem schrittweisen Auf-

²⁾ Die technische Ausgestaltung dieser Besteuerung ist so vorzunehmen, daß Ausweichreaktionen (z. B. „Kerosintourismus“) vermieden werden, ggfs. sind die Steuern in die Start- und Landegebühren zu integrieren.

bau des europäischen Hochgeschwindigkeits-Bahnnetzes der Luftverkehr zwischen zwei Orten einzustellen, wenn die Gesamtreisezeit mit der Bahn vergleichbar ist. Flankierend sollte dabei die Reisegeschwindigkeit im Luftverkehr auf ein technisch optimales Maß (vgl. Punkt „Flugzeugtechnik“) abgesenkt werden. Diese konzeptionell-planerischen Vorstellungen müssen ergänzt werden durch Preissignale (Anhebung des Treibstoffpreises auf das Niveau des Autoverkehrs).

Im Mittelstreckenbereich (Entfernung zwischen etwa 1000 und 3000 km) werden die meisten Fluggäste befördert, insbesondere im Urlaubs-Charterverkehr. Flugreisen zu Lasten der Lebensgrundlagen kommen uns alle teuer zu stehen und sind dem Urlaubsziel nicht angemessen. Die skizzierte Preispolitik kann die hier zu erwartende Zunahme dämpfen, wenn einerseits angemessene Alternativen (soziale Akzeptanz und wirtschaftliche Verträglichkeit in den Zielgebieten vorausgesetzt) im Land- und Wasserverkehr angeboten und andererseits die Fluggeschwindigkeiten abgesenkt werden. In diesem Bereich sind zwischenstaatliche Vereinbarungen notwendig.

Unter den gegenwärtigen Bedingungen sind auf den langen Strecken die größten Zuwächse sowohl im geschäftlichen, als auch im privaten Reisebereich und bei der Luftfracht zu erwarten. Maßgeblich sind hier der heutige preisliche Rahmen und die Breite und Qualität des Luftverkehrsangebots, insbesondere die hohe Beförderungsgeschwindigkeit. Neben der skizzierten Preispolitik (s. o.) ist deshalb ein Tempolimit von etwa 400 bis 500 km/h vorzusehen – dies markiert etwa auch den verbrauchsgünstigsten Geschwindigkeitsbereich für Flüge unterhalb der Tropopause mit verändertem Fluggerät.

2. Flughäfen

Die skizzierten Maßnahmen würden zu einer Reduzierung der Flugbewegungen und zu einer Verschiebung zum Langstreckenverkehr führen. Daraus ergibt sich ein verringerter Bedarf an Flughäfen. Die Reduzierung der Zahl der Flughäfen ist aber auch als eigenständige Maßnahme zur Mengenreduktion und zur ökologisch optimalen Abwicklung (Konzentration auf gutbesetztes Großgerät) erforderlich. Dabei wäre längerfristig Deutschland durch etwa 5 bis 7 große Flughäfen hinreichend versorgt; auch jetzt beschränkt sich der internationale Luftverkehr schon weitgehend auf diese Zahl von Flugplätzen.

3. Flugzeugtechnik

Für das veränderte Bild des Luftverkehrs sind andere als die gegenwärtig im Einsatz befindlichen Flugzeuge optimal; auch die gegenwärtig in der Entwicklung befindlichen Flugzeugtypen entsprechen dem skizzierten Anforderungsprofil nur eingeschränkt. Insbesondere die Ausweitung des Einsatzes von Überschallflugzeugen ist abzulehnen. Als erforderliche Typen sind demgegenüber große Mittel- und Langstreckenflugzeuge mit niedrigsten Treibstoffverbräuchen für Reisegeschwindigkeiten von 400 bis 500 km/h und Flüge unterhalb der Tropopause zu entwickeln.

Randbedingungen der optimalen Arbeitsteilung zwischen bestehenden Verkehrssystemen

In den bestehenden Verkehrssystemen kann eine gezielte Preis- und Ordnungspolitik die Fortentwicklung der Technik und eine bessere Organisation (Auslastung, Besetzung) anregen. Eine Variante dieser Effizienzsteigerung besteht in einer konsequenten Aufgabenteilung zwischen den Systemen entsprechend ihren speziellen Systemeigenschaften: Bei großen und stark gebündelten Verkehrsströmen kann der kollektive Verkehr seine Vorteile entfalten, und bei der Bedienung der Fläche erweist sich der Individualverkehr als effizienter. Nutzt man diese Systemunterschiede falsch aus, dürfte dies allerdings zu noch größerer Abhängigkeit vom Individualverkehr führen; auch bliebe die Dynamik der „Verkehrspirale“ relativ unberührt. Darüber hinaus kann die extreme Spezialisierung der Systeme zum Konflikt mit der allgemeinen Daseinsvorsorge führen.

Maßnahmen zur Effizienzsteigerung, die versuchen, bestimmte organisatorische Mängel des vorhandenen Einzelsystems zu beseitigen, können langfristig kontraproduktiv wirken. Wird beispielsweise das Auto „auf die Schiene gesetzt“ (Leittechniken), so machen die durch besseren Fluß frei werdenden Kapazitäten mehr Verkehr möglich. Dasselbe gilt für Schnittstellenverbesserungen, welche die jeweiligen Systemvorteile besser nutzbar machen (z. B. Park-and-Ride oder Güterverkehrszentren). Die dabei erzielbare neue Aufgabenteilung ist häufig suboptimal, weil sie die Verkehrspirale nicht antastet oder sie sogar noch beschleunigt. Dies kommt auch in der Bewertungstabelle (Tab. 8.2-1) für die Wirkungsbereiche zum Ausdruck, die für genau diese Maßnahmen positive Wirkungen nur bei Kapazitätsauslastung und Effizienz des jeweiligen Systems und in kurzfristiger Perspektive ausweist, in allen anderen relevanten Bereichen und auf längere Sicht aber gar keine oder negative Wirkungen erwarten läßt. Leider gilt dies auch für die grundsätzlich sinnvolle Erhöhung der Pkw-Besetzungsgrade und die flankierenden Infrastrukturmaßnahmen (besondere Fahrspuren), wenn sie unter Vernachlässigung der anderen Systeme die Autoorientierung noch weiter verstärken.

Der theoretisch mögliche Erfolg einer optimierten Arbeitsteilung zwischen den Verkehrssystemen verdeckt das Grundsatzproblem – die unverändert weiterlaufende und das Gesamtsystem ständig verteuern Transportorientierung. Die große Gefahr, die Fortentwicklung der Autostrukturen bis hin zur Perfektionierung wird hierbei sogar gefördert, da die zwangsläufige (aus Effizienz-Überlegungen) weitere Ausdünnung des ÖPNV in der Fläche und bei dispersen Beziehungen noch mehr Menschen zum Pkw-Kauf und damit zum Umstellen³⁾ der Verkehrsverhaltensweisen veranlassen würde. Wir weisen nachdrücklich auf die Unvereinbarkeit dieser sehr intensiv

³⁾ Für die tägliche Entscheidung zwischen den vorhandenen Verkehrsmittelalternativen haben die Verfügbarkeit eines Pkw und die dadurch geprägte Wahrnehmung der Umwelt aus der „Autoperspektive“ eine weitaus größere Bedeutung als etwaige Zeitvorteile bei der Wahl des Schienensystems; mit der Anschaffung des Pkw „kippt“ das Verkehrsverhalten gewissermaßen um.

diskutierten Konzepte mit den Prinzipien der Daseinsvorsorge hin und empfehlen, die Grundprinzipien der Bundesverkehrspolitik entsprechend auf ihre Verträglichkeit mit anderen Politikfeldern hin zu überprüfen.

8.3.2 Schaffung von Rahmenbedingungen für die Beeinflussung der Verkehrsentwicklung und Arbeitsteilung im Verkehr

Unsere heutige Verkehrspolitik beschränkt sich in zweierlei Hinsicht selbst: Sie denkt und handelt fast ausschließlich in Verkehrskategorien, und innerhalb dieses sehr breiten Wirkungsfeldes wiederum vorrangig im Feld der Infrastrukturbereitstellung. Preis- und Ordnungspolitik oder Raumordnung fallen demgegenüber oft nicht einmal in die Zuständigkeit der jeweiligen Administration. Stellt man nun die infrastrukturellen Maßnahmen in den Kontext des gesamten Handlungsfeldes (vgl. Kap. 6 und Kap. 8.2), so rangieren die Verkehrsbaumaßnahmen einerseits im Bereich hoher Kosten, und andererseits läßt sich bezüglich der Minderungseffekte schon fast die Regel aufstellen: keine Maßnahmen ohne Kontraeffekte (insbesondere in zeitlich längerer Sicht). Die Folgerung kann nur lauten, daß Instrumente wie der BVWP oder die Infrastrukturprogramme der EU, aber auch „Generalverkehrspläne“ oder sektoral verstandene „Verkehrsentwicklungsplanungen“ nicht weiterzuentwickeln, sondern neu zu konzipieren und abzuändern sind.

Am Beispiel der Bahn kann man sehr plausibel belegen, warum die bloße Angebotsplanung keine grundsätzliche Umkehr der seit Jahrzehnten bestehenden Trends bewirken kann: Zwar sind die vielfältigen Vorzüge der Bahn gegenüber dem weiten Straßenverkehr unstrittig. Wesentliche Verlagerungen wären aber nur bei einer anderen „Bahnphilosophie“ und totaler Modernisierung des Netzes sowie insbesondere des Betriebes möglich, was sich nur lohnt, wenn Verlagerungen vom Markt her auch real garantiert werden können. Dies aber erforderte lenkende Maßnahmen weg vom konkurrierenden System Straße wie z. B. wesentlich höhere Transportpreise für den Straßenverkehr, Limitierungen für den Anteil der Straße, Nachtfahrverbote für Lkw, keinen weiteren Ausbau des Netzes sowie eine Ausweitung der neuen Verkehrspolitik auf die internationale Ebene.

Will man die heutige, eingespielte Verkehrssituation aus ökologischen Gründen ändern, muß einerseits Einfluß auf die gesamte Verkehrsfunktion – also auch auf das Preisgefüge, die Geschwindigkeiten, die Fahrzeugflotte, die Technik – genommen werden, und andererseits müssen auch die Strukturen in den verursachenden Bereichen infragegestellt werden dürfen. Jedes bloß sektorale Vorgehen muß sich dagegen in Widersprüche verwickeln, sehr plausibel dokumentiert z. B. in dem untauglichen Versuch der EU (vgl. Kap. 6), die drei wesentlichen Vorsorgeziele der Gemeinschaft – Wirtschaftsentwicklung, Umweltschutz, lebensfähige Ballungsräume – alle gleichermaßen mit Deregulierung und „mehr Markt“ im Verkehrsbereich – und nur hier – erreichen zu wollen.

Weiterentwicklung des BVWP zum Gesamtverkehrskonzept

Der Bundesverkehrswegeplan muß durch ein neues Planungsinstrument ersetzt werden: Erwünschte Wirkungen in den wichtigen Minderungsbereichen werden durch konzeptionelle Vorstellungen – wie „Gestaltung der Raumstruktur“ oder „Erhöhung des Raumwiderstandes“ – intendiert, aber die Instrumente zur Umsetzung liegen in der Regel auf ganz anderen Ebenen als der des Verkehrs, z. B. bei den gesetzlichen Rahmenbedingungen, der Infrastrukturbewirtschaftung, fiskalischen Überlegungen und Abgabensystemen. Die Aufgabe besteht also darin, diese primären Instrumente aus anderen Sektoren (Resorts) in das Konzept zur Verkehrsverminderung einzubinden, sowie auch die Kompetenzen zwischen den verschiedenen Verwaltungsebenen im Sinne einer schlagkräftigen Lösung der Aufgaben – anders als bisher – zuzuordnen.

Der Schlüssel für die Verkehrspolitik (auch in den vorgelagerten, verursachenden Bereichen) liegt heute – ebenso wie in den anderen klimarelevanten Politiken – vor allem auf der Bundesebene, wo alle wichtigen Gesetzgebungs- und Finanzierungsergebnisse versammelt sind (Luftverkehr, Fernstraßenbau, Finanzierung des kommunalen Straßenbaus, Bundesbahnpolitik, ÖPNV-Finanzierung, Verkehrsberuhigung, Straßenverkehrsrecht/Ordnungspolitik). Länder und Gemeinden können im wesentlichen nur diesen Rahmen ausfüllen und sind weitgehend auf Planungs- und Vollzugszuständigkeiten verwiesen.

Wollte man bei dieser Kompetenzverteilung die Klima- und Umweltverträglichkeit des Verkehrs gewährleisten, müßte der Bund sich die Aufgabenstellungen bis hinunter zur kommunalen Ebene zu eigen machen und jeweils auch von der obersten Ebene aus durchsetzen, also ein Gesamtverkehrskonzept für Deutschland verwirklichen. Dies ist weder wünschenswert noch praktikabel. Wenn aber die Zentralisierung der Planung unrealistisch ist, verbleibt nur die umgekehrte Schlußfolgerung, in Anerkennung der dezentralen Aufgabenstellungen – Verkehr ist überwiegend ein regionales Geschehen – auch die verkehrspolitischen Instrumente und die Finanzierungsquellen teilweise zu dezentralisieren⁴⁾, ohne dabei die beim Baugesetzbuch praktizierte Zersplitterung bis hinunter zur kommunalen Ebene zu wiederholen.

Bezüglich der Umsetzung ist die Regionalisierung, die bei der weiteren Ausformulierung auch Aufgabenneuverteilungen in anderen Ressorts (Raumordnung, Regionalplanung, Wirtschaftsförderung, Strukturhil-

⁴⁾ Die Modalitäten derartiger Neuregelungen sollten beispielsweise folgende Punkte umfassen (vgl. BUND, Anhörung. SPD): Der Bund sollte sich auf das Betreiben und Instandhalten eines bundesweiten Autobahnnetzes beschränken, den Bau von Bundesstraßen gegen einen Transfer der entsprechenden Finanzmittel an die Länder (insbes. die neuen Länder) abgeben, die diese Mittel für Verkehrsinvestitionen jeder Art verwenden können müßten. Ähnlich kann sich der Bund auch im Schienenverkehr auf den Fernverkehr zurückziehen, unter der Voraussetzung eines vollen Mitteltransfers für den Regional- und Nahverkehr an die Länder bzw. Regionen.

fen etc.) und die Schaffung einer koordinierenden Ebene für die Regionen impliziert, ein Ziel, das nur auf mittlere Sicht erreicht werden kann. Gleichwohl kann die Verkehrswende schon sehr schnell auch mit kleinen Schritten im bisher begrenzten Aufgabenbereich (dem Bereich der Verkehrsressorts) eingeleitet werden; hierzu machen wir die folgenden Vorschläge:

- Einer Totalrevision bedarf das für Infrastrukturprojekte verwendete Bewertungsverfahren (Kosten-Nutzen-Analyse)⁵⁾. Transportkostensenkungen der Lkw und Zeitersparnisse von privaten Pkw-Fahrern dürfen nicht mehr positiv als Nutzenkomponente eingerechnet werden, da sie zusätzlichen Verkehr erzeugen.
- An die Stelle der reinen Wirtschaftlichkeitsuntersuchung sollte eine generelle Verkehrsfolgenprüfung, insbesondere die Umwelt- und Klimaverträglichkeitsprüfung aller raum- und verkehrsrelevanten Planungsentscheidungen treten und auf die Abmilderung der Dynamik des Raum-Verkehrs-Systems ausgerichtet sein. Ein entsprechender Katalog von Abprüfkriterien müßte u. a. die folgenden Gesichtspunkte enthalten:
 - Stärkung der Nahbereiche und der regionalen Kreisläufe,
 - Förderung von Entwicklungskonzepten, die die Senkung des Entfernungsaufwands und der Transportorientierung bewirken,
 - Steigerung der Effizienz und Auslastung (z. B. auch Besetzungsgrad der Pkw) der bestehenden Verkehrssysteme, sofern dies ohne Kontraeffekte realisierbar ist,
 - Förderung einer Entwicklung, in der kleinere, leichtere, verbrauchsärmere Fahrzeuge günstigere Einsatzbedingungen bekommen,
 - Förderung der Attraktivität und ökonomischen Effizienz der als verträglicher eingeordneten Systeme.
- Bei ordnungspolitischen Regelungen besteht auch kurzfristig die Möglichkeit, in den Fällen, in denen vorrangig die Belange der Kommunen und Regionen betroffen sind, die Position der Betroffenen erheblich zu verbessern. Beispiele sind die
 - Änderung der Zonengeschwindigkeitsverordnung, um die flächendeckende Verkehrsberuhigung zu fördern (vgl. Tempo-30-Vorschlag des Dt. Städtetags, neuerdings unter Einschluß des Hauptstraßennetzes);
 - Einführung einer generellen Geschwindigkeitsbeschränkung 100/80/30;
 - Vorschrift eines ÖPNV-Mindestversorgungsstandards in einem Gesamtverkehrsplan und im Rahmen eines geänderten Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes;

- Novellierung des Raumordnungs- und Städtebaurechts, um z. B. die Anbindung von Siedlungs- und Gewerbegebieten an den ÖPNV sicherzustellen.

Flankierung der Gestaltung des Güterverkehrs auf europäischer Ebene

Neben der dominanten Rolle der Regionen und Lebensräume für die Steigerungen des privaten Personenverkehrs – die entsprechend durch nationale Maßnahmen angegangen werden können – erlangt im Güterverkehr die Steigerung der Ferntransporte immer mehr Bedeutung und macht eine Internationalisierung der Bahn- und Verkehrspolitik notwendig.

Im Straßengüterverkehr haben isolierte preispolitische Maßnahmen auf europäischer Ebene keine hinreichende Wirkung oder sogar unerwünschte Folgen:

- Die technischen Minderungspotentiale des Treibstoffverbrauchs beim Lkw liegen niedriger als beim Pkw, da sie bereits aus ökonomischen Gründen in größerem Umfang erschlossen worden sind.
- Da die Anteile der reinen Transportkosten an den gesamten Logistikleistungen der heutigen Spediteure, je nach dem transportiertem Gut, relativ niedrig sind, müßten die Transportkosten erheblich erhöht werden.
- Hohe Kostenanlastungen für den eigentlichen Transport wären aber unverträglich mit dem heutigen Oberziel „Verbesserung der wirtschaftlichen Chancen“ der Gemeinschaft, da hier, beim heutigen Einsatz der Transportmöglichkeiten, die peripheren Länder der EG die Hauptlast zu tragen hätten.

Für ein europaweites Gesamtverkehrskonzept gilt: Preiswerte Transportmöglichkeiten sind für die peripheren Regionen notwendig, eine Abwicklung der Güterströme via Straße ist dagegen für die zentralen Länder unerträglich. Abhilfe schafft hier nur ein europaweites Netz einer „Güterbahn“ mit modernster Technologie. Zu einem solchen Programm gehören als dringlichste Infrastrukturmaßnahme die Bereitstellung von frei verfügbaren Schienenkapazitäten, die Anpassung der logistischen Möglichkeiten sowie die Entwicklung energieoptimierter Betriebsformen bei der Bahn (zielreiner Betrieb, ggfs. automatisiert mit Einzelfahrzeugen etc.). Wir fordern deshalb nachdrücklich dementsprechende Aktivitäten auf der EU-Ebene.

8.3.3 Konzepte zur Verkehrsvermeidung durch Beeinflussung der verkehrsauslösenden Strukturen

Mit der Gestaltung der verkehrsauslösenden, räumlichen Strukturen ist selbstverständlich sehr viel mehr gemeint als der bisherige Raumordnungsbegriff umfaßt. Eine Grundsatzforderung besteht z. B. darin, die Verkehrsmöglichkeiten den Interessen der Raumentwicklung unterzuordnen. Instrumente sind also das vorausschauende Einwirken auf die verkehrsver-

⁵⁾ Zur Entstehung und Wirkung vgl. W. Reh, Politikverflechtung im Fernstraßenbau der Bundesrepublik und im Nationalstraßenbau der Schweiz, Bern u. a. 1988, S. 104 ff., 130 ff. Das gleiche Verfahren liegt auch dem neuesten Bedarfsplan zugrunde, sogar mit erhöhten „Stundenlöhnen“ für Zeitgewinne. Folge: Aufblähung des Bedarfsvolumens.

ursachenden Aktivitäten, Nutzungen und die Raumstrukturen einerseits und das Einwirken auf die Verkehrsmöglichkeiten und -gewohnheiten andererseits (Erhöhung des Raumwiderstandes).

Strategien für regionale Lebensräume (Ballungs- und Verdichtungsräume)

Der Verkehr ist das größte ungelöste Problem der regionalen und kommunalen CO₂-Minderungspolitik. Seine weitere Zunahme droht alle Erfolge in den anderen energierelevanten Bereichen zunichtezumachen. Unter den heutigen Rahmenbedingungen sind die Kommunen auf die Infrastrukturplanung in ihren Grenzen beschränkt. Lenkende Eingriffe z. B. im Sinne der Bewirtschaftung von Infrastruktur mögen zwar in wenigen, außerordentlich attraktiven Metropolen infragekommen, die normale Stadt kann jedoch eine solche Lenkung in der Konkurrenz mit anderen Städten und Standorten (einschließlich der „Grünen Wiese“) nicht durchsetzen und die bisher bevorzugte Strategie des ÖV-Ausbaus, der „Umweltkarten“ und von Verknüpfungsmöglichkeiten⁶⁾ in der Hoffnung auf verstärkte ÖV-Nutzung hat bei weitem nicht die erwünschten Effekte gehabt.

Auswege aus diesem regionalen Dilemma der Verkehrsbewältigung durch spezielle Verkehrsmaßnahmen bieten offensichtlich nur Eingriffe bei der Verkehrsentstehung. Ein hierfür erforderliches Gesamtprogramm hat die folgenden wesentlichen Komponenten, die nicht auf das heutige Wirkungsfeld der kommunalen Ebene begrenzt werden dürfen, sondern den ganzen Lebensraum, die Region umfassen müssen:

- Konsequente Ausrichtung der räumlichen Gesamtplanung der verschiedenen Planungsebenen auf die Verkehrsvermeidung in der Region und die entsprechende Stärkung der Durchsetzungskraft der Planungsinstrumente,
- Lenkende Infrastrukturpolitik als Maßnahme gegen das Ausufern der besiedelten Fläche und gegen die Auflösung der kleinteiligen Aktionsräume; Flankierung des erwünschten Abbaus der Distanzorientierung durch stetig steigende Transportkosten.

Die hierfür erforderlichen Maßnahmen im raumordnerischen, planungsbezogenen Bereich (neben der Flankierung durch Preis- und Ordnungspolitik) umfassen das Baugesetzbuch, die Baunutzungsverordnung, insbesondere die Stellplatzvorschriften, die Landesbauordnungen, die institutionellen Regelungen bei der Abstimmung von Planungen in der Region und die Verteilung der finanziellen Mittel, aber nur zu einem geringen Teil direkte Eingriffe in die Verkehrsinfrastruktur. Beispielhaft – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – ist die folgende Liste zur Modifikation heutiger Vorgehensweisen im Detail (vgl. Hunger, 1992):

⁶⁾ Rund ein Drittel der P&R-Kunden haben auch zuvor schon öffentliche Verkehrsmittel benutzt. Die neuen, als innovativ gepriesenen Großparkhäuser im Randbereich der Städte bringen eine Vielzahl neuer Gefahren mit sich (Suburbanisierung, Verkehrserzeugung durch neue Dienstleistungen, Abkehr von flächendeckendem ÖPNV etc.) und können das Verkehrsmengenproblem trotzdem nicht nachhaltig lösen.

- Sanierung monofunktionaler Gebiete durch Nachverdichtung und Funktionsmischung;
- finanzielle Stützung wohnungsnaher, kleinteiliger Versorgungseinrichtungen, Ergänzung durch „Verkehrsabgaben“ für Außenstandorte (ggfs. Verbot von „Grüne Wiese-Standorten“);
- Verwendung der Ablösesummen aus der Stellplatzpflicht ausschließlich für ÖPNV-Investitionen;
- beschränkte Förderung von schlecht erschlossenen Neubaugebieten, ggfs. Einführung einer Landschaftsverbrauchssteuer;
- verstärkte Zuwendung der Mittel des Bundes für den Verkehrsbereich an die Städte und Gemeinden, insbesondere für stadt- und umweltverträgliche Maßnahmen, wobei die Entscheidungen über die Verteilung den Städten und Gemeinden zu überlassen sind. Dabei sollten GVFG-Mittel auch für den Betrieb verwendbar sein.

Auch im Wirtschaftsverkehr verbergen sich – insbesondere beim Neuaufbau der Strukturen (wie in den Neuen Ländern) – beachtliche Potentiale an nicht unbedingt erforderlichem Verkehr: Was hier benötigt würde, sind regionale Lösungen im Interesse der Lebensräume, die die privaten Konzepte der Logistik (heutige Konzepte von Güterverkehrszentren) einbinden und hierbei flankierend auch mit Ordnungspolitik, ökonomischen Anreizen und selektiven Infrastrukturmaßnahmen arbeiten. Hier wäre die Einbeziehung in einen bundesweiten Güterverkehrswegeplan erforderlich. Ein solches übergreifendes Konzept entspricht in hohem Maße auch den Interessen der Wirtschaft an einer längerfristigen Sicherstellung der Transportmöglichkeiten und an der Erhaltung der Lebensqualität für Kunden und Mitarbeiter.

Sofortprogramm für die Regionen der neuen Länder

Einer der wesentlichen Gründe dafür, daß die Verkehrsvermeidung in den alten Bundesländern schwierig ist und längere Zeiträume benötigt, ist die bestehende Siedlungsstruktur in den Randbereichen, die erst in den letzten Jahrzehnten aufgebaut wurde. Dies gilt noch nicht in den Neuen Ländern. Hier gibt es eine kompaktere Siedlungsstruktur, die erhalten werden sollte. Allerdings hat inzwischen bereits eine Raumexpansion von der Kernstadt in die Umländer begonnen. Die Gefahren dieser Siedlungsentwicklung werden bisher kaum erkannt.

Zwar ist aus sozialen Gründen eine schnelle Angleichung von östlichen und westlichen Entwicklungschancen wünschenswert, was nicht unbedingt gleiche Lebens- und Wirtschaftsweisen impliziert; damit aber können in den neuen Ländern Strukturbrüche auftreten, wie sie im Westteil niemals bewältigt werden mußten. Steigerungen auf 3fache, ja 5–6fache Verkehrsleistungen sind bei unkritischer Angleichung des Ostens an den Westen in weniger als zwei Jahrzehnten zu befürchten, finden auf den vorhandenen Straßen aber keinen Platz. Wenn also der Neubeginn und Aufschwung im Osten nicht an Infrastrukturengpässen scheitern soll, wird auch im Interesse der

Wirtschaft eine Lenkung der Stadt- und Verkehrsentwicklung unumgänglich sein. Entscheidend ist, welche Ziele dabei handlungsleitend sein werden.

Kernbereiche der möglichen Lösungen sind einerseits die durch entsprechende Flächennutzungsplanung, Regionalplanung und Raumordnung sowie andererseits eine Wirtschaftsentwicklung mit gezielter Standortförderung, bei der die Verkehrserfordernisse nicht unnötig anwachsen. Roßberg (1992) nennt als „Stadt-rezept“ für die neuen Länder die „Regionalisierung der Politik, der Wirtschaft und des Verkehrs“. Hierzu wäre die schnelle Schaffung praktikabler und mit Kompetenzen ausgestatteter Regionalplanungsinstrumente erforderlich. Hunger und Roßberg (1992) richten deshalb einen dringenden Appell „an sämtliche gesetzgebenden Ebenen“, da die vorhandenen Instrumentarien – bzw. die Art, wie sie heute gehandhabt werden – zur Verkehrs- und Raumgestaltung in den neuen Ländern nicht hinreichend geeignet sind.

Das Verkehrsvermeidungspotential durch die Bewahrung oder Erneuerung kompakter Stadtstrukturen bewegt sich im Osten nicht – wie im Westen – im 2–4 %-Bereich, sondern dürfte für Ballungsräume wie Berlin, Dresden und Leipzig immerhin etwa 15 % betragen. Dieses Potential kann sehr schnell aktiviert werden. Wenn das gelänge, könnten die neuen Länder gegenüber den Regionen der alten Länder einen Vorsprung bezüglich der Lebensqualität erlangen, der mittelfristig sogar andere Standortnachteile kompensieren dürfte.

Stärkung regionaler Kreisläufe gegenüber der internationalen Arbeitsteilung

Das Grundprinzip einer anderen interregionalen Raum- und Wirtschaftsstruktur – gleichbedeutend mit neuer räumlicher Arbeitsteilung und einer geringeren Transportorientierung des Lebens und Wirtschaftens – beruht darauf, die Austauschprozesse durch Verkehr zu verteuern und entsprechend in die Kalkulation und Logistik eingehen zu lassen. Zum Ausgleich interregional höherer Raumwiderstände sollten selbstverständlich vermehrte Angebote – Zulieferer, Abnehmer, Märkte, wirtschaftliche Möglichkeiten – in der Region angestrebt werden. Das Modell setzt auf mehr Nähe und mehr regionale statt interregionaler Abläufe, also auf eine veränderte Arbeitsteilung.

Bisher beruhen die räumlichen Strukturen vor allem auf (zu) billigem Transport. Es sind aber auch grundsätzlich andere Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte denkbar. Maßgeblich für Produktionsunternehmen sind:

- Standortentscheidungen (Produktionsstätten) – beeinflussbar durch Raumordnungspolitik, kommunale Wirtschaftsförderung, Raumwiderstände (Kosten und Möglichkeiten des Transports),
- die Fertigungstiefe – beeinflussbar durch Raumwiderstände (Kosten und Möglichkeiten des Transports),
- die Auswahl von Zulieferern – beeinflussbar durch Informationsbörsen, round-tables der regionalen

Unternehmen, Raumwiderstände (Kosten und Möglichkeiten des Transports),

- die Auswahl von Entsorgungseinrichtungen – beeinflussbar durch Informationsbörsen, round-tables der regionalen Unternehmen, Raumwiderstände (Kosten und Möglichkeiten des Transports).

In dieser Zusammenstellung spielt der Raumwiderstand bei fast allen Entscheidungen eine Schlüsselrolle. Anders als beim Personenverkehr sind für den Güterverkehr die diskutierten Kostenmodelle allerdings erheblich weniger wirksam. Entsprechend bedeutsam sind die direkte Einflußnahme auf die Standortwahl und die Ausrichtung der Einzugsbereiche der Wirtschaftsunternehmen durch kommunale Wirtschaftsförderung, die Gestaltung der Kosten von Standorten und Regionalprogramme auf nationaler und internationaler Ebene, die durch Preis- und Ordnungspolitik im Verkehr flankiert werden.

Die heutige Art des Lebensstandards beruht zu einem erheblichen Teil auf der interregionalen Arbeitsteilung und dem Export von Produkten. Trotzdem wäre der vielbeschworene Verlust an interregionaler bzw. internationaler Wettbewerbsfähigkeit – bei stärkerer Betonung der Regionen – vermutlich nicht einmal dann zu befürchten, wenn Deutschland allein den Versuch eines „neuen Wohlstandsmodells“ unternehmen würde. Da sich der interregionale Leistungsaustausch etwas abschwächt, verringert sich auch der marktwirtschaftliche Anpassungsdruck für die weniger entwickelten Räume an der Peripherie; dies wiederum kann aber zu beschleunigtem lokalem und qualitativem Wirtschaftswachstum (regionale Kreisläufe) führen, und nur dann zur Stagnation, wenn die Rahmenbedingungen die Regionalisierung der Wirtschaft nicht entsprechend stützen.

Beispiel zur Verkehrsverlagerung und -vermeidung: Modell Wohnen ohne eigenes Auto

Die Suche nach einem neuen städtischen Lebensstil

In einem Forschungsprojekt waren sechs Bremer Familien bereit, vier Wochen auf die Benutzung ihres Autos zu verzichten und täglich über ihre Erfahrungen und die verwendeten Verkehrsmittel ein Tagebuch zu führen. Von den sechs Familien mit Kindern haben fünf nach dem Experiment ihr Auto abgeschafft, weil sie es nicht mehr zu benötigten. Noch wichtiger war die Erkenntnis, ohne Auto in der Stadt sogar besser leben zu können. Dies wurde als Kernbestandteil eines neuen städtischen Lebensstils definiert (Krämer-Badoni, 1992).

Die Idee „Wohnen ohne eigenes Auto“

Aus dem skizzierten Versuch entstand die Idee, eine Siedlung für Menschen zu bauen, die bewußt ohne Auto leben wollen (Krämer-Badoni, 1993). Dies setzt eine Selbstverpflichtung der Bewohner voraus, kein eigenes Auto zu benutzen. Car-Sharing (z. B. „Stadt-Auto“, „Teil-Auto“) ist dabei ausdrücklich vorgesehen, damit notfalls ein zusätzliches Mobilitätsangebot

zur Verfügung steht. Erfolgreiche Car-Sharing Projekte zeigen, daß ein Fahrzeug für 12–18 Nutzer ausreichend ist⁷⁾. In Bremen war es nicht schwierig, für ein solches Projekt eine größere Anzahl von Interessenten zu gewinnen, so daß jetzt in einem Neubaugebiet mit 300 Wohnungen die Vorteile der „Autolosigkeit“ städtebaulich umgesetzt werden können.

Vorteile des Bremer Modells

- Weniger Verkehrslärm: In autofreien Wohnsiedlungen gibt es den als besonders störend empfundenen Straßenverkehrslärm nicht mehr.
- Bessere Atemluft: Durch den Wegfall des örtlichen Autoverkehrs wird die Atemluft im Wohnumfeld beträchtlich sauberer und gesünder.
- Reduzierter Energieaufwand: Schweizer Untersuchungen zeigen, daß sich der Energiebedarf durch Car-Sharing und stärkere ÖV-Nutzung gegenüber dem motorisierten Individualverkehr um die Hälfte verringern läßt.
- Mehr Sicherheit im Wohnumfeld: Ohne Stadtverkehr ist das Wohnumfeld für Kinder sowie für ältere und behinderte Menschen sicherer.
- Flächensparendes Bauen: Da Stellplätze und entsprechend dimensionierte Zufahrten überflüssig werden, ergibt sich ein erheblicher Flächengewinn. Nur noch am Siedlungsrand sind einige Besucher- und Behindertenparkplätze sowie Stellplätze für Car-Sharing-Fahrzeuge erforderlich. Innerhalb der Siedlung müssen befahrbare Wege nur für Müllabfuhr, Feuerwehr und Krankenwagen angelegt werden.
- Kostensparendes Bauen: Die finanziellen Minderaufwendungen (nur wenige Stellplätze erforderlich) belaufen sich pro Wohneinheit auf etwa 3–10 %. Wenn diese Einsparungen für Energiesparinvestitionen genutzt werden, ergibt sich ein doppelter CO₂-Reduktionseffekt.
- Stärkung des lokalen Einzelhandels: Aufgrund des veränderten Mobilitätsverhaltens wird die Kaufkraft stärker im lokalen Umfeld und in der mit dem ÖPNV gut erreichbaren Innenstadt gehalten. Der Handel ist in der Regel gern bereit, Bring- und Lieferdienste zu leisten.
- Höheres Gemeinschaftsgefühl: Der Entschluß, ohne Auto zu leben bzw. mit anderen ein Fahrzeug zu teilen, wirkt nicht nur identitätsstiftend, sondern fördert auch das Gemeinschaftsgefühl. Dies könnte sich insbesondere bei der Kinder-, Alten- und Behindertenbetreuung, bei Besorgungen, bei Reparaturen und bei der Pflege der gemeinsamen Wohnanlage etc. positiv auswirken.

⁷⁾ Die Zielgruppe eines solchen Unternehmens ist keine Randgruppe. In Westdeutschland haben ca. 7,5 Mio. Haushalte (das sind 27 % aller Haushalte) kein eigenes Auto. In Großstädten über 500 000 Einwohnern beläuft sich der Anteil von Haushalten ohne Pkw sogar auf 37 % (Glotz-Richter, 1993).

Organisatorisch-rechtliche Fragen

Eine autofreie Wohnsiedlung ist nur funktionsfähig, wenn die Selbstverpflichtung zur Autolosigkeit auch befolgt wird. Die sich daraus ergebenden öffentlich-rechtlichen und privatrechtlichen Fragen hat Bremen in einem Rechtsgutachten klären lassen (Derleder, 1993). Danach kommt die übliche Verpflichtung zur Anlage von Stellflächen bei Wohn- und Bauvorhaben, wie sie in der Stellplatzverpflichtung nach § 68 BremLBO niedergelegt ist, für dieses Modellvorhaben nur beschränkt zur Anwendung, weil sich Anzahl und Größe der Pflichtstellplätze nach Anzahl und Art der zu erwartenden Pkw zu richten haben. Für die 250 bis 300 Wohnungen wird der Bedarf auf ca. 30 Stellplätze für Car-Sharing, Besucher- und Behindertenstellplätze geschätzt.

Übertragbarkeit des Bremer Modells auf andere Städte

Das Bremer Modell bricht bewußt mit der aus der Reichsgaragenordnung von 1939 hervorgegangenen und in den Landesbauordnungen weiterlebenden Tradition einer möglichst hohen Stellplatzversorgung (Glotz-Richter, 1993). Insofern übernimmt es eine Vorreiterrolle mit dem Ziel, die Bauordnungen zu ändern und die darin festgelegte Stellplatzbevorratung abzuschaffen.

Eine Verkehrswende beinhaltet, daß die Menschen, die freiwillig anstelle des Autos andere Verkehrssysteme benutzen wollen, dazu auch die Möglichkeit erhalten. Die Politik hat deshalb die Aufgabe, ein Klima zu schaffen, in dem sich umweltverträgliche Verkehrsformen entwickeln können. Daraus könnte dann ein Lebensstil entstehen, der sich nach und nach vom Auto als dem dominierenden Verkehrsmittel löst. Das Ziel ist, nicht auf das Auto „verzichten“ zu sollen, sondern das Auto nicht mehr zu benötigen.

Das Bremer Modell „Wohnen ohne eigenes Auto“ hat eine wichtige Vorbildfunktion für andere Kommunen. Wir befürworten ausdrücklich die Nachahmung auch in anderen Städten. Etwa 30 Städte haben bereits ihr Interesse an diesem Modell bekundet.

Beispiel zur Verkehrsvermeidung: Stärkung der regionalen Orientierung eines Landschaftsraums im „Biosphärenreservat Rhön“

Ursachen des Niedergangs regionaler Strukturen

Regionale Besonderheiten insbesondere der Landwirtschaft – auch als Pfleger der Landschaft – stehen heute unter dem interregionalen Konkurrenzdruck. EU-Normen, intensive Flächenbewirtschaftung und zurückgehende Erträge aus der Forstwirtschaft führen in diesem Konkurrenzkampf in strukturschwachen Regionen – dies gilt z. B. wegen der Bodenqualität für fast ganz Brandenburg und für den Mittelgebirgsraum der Rhön – zur vollständigen Aufgabe überkommener landwirtschaftlicher Strukturen. Für eine Ferien- und Tourismusregion kann dies einschneidende wirtschaftliche Konsequenzen haben, da das „Kapital“

der Region, die einzigartige Landschaft, verödet oder verwildert. In der Wirtschaft führt der Niedergang der regionalen Besonderheiten zum Rückgang der regionalen Wertschöpfung und zu langen Fahrwegen sowohl bei der Erwerbstätigkeit als auch bei der Versorgung, letztlich vielleicht sogar zum Verlassen der Region.

Die Idee: Wirtschaften im Einklang mit Natur und Landschaft

Besonderes Merkmal der Rhön sind die kulturlandschaftlichen, waldfreien Kuppen, die naturnah beweidet werden und die eigentliche Attraktion der Landschaft sind. Ihre Erhaltung ist nur möglich, wenn die behutsame Nutzung weitergeführt wird. Entsprechend ganzheitlich müssen auch die Bereiche Landwirtschaft und Forstwirtschaft, Naturschutz, Tourismus, Handwerk und Kultur relativ zueinander gestaltet werden.

Der in der Rhön entwickelte Lösungsansatz wählt den Tourismus als Angelpunkt und vermarktet gewissermaßen die natürlichen Stärken: Herausarbeiten der rhöntypischen Besonderheiten, Marketing für die Produkte aus der Region, Kooperationen zwischen Landwirtschaft und Gastronomie. Daneben umfaßt das Konzept auch die Wärmeversorgung auf der Basis regionaler, regenerativer Energieträger, was ebenso zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung beitragen kann.

Verkehr: Vorteile aus der Stärkung regionaler Kreisläufe

Neben der verkehrsvermeidenden Wirkung im Erwerbsleben, die sich aus einer Stärkung der regionalen Wirtschaftskraft ergibt, sind erhebliche Transporteinsparungen insbesondere bei der Versorgung der Region möglich. Bei der heute üblichen interregionalen Arbeitsteilung werden bis zu 95 % z. B. der Nahrungsmittel über Großmärkte aus dem allgemeinen EU-Angebot bezogen; 65 % dieser Waren könnten auch in der Region produziert werden, wenn geeignete Rahmenbedingungen für den Absatz der Qualitätsprodukte geschaffen sind. Dies entspräche sogar einer Halbierung der erforderlichen Güterverkehrsleistung; bis heute ist im Rhönprojekt durch entsprechendes Marketing, logistische Dienstleistungen (Bringservice, Abo) bei den beteiligten Landhotels in nur drei Jahren bereits eine Reduktion der Gütertransportleistung um 30 % erreicht.

Organisatorisch-planerische Flankierung

Eine Kernaufgabe im Projektgebiet ist die enge Kooperation zwischen Landwirtschaft und Fremdenverkehr; hierzu gehört die ländliche Entwicklungsberatung genauso wie eine entsprechende Werbung für die ökologische Ausrichtung der regionalen Produkte im Bereich des Tourismus. Zu dieser Ausrichtung auf gesunde Lebensverhältnisse paßt die Werbung für einen autofreien Urlaub, die allerdings dringend auch

auf ein angemessenes öffentliches Verkehrsangebot verweisen können sollte (Projekt der Schaffung eines Bahn-Verbundsystems anstatt der Stilllegung der Nebenstrecke Fulda-Gersfeld).

Übertragbarkeit

Die Grundidee der Vermarktung der natürlichen Gegebenheiten bzw. der landwirtschaftlichen Produkte aus der regionalen Umgebung kann auf nahezu jede Region übertragen werden; Mittel hierfür sind Qualitätsprodukte, die die Ansprüche im Rahmen zunehmend gesundheitsbewußter Ernährung erfüllen. Zielgruppen können Touristen genauso sein wie die Bevölkerungen großer Ballungsräume, die die Kulturlandschaft in ihrer Umgebung ähnlich nutzen wollen wie die Touristen die Ferienregion. Hieraus könnten sich im Zeitverlauf Modifikationen der Lebensstile ergeben, in denen das Versorgungsverhalten bewußt die regionale Produktpalette in Kaufentscheidungen einbezieht.

8.4 Aufbau einer Politik der umfassenden Verkehrswende

Die folgende Bilanzierung der Entwicklung des Energieaufwands bzw. der Entwicklung des CO₂-Ausstoßes im Verkehr gilt für den Fall, daß im Rahmen der angestrebten Verkehrswende das Gesamtkonzept (vgl. die Zusammenstellung in Kap. 8.4.2) umgesetzt wird. Kernbereich dieser Politik ist der schrittweise Abbau der Verkehrsspirale. In den Empfehlungen sind hierzu Handlungsfelder beschrieben, wie sie sich aus institutionellen Regelungen und Ressortzuständigkeiten ergeben, sei es in den Regionen, in den internationalen Verflechtungen und für die Neuen Länder. Dabei wird vorausgesetzt, daß kontraproduktiv wirkende Maßnahmen – wie z. B. der weitere Ausbau der Verkehrsinfrastruktur mit verkehrsinduzierenden Wirkungen – vermieden werden. Hierzu gehört die Vorgabe der Bedingungen für ein verkehrssparsames Leben und Wirtschaften über eine angemessene Preis- und Ordnungspolitik.

8.4.1 Basisannahmen für die Minderungspolitik

Die folgende Betrachtung der Kennziffern des deutschen Verkehrssektors bezieht neben der Unterteilung in Güterverkehr, regionalen Personenverkehr und Personenfernverkehr einige Besonderheiten der Verkehrsentwicklung ein: Beim Güterverkehr wird die Luftfracht einbezogen (mit den von Deutschland ausgehenden Leistungskennziffern), die einerseits enorme Steigerungen erwarten läßt und bei der andererseits sehr hohe spezifische Energieumsätze (vgl. Anhang „Minderungsmodell“) zur Wirkung kommen; im Personenfernverkehr wird der Luftverkehr gleichfalls nicht – wie sonst üblich – nach dem „Territorialprinzip“ (über der Fläche Deutschlands), sondern als „von Deutschland ausgehend“ (ohne Berücksichtigung des Rückfluges) – also in grober Übereinstimmung mit den Flugbenzin-Verbrauchskennziffern –

definiert, wobei die so entstehenden Leistungskenngrößen 4,5mal so hoch liegen wie in der üblichen Erfassung⁸⁾. Beim regionalen Personenverkehr wird die Kategorie „zu Fuß/mit dem Rad“ zusätzlich eingeführt, da das tatsächliche Verkehrsgeschehen im Rahmen von Vermeidungs- und Verlagerungswirkungen nur auf diese Weise umfassend beschrieben werden kann.

Wegen der Dynamik der Verkehrsentwicklung müssen sich Minderungsschätzungen auf ein prognostiziertes Verkehrsbild (Zeithorizont 2005) beziehen. Gleichwohl sind dabei auch die Energiebilanzen der Verkehrsausprägungen im Basisjahr (bei der BVWP:1988)⁹⁾ mitzubetrachten (Basis der Definition der Minderungsziele).

Durch die deutsche Vereinigung ergeben sich Unsicherheiten über den korrekten Basiszustand, da ein gewisser Anteil an der weiteren Verkehrsentwicklung („Anpassung“ der neuen Länder) anders bewertet werden muß als die „normale“ weitere Verkehrsentwicklung in den westlichen Bundesländern. Um diese beiden Komponenten der Entwicklung getrennt ausweisen zu können, wird zusätzlich ein „rechnerischer Basiszustand nach Angleichung der neuen Länder“ definiert, der im Jahre 1994 in vielen Verkehrsbereichen schon weitgehend angenähert ist.

Ausgehend von diesen Annahmen ergeben sich für den Verkehrssektor der Bundesrepublik Deutschland folgende Entwicklungen (vgl. Tab. 8.4-2). Die trendgeprägte Steigerung der Verkehrsleistungen führt bezogen auf die Basis „Verkehrssektoren von West- und Ostdeutschland 1988“ zu einer Zunahme der CO₂-Emissionen um 55 % bis 2005; dabei gehen die Zuwächse einerseits im Personenfernverkehr und andererseits im Güterfernverkehr maßgeblich auch auf die Anpassung der Verkehrsstrukturen in den neuen Ländern zurück. Weist man diesen Nachholbedarf gesondert aus – neue Basis: Zustand nach Angleichung der neuen Länder mit rund 15 % Mehremissionen von CO₂ im Verkehr – so beträgt die dann noch zu erwartende Steigerung 35 % bis 2005.

Es ist anzunehmen, daß CO₂-Einsparungen im Verkehr in begrenztem Umfang durch die normale technische Weiterentwicklung z. B. in der Fahrzeugindustrie zustandekommen. In der Entwicklung des Verkehrswesens hat es auch in der Vergangenheit permanent technische Verbesserungen gegeben; insbesondere für die Kraftfahrzeuge und den Luftverkehr ist die Ausschöpfung der entsprechenden Potentiale für die nächsten Jahre zu erwarten (vgl. Anhörung „Verkehr II“ der Enquete-Kommission 1992). Bei der Nennung solcher Potentiale ist allerdings darauf hinzuweisen, daß die – von der Industrie selbst genannten – Werte vermutlich nicht ohne geeignete verkehrspolitische Randbedingungen realisiert werden. So wurden beispielsweise die sehr beachtlichen Effizienz-

steigerungen bei den Kfz-Antrieben in den letzten 20 Jahren maßgebend initiiert durch die Energiekrisen der 70er Jahre. Bezogen auf die Fahrzeugflotte wurden diese Fortschritte durch die Entwicklung und den Kauf immer leistungsstärkerer und schwererer Wagen konterkariert.

Die Schätzung in der Spalte „Technische Entwicklung“ (Tab. 8.4-2) berücksichtigt die industrieseitig angegebenen Potentiale für technische Weiterentwicklungen und führt entsprechend zu Gesamtminierungen von etwa 11 %. Bildlich ausgedrückt wird dieses Szenario durch das „8-Liter-Auto“ charakterisiert; dieser hohe Verbrauch verdeutlicht, daß hier noch weitere große Einsparpotentiale existieren. Bezogen auf die Referenzzustände sind die Emissionszuwächse in diesem Szenario auf +38 % bzw. +20 % (mit „Anpassungsbonus NBL“) verringert. An diesem Ausgangszustand setzt die eigentliche Minderungsstrategie ein.

8.4.2 Maßnahmenbündel des Gesamtkonzeptes und Minderungen auf Wirkungsebenen

Die in Tab 8.4-1 von uns vorgeschlagenen Maßnahmen gliedern sich in drei große Komplexe:

- Das Sofortprogramm für ein Handeln im bestehenden Verkehrssystem, dessen wesentliche Komponenten die verkehrspolitischen Rahmensetzungen in den Bereichen Preis- und Ordnungspolitik sind;
- die Erweiterung der Handlungsfelder der Verkehrsgestaltung, die sowohl eine erweiterte Definition der raum- und verkehrsrelevanten Verwaltungsebenen umfaßt wie auch die bessere Abstimmung der institutionellen Regelungen (Kompetenzen, Finanzen) mit den Erfordernissen einer Beeinflussung der Verkehrsentwicklung;
- und schließlich die vielfältig möglichen Einzelregelungen, die erforderlich sind, um die mögliche und sinnvolle Verkehrsvermeidung durch Beeinflussung der verkehrsauslösenden Strukturen auch tatsächlich zu erreichen.

Die eigentlichen Minderungen auf den im folgenden beschriebenen Wirkungsebenen treten in der angegebenen Höhe nur dann ein, wenn das gesamte Maßnahmenprogramm durchgeführt wird. Die auf den Wirkungsebenen zu erwartenden Effekte werden hier insbesondere deshalb herausgearbeitet, weil dies auch zu einer Versachlichung der Minderungsdiskussion beitragen kann (vgl. hierzu den Anhang „Minderungsmodell“).

Ebene Verkehrsvermeidung

Die Vermeidungspotentiale müssen zunächst planerisch – über das Baugesetzbuch, die Landesbauordnungen, den Finanzausgleich, die Wirtschaftsförderung – angestrebt und vorbereitet werden. Zur Realisierung bedarf es einerseits der Flankierung durch gleichgerichtet wirkende Maßnahmen: Preispolitik, Verkehrerzeugerabgabe, Parkplatzreduktion, Tempolimit, Infrastruktur für Fuß und Rad. Andererseits

⁸⁾ Maßgebend an diesen hohen Werten beteiligt ist der Urlaubsreiseverkehr mit Chartergesellschaften, der allerdings schon wegen der auch hier enormen Expansionsraten nicht aus einer Betrachtung im Zusammenhang mit der Klimaproblematik ausgeklammert werden kann.

⁹⁾ Das aufgearbeitete Datenmaterial für Gesamtdeutschland bezieht sich auf das Jahr 1988 und wird deshalb hier weiterverwendet.

Gesamtstrategie für eine Verkehrswende

Kategorien von Maßnahmen	Handlungsebenen Handelnde	Maßnahmen, Instrumente und Handlungen	(Erläuterungen, Bemerkungen)
<p>Sofortprogramm für ein verträgliches Verkehrssystem (heutige Strukturen)</p>	<p>Ordnungspolitik (Bund ggfs. EU) Preispolitik (Bund, ggfs. EU) Planungsprinzipien (Bund, ggfs. auch andere) Aufklärung, Verhaltensbeeinflussung (alle Ebenen)</p>	<p>Limit für Verbrauch, ggfs. Fahrzeugvolumen bzw. Fahrzeuggewicht, herstellerspezifische Verbrauchsvorschriften allg. Tempolimit technische Tempobegrenzer für Schwerverkehr Durchsetzung von Sozialvorschriften Stufenweise Anhebung der variablen Kosten der Verkehrsleistung Langzeitwirkung höher bewerten als Kurzfristerfolge Koordiniertes Vorgehen für Verlagerungsimpulse (Preise) und Bereitstellung alternativer Angebote Verdeutlichung der Verkehrsfolgen Vorschläge für Freizeitverhalten</p>	<p>Zeitplan für Reduktion d. Werte (5 ltr. Auto 2000, 3–4 ltr. Auto 2005) 100/80/30 [km/h] Geschwindigkeitsabsenkung Luftverkehr (Entwicklung anderer Flugzeuge) Lenk-, Ruhezeiten Mineralölsteuer z. B. 25 Pfg./Jahr (ggfs. Gebühren für Wegenutzung) z. B. langfristige Folgeschätzung für effizienzsteigernde Maßnahmen (z. B. Erfordernis von Bahnkapazitäten) (Voraussetzungen Substitution Luftverkehr) Rückführung auf die heutigen Verkehrsleistungen im Freizeit- und Urlaubsverkehr</p>
<p>Umgestaltung der gesetzlichen, finanziellen und verwaltungsmäßigen Rahmenbedingungen</p>	<p>Ebene Verkehr (Verkehrspolitik, Verkehrsplanung; alle Ebenen) Sonstige Ressorts (Raumordnung, Finanzen, Bund, Länder, Regionen, Kommunen) Europäische Ebene</p>	<p>Erweiterung der Wegeplanungsinstrumente über die Wegebereitstellung hinaus Aussetzen der Kosten-Nutzen-Untersuchung, statt dessen Verkehrsfolgenabschätzung für raum- und verkehrsrelevante Planungsentscheidungen Verkehrspolitische Instrumente teilweise an Problemebenen delegieren Instrumente anderer Ressorts in Verkehrsbewältigung einbinden (Bundesverkehrskonzept) Regionalisierung der Zuständigkeiten und der Finanzierungsinstrumente Zielkonflikte Vorsorge ◀ → Verkehrspolitik einbringen (auf EU-Ebene) Voraussetzungen für Gütertransport Bahn schaffen</p>	<p>Integration der Verkehrsplanung Zugriff auf Fz-Gestaltung, Modalitäten der Nutzung (Preise, Regeln) (Meßgröße „Zeit im Verkehr“ untauglich für Optimierung) Berücksichtigung der regionalen Probleme Raumordnung, Finanzausgleich, Wirtschafts-, Regionalförderung Stärkung der regionalen Ebene internationales Netz, Zugänglichkeit, europaweite Tarifgestaltung</p>
<p>Verkehrsvermeidung durch Gestaltung der räumlichen Strukturen</p>	<p>Regionale Räume (Länder, Kommunen, neue regionale Ebene) Räume der Neuen Länder (Regionen) Interregionale und internationale Arbeitsteilung (Bund, EU)</p>	<p>Ausrichtung der räumlichen Planung auf Verkehrsvermeidung Stärkung der Instrumente der räumlichen Planung in der Region Modifikation bestehender Instrumente und Regelungen (z. B. Wohnungsbauförderung ändern) Pilot-Untersuchungen zur Optimierung regionaler Gesamtverkehrsbilanzen Schaffung spezieller Instrumente für die regionale Planung Ausrichtung der Raumordnung, Wirtschaftsförderung, Infrastrukturpolitik auf regionale Kreisläufe Erhöhung der „Raumwiderstände“ für interregionale Verflechtung</p>	<p>Integration aller relevanten Teilpolitiken in verkehrsvermeidende Konzepte Einführung der Region als Ebene, Nutzbarmachung finanzieller Ausgleichsregelungen Nachverdichtung und „Nachmischung“ Stützung der Nahversorgung Anlastung der „Verkehrsintensität“ (z. B. Erzeugerabgabe „Grüne Wiese“) ÖPNV-Vorsorgungsstandards einführen Regions-Logistik für Wirtschaftsverkehr (Forschungsdefizite) Programme zur Berücksichtigung der besonderen Situation, Moratorien (Forschungsdefizite) Komplementär: Angebote in Regionen</p>

müssen kontraproduktiv wirkende Maßnahmen vermieden werden; hierzu gehören der weitere Straßenausbau, die verstärkte Flexibilisierung des Autoverkehrs und die Optimierung des Verkehrsflusses im Individualverkehrssystem.

Die durch Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung insgesamt bis zum Jahr 2005 erreichbaren Minderungen von 3–4 % sind zunächst wenig spektakulär (Tab. 8.4-2); da sie aber der Einstieg in eine Entkopplung von Verkehrszunahme und Wirtschaftswachstum wären, muß ihre Bedeutung vor dem Hintergrund der längerfristigen Wirkung beurteilt werden: Angesichts einer knappen Verdreifachung der „Lebenszeit-Fahrleistung“ des Mitteleuropäers von 1960 bis 1990 und angesichts der in den Vereinigten Staaten heute schon doppelt so hohen Fahrleistungen wären bis 2050 weitere Steigerungen der regionalen Personenverkehrsnachfrage um ca. 50 % ab 2005 sehr realistisch. Und gegenüber dieser Trendfortschreibung beträgt das CO₂-Minderungspotential der verkehrsvermeidenden Standortstruktur schon beachtliche 20%! Ohne einen sofortigen Paradigmenwechsel wird dieses Potential verschenkt, denn mit jeder weiteren Expansion der Raumstrukturen wird die standortlenkende Umkehr erschwert.

Ebene Verlagerungen zwischen Verkehrssystemen

Im Bereich des Personennahverkehrs in den Regionen spielt die Verlagerung von Autofahrten kurzer Distanz auf Wege zu Fuß und mit dem Rad eine in Wegezahlen beachtliche Rolle; 20 % der Wege kommen dafür infrage, führen allerdings in den Leistungskenngrößen wegen der relativ kurzen Entfernungen zu einer geringeren Gesamtreduktion (vgl. Anhang „Minderungsmodell“).

Im verbleibenden Personenverkehr mit motorisierten Verkehrsmitteln ergibt sich eine gewisse Begrenzung der Verlagerungsmöglichkeiten einerseits aus den Kapazitätsproblemen der erwünschten Systeme (z. B. der Eisenbahn) und andererseits aus der mittlerweile entstandenen – im Prinzip individualverkehrsgerechten – Raumstruktur. Auch im Güterbereich ist der Umfang möglicher Verlagerungen von der Straße zur Schiene oder zum Binnenschiff begrenzt. Dies liegt an der Ausrichtung von Produktion und Vertrieb auf die spezifischen Eigenschaften des Transportmittels Lkw. Es wäre ökonomisch und ökologisch wenig sinnvoll, zu versuchen, die durch den Lkw ermöglichte Flächenschließung in derselben Form per Schiene übernehmen zu wollen. Die in Tab. 8.4-2 skizzierten Verlagerungen berücksichtigen diese nicht kurzfristig zu verändernden Gegebenheiten; gleichwohl erfordern bereits die hier genannten Verlagerungen mit einer Minderungsbilanz von insgesamt 3–4 % das gesamte Spektrum insbesondere der preis- und ordnungspolitischen Maßnahmen sowie den Ausbau der alternativen Systeme.

Ebene der Energieeffizienz der Fahrzeuge

Entsprechend der unökonomischen Nutzung der heutigen Pkw lassen sich über die Technik relativ leicht

(und preiswert) große Minderungspotentiale aktivieren. Diese Minderungen reichen über die normalen Weiterentwicklungen der Industrie weit hinaus. Sie sollten angemessen angeregt und flankiert werden, wobei die öffentliche Akzeptanz von der Verbindlichkeit der Vorgaben und der Sozialverträglichkeit der Verbindung verschiedener Maßnahmen abhängt.

Minderungen der in Tab. 8.4-2 skizzierten Größenordnungen (d. h. um 18–19 %) entsprechen etwa der Durchsetzung des 3- bis 4-ltr.-Autos bei den Neuzulassungen und einem dann erreichten Flottenverbrauch von 5 ltr. pro 100 km, sie sind ohne wesentliche Änderung der heutigen Konzeption des „Allzweck-Autos“ möglich. Darüber hinaus sind weitere wesentliche Minderungen durch konsequente Verkleinerung der Fahrzeuge möglich. Weniger aufwendige Fahrzeuge sind auch für den Zeitraum nach 2005 eine wesentlich Option.

Ebene europäischer Gütertransport

Die Diskussion über die Bedeutung der regionalen Wirtschaftskreisläufe muß auf der europäischen Ebene geführt werden. Auch vor dem Hintergrund des obersten EU-Ziels der Gleichheit der wirtschaftlichen Chancen für alle Regionen scheinen im interregionalen Verkehrssystem durchaus Verlagerungslösungen – flankiert durch eine zweckentsprechende Preis- und Ordnungspolitik – möglich, welche die berechtigten Interessen der Randstaaten Europas befriedigen und zugleich die besonderen Belastungen Mitteleuropas mindern.

Zu dieser europäischen Lösung gehört die Wegekostenanlastung für Lkw genauso wie weitergehende Maßnahmen, z. B. Nachtfahrverbote. Das Verlagerungsprogramm erfordert als dringlichste Infrastrukturmaßnahme die Bereitstellung von frei verfügbaren Schienenkapazitäten europaweit, die Anpassung der logistischen Möglichkeiten und die Entwicklung energieoptimierter Betriebsformen bei der Bahn.

Ebene Minderung der Entfernungen (Verkehrsleistungen) im Freizeit- und Urlaubsverkehr

Die Maßnahmen zur Technik-Optimierung, aber auch die Vermeidungs- und Verlagerungskonzepte richten sich in erster Linie auf die „Pflicht-Aktivitäten“ (Arbeit, Ausbildung, Versorgung) sowie auf den Verkehr und den Transport der Wirtschaft. Relativ geringe Wirkungen sind durch sie im Bereich des Freizeit- und Urlaubsverkehrs zu erwarten, der aber beim Personenverkehr über die Hälfte der Verkehrsleistungen ausmacht und die höchsten Zuwachsraten – ganz extrem im Luftverkehr – aufweist. Die in Tabelle 8.4-2 für diesen Problembereich skizzierten Minderungen gehen davon aus, daß es durch die Kombination der unterstellten Preis- und Ordnungspolitik mit Aufklärungskampagnen zur Beschleunigung der Wertewandels bei den Lebensgewohnheiten gelingt, die Fahrleistungen mit dem Pkw im Freizeitbereich auf das Niveau des Basisjahres 1988 zurückzuführen und im Luftverkehr das Niveau von 1994 zu halten. Hiermit

wären bis 2005 Minderungen der Verkehrsemissionen um weitere 9–10 % möglich, wenn die Einsicht in die Umweltschädlichkeit des Luft- und Straßenverkehrs in der Öffentlichkeit dazu führt, daß die Ansprüche im Freizeit-, Urlaubsstraßen- und Luftverkehr nicht weiter zunehmen. Die Einsicht, daß insbesondere der Freizeitstraßenverkehr nicht weiter zunehmen darf, wird erfahrungsgemäß gefördert, wenn eigene Erfahrungen mit Alternativen gesammelt werden. Wir fordern deshalb alle Bürgerinnen und Bürger auf, an jeweils einem Wochentag eigener Wahl das Auto nicht zu benutzen und statt dessen mit einem öffentlichen Verkehrsmittel oder mit dem Fahrrad zu fahren oder zu Fuß zu gehen. Diese Aufforderung richtet sich nur an diejenigen, welche eine solche Wahl überhaupt haben, das aber sind etwa 80 % der Bevölkerung. Mit dem wöchentlich autofreien Tag kann jede Bürgerin und jeder Bürger von sich aus ein Zeichen setzen, daß wir alle die Klimaschutzpolitik, die auch die Dritte Welt vor den Folgen unserer Lebensweisen schützt, aktiv unterstützen.

8.4.3 Bilanz der Minderungspolitik

Die Tabelle 8.4-2 zeigt im Gesamtüberblick die auf den einzelnen Minderungsebenen möglichen Reduktionen des Energiebedarfs (entsprechend der CO₂-Emission). Für eine bessere Einordnung der Minderungen werden die Potentiale dabei sowohl auf die beiden möglichen Ausgangszustände 1988 – ungefährer Zeitpunkt der Definition der Minderungsziele – sowie auf den klimaschädlichsten Fall mit unbeeinflußter Trendfortschreibung bezogen. Während die Basiszustände zum Abprüfen der Minderungsziele benutzt werden, ergibt sich die eigentliche Minderungsaufgabe ausgehend von der erwarteten Zukunft mit ungleich höheren Zahlenwerten. Die Minderungspolitik setzt bei einem Verkehrsbild an, das sich einstellt, wenn die unbeeinflusste Trendentwicklung um Effekte des zu erwartenden technischen Fortschritts abgemindert wird.

Die Wirkungsebenen Vermeidung und Verlagerung sind über die Effekte bei der Entfernungsreduktion und der dann möglichen Eigenfortbewegung zu Fuß oder per Rad eng miteinander verflochten; sie bewirken insgesamt eine Reduktion der Emissionszuwächse auf +27 % bzw. +11 % (Anpassungsbonus NBL) bis zum Zieljahr 2005.

Die im Vergleich zu den bloß technischen Möglichkeiten zunächst nur geringe Verbesserung darf nicht den Blick darauf verstellen, daß gerade diese Neuorientierung – in Ergänzung und Verstärkung einer energieeffizienten Technik – der eigentliche Einstieg in die auf längere Sicht notwendige „Verkehrswende“ ist. Sowohl Verlagerungen zwischen den Verkehrssystemen als auch die regionalen Raumordnungsmaßnahmen bereiten das weniger verkehrsgeprägte Leben und Wirtschaften vor; ihre volle Wirksamkeit können sie deshalb erst nach 2005 entfalten. Entscheidend sind diese Veränderungen jedoch von Anfang an, weil ohne sie die weiterhin zu erwartende Verkehrszunahme die Fortschritte aus der Technik-Optimierung aufzehren würde.

Angesichts der ökonomischen Absurdität selbst noch des – nach dem normalen technischen Fortschritt zu erwartenden – „8-Liter-Autos“ liegt der Schlüssel zur Effizienzsteigerung im Verkehr auf der Hand: Die leichtesten Minderungspotentiale ergeben sich bis ca. 2005 für Pkw mit dem Zwischenergebnis des „3-4-Liter-Autos“ bei den Neuzulassungen. Diese Technik-Fortentwicklung ist ohne jede Veränderung von Wirtschafts- und Lebensweisen möglich, vorausgesetzt, die Verringerung des Flottenverbrauchs wird durch ein verbindliches Kostenprogramm und flankierende ordnungspolitische Vorgaben in Angriff genommen. Der Zeitbedarf für die volle Durchsetzung im Pkw-Bestand dürfte selbst bei einem sofortigen Start über 2005 hinausreichen, da die Lebensdauer der Fahrzeuge zu berücksichtigen ist. Das Minderungspotential ist trotzdem mit knapp 19 % enorm, seine Aktivierung verändert die Energiebedarfsentwicklung auf +4 % und –10 % („Anpassungsbonus NBL“) bis zum Jahr 2005 gegenüber dem Basisjahr 1988.

In gewissem Sinn kann auch die empfohlene europäische Bahnpolitik dem „Technik-Potential“ zugeordnet werden, da hierzu enorme Infrastrukturvorleistungen und Regelvorgaben gehören. Mit einem spezifischen Potential von 2–3 % verbessert diese Wirkungsebene die Gesamtbilanz auf +2 % und –11 % (Anpassungsbonus NL). Die der Verhaltensänderung zuzurechnende Reduktion der Fahr- und Flugleistungen im Freizeit- und Urlaubsverkehr brächte wegen der großen zur Disposition stehenden Verkehrsleistungsanteile schon bis 2005 einen Minderungsbetrag von 9–10 %. Diese Wirkungsebene verbessert die Gesamtbilanz damit noch einmal auf –8 % bzw. –20 % für die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors.

Nach Durchführung aller strukturellen Maßnahmen – auf weniger Erfordernis von Verkehr, bessere Aufgabenteilung, mehr Effizienz und optimale Technik zielend – und erster Verhaltensänderungen scheinen auch weitergehende Maßnahmen am ehesten im Freizeitbereich möglich. Etwa 38 Mill. t CO₂ – das sind knappe 24 % der Emissionen des gesamten Verkehrssektors – werden hier auch nach allen bisher erörterten Minderungen immer noch emittiert, davon gut 31 Mill. t durch den Pkw-Verkehr. Würde es gelingen, die Verkehrsleistungen bzw. die bei den jeweiligen Aktivitäten zurückgelegten Entfernungen in diesem Segment um ein Drittel zu verringern, würden die erreichten Minderungen eine Bilanz von –25 % gegenüber dem Angleichungsmodell ergeben (das sind –14 % gegenüber dem Basiszustand „Summe der Teilstaaten 1988“).

Die vorstehende Bilanz verdeutlicht, daß sich eine CO₂-Minderung um 25 % gegenüber dem Angleichungszustand nur unter äußersten Anstrengungen und bei sofortigen Grundsatzentscheidungen (d. h. Planungssicherheit für die Fahrzeugindustrie) realisieren lassen wird. Das skizzierte Ergebnis käme mit einem Maßnahmenbündel zustande, das vor dem Hintergrund des heutigen Kenntnisstandes bereits weitgehende Veränderungen impliziert. Die größere Tiefe der Eingriffe gegenüber den in der 11. Legislaturperiode vereinbarten Margen begründet sich aus der verkehrspolitischen Untätigkeit in der vergangenen Legislaturperiode. Die meisten Maßnahmen kön-

nen ihre volle Wirkung jetzt erst nach dem Jahre 2000 entfalten (Planungsvorläufe, bauliche Realisierungszeiten bei der Infrastruktur, Durchsetzung von Fahrzeugtypen im Markt). Wäre – wie von der vorangegangenen Kommission vorgeschlagen – bereits 1990 mit der längst überfälligen Minderungsstrategie im Verkehr begonnen worden, könnte die Bilanz schon 2005 bei –22 % bzw. –32 % („Anpassungsbonus NBL“) liegen (vgl. hierzu Anhang „Minderungsmodell“) – und dies ohne die nunmehr erforderliche Einschränkung des Freizeitverkehrs!

Um so mehr stellt sich die Frage, wie die weiteren für 2020 und 2050 gesetzten 50 %- bzw. 80 %-Ziele zu erreichen sind. Relativ leicht fällt die Antwort, daß derartige Ziele ohne einen Paradigmenwechsel, nämlich ohne die Entkoppelung zwischen Wirtschaftswachstum und Verkehrswachstum, überhaupt nicht realisiert werden können. Verbleibt man im Bereich bekannter technologischer Möglichkeiten – zumal sich die in die Diskussion eingebrachten neuen technologischen Möglichkeiten bisher als wenig wirkungsvoll erwiesen haben –, so besteht eine auch ökonomisch sinnvolle Option in einer weiteren Verringerung des Flottenverbrauchs beim individuellen Kraftfahrzeug. Unterstellt man die Durchsetzbarkeit des „2-3-Liter-Autos“ für den Zeitbereich nach 2005 – die technische Machbarkeit etwa in 15 Jahren steht überhaupt nicht in Frage – so scheint hiermit eine Abminderung des Energieaufwands auf rund –48 % gegenüber dem Referenzfall realisierbar.

Auf etwas längere Sicht liegt es darüber hinaus nahe, in den regionalen Lebensräumen bei sämtlichen Baumaßnahmen konsequent die dichte, gemischte Bebauung mit hohem Standard der lokalen Versorgung und der ÖPNV-Anbindung anzustreben; dies könnte eine Senkung des Energieaufwands im Personenverkehr der Regionen um etwa 30 % bewirken, und die Verbrauchsentwicklung würde dann eine Bilanz von –45 % bzw. –52 % gegenüber den Basiszuständen aufweisen. In diesem für 2020/2030 denkbaren Szenario entfallen allerdings über 50 % des Primärenergieaufwands auf den Güterverkehr, sind also mit den bisher einbezogenen Maßnahmen kaum zu beeinflussen. Die längerfristige Politik (2050, „–80 %“) wird also nicht umhin können, für diesen Bereich der größeren – und kommerziell genutzten – Fahrzeuge intensiv auf neue Technologien und Treibstoffe hinzuwirken.

Die skizzierte Folge von nationalen Maßnahmen zur Minderung der CO₂-Emissionen und zur Sicherung einer langfristig tragfähigen Entwicklung wird bei konsequenter Umsetzung ein starker Antrieb für technologische Weiter- und Neuentwicklungen sein. Dies ist zweifellos ein positiver Impuls für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Andererseits kommen wir damit unseren Verpflichtungen gegenüber den Schwellen- und Entwicklungsländern nach, Dauerhaftigkeit oder „sustainability“ auch selbst vorzuleben. Die in den Industrieländern erarbeiteten Verkehrs- und Fahrzeugkonzepte haben eine Vorbild-

Tabelle 8.4-2

Mögliche Reduktionen des Energiebedarfs und der

Verkehrsbereiche	Basiszustände 1988			Trend	
	Teilstaaten BRD + DDR	Angleichungsszenario			
Güterverkehr [Mrd. tkm] [PJ]	361	%	390	%	574
	610	+ 10,5	674	+ 56,2	1 053
Regionaler Personenverkehr [Mrd. Pkm] [PJ]	510		556		629
	1 181	+ 15,9	1 369	+ 15,6	1 583
Personenfern- verkehr [Mrd. Pkm] [PJ]	399		447		671
	628	+ 18,0	741	+ 52,6	1 131
Gesamtverkehr [PJ]	2 419	+ 15,1	2 784	+ 35,3	3 767
CO ₂ -Emissionen [Mio. t]	175		201		271
Entwicklung der					
Bezogen auf Teilstaaten 88	Bezugsbasis	+ 14,9 %		+ 54,9 %	
Bezogen auf Angleichungsszenario	Bezugsbasis		+ 34,8 %		
Bezogen auf das Trendszenario für 2005	Bezugsbasis				

Quellen: Vgl. hierzu ausführliche Beschreibung des Minderungsmodells im Anhang.

funktion für die heute noch wenig motorisierten Länder Osteuropas sowie für die sog. Schwellen- und die Entwicklungsländer. Die Übertragung unserer gegenwärtig praktizierten Mobilitätsstrukturen auf diese Länder ist technisch-ökonomisch unrealistisch und hätte katastrophale Auswirkungen für das Klima und die Natur insgesamt.

In der Diskussion um den „richtigen“ verkehrspolitischen Entwicklungspfad spielen die Kosten des Verkehrssektors – insbesondere unter ökonomischen Aspekten – eine entscheidende Rolle. Leider haben in diesem Zusammenhang die breiten Diskussionen zur „Kostenwahrheit im Verkehr“ eine Verunsicherung hervorgerufen: Die Gesamtkosten des Verkehrs setzen sich zusammen aus den Vorleistungen des Staates (Infrastruktur, Betrieb der Systeme), den Kosten der Unternehmen und der privaten Haushalte und den Folgekosten (insbesondere den Schäden an Gesundheit, Lebensqualität und Umweltgütern). Die sogenannten Schadenskosten sind nur schwer zu quantifizieren; trotzdem hat es zahlreiche Versuche gegeben, die Schäden zu monetarisieren, um diese externen Kosten zu internalisieren, d. h. den Verursachern anlasten zu können. Dahinter steht die Hypothese, daß sich bei einer neuen Kostenstruktur des Verkehrs, in der umweltbelastende Systeme erheblich teurer werden, die Schäden durch veränderte Transportentscheidungen der Nutzer verringern werden. Bisher aber haben Wissenschaft und Politik es nicht geschafft, die Notwendigkeit der verursacherbezoge-

nen Anlastung dieser Kosten plausibel darzustellen. Deshalb lassen die entsprechenden Kostenmodelle im Verkehr den Eindruck von Bestrafung aufkommen, ohne gleichzeitig die Lenkungsabsicht und den gesellschaftlichen sowie den individuellen Nutzen einer ökologisch orientierten Verkehrspolitik zu verdeutlichen.

Wir vertreten deshalb die Auffassung, daß zur Minderung der verkehrsbedingten Schäden und Folgewirkungen politisch völlig anders vorgegangen werden muß. Die anzustrebende Umweltqualität – bzw. die tragbaren Folgewirkungen – sollten vorgegeben werden, und die Handlungsstrategie davon ausgehend die Maßnahmen definieren, die gewährleisten, daß dieses Ziel erreicht wird. Dabei hätten die in einem zweckentsprechenden Bündel zusammengefaßten Einzelmaßnahmen sehr unterschiedliche Kosteneffekte: Verkehrsvermeidung spart generell Kosten ein, Ordnungspolitik ist in vielen Fällen kostenneutral, Verlagerungen erfordern Investitionen in die erwünschten Systeme, entlasten aber gleichzeitig von Investitionen in das System, von dem aus verlagert wird; Preispolitik bewirkt temporäre Kostenerhöhungen für die Nutzer, die aber nach Eintreten der gewünschten Anpassungsreaktionen wieder zurückgehen. In dem Beispiel des Kap. 5.3 verbucht der Staat noch Mehreinnahmen, wenn das Minderungsziel im Verkehr erreicht ist. Deshalb könnten die Verkehrsausgaben dann sogar wieder auf den Anfangswert abgesenkt werden. Insgesamt werden die Kosten des

Tabelle 8.4-2

CO₂-Emissionen als Folge der Minderungsmaßnahmen

Prognosen und Minderungsszenarien bis 2005											
Technische Entwicklung		Vermeidung		Verlagerung		Verbrauchs-minderungen		Güterverkehrspolitik für Europa		Freizeit-verhalten	
%		%		%		%		%		%	
- 11,7	574 930	- 1,6	559 915	- 9,4	562 898	- 9,4	562 814	- 6,4	565 762	0	565 762
- 10,5	629 1 417	- 7,0	607 1 318	- 6,6	607 1 231	- 25,9	607 912	0	607 912	- 5,9	583 858
- 10,3	671 1 015	0	671 1 015	- 1,3	671 1 002	- 17,8	671 824	- 0,7	671 818	- 23,0	522 630
- 10,8	3 362	- 3,4	3 248	- 3,6	3 131	- 18,6	2 550	- 2,3	2 492	- 9,7	2 250
242		233		223		182		178		161	
CO ₂ -Emissionen des Verkehrs											
+ 38,3 %		+ 33,1 %		+ 27,4 %		+ 4,0 %		+ 1,7 %		- 8,0 %	
+ 20,4 %		+ 15,9 %		+ 10,9 %		- 9,5 %		- 11,4 %		- 19,9 %	
- 10,7 %		- 14,0 %		- 17,7 %		- 32,8 %		- 34,3 %		- 40,6 %	

Verkehrssektors durch die Verkehrswende also niedriger ausfallen als bei der derzeitigen Entwicklung.

Der hohe gesellschaftliche und individuelle Nutzen eines im Sinn der Verkehrswende umgestalteten Gesamtverkehrssystems liegt in der drastischen Absenkung des Ressourcenverbrauchs, der Verminderung der verkehrsbedingten Schäden und des laufenden Verlusts an Lebensqualität durch Lärm, Schadstoffe und die Auflösung der Städte. Dem stehen lediglich Verluste an „Wertschöpfung“ durch die

kapitalintensiven Systemkomponenten, die weitgehend – wie das allzu große, zu schwere und zu schnelle Privatauto, das Überschallflugzeug und der „Transrapid“ – nur ein Selbstzweck sind und keine wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Zwecke sinnvoll erfüllen. Nur diese letzteren Komponenten des heute praktizierten Wohlstandsmodells müssen zur Disposition gestellt werden, wenn der Verkehrssektor durch eine Verkehrswende umwelt- und sozialverträglicher und damit letztlich auch preiswerter werden soll.

Anhang „Minderungsmodell“

Veranlaßt durch die in Ansätzen skizzierten CO₂-Minderungsvorstellungen in den Berichten der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ der 11. Legislaturperiode hat die Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ im Jahre 1992 drei Verkehrsanhörungen durchgeführt. In diesen Anhörungen konnten genauere und aktualisierte Erkenntnisse zu den Verkehrsentwicklungen und den Minderungspotentialen auf den Wirkungsebenen Vermeidung, Verlagerung und Effizienzsteigerung (durch Organisation und Technik) zusammengetragen werden. Teile der verbleibenden Kenntnislücken wurden in speziellen Studien für die Kommission aufgearbeitet. Alle diese Informationen gewährleisten zusammengenommen ein fundiertes Wissen über Entwicklungstrends des Verkehrs, die technologischen und planerisch-konzeptionellen Möglichkeiten zur Minderung, die Wirkungsweisen spezieller Maßnahmen und die prozeßhaften Abläufe – Wirkungszeiträume 10–15 Jahre und mehr – bei einer Trendwende bezüglich der Einbindung des Verkehrs in die Bedürfnisse der Gesellschaft. Dieser Kenntnisstand bezieht sich derzeit auf den Zeitraum bis 2010, da die Fachplanungen in ihrer Mehrheit inzwischen das Jahr 2010 als planerischen Zielhorizont betrachten.

Die zahlenmäßige Bilanzierung differenziert das Minderungsergebnis des skizzierten Gesamtprogrammes (Tab. 8.4-1) nach den bekannten Wirkungsebenen. Dies ist eine auf Interpretation und Ermessen beruhende Differenzierung, die gleichwohl nur bei Wirklichung des Gesamtprogramms eintritt: So benötigt z. B. das regionale Entwicklungsprogramm Impulse aus einem Abbau der extremen internationalen Arbeitsteilung (Ausnahme: Kurzfristentwicklung der Regionen in den Neuen Ländern), sowie die Flankierung durch angemessene Preis- und Ordnungspolitik. Genauso gilt, daß es keine reine Verlagerungsstrategie geben kann, sondern Verlagerungen immer erst im Kontext mit Maßnahmen, die auch auf anderen Ebenen wirken, zustandekommen. Die Minderungsschätzungen müssen deshalb davon ausgehen, daß genügend Zeit zur Verfügung steht, um die verkehrspolitische Umorientierung und die hierfür entwickelten Eingriffe voll in der Realität umzusetzen.

Tabelle A-1 skizziert die Ausgangssituation des Zustands und der Entwicklung des deutschen Verkehrssektors, Tabelle A-2 die Erhöhung der Effizienz des Energieeinsatzes durch die technologische Weiterentwicklung im Selbstlauf. Die Tabellen A-3/4 dokumentieren die für die Wirkungsebenen „Vermeidung durch Gestaltung der Siedlungsstruktur“ sowie „Verlagerungen zwischen Verkehrssystemen“ getroffenen Hypothesen, während Tabelle A-5 die heute als gesichert anzunehmenden Technik-Minderungspotentiale zusammenstellt. Tabelle A-6 schließlich enthält Wirkungshypothesen für den Güterfernver-

kehr mit europaweiter Orientierung, für deren Realisierung die Schaffung eines europaweiten, frei zugänglichen Bahnsystems und eine zweckdienliche Ordnungs- und Preispolitik unterstellt werden. Tabelle A-7 skizziert die im Bereich Freizeit- und Urlaubsverkehr vorstellbaren Reduktionen an Verkehrsleistung beim Pkw-Verkehr und im Personenluftverkehr.

Tabelle A-8 bilanziert den Primärenergieaufwand für die erwartete Entwicklung des Verkehrssektors bis 2010 sowie die auf den beschriebenen Wirkungsebenen und insgesamt erreichbaren Minderungen des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen:

- Bezogen auf das Angleichungsszenario nimmt der Primärenergieaufwand bis 2010 um 46 % zu; maßgebend hierfür sind die Steigerungen im Güterverkehr und im Personenfernverkehr – stark beeinflusst durch die Zunahme des Luftverkehrs.
- Die technische Weiterentwicklung – richtige verkehrspolitische Signale vorausgesetzt – bringt in allen Bereichen 15 bis 17 % Verbrauchsminderung durch Senkung des spezifischen Primärenergieaufwands.
- Die Verkehrsvermeidung durch Gestaltung der regionalen Entfernungsstruktur hat ihren Schwerpunkt definitionsgemäß beim regionalen Personenverkehr (knapp –9 %).
- Überraschend ist der Befund, daß auch die Verlagerungseffekte im regionalen Personenverkehr mit –10 % erheblich stärker sind als im Güterbereich (–3 %); bei genauerer Betrachtung zeigt sich hier, daß Verlagerungen auf den Bahnfernverkehr die Vor- und Nachläufe im Güternahverkehr – die sehr viel ineffizienter in der Energiebilanz sind – steigern, und auf diese Weise die Gesamtbilanz (speziell CO₂) nur marginal zu verbessern ist (diese Einschränkung gilt nicht für sonstige Verbesserungen aufgrund verstärkter Bündelung auf der Schiene).
- Maßnahmen zur forcierten Aktivierung der optimalen Technik und zur Rückführung der Pkw-Konzepte auf angemessene „Zweck-Verkehrsmittel“ reduzieren den Verbrauch beim privaten motorisierten Verkehr um 25 bis 35 %; zusammen mit der normalen Technik-Entwicklung bedeutet dies eine Reduktion der Emissionen in diesem Segment in 15 Jahren auf die Hälfte!
- Mit der notwendigen Ergänzung durch Ordnungspolitik auf europäischer Ebene erhält die Ebene „Verlagerung im Güterfernverkehr“ eine ungleich höhere Wirksamkeit; Prämisse ist dabei allerdings, daß die internationale Verfügbarkeit und Organisation der „Güterbahn“ die höhere Effizienz ermöglicht.

– Wegen der hohen Wachstumsraten bei den Urlaubs- und Fernreiseaktivitäten würde eine Reduktion auf das gegenwärtige bzw. das Basisjahr-Niveau fast 30 % CO₂-Reduktion beim Personenfernverkehr ermöglichen.

Über einen Minderungszeitraum von 15 Jahren sind mit den „strukturellen“ Strategien – Maßnahmen die auf die effizientere Durchführung einer gleichen Anzahl von privaten und wirtschaftlichen Aktivitäten abzielen – etwa 11 % (mit dem Bonus für die Angleichung der NBL 22 %) CO₂-Reduktion zu erreichen; wird dies ergänzt durch die Vermeidung von umwelt- und klimaschädlichen Freizeit- und Urlaubs-Verkehrsleistungen, läßt sich diese Reduktion auf 22 % (32 %) erhöhen.

Aus dem skizzierten Minderungsmodell können Schlußfolgerungen für die voraussichtliche Entwicklung und über die Minderungschancen bis zum Zieljahr 2005 abgeleitet werden. Dabei muß bei den Minderungen auf den strukturellen Wirkungsebenen beachtet werden, daß Verkehrsverlagerungen einen Vorlauf zur Kapazitätsausweitung auf den alternativ angebotenen Systemen benötigen, hier also die Minderung bis 2005 noch nicht mit dem vollen – rechnerisch möglichen – Betrag in Ansatz gebracht werden kann. Überproportionale Minderungen wurden dagegen (vgl. die Ergebnisse in Tabelle 8.4-2) für die Ebenen „Vermeidung“ und „Verminderung Freizeit“ in Ansatz gebracht, da hier einerseits die Erhaltung der vorhandenen kompakten Siedlungsstruktur in

den Neuen Ländern das Ergebnis positiv beeinflussen kann und andererseits für eine direkt wirkende Vermeidungsstrategie prinzipiell andere zeitliche Rahmenbedingungen gelten, da außer Einsicht und gutem Willen keine weiteren Vorleistungen erforderlich wären.

LITERATUR

Burwitz, H., H. Koch u. T. Krämer-Badoni (1991): Vier Wochen ohne Auto, Bericht über ein freiwilliges städtisches Abenteuer, Forschungsprojekt im Auftrag des ILS Dortmund, Institut für Stadt- und Sozialforschung, Universität Bremen.

Krämer-Badoni, T. (1992): Skizze zur Entwicklung des Siedlungsprojektes „Wohnen ohne eigenes Auto“, Manuskript, Universität Bremen.

Glötz-Richter, M. (1993): Wohnen ohne (eigenes) Auto – von der Idee zum „Bremer Modell“, Materialien zur ökologischen Stadtgestaltung, S. 4–12, Der Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung, Bremen.

Derleder, P. (1993): Zur Zulässigkeit privatrechtlicher Bindungen der Mieter und Erwerber von Häusern und Wohnungen zugunsten eines autofreien Wohnens in einer neu geplanten Wohnsiedlung, Materialien zur ökologischen Stadtgestaltung, S. 14–54, Der Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung, Bremen.

Krämer-Badoni, T. (1993): Psychologen und Freizeitforscher zum Verkehrssektor, Protokoll Nr. 64 der Anhörung der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Bonn.

Popp, D. (1994): Biosphärenreservat Rhön, Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Komm.-Drucksache 12/240, Bonn.

Basisdaten und Trendentwicklung des Verkehrssektors Deutschland

	Verkehrsbild des Basisjahres 1988		aktueller spezi-fischer Verbrauch ³⁾	Primärenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen 1988 (Angleichungs-szenario)		Verkehrsbild Trend (2010)		
	West 88 + Ost 88 ¹⁾	Angleichungs-szenario ²⁾		Verkehrs-leistung ⁴⁾	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen			
	(Mrd. tkm/Pkm)	(Mrd. tkm/Pkm)			(Mrd. tkm/Pkm)	Primär-energie (PJ)	CO ₂ Mio. t)	
Güter- verkehr	Nah (Straße)	(52)	54	5,00	270	70	350	
	Fern Straße	122	169	1,50	254	283	425	
	Bahn	123	96	0,70	67	147	103	
	Schiff	62	68	0,55	37	114	63	
	Luftfracht	(2,3)	2,9	16,00	46	14	224	
Güterverkehr insgesamt . .					674	48-50	1 165	82-85
Regionaler Personen- verkehr	zu Fuß/Rad ⁵⁾	(53)	54	0	0	55	0	
	Auto	379	420	3,10	1 302	508	1 575	
	Bahn (S-Bahn)	18	20	1,00	20	21	21	
	ÖPNV	60	62	0,75	47	66	50	
Regionaler Personenverkehr insgesamt					1 369	98-99	1 646	118-120
Personen- fernverkehr	Auto	268	309	1,80	556	393	707	
	Bahn	44	36	1,10	40	47	52	
	ÖSPV	27	30	0,50	15	37	19	
	Luftverkehr ⁶⁾	(60)	72	1,80	130	260 ⁷⁾	468	
Personenverkehr insgesamt					741	53-54	1 246	89-91
Gesamter Verkehr					2 784	199-203 ⁸⁾	4 057	289-296

1) In den Grundlagenprognosen zur BVWP '92 (vgl. Kap. 2) wurde der Basiszustand 1988 aus der Summe der Teilverkehre der beiden Teilstaaten gebildet; ergänzt sind hier der Güternahverkehr, die Luftfracht (ausgehend v. D), der Verkehr zu Fuß/mit Rad sowie der gesamte von Deutschland ausgehende („betankte“) Personen-Luftverkehr.

2) Annahme einer von den NBL ausgehenden Verkehrsleistung in Höhe des Westniveaus 1988, einschließlich eines Zuschlags für die größeren Verflechtungsdistanzen im Güterverkehr.

3) Werte nach den Anhörungen der Enquete-Kommission '92 in Abstimmung mit Grünbuch der EU-Kommission sowie unter Abstimmung mit Gesamtverbrauchsbilanzen (vgl. z. B. IFEU, „Motorisierter Verkehr in Deutschland 1988 und 2005“).

4) Seit den Grundlagenprognosen zur BVWP '92 haben sich einerseits Grundlagendaten (z. B. Bevölkerungsentwicklung) und andererseits Einschätzungen der weiteren Verkehrsentwicklung verändert; die Leistungskenngrößen gehen hier vom groben Rahmen der BVWP aus (Fall „H“), berücksichtigen darüber hinaus aber die neuesten Erkenntnisse (vgl. hierzu Hopf/Kuhfeld, „Preiserhöhungen im Güterverkehr sind notwendig und möglich“, Wochenbericht des DIW, Nr. 3/94, sowie Kloas/Kuhfeld, „Entwicklung des Personenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland bis 2010“, Wochenbericht des DIW, Nr. 22/94).

5) Die Kenngrößen der Verkehrsleistung dieser „Eigenfortbewegung“ dürften wegen der bekannten Unterfassung kurzer Wege eher an der unteren Grenze liegen.

6) Die Definition dieses von Deutschland ausgehenden Luftverkehrs stellt gewissermaßen eine Analogie zum Flugbenzinverbrauch dar, „Überflüge“ des Territoriums sind also nicht enthalten.

7) Diese Schätzung für 2010 unterstellt 6 % jährliches Wachstum. Sie liegt angesichts jüngster Wachstumsraten von nahezu 8 % eher an einer unteren Grenze.

8) Schätzung der CO₂-Emissionen ausgehend von den Studien der EK der 11. Legislaturperiode sowie ifeu, 1992; bzgl. der Zurechnung von Effizienzsteigerungen im Produktionsbereich und im Nutzbereich bestehen erhebliche Unsicherheiten.

Quelle: Kutter, 1994

Tabelle A-2

Auswirkungen der technischen Entwicklung auf die Verbrauchs- und Emissionskenngrößen

	Verkehrsbild (2010) nach Trendentwicklung		Veränderung durch Strategie			Verkehrsbild Ergebnis		
	Verkehrsleistung	spezifischer Verbrauch	Verbrauchsminderung durch technische Entwicklung ¹⁾		neuer spezifischer Verbrauch	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen		
	(Tab. A-1) (Mrd. tkm/Pkm)	(Tab. A-1) (MJ/tkm/Pkm)	technische Weiterentwicklung ²⁾	Auslastung Logistik ³⁾	MJ/tkm/Pkm	Primär-energie (PJ)	CO ₂ (Mio. t)	
Wirkungsebene der Strategie								
Güterverkehr	Nah (Straße)	70	5,00	-10 %	-11 %	4,00	280	93
	Fern Straße	283	1,50	-10 %	- 6 %	1,27	359	
	Bahn	147	0,70	-10 %		0,63	93	
	Schiff	114	0,55	- 5 %		0,52	59	
	Luftfracht	14	16,00	-20 %		12,80	179	
Güterverkehr insgesamt . . .							970	68-71
Regionaler Personenverkehr	zu Fuß/Rad	55	0			0	0	
	Auto	508	3,10	-18 %	+ 4 %	2,64	1 341	
	Bahn (S-Bahn)	21	1,00	-20 %		0,80	17	
	ÖPNV	66	0,75	-20 %		0,60	40	
Regionaler Personenverkehr insgesamt							1 398	100-102
Personenfernverkehr	Auto	393	1,80	-18 %	+ 7 %	1,58	621	
	Bahn	47	1,10	-20 %	+20 %	1,06	50	
	ÖSPV	37	0,50	-10 %		0,45	17	
	Luftverkehr	260	1,80	-20 %		1,44	374	
Personenfernverkehr insgesamt							1 062	76-77
Gesamter Verkehr							3 430	244-250

¹⁾ Werte aus den Anhörungen der Enquete-Kommission '92 in Abstimmung mit Angaben und Untersuchungen des UBA; vgl. z. B. Hopf/Kuhfeld, „Preiserhöhungen im Güterverkehr sind notwendig und möglich“, Wochenbericht des DIW, Nr. 3/94.

²⁾ Insbesondere Motorenentwicklung, Aerodynamik, Leichtbauweise, Energieeffizienz.

³⁾ Wirkung von Auslastungs- und Besetzungsgraden, Verbrauchssteigerungen aufgrund der höheren Geschwindigkeiten.

Quelle: Kutter, 1994

Auswirkungen der Minderungsstrategie auf der Ebene Vermeidung

	Verkehrsbild (2010) nach technischer Entwicklung		Veränderung durch Strategie			Verkehrsbild Ergebnis	
	Verkehrs- leistung	spezifischer Verbrauch	Vermeidung von Verkehrsleistung ¹⁾		neue Verkehrs- leistung	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen	
	(Tab. A-2) (Mrd. tkm/Pkm)	(Tab. A-2) (MJ/tkm/ Pkm)	spezifische Vermei- dung ²⁾ (Mrd. tkm/Pkm)	Sekundär- effekte ³⁾ (Mrd. tkm/Pkm)	MJ/tkm/ Pkm	Primär- energie (PJ)	CO ₂ (Mio. t)
Wirkungsebene der Strategie	↑						
Güter- Nah (Straße)	70	4,00	+ 2		72	288	
Fern Straße	283	1,27	-11		272	345	
Bahn	147	0,63	-60		141	89	
Schiff	144	0,52	- 5		109	57	
Luftfracht	14	12,80	- 0,6		13,4	172	
Güterverkehr insgesamt . . .						951	66-69
Regionaler zu Fuß/Rad	55	0	+ 8		63	0	
Personen- Auto	508	2,64	-37	-14	457	1 206	
Bahn (S-Bahn)	21	0,80		- 4	25	20	
ÖPNV	66	0,60		+10	76	46	
Regionaler Personenverkehr insgesamt						1 275	91-93
Personen- Auto	393	1,58			393	621	
fernverkehr Bahn	47	1,06			47	50	
ÖSPV	37	0,45			37	17	
Luftverkehr	260	1,44			260	374	
Personenfernverkehr insgesamt						1 062	76-77
Gesamter Verkehr						3 288	233-239

¹⁾ Auf einer ersten Stufe der Vermeidungsstrategie werden insbesondere siedlungsstrukturelle „Bestandserhaltungen“ in den Regionen in Ansatz gebracht, dabei wird in den neuen Ländern ein Anteil von 15 % (an der erwarteten Verkehrsexpansion) für vermeidbar gehalten (demgegenüber in den ABL nur ca. 4 %); Freizeit- und Urlaubsreisestrategien (Fernverkehr) sind hier nicht enthalten.

²⁾ Im Güterverkehr werden 4 % der Fernverkehrsleistung, im Personenverkehr 7 % der regionalen Autoverkehrsleistung als vermeidbar angesehen; in beiden Fällen kommt es zu Ersatzverkehren im Nahbereich/Güternahverkehr sowie 1/4 der entfallenden Autoverkehrsleistung als Fußwege und Radfahrten.

³⁾ Vermeidung bedarf der Konzentration z. B. an Haltepunkten des ÖPNV; dies fördert auch die Nutzung des ÖPNV.

Quelle: Kutter, 1994

Tabelle A-4

Auswirkungen der Minderungsstrategie auf der Ebene Verlagerung

	Verkehrsbild (2010) nach Vermeidungsstrategien		Veränderung durch Strategie		Verkehrsbild Ergebnis	
	Verkehrs- leistung	spezifischer Verbrauch	Verlagerung von Verkehrsleistung ¹⁾	neue Verkehrs- leistung	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen	
	(Tab. A-3) (Mrd. tkm/Pkm)	(Tab. A-3) (MJ/tkm/ Pkm)	(Mrd. tkm/Pkm)	(Mrd. tkm/Pkm)	Primär- energie (PJ)	CO ₂ (Mio. t)
Wirkungsebene der Strategie			↑			
Güter- Nah (Straße)	72	4,00	+ 4	76	304	
Fern Straße	272	1,27	-65	207	263	
Bahn	141	0,63	+60	201	127	
Schiff	109	0,52	+ 5	114	59	
Luftfracht	13,4	12,80		13,4	172	
Güterverkehr insgesamt . . .					925	65-67
Regionaler zu Fuß/Rad	63	0	+6	69	0	
Personen- Auto	457	2,64	-55	396	1 045	
Bahn (S-Bahn)	25	0,80	+20	45	36	
ÖPNV	76	0,60	+35	111	67	
Regionaler Personenverkehr insgesamt					1 148	81-83
Personen- Auto	393	1,58	-34	359	567	
fernverkehr Bahn	47	1,06	+44	91	96	
ÖSPV	37	0,45		37	17	
Luftverkehr	260	1,44	-10	250	360	
Personenfernverkehr insgesamt					1 040	74-75
Gesamter Verkehr					3 113	220-225

¹⁾ Das Verlagerungspotential im Güterverkehr entspricht den Schätzungen des DIW „Güterfernverkehr 2010“ im Auftrag des UBA (etwa 1/4 des Straßengüterfernverkehrs verlagerbar); beim Personenfernverkehr werden gut 10% des Auto-Nahverkehrs für leichter verlagerbar gehalten. Verlagerungen im Fernverkehr werden zunächst bis zu einer knappen Verdoppelung der Bahnverkehrsleistung angesetzt (diese Ansätze entsprechen etwa den in den Anhörungen der EK (1992) diskutierten Verlagerungspotentialen; ein Zehntel der Nahverkehrsverlagerungen im motorisierten Verkehr wird zusätzlich für Umschichtungen vom Pkw auf die Eigenfortbewegung in Ansatz gebracht.

Quelle: Kutter, 1994

Auswirkungen der Minderungsstrategien auf der Ebene der Technikaktivierung

	Verkehrsbild (2010) nach Verlagerungsstrategie		Veränderung durch Strategie		Verkehrsbild Ergebnis	
	Verkehrs- leistung	spezifischer Verbrauch	Verbrauchsminderungen ¹⁾ (variable Kosten, Verbrauchslimit)	neuer spezifischer Verbrauch	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen	
	(Tab. A-4) (Mrd. tkm/Pkm)	(Tab. A-4) (MJ/tkm/ Pkm)	(Minderung in %)	MJ/tkm/ Pkm)	Primär- energie (PJ)	CO ₂ (Mio. t)
Wirkungsebene der Strategie			↑			
Güter- Nah (Straße)	76	4,00	-15 %	3,40	258	
Fern Straße	207	1,27	-10 %	1,14	236	
Bahn	201	0,63		0,63	127	
Schiff	114	0,52		0,52	59	
Luftfracht	13,4	12,80	-30 % ²⁾	9,00	121	
Güterverkehr insgesamt ...					801	56-58
Regionaler zu Fuß/Rad	69	0		0	0	
Personen- Auto	396	2,64	-40 % ²⁾	1,58	626	
Bahn (S-Bahn)	45	0,80	- 5 %	0,76	34	
ÖPNV	111	0,60	- 5 %	0,57	63	
Regionaler Personenverkehr insgesamt					723	51-52
Personen- Auto	359	1,58	-25 %	1,19	427	
fernverkehr Bahn	91	1,06	-25 % +10 % ³⁾	0,87	79	
ÖSPV	37	0,45	- 5 %	0,43	16	
Luftverkehr	250	1,44	-30 %	1,01	253	
Personenfernverkehr insgesamt					775	55-56
Gesamter Verkehr					2 299	162-166

1) Es wird unterstellt, daß eine frei zugängliche, internationalisierte Bahn moderne logistische Leistungen erlaubt; flankierend kommt Preis- und Ordnungspolitik auf europäischer Ebene zur Anwendung.

2) „Nachlauf“ für die auf die Bahn verlagerten Transporte in den Regionen.

3) Über die Hälfte der Straßentransporte gehen über mehr als 300 km Distanz; bei Verfügbarkeit alternativer Angebote bei der Bahn wird der größte Teil hiervon gezielt (Verbote, Slots) auf die Schiene verlagert.

4) Es wird unterstellt, daß die internationalisierte Bahn bis zu diesem Zeitpunkt mit neuen Betriebsweisen noch weitere 40 % des speziellen Energiebedarfs einsparen kann (vgl. Helling, 1992); beim Personenverkehr weitere 10 %.

Quelle: Kutter, 1994

Tabelle A-6

Auswirkungen der Minderungsstrategie für den europäischen Güterfernverkehr

	Verkehrsbild (2010) nach Vermeidungsstrategien		Veränderung durch Strategie		Verkehrsbild Ergebnis			
	Verkehrs- leistung	spezifischer Verbrauch	Güterverkehrspolitik für Europa ¹⁾ (europäischer Fern- güterverkehr)	neue Verkehrs- leistung	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen			
	(Tab. A-5) (Mrd. tkm/Pkm)	(Tab. A-5) (MJ/tkm/ Pkm)	(Mrd. tkm/Pkm)	(MJ/tkm/ Pkm)	Primär- energie (PJ)	CO ₂ (Mio. t)		
Wirkungsebene der Strategie								
Güter- verkehr	Nah (Straße)	76	3,40	+ 5 ⁵⁾	81	275		
	Fern	Straße	207	1,14	-80 ³⁾	127	145	
		Bahn	201	0,38 ⁴⁾	+76 ³⁾	277	105	
		Schiff	114	0,52	+ 5	119	62	
		Luftfracht	13,4	9,00	- 1	12,4	112	
Güterverkehr insgesamt . . .					699	49-51		
Regionaler Personen- verkehr	zu Fuß/Rad	69	0		69	0		
	Auto	396	1,58		396	626		
	Bahn (S-Bahn)	45	0,76		45	34		
	ÖPNV	111	0,57		111	63		
Regionaler Personenverkehr insgesamt					723	51-52		
Personen- fernverkehr	Auto	359	1,19		359	427		
	Bahn	91	0,78 ⁴⁾	+10	101	79		
	ÖSPV	37	0,43		37	16		
	Luftverkehr	250	1,01	-10	240	242		
Personenfernverkehr insgesamt					764	54-55		
Gesamter Verkehr					2 186	154-158		

¹⁾ Es wird unterstellt, daß eine frei zugängliche, internationalisierte Bahn moderne logistische Leistungen erlaubt; flankierend kommt Preis- und Ordnungspolitik auf europäischer Ebene zur Anwendung.

²⁾ „Nachlauf“ für die auf die Bahn verlagerten Transporte in den Regionen.

³⁾ Über die Hälfte der Straßentransporte gehen über mehr als 300 km Distanz; bei Verfügbarkeit alternativer Angebote bei der Bahn wird der größte Teil hiervon gezielt (Verbote, Slots) auf die Schiene verlagert.

⁴⁾ Es wird unterstellt, daß die internationalisierte Bahn bis zu diesem Zeitpunkt mit neuen Betriebsweisen noch weitere 40 % des speziellen Energiebedarfs einsparen kann (vgl. Helling, 1992); beim Personenverkehr weitere 10 %.

Quelle: Kutter, 1994

Auswirkungen von Minderungsprogrammen für den Freizeit- und Urlaubsverkehr

	Verkehrsbild (2010) nach allen strukturellen Maßnahmen		Veränderung durch Strategie		Verkehrsbild Ergebnis	
	Verkehrs- leistung	spezifischer Verbrauch	Vermeidung von Verkehrsleistung ¹⁾ im Freizeit- und Urlaubsverkehr	neue Verkehrs- leistung	Verbrauchs- und Emissions-Kenngrößen	
	(Tab. A-6) (Mrd. tkm/Pkm)	(Tab. A-6) (MJ/tkm/ Pkm)	(Mrd. tkm/Pkm)	(MJ/tkm/ Pkm)	Primär- energie (PJ)	CO ₂ (Mio. t)
Wirkungsebene der Strategie	↑					
Güter- verkehr	Nah (Straße)	81	3,40		81	275
	Fern Straße	127	1,14		127	145
	Bahn	277	0,38		277	105
	Schiff	119	0,52		119	62
	Luftfracht	12,4	9,00		12,4	112
Güterverkehr insgesamt . . .					699	49-51
Regionaler Personen- verkehr	zu Fuß/Rad	69	0		0	0
	Auto	396	1,58	- 31 ²⁾	395	577
	Bahn (S-Bahn)	45	0,76		45	34
	ÖPNV	111	0,57		111	63
Regionaler Personenverkehr insgesamt					674	47-48
Personen- fernverkehr	Auto	359	1,19	- 59 ²⁾	300	357
	Bahn	101	0,78		101	79
	ÖSPV	37	0,43		37	16
	Luftverkehr	240	1,01	-150 ³⁾	90	91
Personenfernverkehr insgesamt					543	38-39
Gesamter Verkehr					1 916	134-138

1) Parallel zur Erhöhung der Verkehrskosten werden Aufklärungskampagnen zu Klimaproblematik und dem „Hauptproblem“ Freizeit- und Urlaubsverkehr durchgeführt, die einen Verzicht auf Reisen sowie die Wahl näherer Ziele anregen sollen.

2) Rückführung der Verkehrsleistung auf das Niveau von 1988 („Angleichungsszenario“).

3) Konstanthalten der Luftverkehrsleistung auf dem Niveau von 1994, von dem schon 20 Mrd. Pkm durch strukturelle Strategien wegverlagert sind.

Quelle: Kutter, 1994

Tabelle A-8

Reihung der Teilstrategien und Auswirkungen auf

Verkehrsbereiche	Basiszustände 1988				Trend	
	Teilstaaten BRD + DDR	Angleichungs- szenario				
Güterverkehr	[Mrd. tkm] [PJ]	361 610	% + 10,5	390 674	% + 73,1	628 1 165
Regionaler Personenverkehr	[Mrd. Pkm] [PJ]	510 1 181	+ 15,9	556 1 369	+ 20,2	650 1 646
Personenfern- verkehr	[Mrd. Pkm] [PJ]	399 628	+ 18,0	447 741	+ 68,2	737 1 246
Gesamtverkehr	[PJ]	2 419	+ 15,1	2 784	+ 45,7	4 057
CO ₂ -Emissionen						
	[Mio. t]	175		201		292
Entwicklung der						
Bezogen auf Teilstaaten 88		Bezugsbasis	+ 14,9 %		+ 66,9 %	
Bezogen auf Angleichungsszenario			Bezugsbasis		+ 45,3 %	
Bezogen auf das Trendszenario für 2005					Bezugsbasis	

Quellen: Vgl. hierzu die Beschreibung der für die Minderungsebenen verarbeiteten Hypothesen und Annahmen in den Tabellen A-1 bis A-7.

Zusatzvotum des beratenden Kommissionsmitglieds Dr. Dagmar Enkelmann

Nach gründlicher Auseinandersetzung mit den vorgelegten Handlungsempfehlungen möchte ich mich dem Minderheitsvotum anschließen. Die Aufforderung zum unverzüglichen Handeln teile ich voll und ganz. Aber meines Erachtens gibt es einige Zusätze:

1. Eine dringend notwendige deutliche Reduzierung des Luftverkehrs schließt die Ablehnung des Baus eines neuen Großflughafens im Raum Berlin/Brandenburg mit ein. Dieser ist weder aus verkehrspolitischer noch umweltpolitischer Sicht zu begründen.
2. Es gilt, der Bahn im System der Verkehrsträger reale Wettbewerbschancen einzuräumen. Die Privatisierung schafft die Voraussetzungen für ökonomisches Wirtschaften. Umweltverträgliche Bahn-

politik ist damit allerdings kaum zu realisieren. Das würde die Sicherung bzw. Schaffung eines flächendeckenden Schienennetzes, den Einsatz moderner Technik im Nah- und Fernbereich, Förderung kombinierter Verkehre sowie den Einsatz von Telematik nicht nur in ökonomisch rentablen Bereichen erfordern. Der geplante Bau des Transrapid wirkt in dieser Hinsicht kontraproduktiv. Er verschlingt Milliarden Mittel, die effizienter zum Ausbau des Schienensystems eingesetzt werden könnten.

3. Meines Erachtens wird den raumordnerischen Maßnahmen nach wie vor zu wenig Bedeutung beigemessen. Hier liegt ein bedeutendes Potential zur Vermeidung verkehrserzeugender Strukturen. Zusätzlich zu den im Minderheitsvotum genannten Forderungen ergeben sich:
 - die Aufhebung der strikten Trennung von Wohn- und Gewerbegebieten (Veränderung der Baugesetzgebung),

die Verbrauchs- und Emissionswerte bis 2010

Prognosen und Minderungsszenarien bis 2005											
Technische Entwicklung		Vermeidung		Verlagerung		Verbrauchs-minderungen		Güterverkehrspolitik für Europa		Freizeitverhalten	
%	628	%	607	%	611	%	611	%	616	%	616
- 16,7	970	- 2,0	951	- 2,7	925	- 13,4	801	- 12,7	699	0	699
	650		621		621		621		621		591
- 15,1	1 398	- 8,8	1 275	- 10,0	1 148	- 37,0	723	0	723	- 6,8	674
	737		737		737		737		737		527
- 14,8	1 062	0	1 062	- 2,1	1 040	- 25,5	775	- 1,4	764	- 28,9	543
- 15,5	3 430	- 4,1	3 288	- 5,3	3 113	- 26,2	2 299	- 4,9	2 186	- 12,4	1 916
247		236		222		164		156		136	
CO ₂ -Emissionen des Verkehrs											
+ 41,1 %		+ 34,9 %		+ 26,9 %		- 6,3 %		- 10,9 %		- 22,3 %	
+ 22,9 %		+ 17,4 %		+ 10,4 %		- 18,4 %		- 22,4 %		- 32,3 %	
- 15,4 %		- 19,2 %		- 24,0 %		- 43,8 %		- 46,6 %		- 53,4 %	

Kutter '94

- Schaffung der politischen Voraussetzungen, um jegliche Spekulationen mit ausgewiesenem Wohnland, vor allem im innerstädtischen Bereich, zu verhindern,
 - die Förderung von Bedingungen, die Erholung auch in Wohnortnähe ermöglicht (Grünzüge in Städten, großzügige Grünanlagen, soziokulturelle Zentren in Wohngebieten).
4. Kritisch hinterfragen möchte ich in dem Minderheitsvotum die Äußerung, daß eine „schnelle Angleichung von östlichen und westlichen Lebens- und Wirtschaftsweisen wünschenswert“ sei. In

Anbetracht der Tatsache, daß die bestehende Wirtschaftsstruktur eine wesentliche Ursache für Verkehrserzeugung darstellt, sollte die Chance genutzt werden, die weitgehend kompakten Siedlungsstrukturen sowie noch vorhandene Wirtschaftskreisläufe z. B. in Bereichen der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte zu erhalten bzw. auszubauen. Letztere bietet zugleich eine nicht unwesentliche soziale Konsequenz im Hinblick auf die Sicherung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen in der Region. Die neuen Bundesländer können durchaus Maßstab für die Glaubwürdigkeit des politischen Willens zu einer grundlegenden Neuorientierung in der Verkehrspolitik sein.

Anhang:

Sondervoten

1. Sondervotum der Kommissionsmitglieder Prof. Dr. Peter Henricke, Prof. Dr. Wilfrid Bach, Prof. Monika Ganseforth, Prof. Dr. Eckhard Kutter, Prof. Dr. Klaus Michael Meyer-Abich, Dr. Liesel Hartenstein, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler, Brigitte Adler

Dem Verkehrsbericht (Kap. 1–6) haben wir nur mit großen Vorbehalten zustimmen können. Positiv zu würdigen ist, daß der Bericht einige klimarelevante Handlungsmöglichkeiten, die Trendentwicklung im Verkehr sowie die Folgen einer unveränderten Verkehrspolitik deutlicher als in offiziellen Verkehrsanalysen aufzeigt. Alle bisher schon gravierenden negativen Folgen des derzeitigen Verkehrssystems für die menschliche Gesundheit, für das Klima, für die Natur und für die Landschaft werden dem Bericht zu Folge in den nächsten zwei Jahrzehnten geradezu dramatisch potenziert; die CO₂-Emissionen steigen z. B. bei unveränderter Verkehrspolitik bis zum Jahr 2005 um 35 bis 55 %.

Wir haben den Auftrag der Enquete-Kommission für den Verkehrsbereich jedoch so verstanden, daß in erster Linie der Beitrag des Verkehrssektors zum CO₂-Reduktionsziel der Bundesregierung (25–30 % CO₂-Minderung bis zum Jahr 2005 im Vergleich zu 1987) sowie die Möglichkeiten und die Konsequenzen einer klimaverträglichen Verkehrspolitik detailliert untersucht werden sollten. Hieraus hätte ein Aktionsplan entwickelt werden müssen, mit welchen konkreten Maßnahmenbündeln und mit welchen volkswirtschaftlichen Nettoeffekten der Verkehrsbereich einen Beitrag zum durchschnittlichen CO₂-Reduktionsziel leisten kann.

Die Erfüllung dieses umsetzungsorientierten Auftrags wurde von der Mehrheit der Kommission jedoch trotz aller Bemühungen unsererseits verhindert. Der Bericht liefert daher auch keine zielorientierte CO₂-Reduktionsstrategie, wie das Klimaschutzziel der Bundesregierung im Verkehrssektor erreichbar ist. Insbesondere wurden die klimaverträglichen verkehrspolitischen Weichenstellungen der Bundesregierung in den letzten Jahren (z. B. Bundesverkehrswegeplan) von der Kommissionmehrheit nicht deutlich gemacht.

Der Bericht ist ein Dokument unzähliger Kompromisse und von Halbherzigkeiten. Diese Grundtendenzen spiegeln sich an den entscheidenden Stellen wider, wo statt dezidiert Zielorientierung auf Klimaverträglichkeit eine verkehrspolitisch folgenlose Anhäufung von abstrakten Für- und Wider-Argumenten aneinandergereiht wird (z. B. Kap. 3 und 6). Statt die unbestrittene Komplexität des Verkehrssystems auf die notwendige und wissenschaftlich mögliche konzeptionelle Begründung von detaillierten Handlungsempfehlungen zur CO₂-Minderung und auf die konkrete Analyse

des gesellschaftlichen Nutzens und der Kosten einer ökologischen Verkehrspolitik zu konzentrieren, liefert der Bericht an einigen Stellen (z. B. Kap. 3.4.6 zur Mobilität) sogar Immunsierungs- und Blockadeargumente gegen eine klimaverträgliche Verkehrspolitik. Andererseits wurde auf die systematische Herausarbeitung der wissenschaftlichen Argumente für die Realisierbarkeit einer klimaverträglichen Verkehrspolitik und auf die Darstellung erfolgreicher Praxisbeispiele weitgehend verzichtet. Der Bericht liefert daher nur in bescheidenem Maße die dringend erwünschte wissenschaftliche Fundierung für eine offensive Überzeugungs- und Öffentlichkeitsarbeit sowie für Umsetzungsmaßnahmen für eine neue Verkehrspolitik. Die Notwendigkeit, die Chancen sowie der gesellschaftliche und individuelle Nutzen einer klimaverträglichen Verkehrspolitik wurden nicht schlüssig begründet, dafür aber die angeblich hohen Kosten einer Verkehrswende – ohne wissenschaftlich eindeutige Beweise – immer wieder suggeriert.

Dieser Bericht ist eine verpaßte Chance, die notwendige „Verkehrswende“, die längst fällige Trendumkehr bei den Verkehrszuwächsen und den Stopp der „Verkehrsspirale“ konzeptionell zu begründen. Die wissenschaftliche Arbeit der Enquete-Kommission hätte ein Wegbereiter für einen ökologischen Verkehrskonsens und für eine neue Verkehrspolitik sein können.

2. Sondervotum der Kommissionsmitglieder Prof. Dr. Klaus Michael Meyer-Abich, Prof. Dr. Wilfrid Bach, Prof. Monika Ganseforth, Prof. Dr. Hartmut Graßl, Prof. Dr. Peter Henricke, Prof. Dr. Eckard Kutter, Dr. Liesel Hartenstein, Horst Kubatschka, Dr. Klaus Kübler

Eine Enquete-Kommission ist erfolgreich, wenn sich in ihr Positionen bewegt haben und sie nicht nur so abstimmt, wie sie zusammengesetzt ist. Viele Enquete-Kommissionen sind in dieser Hinsicht erfolgreich gewesen. Die Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ war es nicht. Wir wollen nicht verkennen, daß sowohl auf der Koalitions- wie auf der Oppositionsseite Verständigungs- und Lernprozesse stattgefunden haben, die den beiderseitigen Empfehlungen zugute gekommen sind. Gleichwohl hat es im Verkehrsbereich kein Votum der Kommission gegeben, sondern lediglich zwei verschiedene Voten, deren Unterstützung den derzeitigen Mehrheitsverhältnissen entspricht. Unter diesen Umständen verdient das Votum der Mehrheit nicht, wie es in dem Bericht geschieht, als das Votum „der Kommission“ ausgegeben zu werden. Es gibt kein Votum der Kommission, sondern lediglich zwei entgegengesetzte Voten, an deren Vermittlung diese Kommission gescheitert ist. Zu hoffen bleibt, daß die Auseinandersetzung, welche hier mißglückt ist, in der Öffentlichkeit fortgesetzt wird und dort zu Ergebnissen führt, mit denen wir unserer Verantwortung für die Dritte Welt, die Nachwelt und die natürliche Mitwelt gerecht werden.

3. Sondervotum der Kommissionsmitglieder Dr. Klaus W. Lippold, Klaus Harries, Dr. Peter Paziorek, Dr. Christian Ruck, Trudi Schmidt (Spiesen), Bärbel Sothmann, Martin Grüner, Marita Sehn, Prof. Dr. Dr. Rudolf Dolzer, Dr. Alfred-Herwig Fischer, Prof. Dr. Klaus Heinloth, Prof. Dr. Hans-Jürgen Jäger, Prof. Dr. Hans Michaelis, Prof. Dr. Wolfgang Seiler, Prof. Dr. Alfred Voß, Prof. Dr. Carl-Jochen Winter
1. Wir verstehen den Auftrag der Enquete-Kommission für den Verkehrsbereich in erster Linie als Aufforderung, Vorschläge zur Minderung der Emissionen von klimarelevanten Spurengasen durch den motorisierten Straßenverkehr zu erarbeiten und damit das von der Bundesregierung vorgegebene CO₂-Reduktionsziel für die Bundesrepublik Deutschland zu erreichen.
 2. In der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ bestand von Anfang an Einigkeit darüber, daß der Verkehrsbericht nicht allein Vorschläge und Forderungen zur Reduktion der klimawirksamen Spurengase im Verkehr aufgreifen sollte, sondern daß auch die Folgen solcher Vorschläge für den gesamtwirtschaftlichen Rahmen und die Arbeitsplätze in die Darstellung einbezogen werden müssen, wenn ein solcher Bericht Aussicht haben soll, in seriöser Weise auf die Willens- und Meinungsbildung im politischen und öffentlichen Bereich einzuwirken.
 3. Wir halten wenig von Handlungsempfehlungen, die nur ein Wunschbild ohne Verwirklichungschance wiedergeben. Derartige Empfehlungen sind wohlfeil.
 4. In dieser Grundfrage zeigten sich bald grundsätzlich unterschiedliche Auffassungen und es wurde klar, daß die Vorstellungen der Vertreter des Minderheitsvotums einen Abschied von der automobilen Gesellschaft zum Ziel hatten, während die Vertreter des Mehrheitsvotums die mobile Gesellschaft fortentwickeln wollen und deshalb für den Verkehrsbereich rigorose Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen klimawirksamer Spurengase fordern. Wegen dieses Zwiespalts hat sich die Enquete-Kommission darauf verständigt, bei den Handlungsempfehlungen ein Mehrheits- und ein Minderheitsvotum abzugeben. Dagegen wurde der gesamte analytische Teil des Berichtes (Kap. 1 bis 6) von allen Kommissionsmitgliedern gemeinsam erstellt und im Konsens verabschiedet.
 5. Die Mehrheit der Mitglieder der Enquete-Kommission weist mit aller Entschiedenheit den Vorwurf der Vertreter des Minderheitsvotums zurück, die gemeinsame Erfüllung eines umsetzungsorientierten Auftrags verhindert zu haben. Eher ist das Gegenteil der Fall: die Realitätsferne des Votums der Minderheit steht einer Umsetzung in verkehrspolitischen Handeln entgegen. Wer jedoch eine Einigung verhindert und sich anschließend darüber beklagt, handelt weder logisch noch wissenschaftlich noch konsensdienlich.
 6. Die Handlungsempfehlungen der Kommissionsminderheit tragen auch dem in deren Sondervoten dargestellten hohen Anspruch nicht Rechnung obwohl gerade getrennte Handlungsempfehlungen die Gelegenheit geboten hätten, das für notwendig und richtig Gehaltene zu formulieren. Wer seiner „Verantwortung für die Dritte Welt, die Nachwelt und die natürliche Mitwelt gerecht werden“ will, war nicht gehindert in den eigenen Handlungsempfehlungen Forderungen aufzustellen, die diesen Ansprüchen genügen.
 7. Die Handlungsempfehlungen der Kommissionsminderheit enthalten in der Konsequenz nur den eigentlich beabsichtigten Ausstieg aus der automobilen Gesellschaft, der allerdings nicht offen ausgesprochen sondern lediglich angedeutet und verschleiert dargestellt wird.
 8. Dem selbst gestellten hohen moralischen Anspruch mit der Forderung, ein Wegbereiter für einen ökologischen Verkehrskonsens und für eine neue Verkehrspolitik zu sein – und dies auch noch auf wissenschaftlicher Grundlage –, werden die Handlungsempfehlungen der Minderheit damit nicht gerecht.
 9. Abschließend weisen wir darauf hin, daß nach der Geschäftsordnung des Deutschen Bundestages die Handlungsempfehlungen der Kommission durch den Beschluß der Mehrheit repräsentiert werden. Insbesondere in Zeiten, in welchen die jetzige Opposition die Mehrheit stellte, wurde diese Regel in Berichten von Enquete-Kommissionen strikt gehandhabt. Selbstverständlich werden abweichende Meinungen nicht unterdrückt. Diese erhalten im Bericht ihren angemessenen Platz. Dies ist auch in diesem Bericht geschehen. Die Sondervoten zu 1 und zu 2 der Vertreter des Minderheitsvotums sind daher irreführend und entbehrlich.

Glossar

- ABL**
Alte Bundesländer
- ABS**
Antiblockiersystem
- Absorption von Strahlung**
Aufnahme von Strahlungsenergie durch einen festen Körper, eine Flüssigkeit oder ein Gas; hierbei wird die Energie aufgenommen und in eine andere Energieform, meist in Wärme, umgewandelt.
- ADAC**
Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
- Aerosol**
Feste oder flüssige Teilchen in der Luft, außer Wasser- und Eispartikeln, im Größenbereich zwischen 0,1 und 100 µm.
- Anaerob**
Unter Luftabschluß, z. B. im Wasser.
- Anthropogen [griech. anthropos = Mensch und griech. genes = hervorbringend, hervorgebracht]**
Durch menschliche Einwirkungen verursacht oder ausgelöst.
- BAB**
Bundesautobahn
- BDF**
Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs
- Biosphäre**
Die vom Leben erfüllte und diesem einem Lebensraum bietende Hülle der Geosphäre (Erde) und die untere Atmosphäre (Luft) mit allen Lebewesen.
- BMU**
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- BMV**
Bundesministerium für Verkehr
- BMWI**
Bundesministerium für Wirtschaft
- Ceteris Paribus**
Unter sonst gleichen Bedingungen, Analyse eines Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs bestimmter exogener und endogener Variablen bei Konstanz aller anderen exogenen Variablen.
- Dezibel**
Meßgröße für den Schallpegel mit Schwerpunkt auf den mittleren und hohen Frequenzen, auf die das menschliche Ohr besonders empfindlich reagiert
- Disparitäten**
Ungleichheiten
- DIW**
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
- Down Sizing**
Gewichts- und Leistungsreduktion bei Fahrzeugen
- EBO**
Eisenbahnbetriebsordnung
- EFTA**
European Free Trade Association
- Endenergie**
Endenergie ist die Energie, die vom Endverbraucher eingesetzt wird. Dazu gehört in der Regel die meiste →Sekundärenergie, z. B. Kohle-, Mineralöl- und Gasprodukte, Strom und Fernwärme, doch auch direkt nutzbare →Primärenergie, wie z. B. Erdgas. Die Verluste bei der Umwandlung von Primärenergie in die Endenergie, vor allem bei der Stromerzeugung, sowie der nichtenergetisch genutzte Anteil der Primärenergie machen in der Bundesrepublik Deutschland zusammen z. Z. etwa 1/3 der eingesetzten Primärenergie aus, so daß nur etwa 2/3 der Primärenergie als Endenergie zur Verfügung stehen.
- Energiebedingte klimarelevante Spurengase**
→Spurengase, die bei der Bereitstellung, Umwandlung und Nutzung von Energie freigesetzt werden und direkt oder indirekt zu Klimaänderung führen. Dazu zählen:
- Kohlendioxid (CO₂)
 - Methan (CH₄)
 - Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O)
 - Spurengase, die zur Bildung des Ozons (O₃) in der Troposphäre beitragen bzw. luftchemische Veränderungen bewirken, d. h. in erster Linie Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (C_xH_y) und Schwefeldioxid (SO₂)
 - weitere auf ihre Klimarelevanz noch im einzelnen zu überprüfende Spurengase.
- EU**
Europäische Union
- Externe Effekte**
Auswirkungen des Handelns eines Wirtschaftssubjekts (Unternehmen, Haushalte usw.) auf ein anderes, die nicht durch eine Entschädigung/Vergütung über den Markt ausgeglichen sind.
- FCKW – Fluorchlorkohlenwasserstoff**
Industriell hergestellte organische Halogenverbindungen. Der größte Anwendungsbereich war bis vor wenigen Jahren der Einsatz als Treibmittel in Spraydosen. Mittlerweile werden die FCKW vorwiegend bei der Kunststoffverschäumung, als Löse- und Reinigungsmittel sowie als Kühlmittel verwendet. FCKW sind bei direktem Kontakt unschädlich, in der →Stratosphäre werden sie jedoch durch Sonnenlicht gespalten und verursachen das →Ozonloch über der Antarktis. Des weiteren führen FCKW zu einer Verstärkung des →Treibhauseffekts. Unterschieden wird zwischen vollhalogenierten und teilhalogenierten FCKW. Vollhalogenierte FCKW bestehen ausschließlich aus Kohlenstoff und →Halogenen und haben sehr hohe →Ozonzerstörungspotentiale. Nicht im →Montrealer Protokoll geregelt ist beispielsweise die vollhalogenierte Verbindung Tetrachlorkohlenstoff (CCl₄). Teilhalogenierte FCKW enthalten zusätzlich Wasserstoffatome und sind daher chemisch weniger stabil. Teilhalogenierte FCKW wie H-FCKW 22 werden als Ersatzstoffe für vollhalogenierte FCKW diskutiert. Verschiedene teilhalogenierte FCKW sind jedoch treibhausrelevant und tragen – wenn auch in geringerem Umfang – zur Zerstörung der Ozonschicht bei. Die Benennung der FCKW erfolgt nach einem internationalen dreistelligen Code (XYZ) durch X = Zahl der C-Atome – 1; Y = Zahl der H-Atome + 1; Z = Zahl der F-Atome; Cl-Atome werden nicht gezählt.
- Fernerkundung**
Die Fernerkundung der Erdoberfläche und ihrer Atmosphäre ist die indirekte Herleitung der interessierenden Größen, wie etwa der Meeresoberflächentemperatur oder auch des Bestandes der tropischen Wälder aus Bildern rückgestreuter oder emittierter elektro-magnetischer Strahlung. Fernerkundung wird vor allem

betrieben mit →Radiometern auf Satelliten, aber auch mit Kameras und Radargeräten in Flugzeugen.

Fossile Energieträger

In der erdgeschichtlichen Vergangenheit aus abgestorbenen Pflanzen entstandene feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas.

GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) –

Allgemeines Zoll- und Handelsabkommen

Das Allgemeine Zoll- und Handelsabkommen ist ein im Rahmen der Vereinten Nationen vereinbarter multinationaler Vertrag, mit dem Ziel, die Hemmnisse im internationalen Handel abzubauen. Das GATT wird seit dem 1. Januar 1948 angewendet. Gegenwärtig gehören dem GATT 96 Länder als Vollmitglieder an (die Bundesrepublik Deutschland seit 1951), ein Land (Tunesien) ist vorläufig beigetreten, und 28 Länder wenden das GATT de facto an.

Das Allgemeine Zoll- und Handelsabkommen enthält folgende Hauptgrundsätze: Der zwischenstaatliche Handel soll auf der Basis der Nichtdiskriminierung erfolgen. Insbesondere sind alle Vertragsparteien bei der Erhebung von Einfuhr- und Ausfuhrzöllen und entsprechenden Abgaben an das Prinzip der Meistbegünstigung gebunden. Der Schutz der einheimischen Industrie ist ausschließlich durch Zölle zu gewährleisten. Mengemäßige Beschränkungen und sonstige nichttarifäre Handelshemmnisse sind grundsätzlich untersagt. Sie sind nur in bestimmten Ausnahmefällen zulässig, unter anderem zum Schutz der Zahlungsbilanz. Streitigkeiten sind nach den im GATT vorhergesehenen Verfahren beizulegen.

Das GATT ist vor allem als Forum für internationale Verhandlungen über den Abbau von Handelsschranken hervorgetreten. In den ersten sechs Verhandlungsrunden stand die Senkung der Zölle im Vordergrund.

GUS

Gemeinschaft unabhängiger Staaten (ehemalige Sowjetunion)

H-FCKW

teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe

Halogene

(griech. Salzbildner); Gruppe von Nichtmetallen, die aus den Elementen Fluor (F), Chlor (Cl), Brom (Br), Jod (J) und Astat (At) besteht.

Halone

Halone sind bromierte →Fluorchlorkohlenwasserstoffe und haben ein sehr hohes →Ozonzerstörungspotential. Halone werden vorwiegend zu Feuerlöschzwecken eingesetzt. Nur etwa 6% der Halone werden jedoch zum Löschen eines Feuers verwendet, der überwiegende Anteil verbleibt in den Löschgeräten und -anlagen, der Rest gelangt durch Löschraining durch Abfüllverluste und durch Fehlauslösung in die Atmosphäre (→Montrealer Protokoll).

Hemisphäre

Halbkugel, Erdhälfte

IC

InterCity

ICE

InterCityExpress

Internalisierung externer Effekte

Einbeziehen der externen Effekte in den Preismechanismus, damit ist gewährleistet, daß das Wirtschaftssubjekt, das die externen Effekte verursacht, die vollen Konsequenzen seines Handels trägt.

IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change

IV

Individualverkehr

Kabotage

Beförderung von Personen und Gütern innerhalb eines Landes

Karzinogene Wirkung

Krebs auslösende Wirkung

Katalysator

Substanz, die eine chemische Reaktion beeinflusst, ohne selbst dabei verändert zu werden. Chloratome und Chloroxid-Radikale wirken bei der Ozonzerstörung in der Stratosphäre als Katalysatoren, d. h. sie sind in der Lage, eine große Anzahl von Ozonmolekülen zu spalten, bevor sie selbst durch eine andere Reaktion verbraucht werden.

KD

Kommissionsdrucksache

Klima

Zustand der Atmosphäre über einem bestimmten Ort, charakteristisch für ein großes Zeitintervall von meist mehr als 30 Jahren.

Klimamodell

Beschreibung des →Klimas in einem mathematischen-physikalischen Computermodell.

Klimaparameter

(Interne) Klimaparameter sind die das Klima direkt charakterisierenden, physikalischen Größen, wie z. B. Strahlung, Temperatur, Niederschlag. Als externe Klimaparameter bezeichnet man die Einflußfaktoren, die zwar das Klimasystem beeinflussen aber nicht mit dem Klimasystem wechselwirken (z. B. Einstrahlung der Sonne, Vulkane, anthropogen bedingte Emission von Treibhausgasen).

Klimarelevante Spurengase

→Treibhausgase.

Klimavariation

Kurzzeitige Änderung des Klimas.

Kohlendioxid (CO₂)

Farbloses, nicht brennbares schwach-säuerliches Gas. CO₂ wird von Pflanzen unter Zurhilfenahme von Wasser und Sonnenenergie zu Kohlehydraten umgewandelt. Bei der Verbrennung von Pflanzen oder der aus ihnen entstandenen →fossilen Energieträger wird der enthaltene Kohlenstoff wieder als CO₂ freigesetzt. CO₂ ist ein wichtiges →Treibhausgas, seine gegenwärtige Konzentration in der Atmosphäre beträgt 355 ppm.

Kohlenwasserstoffe

Organische Verbindungen, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Kohlenwasserstoffe können durch den Zusatz weiterer Elemente wie z. B. →Halogene in halogenierte Kohlenwasserstoffe verändert werden.

Konzentration von Spurengasen

In diesem Bericht wird stets das Volumen →Mischungsverhältnis von Spurengasen – wie üblich in der Physik der Atmosphäre – als Konzentration bezeichnet.

Kurzweiliger Spektralbereich

Bereich elektromagnetischer Strahlung zwischen 0,2 und 4 µm.

Langweiliger Spektralbereich

Bereich elektromagnetischer Strahlung zwischen 4 und 100 µm.

Leichtigkeit des Transports

Aufgrund der Rahmenbedingungen (vorhandene Infrastruktur, Kraftstoffpreise, etc.) kostengünstige und schnelle Beförderung von Personen und Gütern

LPG

(Liquified Petroleum Gas) Flüssiggas

Luftschadstoffe

In der Luft befindliche Stoffe, die sich direkt oder indirekt schädigend auf die Biosphäre auswirken, z. B. Stickoxide, Schwefeldioxid, leichtflüchtige organische Verbindungen und Ozon.

Mischungsverhältnis

In der Atmosphärenforschung hat sich eingebürgert, den Spurenstoffgehalt als Mischungsverhältnis (Molenbruch) anzugeben. Hierbei wird das Volumen-Mischungsverhältnis definiert als das Verhältnis der Moleküle eines Gases zu der Gesamtzahl aller Moleküle. Folgende Abkürzungen sind gebräuchlich:

- 1 ppmv (1 part per million volume):
- 10^{-6} (ein Teil auf eine Million)
- 1 ppbv (1 part per billion volume):
- 10^{-9} (ein Teil auf eine Milliarde)
- 1 pptv (1 part per trillion volume):
- 10^{-3} (ein Teil auf eine Billion).

MIV

Motorisierter Individualverkehr

Modal split

Verteilung des Transportes von Personen und Gütern auf die einzelnen Verkehrsträger (Schiene, Luft, Wasserstraße).

Modelle

Eindimensionales (1-D) Modell – mit diesem Modell läßt sich die Gesamtsäulendichte und die Vertikalverteilung eines Spurenstoffes berechnen.

Zweidimensionales (2-D) Modell – neben der vertikalen Höhe wird hier die geographische Breite als weitere Dimension benutzt, um der breitenabhängigen Solarstrahlung Rechnung zu tragen.

Dreidimensionales (3-D) Modell – hier wird zusätzlich die geographische Länge einbezogen; 3-D-Modelle befinden sich im Hinblick auf chemische Fragestellungen erst im Entwicklungsstadium.

Montrealer Protokoll:

Das Montrealer Protokoll vom 16. September 1987 über Stoffe, die zu einem Abbau der →Ozonschicht führen, ist am 1. Januar 1989 in Kraft getreten. Das Montrealer Protokoll ist die erste Folgevereinbarung zum →Wiener Übereinkommen und bildet einen wichtigen Grundstein in der Umweltpolitik. In dem Protokoll werden die Produktion und der Verbrauch der wichtigsten vollhalogenierten →FCKW und bestimmter →Halone geregelt.

In der zweiten Vertragsstaatenkonferenz zum Montrealer Protokoll im Juni 1990 in London wurde eine Verschärfung der Protokollregelung beschlossen.

Mutagene Wirkung

Das Erbgut verändernde, aber ungerichtete Wirkung.

Nachhaltigkeit

Begriff aus der Land- und Forstwirtschaft, der eine Wirtschaftsweise bezeichnet, die sicherstellt, daß die Produktionsleistung des Ökosystems für kommende Generationen unvermindert erhalten bleibt. Der Begriff wird nicht einheitlich verwendet und teilweise im Sinn der Erhaltung der Waldfläche, des Holzertes, der betrieblichen Wertschöpfung oder des ökologischen Gleichgewichts verstanden.

NASA

National Aeronautics and Space Administration

NBL

Neue Bundesländer

Nord-Süd-Dialog

Begriff für alle Bemühungen, um zwischen der Nord- und der Südhälfte, d. h. zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, zu einem Interessenausgleich zu kommen.

Nutzen-Kosten-Analyse (NKA)

Instrument zur Beurteilung von staatlichen Entscheidungen; durch eine systematische, möglichst vollständige Aufarbeitung der Nutzen und Kosten der einzelnen Maßnahmen und eine Gesamtbeurteilung werden Entscheidungssituationen transparenter.

Nutzenergie

Unter Nutzenergie versteht man die Energie, die vom Verbraucher tatsächlich genutzt wird, d. h. nach Abzug der Umwandlungsverluste beim Einsatz der →Endenergie. Nutzenergie ist

z. B. Wärme, Licht, Kraft, Nutzelektrizität. Die tatsächlich genutzte Energie (Nutzenergie) liegt z. Zt. in der Bundesrepublik Deutschland bei 45 % der Endenergie und bei rund $\frac{1}{3}$ der eingesetzten →Primärenergiemenge.

OECD

Organization for Economic Cooperation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung der westlichen Industrieländer u. Japan)

Ökosystem

Die Einheit von Lebensgemeinschaft (Biozönose) und ihrem Lebensraum (Biotop).

ÖPNV

Öffentlicher Personennahverkehr

ÖV

Öffentlicher Verkehr

Ozon

(griech. das Riechende). Aus drei Sauerstoffatomen bestehendes Molekül; chemisches Zeichen O_3 . Die Hauptmenge des atmosphärischen Ozons befindet sich in der Stratosphäre zwischen zwölf und vierzig Kilometer und wird hier durch photolytische Spaltung von Sauerstoff (O_2) gebildet. Die Ozonmenge in der Troposphäre repräsentiert etwa ein Zehntel der Ozongesamtsäule. Die Hauptquelle ist hier die photochemische Bildung durch →Kohlenwasserstoffe und →Stickoxide auf Grund der Smog-Mechanismen.

Während Ozon in der Troposphäre stark negative Auswirkungen hat (giftig für Tiere, Menschen und Pflanzen; Verstärkung des Treibhauseffektes), wirkt das Ozon in der Stratosphäre als lebensnotwendiger UV-B-Filter.

Ozonloch

1985 wurde entdeckt, daß seit 1977 über der Antarktis während der Monate September und Oktober drastische Abnahmen der Ozonkonzentration stattfinden. Mittlerweile steht fest, daß das jährlich wiederkehrende Ozonloch durch industriell hergestellte →Fluorchlorkohlenwasserstoffe verursacht wird.

Ozonschicht

Schicht in der →Stratosphäre in der der größte Teil des atmosphärischen Ozons enthalten ist. Sie liegt etwa zwischen 15 und 30 Kilometer Höhe.

In der Ozonschicht wird die energiereiche UV-B-Strahlung absorbiert und in Wärme umgewandelt. Verringerung der Ozongesamtsäulendichte haben Intensitätszunahmen der zellschädigenden UV-B-Strahlung am Erdboden zur Folge. Des weiteren kann die Änderung der Ozonschicht zu einer Beeinflussung des →Klimas führen. Durch industriell hergestellte →FCKW wird die Ozonschicht in zunehmendem Maße zerstört.

Ozonzerstörungspotential

Maß für die relative Ozonwirksamkeit chlor- und bromhaltiger Verbindungen. FCKW 11 ist dabei als Bezugsgröße gewählt und mit dem Wert 1 festgesetzt.

Photochemisch

Unter Einwirkung von UV-Strahlung ablaufende chemische Reaktion.

Photolyse

Zersetzung von Molekülen durch Absorption von elektromagnetischer Strahlung.

Photosphäre

gasförmige Schicht der Sonne, aus der das sichtbare Licht der Sonne stammt.

Photosynthese

Der Aufbau von Kohlehydraten durch grüne Pflanzen aus Kohlendioxid und Wasser mit Hilfe des Sonnenlichts.

Phytotoxische Stoffe

Stoffe, die giftig bzw. schädigend für Pflanzen sind.

Postfordistisch

Die Zeit nach der Automatisierung der Fahrzeugproduktion durch Ford

ppmv, ppbv, pptv

→Mischungsverhältnis

Primärenergie

Unter Primärenergie versteht man die Rohstoffe zur Energiegewinnung, d. h. Primärenergieträger sind alle Energieträger, die natürlich vorkommen, z. B. die →fossilen Brennstoffe Steinkohle, Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Ölschiefer, Teersande oder die Kernbrennstoffe Uran, Torium oder die →Erneuerbaren Energiequellen, z. B. Wasserkraft, Windkraft, Sonne, Erdwärme, Biomasse.

Radikal

Atom oder Molekül mit ungepaarten Elektronen. Diese entstehen meist unter Einwirkung von UV-Licht oder Wärme und sind sehr reaktiv.

Referenzmodell

als Vergleichsmaßstab herangezogenes Modell.

Ressourcen

Ressourcen sind einer weiten Begriffsdefinition folgend alle Bestände der Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital, die bei der Produktion von Gütern eingesetzt werden können. Im engeren Sinn werden unter Ressourcen Rohstoffe und Energieträger verstanden, wobei zwischen regenerierbaren und nichtregenerierbaren Ressourcen unterschieden wird. Dem Bericht liegt die engere Begriffsbildung zugrunde.

RME

Rapsölmethylester

Schwefeldioxid (SO₂)

Farbloses, stechend riechendes Schadgas, das überwiegend bei der Verbrennung schwefelhaltiger Energieträger (Kohle, Erdöl) und in geringerem Umfang bei industriellen Prozessen entsteht (→Saurer Niederschlag).

Schwefelsäure-Aerosol

Hauptbestandteil der stratosphärischen Aerosolschicht (in Höhen zwischen 15 und 25 km). Das Verhältnis zwischen Schwefelsäure und Wasser liegt bei 3:1.

Sekundärenergie

Sekundärenergieträger sind alle Energieträger, die als Ergebnis eines Umwandlungsprozesses (z. B. in Raffinerien oder Kraftwerken) aus →Primärenergieträgern entstehen, z. B.: die Kohleprodukte Koks und Briketts, die Mineralölprodukte Benzin und Heizöl, die Gasprodukte Stadtgas und Raffineriegas sowie elektrischer Strom und Fernwärme.

Semi-arid

Halbtrockenes Klima mit drei bis sechs feuchten Monaten.

Sensitivitätsabschätzung

Hier: Abschätzung der Wirkungsweise verschiedener, das Klima beeinflussender Faktoren.

Solarkonstante

1373 Watt pro m². Dies ist die Strahlungsflußdichte (Strahlungsenergie pro Zeit- und Flächeneinheit) der Sonne, die im mittleren Abstand zwischen Sonne und Erde (150 Mio. km) auf einer Einheitsfläche senkrecht zur Strahlrichtung der Sonne vom Außenrand der Atmosphäre empfangen wird.

Sommersmog

Starke Luftverschmutzung, die bei austauscharmer Witterung (z. B. bei Inversionen) über Ballungsgebieten auftritt. Beim Sommersmog entstehen unter Einwirkung von Sonnenstrahlung giftige Stickstoffverbindungen aber auch Ozon. Dies führt bei Menschen insbesondere zu Reizungen der Atemwege und der Augen.

Spurengase

Gase, die nur in Spuren in der Atmosphäre vorkommen, z. B. CO₂, N₂O, CH₄, FCKW.

Stickoxide

NO_x wird fast ausschließlich in Form von NO an die Atmosphäre abgegeben. Da sich sehr schnell ein photochemisches Gleichgewicht zwischen NO und NO₂ einstellt, spricht man im allgemeinen von NO_x als der Summe von NO und NO₂. NO_x entsteht bei Verbrennungsprozessen mit hohen Temperaturen – vor allem durch Kraftfahrzeuge und Kraftwerke (→Saurer Niederschlag, →Ozon).

Strahlungshaushalt

Differenz zwischen aufgenommener und abgegebener Strahlung (z. B. Licht, Wärme).

Stratosphäre

→Atmosphäre

Subsidiaritätsprinzip

Gesellschafts- und sozialpolitisches Prinzip, nach dem übergeordnete Einheiten (z. B. Länder) nur die Aufgaben erfüllen sollen, die auf untergeordneter Ebene (z. B. Gemeinden) nicht übernommen werden können.

Sukzession

Durch äußere Einflüsse verursachtes Übergehen einer Pflanzengesellschaft in eine andere am gleichen Standort.

Synergie

Zusammenwirken; „Das Gesamte hat eine andere Qualität als die Summe der Einzelteile“.

Synergistisch

Das Zusammenwirken verschiedener Einflußgrößen betrachtend.

Szenario

Ermittlung eines möglichen Zustandes unter der Annahme bestimmter Bedingungen. Die Ergebnisse sind unabhängig von den Randbedingungen der Szenarien und unterscheiden sich daher von Prognosen.

Teilhalogenierte FCKW

→Fluorchlorkohlenwasserstoff

Thermosphäre

→Atmosphäre

Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt wird von Gasen in der Atmosphäre hervorgerufen, die die kurzweilige Sonnenstrahlung nahezu ungehindert durch die Atmosphäre zur Erdoberfläche passieren lassen, die langweilige Wärmestrahlung der Erdoberfläche und der Atmosphäre hingegen stark absorbieren. Aufgrund der wärmeisolierenden Wirkung dieser Spurengase ist die Temperatur in Bodennähe um etwa 30°C höher als die Strahlungstemperatur des Systems Erde- Atmosphäre ohne diese Gase (natürlicher Treibhauseffekt). Wegen des Anstiegs menschlich bedingter Spurengase wird mit einer Verstärkung des Treibhauseffektes, die mit →zusätzlicher Treibhauseffekt bezeichnet wird, und einer Temperaturerhöhung gerechnet.

Treibhausgas

Gas in der Atmosphäre, das am Treibhauseffekt beteiligt ist (Wasserdampf, CO₂, N₂O, CH₄, O₃, FCKW).

Tropen

Gebiete, die sich durch ein Tageszeitenklima auszeichnen. Hier sind die Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht größer als die zwischen Sommer und Winter bzw. zwischen Regen- und Trockenzeit.

Tropopause

→Atmosphäre

Troposphäre

→Atmosphäre

Truckingkosten

Reine Fahrtkosten ohne die sonst übliche Einbeziehung anderer Nebenkosten des Transportgewerbes
DN--.25

UBA

Umweltbundesamt

Ultraviolette Strahlung

Abkürzung „UV“; Elektromagnetische Energie mit höheren Frequenzen bzw. kürzeren Wellenlängen (unter 400 µm) als sichtbares Licht; die UV-Strahlung unterteilt sich in drei Bereiche: UV-A (320–400 nm), UV-B (280–320 nm) und UV-C (40–280 nm).

Umweltverbund

Verbund vom umweltfreundlichen Fuß-, Rad- und Öffentlichen Verkehr

UN

Vereinte Nationen

UNCED

United Nations Conference on the Environment and Development

UNEP

United Nations Environmental Program

UV

→Ultraviolette Strahlung

VDA

Verband der Automobilindustrie

Verkehrsleistung

Die in Tonnenkilometer gemessene Verkehrsleistung ist das Produkt von Verkehrsaufkommen (t) und zurückgelegter Transportentfernung (km)

Verweilzeit

Mittlere Lebenszeit eines Gases in der Atmosphäre.

VOC

Flüchtige organische Verbindungen

Warmzeit

Zeitspannen der Klimageschichte der Erde, in deren die mittlere Temperatur auf der Erde relativ hoch war.

Weltorganisation für Meteorologie (World Meteorological Organization, WMO)

Die Konvention zur Gründung der WMO wurde 1947 auf der Zwölften Konferenz der Direktoren der Internationalen Organisation für Meteorologie in Washington angenommen und trat am 23. März 1950 in Kraft. Die WMO soll

- die internationale Zusammenarbeit bei der Schaffung eines Netzes von meteorologischen Beobachtungsstationen und Wetterdienstzentren erleichtern;
- die Entwicklung von Systemen fördern, die einen raschen Austausch von Wettermeldungen ermöglichen;
- die Standardisierung meteorologischer Beobachtungsmethoden fördern und die Vereinheitlichung der Veröffentlichungen von Beobachtungen und Statistiken sicherstellen;
- für die vermehrte Anwendung der meteorologischen Kenntnisse bei der Luftfahrt, Schifffahrt, in der Landwirtschaft und auf anderen Gebieten sorgen;
- Anregungen zur Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet der Meteorologie geben und Hilfe bei der Koordinierung der internationalen Aspekte solcher Programme leisten.

WMO

World Meteorological Organization

Wolkenbedeckungsgrad

Anteil des Himmels, der aus der Sicht eines Beobachters auf der Erdoberfläche mit Wolken bedeckt ist. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Sicht nicht durch Häuser, Bäume oder Berge eingeschränkt ist.

Zentrale-Orte-System

Auf W. Christaller basierende nach Zentralitätsstufen systematisierte Gemeindegrößenklassen (Ober-, Mittel-, Unter-, Kleinzentrum). Zur ordnungsgemäßen Versorgung eines Gebietes muß das Netz der Zentralen Orte flächendeckend sein, wobei sinngemäß der Zentrale Ort höherer Ordnung für seinen Nahbereich auch die Funktion des Ortes niederer Zentralität mit übernimmt.

Zirkulationsmodell

Klimamodell

zonal

Parallel zu den Breitenkreisen verlaufend.

Zyklone

Tiefdruckgebiet

Literaturverzeichnis:

- Arnold, F. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Wissenschaftlicher Sachstand über Treibhauseffekt und Auswirkungen einer Klimaänderung (Klima I)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. Januar 1992, Kommissionsdrucksache 12/4-h
- Bachmann, K. u. H.-G. Nüßer (1992): Die zukünftige Entwicklung des Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. Schriftenreihe der Deutsche Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft B 144
- Barret, M. (1991): Aircraft Pollution – Environmental Impacts and future solutions, WWF Research Paper, August 1991 (Arbeitsunterlage 12/223)
- BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen) (1993): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Mobilität – Darstellung, Bewertung und Optimierung von Stoffströmen“ der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ am 6./7. Mai 1993, Kommissionsdrucksache 12/10a
- Baum, H. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8-d
- Baum, H. u. F. Weingarten (1992): Kooperation zwischen Schienen- und Luftverkehr. Institut für Verkehrswiss., Univ. Köln, Dezember 1992
- Beck, J. P., C. E. Reeves, F.A.A.M. de Leeuw u. S. A. Penkett (1992): The effect of airtraffic emissions on tropospheric ozone in the northern hemisphere. Atmospheric Environment 26A, 17–29
- Bertram, M. (1991): Internationale Erfahrungen mit preispolitischen Beeinflussungen im Stadtverkehr – Folgerungen für die Bundesrepublik Deutschland; in: Zweites Karlsruher Seminar zur Umweltökonomie und Verkehrsplanung – Sozialkosten des Verkehrs, (Reihe B, 136), DVWG (Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft)
- BiP (Büro für integrierte Planung; Gertz, Holz-Rau, Rau) (1993): Verkehrsvermeidung durch Raumstruktur – Personenverkehr; in: Verkehr und Klima, Studienprogramm der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Economica Verlag, Bonn (im Druck)
- Blum, W. (1993): Güter geistern durch die Nacht. Wochenzeitung DIE ZEIT vom 5. Februar 1993, S.36
- BML (1994): Stellungnahme der Agrarressorts des Bundes und der Länder zur Studie des Umweltbundesamtes Ökologische Bilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselmotorenstoff (Ökobilanz Rapsöl)
- BMU (1987): Auto und Umwelt. UBA Broschüre, BMU (Hrsg.), Kohlhammer Verlag, Stuttgart
- BMU (1992): Beitrag von R. Görden, BMU. in Mitteilungen der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft 4/92
- BMV/DIW (1993): Verkehr in Zahlen 1993, Bonn, Berlin
- BMW (Bayerische Motorenwerke) (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8-d
- Bundestags-Drucksache 12/1965 (1992): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Kostenunterdeckung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV); Deutscher Bundestag
- Bundestags-Drucksache 12/2183 (1992): Forschungsvorhaben zur Umweltverträglichkeit des Luftverkehrs; Deutscher Bundestag
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1991): Der fahrleistungsabhängige Ökobonus – Konzept für eine Lenkungsabgabe im privaten Straßenverkehr – Synthesebericht, Bern
- Cerwenka, P. (1988): Auswirkungen der Telekommunikation auf den Personen- und Güterverkehr, in: DVWG (Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V.): Telekommunikation und physischer Verkehr
- Dansgaard, Johnson, Clausen, Dahl-Jensen, Gundestrup, Hammer, Hvidberg, Steffensen, Sveinbjörndóttir, Jouzel, Bond, 1993: Evidence for general instability of past climate from a 250 kyr ice-core record. Nature, 364, 15 Jul 93, 218-220
- DB (Deutsche Bundesbahn) (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8-e
- DB/DR (Deutsche Bundesbahn/Deutsche Reichsbahn) (1992): Die Bahn in Zahlen
- Deutsche Airbus (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8e
- DIW (1993): Fährt die Verkehrspolitik in eine Sackgasse?. DIW Wochenbericht 32/93. Berlin 12. August 1993. 60. Jahrgang
- DIW/IVM (1993): (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung/ Institut für Verkehrswissenschaft, Münster): Gesellschaftliche Kosten und Nutzen der Verteuerung des Transports; in: Verkehr und Klima; Studienprogramm der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Economica Verlag, Bonn (in Druck)
- EG-Kommission (1992): Die künftige Entwicklung der gemeinsamen Verkehrspolitik. Globalkonzept einer Gemeinschaftsstrategie für eine auf Dauer tragbare Mobilität. Kommission der Europäischen Gemeinschaften KOM(92)494 endg., Brüssel, 2. Dezember 1992
- EG-Kommission (1992a): Grünbuch zu den Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt: Eine Gemeinschaftsstrategie für eine „dauerhafte umweltgerechte Mobilität“. Kommission der Europäischen Gemeinschaften KOM(92)46 endg., Brüssel, 6. April 1992
- Ehhalt, D. H., F. Rohrer u. A. Wahner (1992): Sources and distribution of NO_x in the upper troposphere at northern mid-latitudes. J. Geoph. Res., 97, D4, 3725-3738
- EK (1991): Schutz der Erde. Bericht der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des 11. Deutschen Bundestages, Economica Verlag, Band I

- EK (1992): Klimaänderung gefährdet globale Entwicklung. Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestages, Economica Verlag, Bonn
- EK (1993): Verantwortung für die Zukunft – Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“. Economica Verlag, Bonn
- EK (1994): Schutz der Grünen Erde – Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestages, Economica Verlag, Bonn
- Engelkamp, P. (1993): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Mobilität – Darstellung, Bewertung und Optimierung von Stoffströmen“ der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ am 6./7. Mai 1993, Kommissionsdrucksache 12/10b
- Eurostat (1993): Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften. Verkehr, Jährliche Statistiken 1970–1990, Luxemburg 1993
- Ewers, H. J. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10k
- Fellenberg, G. (1977): Umweltforschung – Einführung in die Probleme der Umweltverschmutzung. Springer Verlag, Berlin
- Fichtner (1994): Beispielhafte Aufarbeitung des Bedürfnisfeldes „Mobilität“ für eine stoffstromorientierte Diskussion zur Entwicklung stofflicher und politischer Handlungsperspektiven. Studie i.A. der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“
- Gertz, Holz-Rau, Rau (Büro für integrierte Planung) (1993): Verkehrsvermeidung durch Raumsstruktur – Personenverkehr; in: Verkehr und Klima, Studienprogramm der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre, Economica Verlag, Bonn (im Druck)
- Gates, W. L. (1992): Climate modelling. WMO Bull., 41
- Gladigau, R. (1992): Energiesparen im S-Bahn-Verkehr. Die Deutsche Bahn 12/1992, S.1362 – 1365
- Goppel, K. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10a
- Graßl, H. (1990): Possible climatic effects of contrails and additional water vapor. in (Schumann, U. (Ed), 1990)
- GRIP, Greenland Ice-core Project Members, 1993: climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core. Nature, 364, 15 Jul 93, 203-207
- Grootes, P. M., M. Stuiver, J. W. C. White, S. Johnson u. J. Jouzel (1993): Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. Nature, 366
- Heinisch, R. (1993): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Mobilität – Darstellung, Bewertung und Optimierung von Stoffströmen“ der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ am 6./7. Mai 1993, Kommissionsdrucksache 12/10c
- Heinze, G. W. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10l
- Helling, J. (1992): Reduktion von Energiebedarf und CO₂-Emissionen beim Pkw-Verkehr. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 42. Jg. (1992), Heft 3, S. 126–133
- Helling, J. (1992a): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8d
- Hockel, K. G. L., D. Langen, J. Malloy (1992): Abgas-Emissionsreduzierung – eine Herausforderung für die Automobilindustrie, Meteorologische Zeitschrift 53, 7/(, S.326–338
- Hofmann, D. J. (1991): Aircraft sulphur emissions. Nature, 349, S.659
- Holzwarth J. (Verkehrsministerium Baden-Württemberg) (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8k
- Hüsler, W. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10k
- IBM/BDI (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10c
- ICAO (1992): Annual Report of the Council – 1991, Doc 9581
- ICAO (1992a): Civil aviation statistics of the world 1991. ICAO statistical yearbook 1992
- ICAO (1992b): Outlook for air transport to the years 2001, ICAO circular 237-At/96
- ICAO (1992c): World scheduled airline traffic recovers in 1992. ICAO news release PIO 20/92, Montreal
- IEA (International Energy Agency) (1993): Energy environment updates
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung) (1990): Energieverbrauch und Emissionen im Verkehrsbereich. Trend- und Reduktionsszenario. Berechnungen zum Personenverkehr. In: Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1990): Energie und Klima. Band 7: Konzeptionelle Fortentwicklung des Verkehrsbereichs. Studie A.6.4. Bonn, Karlsruhe: Economica Verlag, C. F. Müller
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung) u. TÜV Rheinland (1990): Energieverbrauch und Emissionen im Verkehrsbereich. Trend- und Reduktionsszenario. Berechnungen zum Güterverkehr. In: Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1990): Energie und Klima. Band 7: Konzeptionelle Fortentwicklung des Verkehrsbereichs. Studie A.6.5. Bonn, Karlsruhe: Economica Verlag, C. F. Müller
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung) (1992): Motorisierter Verkehr in Deutschland. Studie i. A. des Umweltbundesamtes, Juni 1992
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung) (1992a): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8d
- ISV (Institut für Straßen- und Verkehrswesen) (1990): Maßnahmenprogramm zur Technologieentwicklung im Verkehrsbereich – Trendszenario; in: Enquete-Kommission „Vorsorge

- zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Energie und Klima. Bd. 7, S. 429–486, Economica Verlag, Bonn
- ITP/IVT (1991) (Intraplan Consult GmbH/Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung): Personenverkehrsprognose 2010 für Deutschland. Projekt i.A. des Bundesministers für Verkehr. FE-Nr. 90300/90
- Jäger (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Wissenschaftlicher Sachstand über Treibhauseffekt und Auswirkungen einer Klimaänderung (Klima I)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. Januar 1992, Kommissionsdrucksache 12/4b
- Johnson, C. E. u. J. Henshaw (1991): The impact of NOX emissions from tropospheric aircraft. Harwell Lab., Oxon, UK, Report AEA-EE-0127
- Kessel+Partner Verkehrsconsultants (1991): Güterverkehrsprognose 2010 für Deutschland. Forschungsprojekt FE-Nr. 90200/90 i.A. des Bundesministers für Verkehr
- Kessel+Partner Verkehrsconsultants (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Nachfrage- und Angebotsentwicklung im Verkehr (Verkehr I)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 29./30. Juni 1992, Kommissionsdrucksache 12/7f
- Knau, U. (1993): Maßnahmen zum Energiesparen bei Fahrzeugen des Schienenpersonenverkehrs; Die Deutsche Bahn 3/93, S.227–228
- Knisch, H. (1991): Auto-Müll, Globus
- Krämer-Badoni, T. (1993): Stellungnahme im Rahmen der nicht-öffentlichen Anhörung „Psychologie und Freizeitverhalten im Verkehr“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 4. Mai 1993, Kommissionsdrucksache 12/18d
- Krause, G.: Schutz der Erdatmosphäre. Von Bundesverkehrsminister Dr. G. Krause. Verkehrsnachrichten 3–92, S.4–8
- Kutter, E. (1991): Verkehrsintegrierende räumliche Planungsinstrumente; in: Materialien zur Raumentwicklung: „Raumordnung in Deutschland“, Heft 40, S.285–310, BfLR (Hrsg.), Bonn
- Kutter, E. (1991a): Siedlungsstruktur, Verkehrserfordernisse und die Bedeutung der Verkehrspolitik; in: Ende des Automobils; Arbeitsberichte des Verkehrswesen-Seminars der TU Berlin, Bd.3, S.33–47, Berlin
- Kutter, E. (1992): Grundlagen und Entwicklungen des Verkehrsverhaltens; in: Hamburg – Perspektiven im Verkehr; Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg (Hrsg.); Hamburg, S.13–23
- Kutter, E. (1993): Berliner Möglichkeiten der integrierten Verkehrsbewältigung; in: Fahrrad und Stadt, ADAC (Hrsg.), Berlin, S.47–65
- Kutter, E. (1993a): Europe needs Cost Reduction in Transport rather than Cost Coverage; in: The Coverage of Interurban Traffic Costs, ECMT, Round Table 98, Paris, Dezember 1993
- Kutter, E. (1993b): Eine Rettung des Lebensraumes Stadt ist nur mit verkehrsintegrierender Raumplanung möglich; in: Verkehr in Stadt und Region, Informationen zur Raumentwicklung, Heft 5/6, S. 283–294, BfLR (Hrsg.), Bonn
- Kutter, E. (1993c): Gestaltete Raumentwicklung in Brandenburg und Berlin; in: Eine Region braucht Rat, SRL Schriftenreihe 36, SRL (Hrsg.), Bochum 1993
- Kutter, E. (1994): Verkehrsvermeidung und Siedlungsentwicklung; in: Die Mobilität von Morgen, Zukunftsstudien, Band 12, S. 253–282, Weinheim u. Basel
- Kutter, E. (1994a): Umsetzungsprobleme bei der Gestaltung der Stadt- und Raumstruktur; Veröffentlichungen des Instituts für Städtebau, Berlin (in Druck)
- Kutter, E. (1994b): Ansätze in der Raumordnungspolitik zur Verkehrsvermeidung: Veranstaltung „Klimaschutz durch Verkehrsvermeidung“ des Klima-Bündnisses am 28. September 1993 in Frankfurt. (Druck in Vorbereitung)
- Kutter, E. (1994c): Umsetzungs- und Konsensbildungsprozesse zur Gestaltung der Stadt- und Raumstruktur; in: Verkehr und Städtebau – Beeinflussung des Stadt- und Stadtumlandverkehrs durch städtebauliche Maßnahmen, Dokumentation des 324. Kurses, Sammelband 58, Institut für Städtebau, Berlin
- Kutter, E. (1994d): Welchen Preis hat ein langfristig tragfähiger Verkehrssektor, Verkehr und Technik, Heft 7, S.291–297, Schmidt-Verlag, Berlin
- Lecht, M., P. Schimming, G. Winterfeld (1986): Ermittlung der Emissionen ziviler Triebwerkstypen im Teillastbereich, DLR Studie i.A. des TÜV Rheinland vom 22. Januar 1986
- Lovins A. (1993): Vortrag vor der Enquete-Kommission am 17. Mai 1993. Kommissionsdrucksache 12/19a
- Lufthansa (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Nachfrage und Angebotsentwicklung im Verkehr (Verkehr I)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 29./30. Juni 1992, Kommissionsdrucksache 12/7d
- Lufthansa (1992a): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8d
- Mayer, J. (1993): Die energiesparende Bahn; Die Deutsche Bahn 3/93, S.217–220
- McFarlane, N. A., G. J. Boer, J.-P. Blanchet u. M. Lazare (1992): The Canadian Climate Centre Second-Generation General Circulation Model and its Equilibrium Climate. J. of Climate, 5, Oct 92, 1013–1044
- Monheim, H.; Monheim-Dandorfer, R. (1990): Straßen für alle. Analysen und Konzepte zum Stadtverkehr der Zukunft. Hamburg: Rasch und Röhring
- MTU – Deutsche Aerospace (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8a
- MTZ (Meteorologische Zeitschrift) (1993): Katalysator Startheizungssystem, MT 54, S.22–23
- Newman, P. W. G., Kenworthy, J. R. (1989): Cities and Automobile Dependence: A Sourcebook; Gower Publishing Comp. LTD, Aldershot (GB) – Brookfield (USA)
- Nüßer, H.-G., A. Schmitt (1990): The global distribution of air traffic at high altitudes, related fuel consumption and trends; in: U. Schumann (Ed.) 1990
- Opaschowski, H. W. (1993): Auto und Freizeit. Ein Forschungsprojekt des B.A.T. Freizeit-Forschungsinstitut in Zusammenarbeit mit Saab Deutschland. Hamburg 1993
- OPEL (1993): Initiativen für die Umwelt. Adam Opel AG, Rüsselsheim, Ausgabe 1993
- Reichow, H.-P. (1991): Luftverkehr und Umwelt. Sonderdruck LeitWerk, Magazin für Führungskräfte der Lufthansa, Heft 1 und 2
- Rieland M. (1994): Abschätzung der Emissionen von klimarelevanten Spurengasen durch den nationalen zivilen Luftverkehr in der Bundesrepublik Deutschland – Einsparpotential durch Verlagerung des Kurzstreckenluftverkehrs auf die

- Schiene, interne Studie der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, März 1994
- Roeckner, E., K. Arpe, L. Bengtsson, S. Brinkop, L. Dümenil, M. Esch, E. Kirk, F. Lunkeit, M. Ponater, B. Rockel, R. Sausen, U. Schlese, S. Schubert, M. Windelband (1992): Simulation of the present-day climate with the ECHAM model: impact of model physics and resolution. Max-Planck-Inst. f. Meteorologie, Report Nr. 93, Oct 92
- Rohrer, F. (1993): Stickoxide in der nördlichen Hemisphäre – Quellen und Konzentrationsverteilung. Vortrag auf dem AGF-Symposium „Atmosphärisches Ozon“, 6. Dezember 1993, Bonn
- Rommerskirchen S., U. Becker, P. Cerwenka, M. Eland u. a. (1991): Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der verkehrlichen CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bonn. FE-Nr. 90 303/90. Schlußbericht. Basel, Oktober 1991
- Rothengatter (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8e
- Sauer, A. (1992): Technische Instrumente zur Preiserhebung im Stadtverkehr – Wirkungsweise und Systeme; in: Weniger Stadtverkehr durch Verteuerung der Mobilität?, ADAC, Thomas-Morus-Akademie
- Schallaböck, K. O. (1990): Die ökologischen Grenzen der Automobilindustrie und des Automobilmassenverkehrs, in: Muster, M.; Richter, U. (Hg.): Mit Vollgas in den Stau: Automobilproduktion, Unternehmensstrategien und die Perspektiven eines ökologischen Verkehrssystems; Hamburg: VSA-Verlag
- Shell (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Nachfrage- und Angebotsentwicklung im Verkehr (Verkehr I)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 29./30. Juni 1992, Kommissionsdrucksache 12/7a
- Schmidt, A. P. (1992): Entwicklungstrends der Verkehrsflugzeugbranche und deren Projektion bis zum Jahr 2010 unter Anwendung einer integralen Szenariotechnik. Europäische Hochschulschriften, Reihe V, Bd./Vol 1243
- Schmitz, S. (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10e
- Schumann, U. u. P. Wendling (1990): Determination of contrails from satellite data and observational results. in U. Schumann (Ed) 1990
- Schumann U. (1993): On the effect of emissions from aircraft engines on the state of the atmosphere. DLR, Inst. f. Physik der Atmosphäre, Report Nr. 1
- Socialdata (1992): Kleine Fibel vom Zufußgehen und anderen Merkwürdigkeiten. München, April 1992
- Sonnemann, G. (1992): Ozon – natürliche Schwankungen und anthropogene Einflüsse. Akad. Verl., Berlin
- SRU (1994): Umweltgutachten 1994 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen: Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Unterrichtung durch die Bundesregierung, Bundestagsdrucksache 12/6995
- Statistisches Bundesamt (1993): Statistisches Jahrbuch 1993
- Statistisches Bundesamt (1993a): Arbeitsunterlage zum Luftverkehr – Entwicklung des Luftverkehrs 1960–90
- Steierwald G. (1982): Energieeinsparung durch Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen, Stuttgart
- Steierwald, G. (1993): Systemvergleich für unterschiedliche verkehrliche Prozeßabläufe und Transportketten hinsichtlich des Energieeinsatzes und klimarelevanter Emissionen im Güterverkehr; in: Verkehr und Klima, Studienprogramm der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Economica Verlag, Bonn (in Druck)
- Süddeutsche Zeitung (1993): Ausgabe vom 9. Dezember 1993
- Suntum U. van (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10f
- Taylor, K. C., C. U. Hammer, R. B. Alley, H. B. Clausen, D. Dahl-Jensen, A. J. Gow, N. S. Gundestrup, J. Kipfstuhl, J. C. Moore u. E. D. Waddington (1993): Electrical conductivity measurements from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. Nature, 366, 9 Dec 93, 549–552
- TÜV-Rheinland (1985): Abgasgroßversuch VD-TÜV
- TU-Dresden (1993): Verhaltensänderungen im Stadtverkehr – Ursachen und Trends in den östlichen Bundesländern, spezielle Auswertung des SrV-Plus 1991 und der Vergleich mit KONTIV 1989, Dresden, 1993
- UBA (Umweltbundesamt) (1992): Jahresbericht 1991. Berlin, 1992
- UBA (Umweltbundesamt) (1992a): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung durch Vermeidung im Verkehr (Verkehr III)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 16./17. November 1992, Kommissionsdrucksache 12/10h
- UBA (Umweltbundesamt) (1992b): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8g
- UBA (1993): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Mobilität – Darstellung, Bewertung und Optimierung von Stoffströmen“ der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ am 6./7. Mai 1993, Kommissionsdrucksache 12/10 a
- UBA (1993a): Minderung der Luft und Lärmbelastung im Güterverkehr, Gutachten des UBA
- UN (1990): United Nations Centre: Transnational corporations and climate change. New York 1990 United Nations Environmental Programme (UNEP): Environmental effects of ozone depletion: 1991 update
- Ungefug, H. G. (1992): Überlegungen und Berechnungen zur Flughafen-Kapazitätsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010, Verlag Dieter Niedecken GmbH, Hamburg (Arbeitsunterlage 12/237)
- VDA (Verband der Automobilindustrie) (1992): Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8i
- Volz, A. u. D. Kley (1988): Evaluation of the Montsouris series of ozone measurements made in the nineteenth century. Nature, 332, 240–242
- Vorgt U. (1992): Verkehrswegepolitik muß umweltpolitische Ziele stärker berücksichtigen, Wochenbericht des DIW, Nr. 51

- Voß, G. (1992):** Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „CO₂-Minderung im Verkehr durch Aktivierung besserer Technik und Organisation (Verkehr II)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 23./24. September 1992, Kommissionsdrucksache 12/8a
- Wacker (1992):** Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Nachfrage- und Angebotsentwicklung im Verkehr (Verkehr I)“ der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ am 29./30. Juni 1992, Kommissionsdrucksache 12/7q
- Wagner (1991):** Ozon-Symposium – München, 2–4 Juli 1991; als: Arbeitsunterlage der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ 12/74
- Weinberger, M., Thomassen, H. G., Willeke, R. (1991):** Kosten des Lärms in der Bundesrepublik Deutschland, Berlin: Erich Schmidt
- Weise H. (1992):** Nichts paßt bei der Bahn: Die Zeit Nr.52, 20. November 1992,
- WMO/UNEP (1992):** Global Ozone Research and Monitoring Project, Nr. 25, Genf
- WRI (1990) (World Resources Institute):** Driving Forces: Motor vehicle trends and their implications for global warming, energy strategies, and transportation planning. December 1990
- Zimmermeyer, G. (1993):** Stellungnahme im Rahmen der öffentlichen Anhörung „Mobilität – Darstellung, Bewertung und Optimierung von Stoffströmen“ der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ am 6./7. Mai 1993, Kommissionsdrucksache 12/10

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 53113 Bonn

Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28/3 82 08 40, Telefax: 02 28/3 82 08 44
ISSN 0722-8333