



**A n h ö r u n g**  
**„Mobilität und Verkehr“**

**am 6. Dezember 2001, 10.00 bis 17.00 Uhr**  
**Plenarbereich Reichstagsgebäude, Raum 3 S 001**

Teil 1: Fragenkatalog zur Anhörung der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung" Mobilität und Verkehr	6
Teil 2: Schriftliche Stellungnahmen der Sachverständigen *	16
Teil 3: Thesen der Kurzstatements	239
Teil 4: Lebensläufe und Tätigkeitsschwerpunkte der Sachverständigen	259

---

\* Soweit sie dem Sekretariat der Enquete-Kommission vorliegen

<b>Teil 1: Fragenkatalog zur Anhörung der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung" Mobilität und Verkehr</b>	<b>6</b>
<b>Allgemeine Vorbemerkung</b>	<b>6</b>
<b>Gegenstandsbereiche:</b>	<b>7</b>
(1) Rahmenbedingungen	7
(2) Verkehrsbereiche	7
(3) Handlungsfelder	8
(4) Beteiligung	10
(5) Fragenkatalog	12
<b>Teil 2: Schriftliche Stellungnahmen der Sachverständigen</b>	<b>16</b>
<b>Carsten Ascheberg, Sigma</b>	<b>16</b>
10 Thesen zur Zukunft der Mobilität	16
1. Das Automobil wird auch im 21. Jahrhundert das bevorzugte Mobilitätsmedium bleiben!	16
2. www.grossmutter.de statt „Oma am Wochenende besuchen“? Elektronische Kommunikation wird physische Mobilität nicht ersetzen können!	16
3. Die öffentliche Debatte um Sinn und Unsinn des Automobils geht am Alltagserleben der Menschen vorbei!	17
4. Das schlechte Umwelt-Gewissen von einst hat sich zu einer Erwartungshaltung an Hersteller und Politik gewandelt.	18
5. Das eigene Auto ist längst Teil der ästhetischen Identität des Einzelnen geworden - jenseits all dessen, was gemeinhin als „logisch“ oder „vernünftig“ gilt! Für drei von vier Autofahrern in Deutschland wäre ein Leben ohne Auto eine „schreckliche Vorstellung“!	18
6. Wertemix und Lebensstil der Modernen Mainstream Milieus verändern die Märkte!	19
7. Im Postmodernen Avantgarde-Milieu werden Mobilitäts-Angebote bevorzugt, die die eigene ästhetische Identität am besten bedienen: Vom Individualismus zum Subjektivismus!	20
8. Den Älteren gilt der PKW als Garant eines aktiven und selbst bestimmten Lebens!	20
9. Über Erfolg oder Mißerfolg neuer Mobilitäts-Angebote entscheiden grenzüberschreitende Zielgruppen!	21
10. Die Verbraucher gestalten ihr Mobilitätsverhalten immer souveräner und selbstbewußter. Wer es beeinflussen will, muß dessen Grundmotive verstehen und akzeptieren!	21
<b>Professorin Dr. Christine Bauhardt, TU Berlin, Berlin</b>	<b>23</b>
Meine Stellungnahme gebe ich vor dem Hintergrund dreier Prämissen ab:	23
Stellungnahme zu einzelnen Fragekomplexen der Kommission	24
Zusammenfassung	30
<b>Dr. Axel Friedrich, Umweltbundesamt, Berlin</b>	<b>32</b>
1. Einführung	32
2. Entwicklungstrends	33
Verkehrsleistung	33
Emissionen	33
3. Neue Fahrzeug- und Antriebstechniken	36
4. Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechnik	40
5. Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele	41
Verkehrsarme Siedlungsstrukturen	41
Verkehrsarme Wirtschaftskreisläufe	43
Stärkung des ÖPNV und der Bahn	44
Stärkung des nicht-motorisierten Verkehrs	45
Reduzierung der Klimabelastungen durch den Flugverkehr	46
Begrenzung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen	47
Fiskalische Instrumente	48
Verbraucherverhalten	50
6. Monitoring	51
7. Verkehrsaufkommen im Seeverkehr	53
Annex 53	

<b>Dr. Walter Hell, Institut für Mobilitätsforschung, Berlin</b>	<b>60</b>
Vorbemerkung	60
Stellungnahme.	60
<b>Dr. Ulrich Höpfner, IFEU-Institut, Heidelberg</b>	<b>82</b>
1. Die limitierten Emissionen des motorisierten Verkehrs stellen heute oder in absehbarer Zukunft in Deutschland kein relevantes Umweltproblem mehr dar.	82
2. Die Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr werden – dem Standard-Szenario zufolge – im Jahr 2020 knapp 10 Prozent über 1990 liegen. Damit würde zwar das weitere Anwachsen gegenüber der vergangenen Dekade eingedämmt werden, aber keine Reduktion statt finden.	85
3. Die Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr werden – dem Szenario „Technische Reduktion“ zufolge – im Jahr 2020 um 7 Prozent unter denjenigen aus 1990 liegen. Damit würde zwar das Ziel einer Halbierung bei weitem verfehlt, aber immerhin eine Reduktion statt finden.	88
4. Aus Gründen des Klimaschutzes und wegen der zurückgehenden Erdölvorräte müssen andere und dann zunehmend regenerative Energieträger genutzt werden.	89
5. Aus Gründen des Klimaschutzes und wegen der zurückgehenden Erdölvorräte müssen regenerative Energieträger mit einem optimalen Wirkungsgrad genutzt werden.	90
6. Unsere Gesellschaft hat viele Handlungsmöglichkeiten, mit diesen Herausforderungen umzugehen.	90
<b>Dr. Rainer Hopf und Dr. Ulrich Voigt, DIW, Berlin</b>	<b>92</b>
Vorbemerkungen	93
Stellungnahme	94
<b>Markus Maibach, INFRAS, Zürich</b>	<b>134</b>
1. RAHMENBEDINGUNGEN VERKEHR 2020/2050	134
2. VERKEHRSBILD 2020/2050	134
3. EMISSIONEN	135
4. I + K –POTENZIALE	135
5. EMISSIONSENTWICKLUNGEN	136
6. KLIMAEMISSIONEN NACH TRÄGER	136
7. KLIMASCHUTZZIELE 2020 UND 2050	136
8. MASSNAHMEN	137
9. UMWELTVERTRÄGLICHES MOBILITÄTSVERHALTEN	137
10. KRITISCHE MEILENSTEINE	139
11. POLITISCHE INITIATIVEN BEI ZIELVERFEHLUNG	139
12. MONITORING UND ANPASSUNG	139
13. VERFEHLEN DER MINDERUNGSZIELE	140
14. MASSNAHMEN IN ANDEREN SEKTOREN	140
<b>Hartmut Mehdorn, Deutsche Bahn AG, Berlin</b>	<b>141</b>
Fragenkatalog zur Anhörung "Mobilität und Verkehr" – Antwort der DB AG –	142
Anlage 1:	168
Anlage 2:	169
Anlage 3:	171
<b>Prof. Dr. Adolf Müller-Hellmann, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Köln</b>	<b>172</b>
<b>Bernd Nierhauve, Aral AG, Bochum</b>	<b>173</b>
1. Vision und Ziele	173
2. Auswahl eines zukunftsfähigen Kraftstoffs	174
3. Herstellung von Wasserstoff	174
4. Verteilungsinfrastruktur für Wasserstoff	177
5. Anwendung von Wasserstoff in Fahrzeugen	179
6. Kosten und Nutzen (CO <sub>2</sub> -Minderung) von Wasserstoff als zukünftigem Kraftstoff	180
7. Schlussfolgerungen	183
<b>Frank Overmeyer, DaimlerChrysler AG, Stuttgart</b>	<b>186</b>
Stellungnahme von DaimlerChrysler zum Fragenkatalog zur Anhörung der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung" Mobilität und Verkehr	186
Schlussbemerkung:	201
<b>Prof. Dr. Rudolf Petersen, Wuppertal Institut, Wuppertal</b>	<b>202</b>

Stellungnahme .....	202
1. Frage .....	202
2. Frage .....	203
3. Frage .....	205
4. Frage .....	207
5. Frage .....	208
6. Frage .....	210
7. Frage .....	211
8. Frage .....	220
9. Frage .....	225
10. Frage .....	227
11. Frage .....	227
12. Frage .....	230
13. Frage .....	230
14. Frage .....	231
Abschließende Anmerkungen .....	235
<b>Teil 3: Thesen der Kurzstatements .....</b>	<b>239</b>
<b>Carsten Ascheberg, Sigma .....</b>	<b>239</b>
<b>Professorin Dr. Christine Bauhardt, TU Berlin .....</b>	<b>240</b>
<b>Dr. Rainer Hopf, DIW Berlin .....</b>	<b>242</b>
<b>Dr. Ulrich Höpfner, IFEU-Institut .....</b>	<b>243</b>
<b>Markus Maibach, Infrac .....</b>	<b>248</b>
<b>Bernd Nierhauve, Aral AG .....</b>	<b>250</b>
<b>Prof. Dr. Rudolf Petersen, Wuppertal Institut .....</b>	<b>255</b>
<b>Dr. Ulrich Voigt, DIW .....</b>	<b>258</b>
<b>Teil 4: Lebensläufe und Tätigkeitsschwerpunkte der Sachverständigen .....</b>	<b>259</b>
Carsten Ascheberg, <a href="mailto:karnap@sigma-online.com">karnap@sigma-online.com</a> , <a href="http://www.sigma-online.com">http://www.sigma-online.com</a> .....	259
Prof. Dr.phil. Christine Bauhardt, <a href="mailto:bauhardt@imup.tu-berlin.de">bauhardt@imup.tu-berlin.de</a> , <a href="http://www.tu-berlin.de/~imup/bauhardt.htm">http://www.tu-berlin.de/~imup/bauhardt.htm</a> .....	260
Dr. Axel Friedrich, <a href="mailto:axel.friedrich@uba.de">axel.friedrich@uba.de</a> , <a href="http://www.uba.de/">http://www.uba.de/</a> .....	261
Dr. Walter Hell, <a href="mailto:walter.hell@ifmo.de">walter.hell@ifmo.de</a> , <a href="http://www.ifmo.de/">http://www.ifmo.de/</a> .....	262
Dr. Ulrich Höpfner, <a href="mailto:ulrich.hoepfner@ifeu.de">ulrich.hoepfner@ifeu.de</a> , <a href="http://www.ifeu.de">http://www.ifeu.de</a> .....	264
Dr. Rainer Hopf, <a href="mailto:rhopf@diw.de">rhopf@diw.de</a> , <a href="http://www.diw.de/">http://www.diw.de/</a> .....	265
Markus Maibach, <a href="mailto:markus.maibach@infrac.ch">markus.maibach@infrac.ch</a> , <a href="http://www.infrac.ch/">http://www.infrac.ch/</a> .....	266
Hartmut Mehdorn, <a href="http://www.bahn.de/">http://www.bahn.de/</a> .....	267
Prof. Dr. Müller-Hellmann, <a href="mailto:mueller.hellmann@vdv.de">mueller.hellmann@vdv.de</a> , <a href="http://www.vdv.de/">http://www.vdv.de/</a> .....	268
Bernd Nierhauve, <a href="mailto:bernd.nierhauve@aral.de">bernd.nierhauve@aral.de</a> , <a href="http://www.aral.de/">http://www.aral.de/</a> .....	269
Frank Overmeyer, <a href="mailto:frank.overmeyer@daimlerchrysler.com">frank.overmeyer@daimlerchrysler.com</a> , <a href="http://www.daimlerchrysler.com/">http://www.daimlerchrysler.com/</a> .....	270
Prof. Dr. Rudolf Petersen, <a href="mailto:rudolf.petersen@wupperinst.org">rudolf.petersen@wupperinst.org</a> , <a href="http://www.wupperinst.de/">http://www.wupperinst.de/</a> ..	272
Dr. Ulrich Voigt, <a href="mailto:uvoigt@diw.de">uvoigt@diw.de</a> , <a href="http://www.diw.de/">http://www.diw.de/</a> .....	273



*Teil 1: Fragenkatalog zur Anhörung der Enquete-Kommission "Nachhaltige  
Energieversorgung" Mobilität und Verkehr*

### **Allgemeine Vorbemerkung**

Das Aufkommen des Personen- und Güterverkehrs ist in den letzten Jahren ständig gestiegen. Trotz erheblicher Verbesserungen der spezifischen Verbräuche in vielen Verkehrssektoren zeichnet sich beim Gesamtverkehr beim Primärenergieverbrauch, bei der Flächennutzung und bei der Freisetzung von klimawirksamen Gasen im Trend eine problematische Entwicklung ab. Insbesondere unter Gesichtspunkten des langfristigen Klimaschutzes steht das Verkehrssystem in Deutschland vor großen Herausforderungen. Der Klärung dieser Langfristthemen und der Anforderungen an eine neue Verkehrspolitik dient die Anhörung.

Mit Blick auf die Zielsetzung der Enquete soll insbesondere die Langfristperspektive (Horizont 2050) erhellt werden, wobei auch die mittelfristige Perspektive (Horizont 2020) für die notwendigen Übergangsprozesse zu berücksichtigen ist. Auch bei hauptsächlicher Orientierung auf Deutschland müssen die bereits bestehenden und absehbar zunehmenden Verflechtungen in Europa und gegebenenfalls auch darüber hinaus berücksichtigt werden.

Zunächst sollen die Determinanten der künftigen Verkehrsentwicklung und ihre voraussichtliche Entwicklung in Abhängigkeit von gesellschaftlichen Trends und technischen Entwicklungen im Einzelnen betrachtet werden. Darauf sollen die detaillierte Betrachtung der maßgeblichen Verkehrsbereiche aufgebaut werden. Die Untersuchung der einzelnen Verkehrsmärkte soll dabei einerseits unter dem Aspekt der technischen Entwicklungen erfolgen, andererseits in Hinblick auf die Zielsetzungen bezüglich Energieeinsparung und Klimaschutz.

Als Grundlage für die weiteren Beratungen der Enquete-Kommission sollen insbesondere auch Empfehlungen hinsichtlich des Instrumentenmix zur forcierten Entwicklung der erforderlichen Technologien, zum Abbau von Hemmnissen bzw. zur

Herstellung von Handlungsbereitschaft sowie zu den staatlichen Handlungspotentialen und -notwendigkeiten vorgelegt werden.

### **Gegenstandsbereiche:**

#### (1) Rahmenbedingungen

Verkehr ist die Folge von Mobilitätsbedürfnissen unterschiedlichster Art. Zunächst müssen daher Determinanten und Triebkräfte der Verkehrsentstehung geklärt werden:

- Bevölkerungsentwicklung
- Entwicklung der Siedlungsstruktur
- Wirtschaftsentwicklung und Wirtschaftsverflechtung
- Transitverkehre
- Einfluss technologischer und organisatorischer Entwicklungen auf Art und Umfang der Verkehrsnachfrage
- Gesellschaftliche Paradigmata und Lebensstile

#### (2) Verkehrsbereiche

Für die Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse stehen eine Reihe von Verkehrssystemen und ihre Kombinationen zur Verfügung. Sie unterliegen jeweils spezifischen qualitativen, wirtschaftlichen, technologischen und ökologischen Bedingungen und benutzen unterschiedliche Energieträger. Ihre Weiterentwicklung kann zu quantitativ und qualitativ neuen Systemen für den öffentlichen und privaten Personenverkehr und für den Güterverkehr führen.

Die wichtigsten Verkehrsträger sollen näher betrachtet werden:

- Motorisierter Individualverkehr (Beruf, Geschäft, Freizeit, Urlaub; städtische Verkehre, Flächenerschließung, Langstreckenverkehre)
- Öffentlicher Landverkehr (Schiene, städtisch, nah, fern; Straße)
- Nicht motorisierter Verkehr

- Güternahverkehr
- Straßengüterfernverkehr (inkl. der Transitverkehre)
- Schienengüterverkehr (Massengüter, Stückgüter)
- Schiffstransport
- Luftverkehr

### (3) Handlungsfelder

Verkehr führt zu unerwünschten Nebenwirkungen, die eine faire politische Lastenverteilung und Lastenminderung erfordern. Ein besonderes Interesse besteht daher in der Analyse von möglichen und notwendigen staatlichen Handlungsansätzen. Denkbare Handlungsfelder sind dabei:

Effizienzsteigernde Maßnahmen in der Verkehrsinfrastruktur:

- Beseitigung von Engpässen, Verkehrsmanagement
- Schaffung neuer Verkehrssysteme

Lenkende Maßnahmen:

- Fiskalische Ansätze
- Ordnungspolitische Ansätze
- Planung und Infrastruktur
- Forschung
- Information, Öffentlichkeitsarbeit
- Internationale Verhandlungen und Vereinbarungen
- Flankierende Maßnahmen außerhalb des engeren Verkehrsbereichs (z. B. Klärung, ob nationale oder europäische Gesetzes- oder Verordnungsvorhaben eine ungewollte verkehrserzeugende Wirkung haben.)

Bei allen Maßnahmen ist eine Betrachtung erforderlich, die den erforderlichen volkswirtschaftlichen Aufwand mit den erreichbaren Verbesserungen ins Verhältnis setzt. Bei fiskalischen Eingriffen ist zu betrachten, wie die abgeschöpften Beträge so wie-



der eingesetzt werden können, dass der angestrebte Effekt einer Substitution von energieabhängigen Emissionen durch Kapitaleinsatz optimal erreicht werden kann.

## (4) Beteiligung

<b>Carsten Ascheberg,</b> Geschäftsführer Sigma, Gesellschaft für Internationale Marktforschung und Bera- tung mbH, Mannheim	Lebenswelten, Szenarien des Zusam- menlebens
<b>Prof. Dr. Christine Bauhardt,</b> TU Berlin, Berlin	Rahmenbedingungen und gesellschaftli- che Entwicklungen des Mobilitätsverhal- tens
<b>Dr. Axel Friedrich,</b> Umweltbundesamt Berlin	Technische und staatliche Rahmenset- zung zur umweltpolitischen Optimierung von Verkehrssystemen
<b>Dr. Walter Hell,</b> Institut für Mobilitätsforschung, Berlin	Erste Ergebnisse der Mobilitätsstudie
<b>Dr. Ulrich Höpfner,</b> IFEU-Institut, Heidelberg	Entwicklung der Emissionen aus den ver- schiedenen Verkehrssektoren
<b>Dr. Rainer Hopf,</b> DIW, Berlin	Verkehrsentwicklung, Wirtschaft, Energie, Umwelt in nationaler und europäischer Perspektive
<b>Markus Maibach,</b> INFRAS, Zürich	Externe Kosten des Verkehrs
<b>Hartmut Mehdorn,</b> Deutsche Bahn AG, Berlin	Technische und wirtschaftliche Perspekti- ven des Schienenverkehrs
<b>Prof. Dr. Adolf Müller-Hellmann,</b> Verband Deutscher Verkehrsunterneh- men (VDV)	Technische und wirtschaftliche Perspekti- ven des ÖPNV
<b>Bernd Nierhauve,</b> ARAL AG	Zukünftige Antriebe und Treibstoffe (Ver- kehrswirtschaftliche Energiestrategie)
<b>Frank Overmeyer,</b> DaimlerChrysler AG, Stuttgart	Technische und wirtschaftliche Perspekti- ven des Straßenverkehrs
<b>Prof. Dr. Rudolf Petersen,</b> Wuppertal Institut, Wuppertal	Handlungsfelder zur Beeinflussung von verkehrsbedingten klimawirksamen Emissionen

**Dr. Ulrich Voigt,**  
DIW, Berlin

Verkehrsentwicklung, Wirtschaft, Energie,  
Umwelt in nationaler und europäischer  
Perspektive

## (5) Fragenkatalog

Entsprechend den Empfehlungen der 1. Klima-Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages soll als langfristiges Ziel eine deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen angestrebt werden, für Kohlendioxid betragen die nationalen Minderungsziele 50 % bis 2020 und 80 % bis 2050. Zu den genannten nationalen Minderungszielen sollen langfristig alle Verursachersektoren prinzipiell mit einer vergleichbaren Reduktionsquote beitragen. Daraus ergeben sich für den Verkehrssektor folgende Fragen:

1. Wie werden sich die Rahmenbedingungen für den Verkehr bis 2020 bzw. 2050 unter Trendbedingungen verändern?  
Charakterisieren Sie grundlegende Bestimmungsgrößen für die künftige Verkehrsentwicklung, wie Bevölkerungsentwicklung, Entwicklung der Siedlungsstruktur, Wirtschaftsentwicklung und Wirtschaftsverflechtung, Verkehrsinfrastruktur und Energiepreise, gesellschaftliche Paradigmata und Lebensstile.
2. Wie wird sich das Verkehrsbild bis 2020/2050 im Trend verändern?  
Wie werden sich Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen nach Verkehrszwecken bzw. Güterarten darstellen, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?  
Wie wird sich dieser Verkehr nach Verkehrsarten aufteilen?  
(Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)
3. Welche Emissionen an limitierten Stoffen und welche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren bzw. spezifischen Energieverbräuche je Personen- bzw. Tonnenkilometer können bis zum Jahre 2050 (bzw. 2020) bei den verschiedenen Verkehrsträgern bei Würdigung technologischer Perspektiven, wirtschaftlicher Umsetzbarkeit und naturgesetzlicher Grenzen erreicht werden. Welche neuen Fahrzeug- und Antriebstechniken sind zu welchen Preisen und Anteilen absehbar?  
In welchem Umfang und mit welchen Modifikationen werden sich herkömmliche Fahrzeug- und Antriebstechniken behaupten?

Welche Spannweite abhängig z. B. von politischen Vorgaben sind erreichbar?  
(Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)

4. Welche Entwicklungen ergeben sich bei der Informations- und Kommunikationstechnik und welche Auswirkungen auf den Verkehr erwarten Sie daraus?  
(Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)
  
5. Wie haben sich die limitierten Emissionen, die Energieverbräuche und die klimarelevanten Emissionen aus den verschiedenen Verkehrssektoren in der Vergangenheit entwickelt und wie werden sie sich in den Jahren 2020 und 2050 im Trend darstellen?
  
6. Welche klimarelevanten Emissionen erwarten Sie im Trend im Verkehr nach eingesetzten Energieträgern, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?  
Welche Primärenergien sind nach Art und Umfang zur Bereitstellung dieser Energieträger aufzuwenden? Bitte trennen Sie nach fossilen, nuklearen und regenerativen Energien und zeigen Sie alternative Entwicklungen auf.  
Welche Emissionen von klimarelevanten Emissionen (Kohlendioxid und Stickoxide, beim Luftverkehr auch Wasseremissionen), sind mit der Herstellung der Endenergieträger verbunden?
  
7. Wie können die jeweiligen Klimaschutzziele für 2020 und 2050 erreicht werden?  
Vergleichen Sie die zu erwartenden Emissionswerte in 2020 und 2050 mit jenen von 1990. Wieweit werden die Reduktionsziele (bei Kohlendioxid minus 50 % bis 2020 und minus 80 % bis 2050 gegenüber 1990) erfüllt oder verfehlt?  
Welche Möglichkeiten sehen Sie zur Vermeidung von Zielverfehlungen durch Änderungen in den einzelnen Verkehrsbereichen, durch Ausgleich zwischen Teilen des Verkehrssystems, sowie durch zusätzliche Zielbeiträge in anderen

Bereichen?

8. Welche Maßnahmen sind geeignet, die Erreichung der Klimaschutzziele sicherzustellen?  
 Staatliche Maßnahmen?  
 Maßnahmen seitens der Wirtschaft?  
 Maßnahmen seitens der Verbraucher?  
 Wie kann man solche Maßnahmen anregen und stützen, und wie deren Ergebnisse sichern?
  
9. Welche Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Entwicklungen hinsichtlich eines umweltverträglicheren Mobilitätsverhaltens können heute identifiziert werden (z.B. autofreie Siedlungen, Car-Sharing, Fahrradverkehr, Nah- statt Ferntourismus) und welches Potential lässt sich hieraus zukünftig durch eine umweltorientierte Verkehrspolitik erschließen?
  
10. Welche kritischen Meilensteine müssen in welchen Jahren – von heute an gerechnet – in Bezug auf die spezifischen Werte und Verkehrsmengen erreicht werden, damit die Zielgrößen von 80 bzw. 50 % Emissionsabsenkung in den Jahren 2050 bzw. 2020 erreicht werden können? Diskutieren Sie die Zeitkonstanten für große Umstellungen im System der Energiebereitstellung und in der Verkehrstechnik.
  
11. Welche politischen Initiativen sind für den Fall einer drohenden Zielverfehlung in 2050 und 2020 geeignet, um die genannten Klimaschutzziele (Absenkungsraten) im Verkehrssektor zu erreichen? Welche Wirkungen hätten diese Maßnahmen auf andere Dimensionen der Nachhaltigkeit bzw. auf andere politische Zielfelder?
  
12. Wie sollte ein Prozess des Monitoring und des ständigen Anpassens der quantitativen Minderungsziele für die verschiedenen Verkehrssektoren an neue technologische Entwicklungen, an Nachfrageverschiebungen und an neue Erkenntnisse über die Wichtigkeit bestimmter Gefährdungen aussehen?

13. Wenn Sie es für unmöglich halten, die genannten quantitativen Minderungsziele im Verkehrssektor zu erreichen: Um welchen Betrag (in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) wird der Verkehrssektor die quantitativen Minderungsziele für 2050 bzw. 2020 verfehlen?

14. Durch welche Maßnahmen kann ermöglicht und gesichert werden, dass die genannte Menge an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in anderen Sektoren in Deutschland zusätzlich eingespart werden?

Ist es sinnvoll, ein Einsparungsziel speziell für den Verkehrssektor (oder irgend einen anderen Verbrauchssektor) festzulegen oder führt dies zu volkswirtschaftlich suboptimalen Größen und damit zur Verschwendung knapper Ressourcen? Wie sollte eine angemessene Vorgabenfestlegung ausgestaltet werden?

## *Teil 2: Schriftliche Stellungnahmen der Sachverständigen*

### **Carsten Ascheberg, Sigma**

#### 10 Thesen zur Zukunft der Mobilität

##### *1. Das Automobil wird auch im 21. Jahrhundert das bevorzugte Mobilitätsmedium bleiben!*

Das Auto hat sich in allen entwickelten Konsumgesellschaften des 20. Jahrhunderts zum bevorzugten Mobilitätsmedium entwickelt – und ist es bis auf den heutigen Tag geblieben. Nichts deutet darauf hin, daß sich dies im 21. Jahrhundert ändern wird.

Eine vom SIGMA-Institut in den Kernländern der Europäischen Union, den U.S.A. und Japan durchgeführte Repräsentativuntersuchung zum Mobilitätsverhalten der wichtigsten Industrienationen zeigt für alle großen europäischen Märkte eindeutige Befunde, auch für Deutschland. Bei allen erfragten unterschiedlichen Mobilitätszwecken des Alltags – von der Fahrt zur Arbeit, über Geschäftsreise, Einkaufen, Freizeit, Wochenendausflug bis hin zur großen Urlaubsreise - liegt immer – und zumeist mit deutlichem Abstand – das Auto an der Spitze der gewählten Verkehrsmittel. 78% der über 16jährigen Deutschen (West) nutzen für die Fahrt zur Arbeit oder Ausbildung als Fahrer oder Mitfahrer das Automobil. Bei jenen, die geschäftlich unterwegs sind oder die Kinder zur Schule bringen, liegt dieser Anteil gar über 80%. Dahinter stehen objektive Notwendigkeiten (weil es beispielsweise keine anderen Mobilitätsangebote gibt), aber auch – und dies ist der eigentlich entscheidende Aspekt – **die subjektive Entscheidung der Menschen selbst.**

##### *2. [www.grossmutter.de](http://www.grossmutter.de) statt „Oma am Wochenende besuchen“? Elektronische Kommunikation wird physische Mobilität nicht ersetzen können!*



So halten wir es auch für eine irriige Annahme, physische Mobilität durch elektronische Kommunikation in großem Stile ersetzen zu können. Die Substitution physischer Mobilität durch elektronische mag für Teile des long-distance-Geschäftsverkehrs in Zukunft vielleicht Bedeutung erlangen – unter dem Eindruck der Terroranschläge von New York und Washington ist dies, zumindest teilweise, bereits geschehen -, nicht aber für die Verbraucher, da sich die Grundmotive menschlicher Mobilitätssehnsucht auf diese Weise nicht bedienen lassen. Wer will schon Freund oder Freundin, Onkel, Oma, Enkelkinder vorzugsweise auf deren Website besuchen? Im Gegenteil, die virtuelle Mobilität im World Wide Web läßt Wünsche nach realer Mobilität erneut entstehen, verstärkt sie gar.

*3. Die öffentliche Debatte um Sinn und Unsinn des Automobils geht am Alltagserleben der Menschen vorbei!*

Es ist zwar verständlich, wenn das Thema Mobilität und Automobil in der Öffentlichkeit – zumal in der deutschen - vorwiegend unter dem Blickwinkel seiner beiden zentralen Herausforderungen - Überlastung der Verkehrswege und verkehrsbedingte Umweltschäden – diskutiert und auf Abhilfe gedrängt wird. Allein, das Thema „Mobilität und Automobil“ auf diese beiden Herausforderungen zu beschränken, ist wirklichkeitsfremd, weil dies am Alltagserleben der Menschen und damit an ihrer Alltagswirklichkeit vorbeigeht.

4. *Das schlechte Umwelt-Gewissen von einst hat sich zu einer Erwartungshaltung an Hersteller und Politik gewandelt.*

Die Key-Trends der Automobilmärkte folgen längst anderen Gesetzen als jenen von Ökologie und Transportlogik. Das Bemühen um Umweltfreundlichkeit von Produkt, Herstellern – und natürlich auch der Politik - ist für die meisten Verbraucher in Deutschland inzwischen zur Selbstverständlichkeit geworden, so schmerzlich dies angesichts von Milliardeninvestitionen in umweltfreundliche Produkte, Herstellungsverfahren und Verkehrswege auch sein mag. Das schlechte Gewissen von einst im Umgang mit Mobilität und Automobil hat sich zu einer Erwartungshaltung an Hersteller und Politik gewandelt.

5. *Das eigene Auto ist längst Teil der ästhetischen Identität des Einzelnen geworden - jenseits all dessen, was gemeinhin als „logisch“ oder „vernünftig“ gilt! Für drei von vier Autofahrern in Deutschland wäre ein Leben ohne Auto eine „schreckliche Vorstellung“!*

Unter der Oberfläche einer von Ökologie und Transportlogik geprägten öffentlichen Debatte hat sich das Automobil nicht nur zu einem immer unverzichtbaren Element der Lebensweise der meisten Menschen in modernen Konsumgesellschaften entwickelt. **Mehr noch: Es ist Teil der ästhetischen Identität des Einzelnen geworden**, jenseits all dessen, was gemeinhin als „logisch“ oder „vernünftig“ gilt. Aber – nicht nur bezogen auf das Konsumverhalten – genau an diesem Punkt setzt wohl die eigentliche Faszination des Lebens ein. Während 42% aller Autofahrer in Deutschland bekennen, daß ihnen Auto fahren sehr viel Spaß macht, behaupten lediglich 3,3% das Gegenteil. Für drei von vier Autofahrern ist die Vorstellung eines Lebens ohne Auto „eine schreckliche Vorstellung“, die Mehrheit unter ihnen sagt dies ohne Einschränkung. Dies mag manchem Verkehrsplaner „unvernünftig“ erscheinen, aber, wie der französische Philosoph Blaise Pascal bereits im Jahre 1671 erkannt hatte: *„Le coeur a ses raisons que la raison ne connaît point“!* („Das Herz hat Gründe, die die Vernunft nicht kennt“)

6. *Wertemix und Lebensstil der Modernen Mainstream Milieus verändern die Märkte!*

Und so sind es auch die „*Gründe des Herzens*“, die heute schon die automobilen Angebotslandschaft auf den europäischen Endkundenmärkten verändern. Besonders augenfällig wird dies am Markt- und Mobilitätsverhalten der Milieus des Modernen Mainstream (die „*Neue Mitte*“, wie wir sie Anfang der 90 Jahre getauft haben). In Deutschland ist dies beispielsweise das *Moderne Arbeitnehmersmilieu*, vielfach hoch qualifizierte und gut verdienende jüngere Leute beiderlei Geschlechts in Schrittmacherindustrien und im modernen Dienstleistungssektor. – Der Erfolg der neuen Car Concepts wäre ohne den spezifischen Wertemix der Modern Mainstream Milieus, die ja den Kern der großen europäischen Gegenwartsgesellschaften bilden, nicht vorstellbar: Ausgleich der Ansprüche von Karriere, Familie und Freizeit, Experimentier- und Konsumfreude, aber auch Kommunikativität und Gemeinschaftlichkeit, über die eigenen Lebensstil- und Milieugrenzen hinweg. Auf spezifische Mobilitätsansprüche umgesetzt, bedeutet dies die Suche nach PKW-Angeboten, die Lebenslust, Fahrfreude, Offenheit und Kommunikativität mit Freizeit- und Familientauglichkeit verbinden.

7. *Im Postmodernen Avantgarde-Milieu werden Mobilitäts-Angebote bevorzugt, die die eigene ästhetische Identität am besten bedienen: Vom Individualismus zum Subjektivismus!*

Ein weiteres Beispiel aus dem nicht-traditionellen Teil der Milieulandschaft: Die großstädtische Lebensstil-Avantgarde des Postmodernen Milieus sieht den Einzelnen als „Ingenieur“ seines eigenen Universums, die Außenwelt (Mitmenschen, Produkte, Marken, Kunst, Philosophie... und natürlich auch Mobilitätsangebote) als construction kit. Wir beobachten hier eine zum *radikalen Subjektivismus* weitergetriebene Metamorphose des Individualismus der Moderne. Postmoderner Konsumphilosophie folgend kann man heute beispielsweise trotz ökologischer Grundüberzeugungen einen hochtourigen Roadster fahren und diesen offensichtlichen Widerspruch damit erklären, daß ein derartiges Auto besser zur eigenen ästhetischen Identität passe als andere PKW. Umgekehrt wird das perfekte Ökomobil aus diesem Grunde ebenso zurückgewiesen wie gutgemeinte ÖPNV-Angebote. Mobilitätsmix-Angebote der Zukunft, die diese Zusammenhänge nicht berücksichtigen, werden zumindest für diese Zielgruppe nicht attraktiv sein. Es ist wohl nicht ganz untypisch, daß im Mobilitätsmix des Postmodernen Milieus nach Automobil (Nr. 1) und Fahrrad (Nr. 2) nicht Bahn oder Bus an dritter Stelle stehen, sondern Rollerskates. Individualverkehr eben!

8. *Den Älteren gilt der PKW als Garant eines aktiven und selbst bestimmten Lebens!*

Es wäre allerdings falsch, würde man die Mobilitäts-Trends der Zukunft ausschließlich unter dem Blickwinkel der Interessen und Lebensstile junger Avantgarde-Milieus zu verstehen suchen. Von einer Jugend-zentrierten Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet geblieben, hat sich das Auto auch in den traditionell orientierten Milieus der Älteren zu dem mit Abstand beliebtesten Mobilitätsmedium entwickelt, nicht weniger geprägt von persönlichen Vorlieben, ästhetischen Ansprüchen, Bedürfnissen und Sehnsüchten wie bei den Jüngeren. Bereits heute

setzt sich in den Kernländern der Europäischen Union weit mehr als die Hälfte aller Über-60jährigen mehrmals in der Woche ans Steuer. Für Freizeitaktivitäten, Bekannten- oder Verwandtenbesuche nutzen 60% bis 70% der Älteren den PKW als Fahrer oder Beifahrer. Bei Wochenendausflügen steigt dieser Wert gar auf 85% - und unterscheidet sich damit im übrigen kaum noch von jenem, den wir für die Gruppe der Unter-60jährigen ermittelt haben. Den Älteren gilt der PKW bereits heute als Garant eines aktiven und selbst bestimmten Lebens im sogenannten Ruhestand. Es gibt keinerlei Anlaß für die Annahme, daß dieser Trend sich in den kommenden Jahren abschwächen wird.

*9. Über Erfolg oder Mißerfolg neuer Mobilitäts-Angebote entscheiden grenzüberschreitende Zielgruppen!*

Die hier beschriebenen Trends zu Mobilitätserwartungen und Mobilitätsverhalten lassen sich nicht nur für Deutschland und die anderen Kernländer der Europäischen Union nachweisen, sondern im Grunde für alle entwickelten Märkte und zunehmend auch für jene Länder, die sich auf den Weg gemacht haben, dieses Ziel zu erreichen. Dies zeigen unsere empirischen Marktuntersuchungen in einigen südostasiatischen Märkten oder in Mainland China. Wie in kaum einem anderen Bereich zwischen Markt, Wirtschaft und Politik sind hier nationale oder regionale Gestaltungsversuche und Entscheidungen obsolet geworden. Über Erfolg oder Mißerfolg neuer Mobilitäts-Angebote entscheiden letztendlich grenzüberschreitende Zielgruppen, die ähnliche Werte, Konsumorientierungen und Mobilitätserwartungen miteinander verbinden, die *Transnational Consumer Cultures*.

*10. Die Verbraucher gestalten ihr Mobilitätsverhalten immer souveräner und selbstbewußter. Wer es beeinflussen will, muß dessen Grundmotive verstehen und akzeptieren!*

Die zukünftigen Mobilitäts-Trends werden *einerseits* von steuer-, infrastruktur- und verkehrspolitischen Entscheidungen der Politik geprägt, und natürlich von der Angebotsseite, also von den Automobilherstellern und (zum Beispiel) deren Modellpolitik. *Andererseits* aber von den Verbrauchern selbst – und dies, so unser Eindruck, in zunehmendem Maße. Sie, die Verbraucher, gestalten die Wahl von Verkehrsmitteln oder Kaufentscheidungen, ja ihr gesamtes Mobilitätsverhalten, immer souveräner und selbstbewußter. Wer es beeinflussen will, muß dessen Grundmotive verstehen und akzeptieren. Ein wirtschaftlich und ökologisch wünschenswerter, weil „vernünftiger“ Verkehrsmittel-Mix der Zukunft kann erfolgreich sein, wenn er - über alle sonstigen beabsichtigten Folgewirkungen hinaus - auch die Herzen der Verbraucher erreicht.

**Professorin Dr. Christine Bauhardt, TU Berlin, Berlin**

Meine Stellungnahme gebe ich vor dem Hintergrund dreier Prämissen ab:

1. Aussagen zur Verkehrsentwicklung, die kontinuierliches Verkehrswachstum prognostizieren, sind tendenziell selbsterfüllende Prophezeiungen. Sie werden dazu verwendet, um die Notwendigkeit eines angebotsorientierten Ausbaus von Verkehrsinfrastrukturen zu begründen und damit Verkehrswachstum zu induzieren.
2. Verkehrsplanung und Siedlungsentwicklung hängen eng zusammen und müssen gemeinsam analysiert und politisch gesteuert werden. Die alleinige Konzentration auf eines der beiden Handlungsfelder führt nicht zu einer Lösung von Verkehrsproblemen.
3. Verkehr ist ein gesellschaftliches Querschnittsthema, das alle Bevölkerungsgruppen und sowohl wirtschaftliche als auch soziale und ökologische Fragen direkt berührt. Verkehrsprobleme sind keine primär technischen Probleme, die technisch zu lösen wären. Verkehr verstehe ich als die soziale Organisation von Raum-Zeit-Gefügen.

Stellungnahme zu einzelnen Fragekomplexen der Kommission

**ad 1) Die Rahmenbedingungen für die Verkehrsentwicklung hängen von den Intentionen ab, die die Verkehrspolitik damit verknüpft.**

Die Entwicklung der Siedlungsstruktur beispielsweise ist eng verbunden mit der h-  
frastrukturentwicklung. Bisher hat der Ausbau der Infrastrukturen für den Schnellver-  
kehr (Autobahnen, Hochgeschwindigkeitszüge) die Zersiedelung von Stadt und  
Landschaft gefördert. Disperse Siedlungsstrukturen wiederum verlangen nach ver-  
stärktem Infrastrukturausbau. Soll also weitere Zersiedelung gestoppt werden, was  
unter den Kriterien einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung und der Freiraumsiche-  
rung dringend notwendig wäre, dann ist der Ausbau der Schnellverkehrsinfrastrukt-  
ren kontraproduktiv. Sinnvolle Maßnahmen zur Stärkung integrierter Siedlungsplä-  
nung ist eine Verkehrspolitik, die nähräumliche Strukturen befördert und damit die  
Infrastrukturen des Langsamverkehrs entschieden besser entwickelt als dies bislang  
der Fall ist.

Zur Verhinderung weiterer Zersiedelung spielen Energie- und Bodenpreise eine ent-  
scheidende Rolle. Solange die niedrigeren Baulandpreise im Umland von Agglo-  
merationen durch die Energiepreise nicht kompensiert werden, setzt sich der Wande-  
rungsdruck ins Umland fort. Die politischen Steuerungsinstrumente (Entfernungs-  
pauschale, Benzinpreise) wurden auch von der aktuellen Regierungskoalition nicht  
ausgeschöpft.

Suburbanisierungsprozesse sind jedoch nicht allein ökonomischem Kalkül geschul-  
det. Dahinter stehen vielmehr individuelle Vorstellungen und Idealbilder vom Guten  
Leben. Die Wünsche nach dem Wohnen im Grünen, Freiräumen für Kinder, geringe-  
rer Lärm- und Abgasbelastung etc. sind verknüpft mit familialen und geschlechts-  
spezifischen Leitbildern. Gerade für die Frauen erfüllen sich diese Wunschbilder je-  
doch nicht, denn sie sind diejenigen, die als Familienchauffeusen die Kinder trans-  
portieren und die die eigene Berufstätigkeit den Notwendigkeiten der zusätzlichen  
Alltagsorganisation unterordnen müssen. Der Wunsch nach Familienleben im Häus-  
chen im Grünen und die Wirklichkeit der Frauen fallen also nicht zusammen. Deshalb



muß die Stadtentwicklungsplanung viel stärker als bisher die Wünsche und Bedürfnisse der Frauen in der Stadt eingehen. Dazu gehört eine Verminderung der Verkehrsbelastung in den Städten.

**ad 2) Das Verkehrsbild wird sich entsprechend der aktuellen Verkehrspolitik und der jetzt zugrundegelegten Zielvorstellungen verändern.**

Geht man von einem ungebremsten und ungesteuerten Verkehrswachstum aus und legt diese Prognosen der Verkehrspolitik zugrunde, dann werden sich diese Prognosen erfüllen. Geht man davon aus, dass Verkehrsnachfrage steuerbar ist, dann wird sich auch das Verkehrsaufkommen reduzieren. Ich gehe davon aus, dass letzteres der Fall ist und beziehe dies auf Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen im Personenverkehr.

„Personenverkehr, das heißt die alltäglichen Ortsveränderungen, resultiert aus der räumlichen Trennung der verschiedenen Tätigkeiten der Individuen während eines Tages bzw. aus der räumlichen Trennung der städtischen Grundfunktionen Wohnen, Arbeiten, Bildung, Versorgung und Freizeit. (...) Nun sind die siedlungsstrukturellen Ausprägungen zwar auslösender bzw. zwingender Faktor für Verkehr, aber sie sind ihrerseits wiederum durch wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen sowie durch die Entwicklung des Verkehrsangebotes selbst bestimmt“ (Apel, Dieter/Ernst, Klaus: Stadtverkehrsplanung. Teil 1: Mobilität. Grunddaten zur Entwicklung des städtischen Personenverkehrs. Berlin 1980).

Dieses Zitat aus einem bereits zwanzig Jahre alten Handbuch zur Stadtverkehrsplanung hat an Gültigkeit nichts eingebüßt. Die hier beschriebenen Grundüberlegungen zur städtischen Mobilität sind nach wie vor aktuell.

Mobilität hat nichts zu tun mit der Überwindung langer Distanzen durch möglichst schnelle Verkehrsinfrastrukturen. Die größten Verkehrsprobleme treten bei der Organisation des kleinteiligen Alltagslebens auf. Einige Beispiele aus dem Ruhrgebiet zeigen, was das bedeutet: 40% aller Einkaufswege, 25% aller Erholungs- und Freizeitmöglichkeiten und immerhin 10% aller Erwerbsarbeitsplätze lagen im Jahr 1993 in einem Radius von einem Kilometer Entfernung vom Wohnstandort, der Radius von fünf Kilometern deckt 40% aller Arbeitswege, 80% aller Einkaufswege und 70% aller Erholungs- und Freizeitmöglichkeiten ab (vgl. Bauhardt, Christine: Stadtentwicklung und Verkehrspolitik. Basel/Boston/Berlin 1995, S. 89). Diese Zahlen verweisen auf

eine nach wie vor hohe räumliche Integration von Mobilitätsanlässen und –bedürfnissen.

Anstatt jedoch der Tatsache von kleinmaßstäblichen Verkehrsproblemen Rechnung zu tragen, werden von der Verkehrsplanung komplizierte, aber elegante technische Lösungen angeboten. Der Bau von Autobahnen und Schnellbahnen, die die Infrastrukturen des Langsamverkehrs verdrängen, entspricht nicht den Mobilitätsbedürfnissen der Mehrheit der Bevölkerung, sondern ist ein Reputationsfeld für Techniker und Ingenieure. Was aber Verkehrsplanung wirklich braucht anstelle von komplizierter und extrem teurer Technik ist intelligente Organisation.

Die wichtigsten Verkehrsprobleme ergeben sich bei der Organisation des Alltagslebens. Intelligente Lösungen finden sich deshalb häufig eher auf organisatorische denn auf technische Weise. Organisatorische Lösungen sind eher als nachhaltig zu bezeichnen, da sie nachhaltiger mit den knappen Ressourcen Raum und Zeit umgehen. Ein rein technisches Verständnis tendiert dazu, Zeit zu beschleunigen und Raum zu überwinden. Zeit und Raum werden dann als ökonomische Ressourcen verstanden: Beschleunigung zielt auf Zeitgewinn und Raumüberwindung ab, Mobilität heißt dann „so schnell wie möglich so weit wie möglich“.

Die räumliche Trennung der verschiedenen Tätigkeiten während eines Tages, von denen Apel und Ernst (s.o.) sprechen, wird im Alltag von Frauen überwunden. Unsere Gesellschaft ist gekennzeichnet durch spezialisierte, arbeitsteilige Organisation. Die alltägliche Arbeitsteilung verläuft entlang der Geschlechterlinie. In ihrer Alltagsorganisation führen Frauen die produktive und reproduktive Sphäre des Lebens zeitlich und räumlich zusammen. Damit ist gemeint, dass Frauen durch ihre Einbindung in beide Sphären gesellschaftlicher Arbeit, der Erwerbsarbeit und der unentlohnten, aber genauso notwendigen Fürsorge- und Versorgungsarbeit, sowohl zeitliche als auch räumliche Mobilitätsbedürfnisse repräsentieren, die von der männlichen Mobilität abweichen.

Das Mobilitätsbedürfnis des männlichen Pendlers spielt sich zwischen Wohnung und Arbeitsplatz ab. Es stellt ein relativ eingeschränktes Modell von Verkehrsnachfrage dar, ist jedoch in der Verkehrsplanung und –politik handlungsleitend. Erkennbar ist

dies an der Ausrichtung des Verkehrsangebotes an den Bedürfnissen der Erwerbsarbeitszeit.

Das Mobilitätsmuster von Frauen kann beschrieben werden als die Kombination eher kurzer Wege zu Wegeketten. Diese räumlich-zeitliche Integration von Aktivitäten begründet ein qualitatives Mobilitätsverständnis. Dieses Verständnis untersucht die Motivationen für Mobilitätsbedürfnisse anstelle des quantitativen Mobilitätsverständnisses, das lediglich Personen- bzw. Tonnenkilometer und Zeitaufwand errechnet. Die Alltagsperspektive in der Verkehrsforschung und -planung versteht Zeit und Raum weniger als ökonomische Ressourcen denn als soziale Kategorien. Sie thematisiert die Wiederaneignung von Zeit und Raum als Voraussetzung für Kommunikation und Lebensqualität in der Stadt. In meiner Auffassung sind dies unerlässliche Bedingungen für eine nachhaltige Raum- und Verkehrsplanung.

**ad 4) Informations- und Kommunikationstechniken substituieren keinen Verkehr, sie induzieren zusätzliche Verkehrsnachfrage.**

Ausgehend von der Tatsache, dass Mobilität ein Grundbedürfnis der Menschen ist, lässt sich Verkehr nicht wegrationalisieren. Selbst wenn unterschieden wird zwischen notwendigem und nicht-notwendigem Verkehr und daraus abgeleitet wird, nicht-notwendiger Verkehr sei substituierbar, dann kann daraus keine Prognose über die Vermeidung von Verkehr abgeleitet werden. Gerade nicht-notwendige Verkehre wie z.B. der Freizeit- und Urlaubsverkehr sind Wachstumsquellen für die Verkehrsnachfrage. Durch die Möglichkeiten, via Internet und e-mail mit Menschen auf der ganzen Welt Kontakt aufzunehmen, entstehen zusätzliche Kommunikations- und Mobilitätsanlässe. Der Verkehrsnachfrage im Alltag – Berufswege, Einkaufswege, Begleitwege – liegt nicht das Bedürfnis, Verkehr zu erzeugen, zugrunde, sondern die Aktivität ist der Anlaß für den Verkehr. Logischerweise müsste also eher die Aktivität substituiert werden als der Verkehr. Dies wiederum würde den Sinn menschlichen Lebens doch sehr in Frage stellen.

**ad 8) Die Reduktion klimarelevanter Emissionen ist nur durch Bündelung verschiedener Maßnahmen zu erreichen. Eine integrierte Stadt- und Verkehrsplanung ist dafür unverzichtbar.**

Stadt-, Regional- und Verkehrsplanung sind aktuell immer noch sowohl in der Ausbildung wie auch in der planenden Verwaltung institutionell getrennt. Es muß auch auf der politischen Ebene erst noch zur Kenntnis genommen werden, dass intelligente Lösungen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse und zum Erreichen der Klimaschutzziele gemeinsam gefunden werden müssen. Die technische Verbesserung der Fahrzeuge könnte möglicherweise die Reduktionsziele unterstützen, sie tragen aber nichts dazu bei, die Lebensqualität in den Städten – Freiraumqualitäten, sichere Wege für Kinder, alte Menschen und nicht-motorisierte VerkehrsteilnehmerInnen, kurze Distanzen und nähräumliche Mobilität – zu erhöhen. Klimaschutz als abstraktes politisches Ziel, so wünschenswert und notwendig auch immer, ist den Menschen in den Städten nicht vermittelbar. Es muß inhaltlich verknüpft werden mit konkreten Verbesserungen des Alltagslebens und ihren eigenen Wünschen nach dem Guten Leben.

**ad 9) Nach wie vor wird umwelt- und sozialverträgliches Verkehrsverhalten von der Mehrheit der Bevölkerung realisiert. Dieses ist zu unterstützen und zu fördern, auch mit restriktiven Maßnahmen im Bereich des motorisierten Individualverkehrs.**

Autofreie Siedlungen sind eine mögliche Maßnahme, um die Möglichkeit des autofreien Lebens praktisch vorzuführen. Die realen städtebaulichen Umsetzungen autofreier Quartiere sind jedoch nicht immer überzeugend (zu starke Verdichtung, keine ausreichenden wohnungsnahen Freiräume). Dennoch ist ihr symbolischer Vorbildcharakter nicht zu unterschätzen.

Wichtiger als symbolische Signale, die in ihrer quantitativen Wirkung überschätzt werden, sind Entmotorisierungsprozesse im Bestand. Sämtliche Maßnahmen müssen unter der Prämisse der Förderung des Langsamverkehrs und der Entschleunigung des Verkehrs stehen.

Alle Maßnahmenebenen sind stufenweise zu bündeln: freiwilliges Abgeben des Autos in einem moderierten Partizipationsverfahren, qualitätvolle Umgestaltung freierwerdender Flächen (ehemalige PKW-Abstellflächen), ordnungspolitische Maßnahmen (konsequentes Ahnden von Falschparken und zu schnellem Fahren), Sperrung von Wohnquartieren für den Autoverkehr, Ausbau des ÖPNV als vollwertige Alternative zum PKW, nicht als Ergänzung für die Verkehrsspitzenzeiten. Car-Sharing kann in der Übergangsphase im Rahmen des Entmotorisierungsprozesses eingesetzt werden, es ist kein Allheilmittel.

Akteure in diesem Umgestaltungsprozeß sind die nicht-motorisierten VerkehrsteilnehmerInnen, die die Mehrheit der Bevölkerung repräsentieren: Frauen, Kinder, alte Menschen. Sie sind als Avantgarde einer neuen Stadt- und Verkehrspolitik zu sehen und müssen als solche angesprochen werden. Mit dem Widerstand der autofahrenden Minderheit, in ihrer Mehrzahl Männer, muß gerechnet werden. Für sie bedeutet das Abgeben des Autos häufig mehr als das Aufgeben eines Fahrzeugs. Dahinter stehen soziale, psychische und symbolische Aufladungen eines Gegenstandes, der ihnen mehr bedeutet als ein Käfig mit vier Rädern.

### Zusammenfassung

Verkehrspolitik, die sich die Minderung des Schadstoffausstoßes mit dem Ziel des Klimaschutzes zum Ziel setzt, darf sich nicht auf eine technische Optimierung von Fahrzeugen beschränken. Sie muß vielmehr die vielfältigen Interaktionen von Infrastrukturpolitik, Siedlungsstrukturen, Mobilitätsanlässen im Alltag und planerisch-politischer Steuerungsmöglichkeiten in den Blick nehmen. Grundüberzeugung muß sein, dass der Verkehrssektor nicht einer quasi-natürlichen Wachstumslogik unterliegt, sondern dass er steuerbar ist.

Daraus leiten sich folgende Konsequenzen ab:

1. Die dichte kompakte Stadt ist die Siedlungsform, die den nähräumlichen Mobilitätsbedürfnissen im Alltag am besten entspricht. Sie repräsentiert das opti-

male Modell für die Stadt- und Verkehrsplanung. Das weibliche Mobilitätsmuster stellt das Paradigma ökologischer Fortbewegung dar.

2. Der Ausbau der Infrastrukturen des Langsamverkehrs zu Fuß, per Rad, im Schienenverkehr ist vordringlich. Nicht die Beschleunigung der Fortbewegung, sondern die Integration von Aktivitäten und Mobilität steht im Zentrum einer an Reduktionszielen orientierten Verkehrspolitik.
3. In der Verkehrspolitik mangelt es an haushälterischer Vernunft. Investitionen in die Infrastrukturen des Schnellverkehrs stehen häufig in keinem Verhältnis zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse, sie induzieren jedoch Verkehrszuwächse.
4. Verkehrsplanung ist keine allein ingenieurwissenschaftliche Thematik. Es überlagern sich hier politische, ökonomische, psychologische, soziale, symbolische und ethische Dimensionen. Dies ist in seiner ganzen Komplexität bei der Lösung von Verkehrsproblemen und Minderungszielen zu berücksichtigen.
5. In die Verkehrsplanung und –politik müssen sehr viel stärker als bisher die Perspektiven nicht-motorisierter VerkehrsteilnehmerInnen integriert werden. Dann stellen sich die Fragen einer umweltgerechteren Verkehrsgestaltung auch anders.

Dr. Axel Friedrich, Umweltbundesamt, Berlin

## Anhörung der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung" Mobilität und Verkehr

### 1. Einführung

Der Verkehrssektor war in den 90er Jahren der einzige Sektor, dessen CO<sub>2</sub> - Emissionen noch maßgeblich gestiegen sind (vgl. Abb. 1). Unter den bestehenden Rahmenbedingungen wird sich dies auch in den nächsten Jahren noch weiter fortsetzen. Um die CO<sub>2</sub>-Minderungsziele im Verkehrssektor zu erreichen, sind daher deutliche Veränderungen der bisherigen Politik notwendig, die sich nicht auf den Verkehrsbereich beschränken dürfen, sondern vor allem auch die Siedlungs- und Wirtschaftspolitik berühren. Die dafür notwendigen Strategien können höchstens für einen mittelfristigen Zeitraum definiert werden. Die Weichen für die langfristige Entwicklung müssen jedoch kurzfristig gestellt werden. Die Strategie ist im Verlauf der Entwicklung anzupassen, um sowohl die Zielerreichung zu garantieren als auch um unerwünschte Nebeneffekte, insbesondere soziale Härten oder wirtschaftliche Friktionen zu vermeiden.

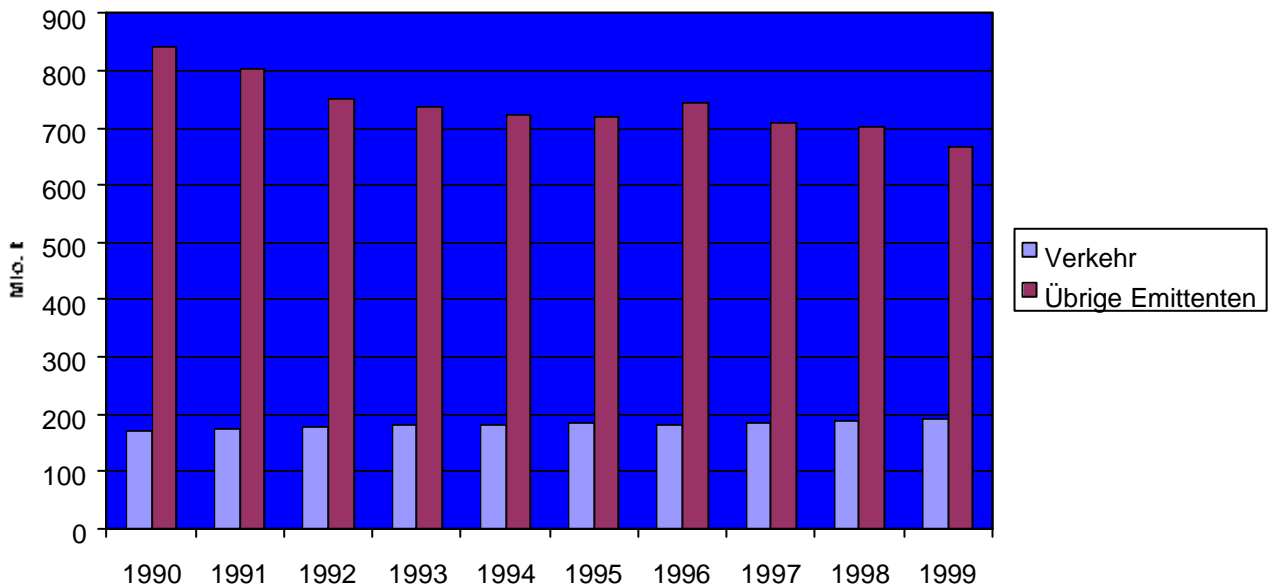


Abb. 1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 1990-1999



## 2. Entwicklungstrends

### *Verkehrsleistung*

Sofern nicht nur durch verkehrspolitische Maßnahmen entscheidend eingegriffen wird, ist bis zum Jahr 2020 mit einem weiteren starken Anstieg der Verkehrsleistungen sowohl im Personen- wie im Güterverkehr zu rechnen.

Die Verkehrsleistung im Personenverkehr wird insgesamt, bezogen auf 1997, um ca. 47 % steigen.<sup>1</sup> Die größten Zuwachs verzeichnet dabei der Luftverkehr, dessen Verkehrsleistung sich mehr als verdreifacht. Der Anteil des Flugverkehrs an der gesamten Verkehrsleistung im Personenverkehr steigt damit von 12 % auf 26 %. Der motorisierte Individualverkehr wächst um 28 %. Sein Anteil an der Gesamtleistung verringert sich aufgrund des starken Wachstums des Luftverkehrs um 10 Prozentpunkte von 73 % auf 63 %. Der Eisenbahnverkehr wird voraussichtlich um 22 % wachsen. Da gleichzeitig ein Rückgang beim Busverkehr zu erwarten ist, verringert sich der Anteil der vergleichsweise umweltfreundlichen Verkehrsmittel am Gesamtverkehr von 15 % auf 11 %.

Im Güterverkehr wird die transportierte Gütermenge bis 2020 (bezogen auf 1997) um 28 % steigen (ohne Seeschifffahrt). Aufgrund weiter wachsender Transportentfernungen ist der Anstieg der Verkehrsleistung mit 67 % wesentlich höher. Von dem Anstieg profitieren alle Verkehrsträger, am stärksten jedoch der Straßengüterverkehr. Sein Anteil an der Gesamtleistung steigt zu Lasten von Bahn und Binnenschiff von 69 % auf 74 %. Güterbereiche mit überdurchschnittlichem Wachstum sind „Investitions- und Verbrauchsgüter“, „Chemische Erzeugnisse, Düngemittel“ und „Nahrungs-/Futtermittel“.

### *Emissionen*

Die den Emissionsberechnungen des Umweltbundesamtes zugrunde liegen **Emissionsfaktoren** sind in der nachfolgenden Tabelle für die wichtigsten Verkehrsträger dargestellt. Sie berücksichtigen sich abzeichnenden fahrzeugtechnischen Weiterentwicklungen sowie die Schadstoffminderungen infolge der weiteren Stufen der Ab-

gas-Gesetzgebung (EURO IV/V) und die Selbstverpflichtungserklärung der europäischen Automobilindustrie zum Kraftstoffverbrauch.

Güterver- kehr	Lkw (*) 2001	Lkw(*) 2020	Bahn 2001	Bahn 2020
CO	0,22	0,07	0,038	0,030
HC	0,20	0,11	0,105	0,075
NO <sub>x</sub>	1,20	0,28	0,139	0,105
CO <sub>2</sub>	157,3	123,8		

(\*) über 3,5 t

**Tab.1: Entwicklung der spezifischen Emissionen bis 2020 (alle Angaben in g/tkm)**

Personenver- kehr	Pkw 2001	Pkw 2020	Bahn 2001	Bahn 2020	Flugzeug 2001	Flugzeug 2020
CO	2,39	0,87	0,07	0,05	0,21	0,12
HC	0,32	0,12	0,24	0,17	0,09	0,06
NO <sub>x</sub>	0,39	0,18	0,28	0,20	0,52	0,38
CO <sub>2</sub>	170,2	114,1				

**Tab.2: Entwicklung der spezifischen Emissionen bis 2020 (alle Angaben in g/Pkm)**

Unter der Voraussetzung, dass die technischen Möglichkeiten, Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu mindern, nicht durch stärkere Motoren und schnellere Fahrzeuge geschmälert werden, sind noch höhere Minderungen möglich.

Die Entwicklung der **Schadstoffemissionen** ist detailliert in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

---

<sup>1</sup> Im Luftverkehr wurde dabei das Standortprinzip zugrunde gelegt.

	Luft 1990	Luft 2020	Schie- ne 1990	Schien e 2020	Straße 1990	Straße 2020	Was- ser 1990	Was- ser 2020	Ges. 1990	Ges. 2020
CO	30	54	21	5	6.685	962	8	4	6.74 4	1.02 5
HC	8	10	7	2	1.517	105	3	2	1.53 6	118
NO <sub>x</sub>	67	170	47	22	1.276	297	39	23	1.42 9	512
CO <sub>2</sub>	14	44	3	2	152	165	2	1	171	212

**Tab. 3: Emissionsentwicklung 1990-2020 (alle Angaben in 1000 t; CO<sub>2</sub> in Mio. t)**

Die gesamten Verkehrsemissionen zeigen damit von 1990 bis 2020 folgende Entwicklung:

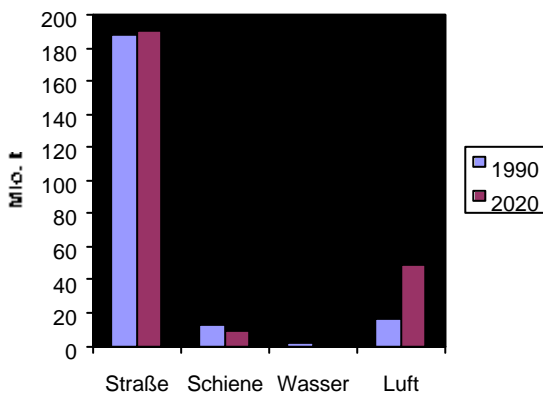
CO: -85 %

HC: -92 %

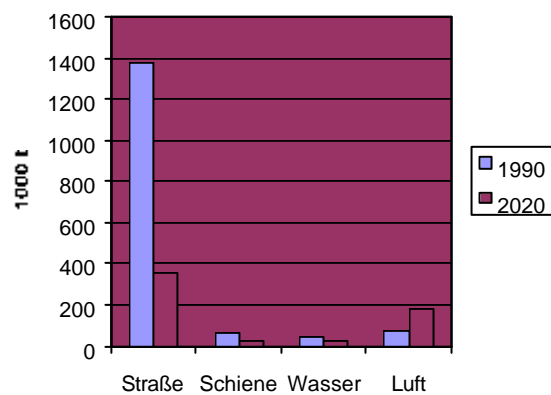
NO<sub>x</sub>: -64 %

CO<sub>2</sub>: +24 %

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen, dass die klimarelevanten Verkehrsemissionen auch im Jahr 2020 im wesentlichen aus dem Straßenverkehr und dem Flugverkehr stammen werden.



**Abb. 2: CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990-2020  
(incl. Energiebereitstellung)**



**Abb. 3: NO<sub>x</sub>-Emissionen 1990-2020  
(incl. Energiebereitstellung)**

Der Anteil des Flugverkehrs an den CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen des Verkehrs wird deutlich zunehmen. Dazu kommt, dass die Emissionen des Flugverkehrs etwa um den Faktor 4 klimaschädlicher sind als Emissionen des bodengebundenen Verkehrs. Klimarelevant sind beim Flugverkehr neben CO<sub>2</sub> auch NO<sub>x</sub> (über Ozonaufbau) und Wasserdampf (durch Bildung von Kondensstreifen und Zirrusbewölkung). Nach Einschätzung der OECD wird im Jahr 2030 die Klimabeeinträchtigung durch den Flugverkehr größer sein als durch den Autoverkehr.

Die in Tabelle 3 dargestellten direkten klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 entstammen aus der Verbrennung folgender Energieträger: 20 % Kerosin; 52 % Diesel; 27 % Benzin. Andere Energieträger (Flugbenzin, Erdgas, Biodiesel, Flüssiggas etc.) spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Zur Bereitstellung dieser Energieträger sowie des Bahnstroms sind Primärenergien von 3470 PJ aufzuwenden. (20 % Flugkraftstoffe, 49 % Diesel, 27 % Benzin, 4 % Strom). Nicht-fossile Energieträger sind nur bei der Erzeugung von Bahnstrom relevant. Ihr Gesamtanteil an der Primärenergieerzeugung für Verkehrszwecke ist mit 1 % Nuklearenergie bzw. 0,5 % regenerativen Energien gering.

Bei den Prozessen zur Energiebereitstellung entstehen Emission von 38 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> und 75.000 Tonnen NO<sub>x</sub>.

Bis 2020 sind Kohlendioxidemissionen von 212 Mio. t zu erwarten. Das Reduktionsziel (minus 50 % gegenüber 1990) würde damit um über 126 Mio. t verfehlt werden.

### 3. Neue Fahrzeug- und Antriebstechniken

Im Hinblick auf den Zeithorizont 2020 bzw. 2050 sind nicht nur die technischen Möglichkeiten, sondern gleichfalls die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu beachten. Sobald für den Kunden der Kauf verbrauchsarmer, besonders sauberer Fahrzeuge finanziell attraktiver werden wird, z.B. durch steigende Kraftstoffpreise, ist eine breite Einführung solcher Fahrzeuge mit Sicherheit abzusehen.

Das UBA erwartet technologisch für Straßenfahrzeuge den Einsatz konventioneller Technologien, die jedoch gleichfalls ambitioniert sein werden:

- Verminderung des Gewichtes,
- Verbesserung des Luftwiderstandes der Fahrzeuge,
- Verminderung des Rollwiderstandes,
- Zurückführung der maximalen Leistung,
- Optimierung des Verbrennungsprozesses,
- Einsatz hochgradig effektiver Katalysatortechnik und Motormanagement für Ottomotoren (EZEV - Equivalent Zero Emission Vehicle Standard, d.h. 90% Minderung zu Benzinern der Stufe EURO 4) und
- Verminderung der NO<sub>x</sub> Emissionen bei Dieselmotoren durch selektive katalytische Reduktion (SCR).

Die gegenwärtig diskutierten Technologien und Energieträger wie Erdgas, Brennstoffzelle und eventuell Bioenergieträger werden ganz massiv im stationären Bereich eingesetzt und durch einen eintretenden CO<sub>2</sub>-Handel dort ebenfalls unterstützt werden. Im stationären Bereich sind die mit Einsatz der Technologien und Energieträger verbundenen Verluste höchstens halb so groß wie im Verkehr. Praktisch können die erneuerbaren Energieträger im stationären Sektor bis zu 4-fach effizienter eingesetzt werden, als im Verkehr. Damit bleiben die Brennstoffzellenmobile und Wasserstoffantriebe im Verkehr auch bis 2050 auf einige Nischenanwendungen beschränkt.

Im Ergebnis lassen sich die technischen Annahmen wie folgt zusammenfassen, die auf einer Studie des UBA für die OECD basieren. Die Kostenschätzungen sind aktuelle grobe Schätzungen, sie sind nicht mit „Preisen“ zu verwechseln, die alle Gewinne der Zulieferer, Hersteller und Vertreiber der Technologie beinhalten müssen. Alle Angaben sind in der Währung EURO (€) gemacht.

### Übersicht 1

<b>Grundsätzliche Annahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% zusätzlicher Strom aus erneuerbaren Energiequellen (53% insgesamt)</li> <li>• Schwerpunkt auf Höchst-Effizienttechnologien</li> </ul>
	<b>Technische Annahmen</b>
<b>Motorrad</b> <u>Mehrkostenschät-</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion von Leistung und maximaler Geschwindigkeit</li> <li>• Benzinverbrauch &lt; 1.5 l/100km (60% Reduktion)</li> </ul>

<u>zung</u> ca. 0 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 95% Emissionsreduktion durch Dreiwegekatalysatoren</li> </ul>
<b>Pkw</b> <u>Mehrkostenschätzung</u> <u>zung</u> ca. 0 – 0,5 T€	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downsizing der Karosserie (leichter, aerodynamischer)</li> <li>• Benzinmotoren mit EZEV Emissionsstandard (10% von EURO 4 Benziner)</li> <li>• 65...75% verbesserter Kraftstoffverbrauch (2.5 l/100km)</li> <li>• Dieselmotoren nur sofern EZEV-Standards technisch erreichbar sind</li> </ul>
<b>Leichte Nutzfahrzeuge</b> <u>Mehrkostenschätzung</u> <u>zung</u> ca. 1 – 2,5 T€	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzinmotoren mit EZEV Emissions Standard (10% von EURO 4 Benziner)</li> <li>• 65...75% verbesserter Kraftstoffverbrauch</li> </ul>
<b>Schwere Nutzfahrzeuge</b> <u>Mehrkostenschätzung</u> <u>zung</u> ca. 3,5 – 10 T€	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dieselmotoren mit 80...95% Partikelreduktion abhängig vom Einsatzgebiet (Partikelfilter) und 80% NO<sub>x</sub> Reduktion (SCR-Katalysatoren)</li> <li>• 30% verbesserter Kraftstoffverbrauch durch Leichtbau, Rollwiderstandsoptimierung und motor-technische Verbesserungen</li> </ul>
<b>Reisebus</b> <u>Mehrkostenschätzung</u> <u>zung</u> ca. 3,5 – 10 T€	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dieselmotoren mit 80...95% Partikelreduktion abhängig vom Einsatzgebiet (Partikelfilter) und 80% NO<sub>x</sub> Reduktion (SCR-Katalysatoren)</li> <li>• 30% verbesserter Kraftstoffverbrauch durch Leichtbau, Rollwiderstandsoptimierung und motor-technische Verbesserungen</li> </ul>
<b>Linienbus</b> <u>Mehrkostenschätzung</u> <u>zung</u> ca. 3,5 – 10 T€ (Diesel) ca. 4 – 11 T€ (Erdgas) n.A. <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteil von 50% an Trolleybussen mit einem Anteil von 50% am Verbrauch erneuerbarer Energie</li> <li>• Trolleybusse mit magnetodynamische Speicher (MDS) oder Supercapazitoren zur Energierückgewinnung bei kurzem Haltestellenabstand und kleinem Trolleybusnetz (-20% Verbrauchseinsparung).</li> <li>• 50% der Busse mit Erdgasantrieb oder Dieselantrieb, die jeweils die EEV Standards einhalten (60-90% Emissions-</li> </ul>

(Trolleybus)	<p>minderung im Vergleich zu EURO 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% Verbrauchseinsparung zu 2000</li> </ul>
<p><b>Straßenbahn</b></p> <p><u>Mehrkostenschätzung</u></p> <p>ca. 0 T€<sup>2)</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25% Verbrauchseinsparung</li> <li>• zusätzlich 50% Strom aus erneuerbarer Energie</li> </ul>
<p><b>Lokomotiven (Strom)</b></p> <p><u>Mehrkostenschätzung</u></p> <p>ca. 0 T€<sup>2)</sup></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25% Verbrauchseinsparung</li> <li>• zusätzlich 50% Strom aus erneuerbarer Energie</li> </ul>
<p><b>Diesellokomotiven</b></p> <p><u>Mehrkostenschätzung</u></p> <p>ca. 10 - 20 T€</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• motortechnische Verbrauchseinsparung um 40%</li> <li>• 95% Minderung der Partikel (Partikelfilter), 90% Minderung der NO<sub>x</sub> mit SCR-Katalysatoren (höhere Minderungsraten durch Stationärbetrieb)</li> </ul>
<p><b>Binnenschiff</b></p> <p><u>Mehrkostenschätzung</u></p> <p>ca. 15 – 40 T€</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• motortechnische Verbrauchseinsparung um 40%</li> <li>• 95% Minderung der Partikel (Partikelfilter), 90% Minderung der NO<sub>x</sub> mit SCR-Katalysatoren (höhere Minderungsraten durch Stationärbetrieb)</li> </ul>
<p><b>Hochseeschiff</b></p> <p><u>Mehrkostenschätzung</u></p> <p>ca. &gt; 50 T€</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• motortechnische Verbrauchseinsparung um 40%</li> <li>• 95% Minderung der Partikel (Partikelfilter), 90% Minderung der NO<sub>x</sub> mit SCR-Katalysatoren (höhere Minderungsraten durch Stationärbetrieb)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EZEV = Equivalent Zero Emission Vehicle Standard (80% unter EURO 4)</li> <li>• EEV = Enhanced Environmentally Friendly Vehicle Standard (besonders umweltfreundliches Fahrzeug)</li> <li>• 1) Kostenschätzung für den Trolleybus abhängig vom Streckennetz und der längeren Lebensdauer der elektrischen Antriebe</li> <li>• 2) Zusatzinvestitionen durch Rückspeisetechnologien und moderne Elektrotechnik werden durch Gewinne aus der Stromeinsparung bei weitem übertroffen</li> </ul>	

Besonders gute Absatzchancen werden immer Fahrzeugen mit einem drastisch verringerten Verbrauch und besonders niedrigen Schadstoffemissionen haben, die kei-

ne Einschränkung im Gebrauchsnutzen aufweisen werden. Ein bemerkenswertes und bereits realisiertes Konzept für Pkw ist das Fahrzeug *SMILE*, das mit finanzieller Hilfe von *Greenpeace* entwickelt wurde. Für Nutzfahrzeuge kann die Verbrauchsminderung durch fahrzeugtechnische Maßnahmen erreicht werden, indem Fahrzeuggewicht (z.B. Auflieger) und aerodynamische Eigenschaften verbessert werden. Für alle Fahrzeuge, die regelmäßig im Stadtverkehr (Stop- and Go) eingesetzt werden (Busse, teilweise Pkw, leichte Nutzfahrzeuge), ist eine sog. Milde Hybridisierung durch den Einsatz von sog. Starter-Generator-Antriebssystemen denkbar.

#### 4. Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechnik

Das Umweltbundesamt hat die Umweltwirkungen von Verkehrsinformations- und -leitsystemen im Rahmen einer Studie unter der Federführung der Prognos AG, Basel, untersuchen lassen.

Der Einsatz moderner Informations- und -kommunikationssysteme („Telematik“) im Straßenverkehr kann Beiträge zur Umweltentlastung leisten. Mit Ausnahme der automatischen Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren sind diese jedoch relativ gering. Systeme, die lediglich eine Verflüssigung des Straßenverkehrs anstreben, können sogar zu einer zusätzlichen Belastung der Umwelt führen. Die Umweltwirkungen von Verkehrstelematik wurden an insgesamt zehn verschiedenen Einzelsystemen untersucht.

Die Studie verdeutlicht, dass Telematiksysteme dann nennenswert zur Verminderung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgase beitragen, wenn sie zu einer Reduktion der Pkw- oder Lkw-Fahrleistungen führen.

Die mit Abstand deutlichsten Umweltentlastungen gehen von der automatischen Gebührenerhebung aus, die in der betrachteten Ausprägung einen vergleichsweise starken Eingriff in das Verkehrsgeschehen darstellt. Die Umweltwirkungen sind somit vorrangig Folge einer preislichen Maßnahme, deren umfassende und differenzierte Umsetzung jedoch erst durch den Einsatz von Telematik sinnvoll möglich wird.



Eine positive Bilanz bezüglich Energieverbrauch und Abgasen ergibt sich auch bei Systemen, die die Frachtdisposition im Güterverkehr unterstützen und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel fördern.

In Abhängigkeit vom Untersuchungsraum konnten maximale CO<sub>2</sub>-Reduktion von 13% bis 17 % nachgewiesen werden. Etwa drei Viertel dieser Minderungen würden allerdings aus der Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren resultieren.

## 5. Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele

Die Klimaschutzziele können durch eine Kombination technischer Effizienzverbesserungen mit Strategien zur Vermeidung, Verlagerung und Optimierung des Verkehrs erreicht werden. Dabei wird es für den langfristigen Erfolg ausschlaggebend sein, inwieweit es gelingt, auch die Ursachen des Verkehrswachstums zu beeinflussen.

### *Verkehrsarme Siedlungsstrukturen*

Die Zunahme der Siedlungsflächen, Dispersion und Entmischung stehen in engem Zusammenhang mit der Zunahme des motorisierten Straßenverkehrs. Dagegen basieren verkehrsarme Siedlungsstrukturen auf den räumlichen Ordnungs- und Gestaltungsprinzipien „Dichte“, „Nutzungsmischung“ und „Polyzentralität“.

Dichte im Städtebau bedeutet kompakte, aber qualitativ hochwertige bauliche Strukturen, die ein Ausufernd der Städte in das Umland und eine Zunahme der verkehrlichen Neuversiegelung von Freiflächen weitgehend verhindern. Dichte begünstigt eine Erschließung mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Um Stadtflucht zu vermeiden, sind dichtere Stadtstrukturen mit genügend Grünflächen und Parkanlagen zu versehen.

Nutzungsmischung umfasst die funktionale und bauliche Verflechtung von Wohnen, Arbeiten, Versorgung und Freizeit mit dem Ziel, die Wegelängen in der Stadt zu reduzieren und die Nutzung von ÖPNV, Rad- und Fußwegen zu fördern.

Polyzentralität bedeutet schließlich die Umsetzung des Leitbildes der dezentralen Konzentration, d.h. die Bündelung des Siedlungsdrucks im Umland der Städte in

Siedlungsschwerpunkten mit Handels-, Freizeit-, Verwaltungs- und sozialen Infrastruktureinrichtungen. Damit werden Wegelängen reduziert und die Chancen für die Erschließung des Umlandes durch den ÖPNV erhöht.

Die wichtigsten Maßnahmen zur Umsetzung dieser räumlichen Konzepte sind:

- Innenentwicklung durch Flächenverdichtung im Bestand, Nutzungsmischung, Wiedernutzung von gewerblichen Brachflächen oder Konversionsflächen mit stabilisierenden Stadterneuerungen (Wohnumfeldverbesserungen, Verkehrsberuhigung, Standortsicherung der Betriebe, flächen- und ressourcensparende Bauweisen)

Zur Mobilisierung des Bestands an wiedernutzbaren Flächen sollte sich die Grundsteuer an Bodenwert und Bodenfläche orientieren. Die Umwandlung der Grunderwerbssteuer in eine Abgabe auf Neuinanspruchnahme von Bodenfläche für Siedlungs- und Verkehrsflächen (einmalige Abgabe anlässlich der Baugenehmigung) würde dies noch unterstützen.

- Konzentration der Siedlungsentwicklung auf Siedlungsschwerpunkte; Zuordnung zu Knotenpunkten des ÖPNV, angefangen bei einer Reform der Förderpolitik. Flächenaufwändige Bauweisen (freistehende Einfamilienhäuser) und Standorte ohne ÖPNV-Erschließung sollten nicht mehr, flächensparende Bauformen dagegen stärker gefördert werden. Erwerb von Wohneigentum aus dem Bestand sollte mindestens gleichrangig wie Neubau behandelt werden.
- Ausgleich bei Inanspruchnahme von Freiraum
- Schutz und Entwicklung der Freiräume durch Ausweisung von Schutzgebieten und Flächen mit ökologischen Vorrangfunktionen, Freihaltung von Naturvorrangflächen der Bebauung und der Verkehrsinfrastruktur, Erhalt der unzerschnittenen verkehrssarmen Räumen sowie Einrichtung örtlicher und überörtlicher Freiraumverbundsysteme.

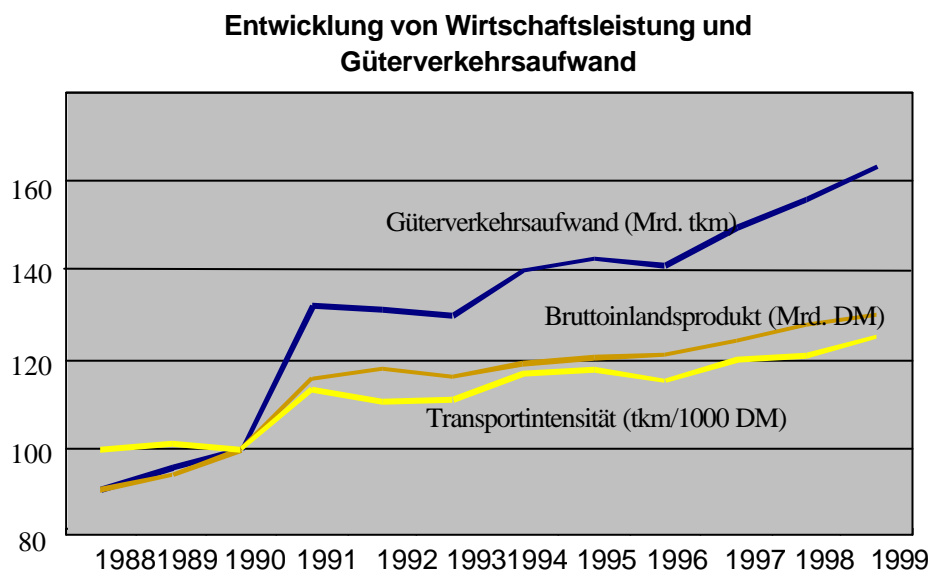
Eine abgestimmte Siedlungs- und Verkehrsplanung lässt sich heute nur noch im regionalen Kontext sinnvoll erfüllen. Nachhaltige Siedlungsentwicklung sollte sich nicht auf regionale Kooperation beschränken, sondern eine Stärkung der Kompetenzen auf der regionalen Ebene selbst anstreben. Ein Beispiel ist die dänische Amtskommune als regionale Gebietskörperschaften mit gewähltem Parlament.

Wesentliche Impulse für einen Rückgang des Flächenverbrauchs lösen auch Änderungen der steuerlichen Rahmenbedingungen im Verkehrsbereich aus (Erhöhung der Mineralölsteuer, Abschaffung der Entfernungspauschale).

### *Verkehrsarme Wirtschaftskreisläufe*

Unsere Volkswirtschaft ist nicht verkehrseffizient. Seit Jahren wächst der Straßenverkehr in Deutschland stärker als das Bruttoinlandsprodukt, d.h. für das gleiche Wirtschaftsergebnis wird immer mehr Verkehr benötigt. Diese Tendenz muss sich umkehren.

Die räumliche Nähe zwischen Produktion und Absatzmarkt kann in einigen Wirtschaftszweigen, insbesondere für Landwirtschaft und einige Sparten des Handels verbessert werden. Mit Hilfe von Förderprogrammen und geförderten Projekten auf



nationaler, Länder- und kommunaler Ebene könnte die Regionalisierung der Märkte vorangetrieben werden.

Subventionen auf der Ebene der EU, des Bundes oder der Länderebene zum Ausgleich von regionalen Ungleichheiten in der wirtschaftlichen Entwicklung müssen unter dem Gesichtspunkt geprüft werden, ob sie zur Verkehrsvermeidung beitragen oder zusätzlichen Verkehr induzieren. Subventionen sollten bevorzugt an Unternehmen und Organisationen vergeben werden, die sich erfolgreich um Verkehrsvermeidung bemühen.

### *Stärkung des ÖPNV und der Bahn*

Der ÖPNV ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe: "Die Sicherstellung einer ausreichenden Bedienung der Bevölkerung mit Verkehrsleistungen im öffentlichen Personennahverkehr ist eine Aufgabe der Daseinsvorsorge" (§ 1, Abs. 1 Regionalisierungsgesetz). Ein starker, leistungsfähiger ÖPNV ist sowohl unter umweltpolitischen als auch unter wirtschafts- und sozialpolitischen Gesichtspunkten wesentlich. Für die Erfüllung gemeinwirtschaftlicher Anforderungen ist den ÖPNV-Betreibern ein finanzieller Ausgleich aus öffentlichen Mitteln zu zahlen. Ein transparentes, nichtdiskriminierendes Verfahren muss dafür sorgen, dass dabei möglichst wenig staatliche Mittel eingesetzt werden. Das bestehende Finanzierungssystem ist kompliziert, wenig transparent und nicht sehr effektiv. Es ist daher dringend reformbedürftig. Das Finanzierungssystem sollte so ausgestaltet werden, dass sowohl Anreize zur Nutzung umweltfreundlicher Fahrzeuge als auch zur Gewinnung einer möglichst großen Zahl von Fahrgästen gegeben sind.

Die ÖPNV-Betriebe und die Bahn sollten sich zu Mobilitätsanbietern weiterentwickeln. Sie müssen ihre Beratungsleistungen ausbauen, verstärkt Tür-zu-Tür-Transporte anbieten sowie Fahrradverleih und Car-Sharing integrieren. Durch Ausschöpfung des Nutzerpotentials für Car-Sharing könnten nach aktuellen Schätzungen zwischen 2 und 5% der Pkw-Fahrzeugkilometer einspart werden.

Die Kapazitäten der Bahn lassen sich kurzfristig durch einige relativ einfache Maßnahmen verdoppeln, die nur punktuelle Verbesserungen der Infrastruktur erfordern (z.B. Harmonisierung der Geschwindigkeiten, Einsatz von Doppeldeckerwagons). Um jedoch langfristig und in größerem Umfang den Güterverkehr von der Straße auf die Schiene verlagern zu können, ist eine Entmischung des Eisenbahnbetriebes von Personen- und Güterverkehr notwendig. Eigene Bahnanschlüsse für größere Produktionsstandorte sollten wieder zur Regel werden.

Beim Infrastrukturausbau müssen die öffentlichen Verkehrsmittel Priorität haben. Auf größere Erweiterungen der bestehenden Straßeninfrastruktur sollte verzichtet werden, um Verkehrsverlagerungen zur Straße hin (anstatt von der Straße weg) und straßenbauinduzierten Verkehr zu vermeiden. Die Bundesverkehrswegeplanung kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten, wenn sie künftig nicht mehr nur nach

verkehrlichen, sondern auch nach Umweltschutzziele ausgerichtet wird. Bei der Planung von Bundesverkehrswegen ist zu prüfen, ob die Bedürfnisse nach Transportkapazitäten nicht durch eine bessere Auslastung bestehender Straßen- und Bahnkapazitäten, durch den Aus- oder Neubau von Bahn- und Schifffahrtsinfrastrukturen und die Verbesserung des Kombinierten Verkehrs oder durch weitere verkehrsorganisatorische Maßnahmen erfüllt werden können.(Beispiel: Verkehrsprotokoll der Alpenkonvention)

### *Stärkung des nicht-motorisierten Verkehrs*

Der Anteil des Fußgänger- und Fahrradverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen liegt derzeit bei etwa 36%. Der Anteil des Fahrradverkehrs beträgt knapp 10%. Dem Beispiel der Niederlande folgend, wo der Anteil des Fahrradverkehrs 27% und in einigen Städten sogar 40% beträgt, müsste sich dieser Anteil auch in Deutschland mindestens verdoppeln lassen. Nach unserer Schätzung können durch Verkehrsverlagerungen zum Fahrrad zwischen 6 und 11% der Pkw-Fahrleistung eingespart werden. Die erzielbare Emissionsminderung bei CO<sub>2</sub> liegt zwischen 4 und 13 Mio. t im Jahr.

Fußgängern und Fahrradfahrern muss mehr Platz im öffentlichen Raum zugestanden werden. Ihre Ansprüche an eine sichere, schnelle und bequeme Fortbewegung müssen bei der Planung des Straßenraums, der Organisation des Verkehrsablaufs und der Verkehrsregelung in weit stärkerem Maße als bisher berücksichtigt werden. Der zur Zeit diskutierte „Nationale Radverkehrsplan“ ist eine wichtige Voraussetzung, um die Rahmenbedingungen für den Fahrradverkehr grundlegend zu verbessern und die Anstrengungen von Bund, Ländern und Gemeinden zu einem effektiven Konzept zusammenzuführen.

Für den nicht-motorisierten Verkehr wird bisher ein weit geringerer Teil der öffentlichen Mittel eingesetzt, als seinem Anteil am Verkehr entspricht. Mit einer Verlagerung von Geldern zugunsten des Fußgänger- und Fahrradverkehrs ließe sich ein überproportional großer Umwelteffekt erzielen.

### *Reduzierung der Klimabelastungen durch den Flugverkehr*

Der nationale und internationale Flugverkehr hat in den letzten 30 Jahren kaum signifikante Beschränkungen seiner Schadstoffemissionen erfahren. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen von Strahlflugzeugen lassen sich durch technische Verbesserungen um ungefähr 70 %, die Kohlendioxidemissionen um etwa 50 % im Vergleich zu heutigen Werten reduzieren. Technisch wurden seit den 60er Jahren bereits deutliche Reduktionen des Treibstoffverbrauchs erzielt. Die Stickoxidemissionen der Triebwerke nahmen aber gerade im letzten Jahrzehnt zu, was die Treibhauswirkung des Flugverkehrs deutlich erhöht hat. Ein wesentlicher Beitrag zur Verringerung der klimaschädlichen Flugzeugemissionen kann durch deutlich schärfere Grenzwerte, insbesondere für Stickoxide, erreicht werden. Hierfür müssten die emissionsbezogenen Anforderungen an die Zulassung der Flugzeugtriebwerke – anders als bisher - auch Flugbewegungen oberhalb von 3000 Fuß einbeziehen.

Bislang wird auf Kraftstoffe für den Luftverkehr weltweit keine Steuer erhoben. Im internationalen Luftverkehr ist weder Umsatzsteuer zu zahlen, noch werden die Emissionen besteuert, noch gibt es eine Kerosinsteuer. Die weitgehende Steuerbefreiung hat zusammen mit der zunehmenden Liberalisierung des Luftverkehrs zum Verfall der Flugpreise und damit zum Wachstum des Flugverkehrs beigetragen. Aufgrund der hohen Wachstumsraten und des dadurch zu erwartenden Anstiegs der Emissionen sollten Maßnahmen ergriffen werden, die zu einem Nachfragerückgang bei Flugreisen und im innerdeutschen und innereuropäischen Verkehr zu Verlagerungen auf die Bahn führen. In diesem Zusammenhang spielt die Einführung von Steuern wie der Mineralöl- und Mehrwertsteuer, wie sie von den anderen Verkehrsträgern auch gezahlt werden, eine große Rolle. Beide Steuern sollten sowohl für inländische als auch für internationale Flüge erhoben werden. Die Einführung der Mineralölsteuer könnte schrittweise erfolgen. Da der Flugverkehr in vielen Fällen grenzüberschreitend ist, muss die Einführung einer Mineralölsteuer in allen industrialisierten Ländern erfolgen (z.B. in den OECD-Ländern). Als Folge der höheren Kosten werden die Preise für Flugreisen ansteigen, und die Zunahme der Flugverkehrsleistung wird damit gebremst. Die Fluggesellschaften werden veranlasst, größere und effizientere Maschinen mit höheren Transportkapazitäten einzusetzen. So können mehr Personen mit weniger Aufwand fliegen (gemessen in geflogenen Kilometern), und die Emissionen pro Personenkilometer sinken.

Weitere ökonomische Instrumente sollten Anreize für die Beschaffung und den Einsatz emissionsärmerer Flugzeuge schaffen. So sollten innerhalb der nächsten 10 Jahre emissionsabhängige Abgaben eingeführt werden, die sowohl die Emissionen während der Start- und Landephase als auch während des Fluges auf Reisehöhe berücksichtigen. Maschinen mit überdurchschnittlich hohen Emissionen sollten mit höheren Abgaben belastet werden, um die Nutzung von weniger stark emittierenden Maschinen sowie die Nachfrage nach neuen Technologien inklusive Forschung und Entwicklung zu fördern. Mit Hilfe dieser emissionsabhängigen Abgaben ließe sich die Einführung umweltschonender Technologien schneller als mit rein ordnungsrechtlichen Maßnahmen - wie der Festlegung von Grenzwerten - erreichen.

Das heutige Flug-Service-Management weist eine Reihe von Ineffizienzen auf, die Erfolge von Verbesserungen zumindest teilweise zunichte machen. Daher sollten die technischen und ökonomischen Maßnahmen durch Optimierungen in der Organisation des Flugverkehrs ergänzt werden. Hierzu zählen die Freigabe der Flugrouten, Verringerung der horizontalen, vertikalen und longitudinalen Abstände, verbesserte Lande- und Startmuster sowie Verbesserungen bei der Luftraumkontrolle. Durch den optimierten Betrieb des Flugverkehrs lassen sich bis zu 10% der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Flugsektor einsparen.

### *Begrenzung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen*

Auf mittlere Sicht werden die CO<sub>2</sub>-Einspareffekte von der Ausschöpfung des Potentials der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren abhängen. Die Anteile alternativer Antriebstechniken werden auf absehbare Zeit zu gering sein, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Verkehrs insgesamt wesentlich zu beeinflussen.

Um eine Verminderung des Kraftstoffverbrauchs im erforderlichen Umfang zu erreichen, müssen die Verbrauchsminderungen erheblich höher ausfallen als bisher. Die mittlere spezifische CO<sub>2</sub>-Emission neu zugelassener Pkw ist im Zeitraum von 1997 bis 2000 zwar um etwa 4 % gesunken. Gleichzeitig haben jedoch die mittlere Motorleistung um 12 % und das mittlere Fahrzeuggewicht um 8 % zugenommen. Ähnliche Entwicklungen sind bei schweren Nutzfahrzeugen, aber auch in anderen Verkehrssektoren zu beobachten. Stärkere Motorleistungen und höhere Höchstgeschwindigkeiten führen dazu, dass technische Potenziale kaum der Kraftstoffverbrauchs- und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung zugute kommen.

Die deutschen Automobilhersteller sind eine Selbstverpflichtung eingegangen, den spezifischen Kraftstoffverbrauch deutscher PKW bis 2005 um 25 % gegenüber 1990 zu senken. Nach unserer Schätzung beträgt die Minderung bisher erst 15%. Bleiben die jährlichen Minderungsraten gleich, wird somit wird das Ziel nicht ganz erreicht. In ähnlicher Weise haben sich die europäischen Automobilhersteller verpflichtet, die mittleren spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aller in Europa neu zugelassener Pkw von 1995 bis 2008 um 25 % zu mindern. Nach dem ersten Monitoring-Bericht der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2000 sind von 1995 bis 1999 nur ca. 6 % Minderung erreicht worden.

Um den Kraftstoffverbrauch über 2005 hinaus im notwendigen drastischen Ausmaß zu senken, wird man um verbindliche Grenzwertvorgaben für CO<sub>2</sub> –Emissionen nicht herumkommen. Die Wirksamkeit dieses Instruments kann am Beispiel der Schadstoffe CO, NO<sub>x</sub>, NMVOC und Partikel demonstriert werden, deren spezifische Emissionen durch die Grenzwerte EURO I bis IV für Pkw und EURO I bis V für schwere Nutzfahrzeuge stufenweise immer weiter gesenkt wurden und noch werden (vgl. Tab. 3).

Auch bei den Schienenfahrzeugen sind Effizienzverbesserungen notwendig und möglich. Die Bahn hat sich selbst zum Ziel gesetzt, ihren spezifischen Energieverbrauch um 25% zu senken. Durch Effizienzverbesserungen bei der Bahnstromerzeugung und durch die Erhöhung des Anteils regenerativer Quellen ist hier langfristig noch ein weit größeres Klimaentlastungspotential vorhanden.

### *Fiskalische Instrumente*

Am Wachstum des Straßenverkehrs sind die verhältnismäßig niedrigen Kraftstoffpreise wesentlich beteiligt. Diese sind in den zurückliegenden Jahrzehnten weniger stark gestiegen als die allgemeinen Lebenshaltungskosten sowie die Löhne und Gehälter. Mit sinkendem Kraftstoffverbrauch sinken auch die variablen Kosten des Verkehrs. Wenn ein Auto z.B. statt 8 Litern Benzin pro 100 km nur noch 2,5 Liter verbraucht, zahlt der Fahrer pro Kilometer für den Kraftstoff statt 14 Pfennig nur noch 4 Pfennig. Aus den Erfahrungen in der Vergangenheit ist zu erwarten, dass dies zusätzlichen Kfz-Verkehr induziert.



Dem könnte mit einer schrittweisen Erhöhung der **Mineralölsteuer** entgegengesteuert werden. Die Mineralölsteuer ist darüber hinaus ein Instrument mit vielfältigen Wirkungen. Durch die Verteuerung des Kraftstoffs

- wird die Nachfrage nach Fahrzeugen mit niedrigem Verbrauch unterstützt und der Ersatz von Fahrzeugen mit hohem Verbrauch beschleunigt. In gleicher Weise würde eine stärker an den CO<sub>2</sub>-Emissionen orientierte Kfz-Steuer wirken.
- werden umweltverträglichere Verkehrsträger wie ÖPNV oder Rad- und Fußgängerverkehr begünstigt – vorausgesetzt, dass auch das ÖPNV-Angebot und die Bedingungen für den Fuß- und Radverkehr verbessert werden.
- wird ein Anreiz für die Reduzierung der Fahrstrecken gegeben, so dass der Verkehrsaufwand abnimmt. Es wird sich z.B. weniger lohnen, in weit entfernt gelegene Einkaufszentren (auf der grünen Wiese) zu fahren, die ihre Waren billiger anbieten als der Handel im unmittelbaren Wohnumfeld.
- können das Ausufernde der Städte gebremst und verkehrsarme Siedlungsstrukturen gefördert werden.

Mit der Einführung einer **fahrleistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (SVA)** werden Anreize zur Verminderung der Umweltbeeinträchtigungen des Güterverkehrs geschaffen. Die Umwelteffekte werden zwar zunächst gering sein, jedoch kann die SVA zu einem Instrument weiterentwickelt werden, das dazu beiträgt, Straßengüterverkehr zu vermeiden oder auf die Bahn zu verlagern. Hierzu ist es notwendig die Abgabe auf alle Straßen auszuweiten und schrittweise zu erhöhen. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens für das Umweltbundesamt wurden die Umweltentlastungen einer nach dem Vorbild der in der Schweiz geltenden SVA untersucht (s. Tab .4). Eine solche SVA würde die Kosten je gefahrenen Kilometer um bis zu 50 % erhöhen und die Gütertransporte für die Wirtschaft insgesamt zwischen 27 und 30 % verteuern. Als Reaktion auf diese Kostensteigerung würde die gesamte Fahrleistung im Straßengüterverkehr um insgesamt 12 % abnehmen. Vor allem im Fern- und im grenzüberschreitenden Verkehr ließe sich im größerem Umfang Güterverkehr vermeiden und auf die Bahn verlagern. Die Bahn könnte ihre Gütertransportleistung bis 2010 um mehr als 60 % erhöhen, vorausgesetzt, sie ist in der Lage, diesen zusätzlichen Verkehr in ausreichender Qualität zu bewältigen.

**Tab. 4: Schwerverkehrsabgabe (SVA) nach Maßgabe der in der Schweiz gültigen Gebührensätze**

	SVA 2003			SVA 2010		
	in € pro km			in € pro km		
Emissionsklasse	3,5t-12t	12t-18t	>18t	3,5t-12t	12t-18t	>18t
Euro0	0,20	0,40	0,86	0,39	0,83	1,70
Euro1	0,18	0,38	0,80	0,39	0,83	1,70
Euro2	0,17	0,35	0,74	0,39	0,83	1,70
Euro3	0,16	0,33	0,70	0,34	0,72	1,47
Euro4	0,16	0,33	0,70	0,30	0,63	1,30
Euro5	0,16	0,33	0,70	0,26	0,55	1,13
Durchschnitt	0,18	0,36	0,72	0,30	0,60	1,20
Gesamt	0,69			1,05		

Quelle: ROTHENGATTER (2001): Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr. UBA-Texte 57/01

Das Aufkommen aus der SVA sollte zumindest teilweise dafür verwendet werden, die Rahmenbedingungen für den Güterverkehr so zu verbessern, dass die Bahn verstärkt Verkehr von der Straße aufnehmen kann. Hierzu gehört der Ausbau von Schienenstrecken für den Güterverkehr, verbesserte Gleisanschlüsse von Produktionsstandorten, Ausbau des Kombi-Verkehrs usw. Darüber hinaus sollten mit verkehrsarmen Logistikkonzepten oder der Erleichterung der Lagerhaltung die Bedingungen zur Vermeidung von Gütertransporten verbessert werden.

#### *Verbraucherverhalten*

Die Möglichkeiten der Verbraucher, durch energiebewusstes Verkehrsverhalten zum Klimaschutz beizutragen, sind relativ hoch:

Bahn statt Flugzeug oder Auto: Für der Strecke Frankfurt – München braucht die Bahn mit dem ICE pro Person nur ein Drittel der Energie, die ein Flugzeug benötigt, und die Hälfte der Energie eines mit zwei Personen besetzten Autos. Öffentliche Na-

herkehrsmittel sparen gegenüber dem Auto etwa zwei Drittel der Energie bei gleichem Transportangebot.

Kurze Wege zu Fuß oder mit Fahrrad zurücklegen: Die Hälfte aller Wege ist nicht länger als drei Kilometer, ein Viertel nicht länger als 1 Kilometer.

Beim Autokauf auf den Verbrauch achten: In der Regel sind kleinere, leichtere und weniger leistungsstarke Autos günstiger im Verbrauch. Aber auch innerhalb der gleichen Größen- oder Leistungsklassen gibt es erhebliche Verbrauchsunterschiede. Die vom VCD mit Unterstützung des UBA erstellte Auto-Umwelt-Liste erleichtert die Orientierung. Die EU-Richtlinie 1999/94/EG über die Bereitstellung von Verbraucherinformationen über den Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Marketing für neue Personenkraftwagen ist noch nicht in deutsches Recht umgesetzt worden.

Leichtlauföle und kraftstoffsparende Reifen: Kraftstoffsparende Reifen haben einen um 30 % niedrigeren Rollwiderstand und sind leichter als viele handelsüblichen Reifen. Die Kraftstoffersparnis beträgt bis zu 5 %. Lärmarme und kraftstoffsparende Reifen können seit 1999 mit dem blauen Engel ausgezeichnet werden. Durch die Verwendung von Leichtlaufölen können noch einmal 3% Kraftstoff gespart werden.

Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit: Durch ein Tempolimit von 100 km/h auf Autobahnen könnte der Kraftstoffverbrauch dort um 20% gesenkt werden. Mit einer dem Verkehr angepassten und niedertourigen Fahrweise können innerorts etwa 15% Kraftstoff gespart werden.

## 6. Monitoring

Um die Entwicklung zu kontrollieren, sollten neben dem CO<sub>2</sub>-Minderungsziel für den gesamten Verkehrssektor differenzierte Ziele und Indikatoren entwickelt werden, an denen die tatsächliche Entwicklung zu messen ist. In erster Linie geht es um

- Ziele für die Minderung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs der einzelnen Fahrzeugkategorien,
- Ziele für die Entwicklung des Verkehrsaufwands und der Verkehrsaufteilung auf die einzelnen Verkehrsmittel.

Die Übersicht 1 in Abschnitt 2 zeigt detailliert auf, welche Effizienzverbesserungen wir bei den einzelnen Fahrzeugkategorien für notwendig und möglich halten. Auf dieser Basis lassen sich ceteris paribus bis 2030 die CO<sub>2</sub> –Emissionen des Verkehrs gegenüber 1990 um etwa 20% mindern.

Mit Hilfe der Szenario-Technik können Entwicklungspfade für Verkehrsaufwand und Verkehrsaufteilung gezeigt werden, die mit dem 50%-Ziel kompatibel sind. Ein vom Umweltbundesamt entworfenes Szenario zeigt, dass das Ziel erreichbar ist, wenn der Straßen- und Luftverkehrsaufwand das Niveau des Jahres 1990 nicht überschreiten. Das Verkehrswachstum im Güterverkehr und ein großer Teil des Verkehrswachstums im Personenverkehr wird in diesem Szenario von den öffentlichen Verkehrsmitteln übernommen. Der auf den Straßenverkehr entfallende Verkehrsaufwand steigt danach zunächst noch an, geht jedoch spätestens nach 2010 langsam wieder bis auf das Niveau des Jahres 1990 zurück.

## 7. Verkehrsaufkommen im Seeverkehr s. Annex

Annex

### Verkehrsaufkommen im Seeverkehr

Bisherige Entwicklung des Güterumschlags in den deutschen Seehäfen

Die Entwicklung des Güterumschlages in den deutschen Seehäfen ist seit 1984 mit ca. 134 Mio. Tonnen pro Jahr von einer kontinuierlichen Zunahme gekennzeichnet. Für das Jahr 2000 wird eine Größenordnung von etwa 240 Mio. Tonnen erreicht. Dieser Anstieg wird in der Hauptsache von einer Zunahme der Rohölimporte bestimmt (Abb. 1).

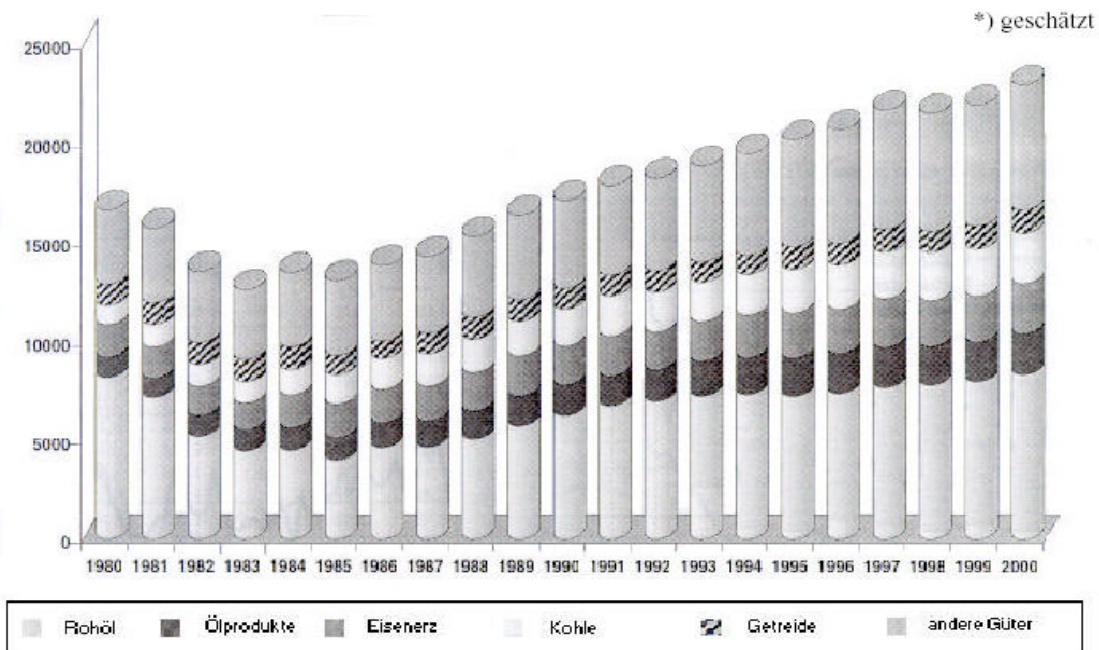


Abbildung: 1

Zukünftige Entwicklung des Güterumschlages in den Nordseehäfen

*Für die Abschätzung der Umschlagentwicklung in den deutschen Nordseehäfen wurden vom Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik Schätzungen bis zum Jahre 2015 entwickelt, diese Untersuchungen zeigen, dass der Güterumschlag für flüssige Massengüter in der Größenordnung von 60 Mio. Tonnen pro Jahr bleiben wird mit einem geringfügigen*

*Anstieg, trockene Massengüter werden von 40 Mio. Tonnen pro Jahr auf 50 Mio. Tonnen pro Jahr zunehmen. Der Stückgutumschlag wird in den Nordseehäfen mit etwa 15 Mio. Tonnen pro Jahr gleich bleiben. Für den Containerumschlag wird sich von 55 Mio. Tonnen pro Jahr im Jahre 1998 auf 127 Mio. Tonnen pro Jahr entwickeln (Abb. 2).*

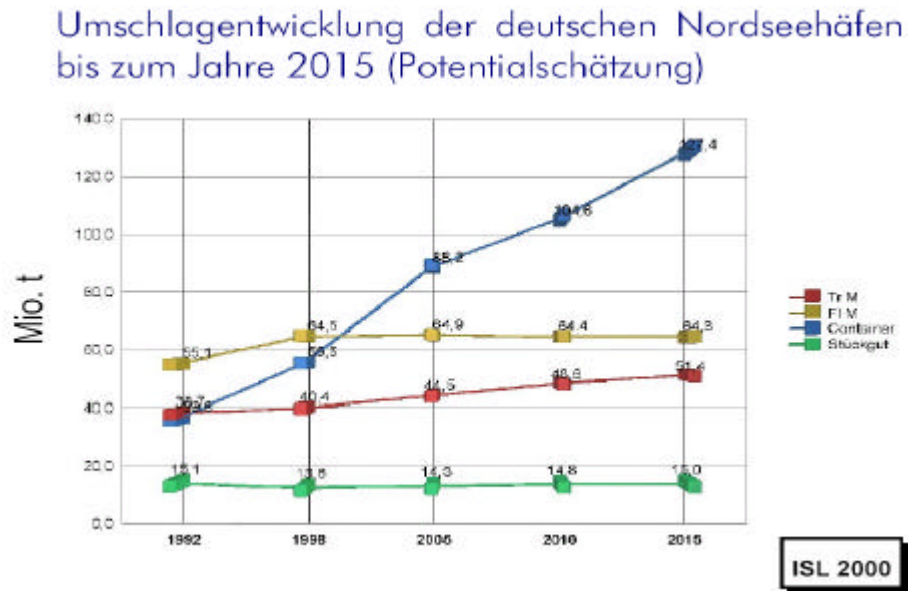



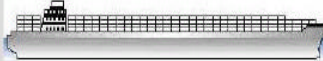
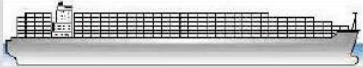
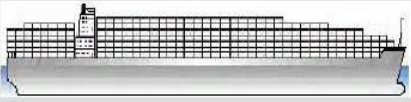


Abbildung: 2

*Diese Entwicklung wird mit einer Zunahme der Schiffsgröße und mit wachsenden Tiefgängen bei den Containerschiffen einhergehen (Abb. 3). Die modernen mit schwefelreichen Brennstoffen betriebenen Containerschiffe haben eine Zunahme schifffahrtsbedingter Emissionen zur Folge.*

Generation (Jahr)	TEU	Länge (m)	Breite (m)	Tiefgang (m)
1. (1972) 	bis 1.500	225	24,5	9,00
2. (1980) 	bis 3.000	275	27,5	10,00
3. (1987) 	bis 4.500	300	32,2	11,50
4. (1997) 	bis 6.600	320	40,0	14,30
5. (1999) 	ca. 8.000	347	42,6	14,50
Zukunft 			???	

ISL 2000

Abbildung: 3

*Für das Jahr 2000 ist damit zu rechnen, dass 30 – 50 % der Containerschiffe einen Tiefgang von über 12,7 m haben werden (Abb. 4).*

In der Nordeuropafahrt eingesetzte Containerschiffe nach Fahrtgebieten und Tiefgangsgruppen in den Jahren 1993 und 2000 (% Anzahl)

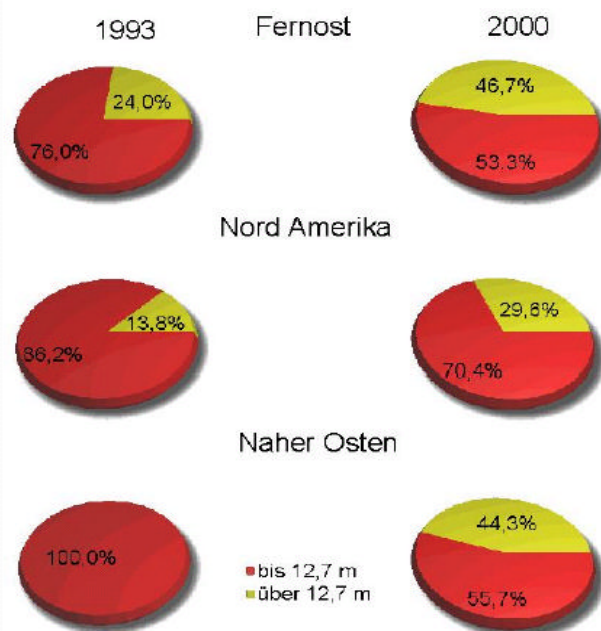


Abbildung: 4

*Die Analyse der Entwicklung des Güterumschlages in den deutschen Nordseehäfen zeigt, dass die größten Zuwächse für den Hafen Hamburg zu erwarten sind. Hier ist mit einem Anstieg von etwa 75 Mio. Tonnen pro Jahr 1998 auf etwa 130 Mio. Tonnen in 2015 zu rechnen. Die größten Zuwächse im Hamburger Hafen sind beim Containerumschlag zu erwarten. Der Güterumschlag in der Stadt Bremen wird bei etwa 15 Mio. Tonnen pro Jahr stagnieren. In Bremerhaven ist ein Zuwachs von 20 Mio. Tonnen pro Jahr von 1998 auf zirka 50 Mio. Tonnen in 2015 in der Hauptsache auf den wachsenden Containerumschlag zurückzuführen. In Wilhelmshaven wird der Güterumschlag zwischen 1998 und 2015 gleich bleiben (Abb.5).*

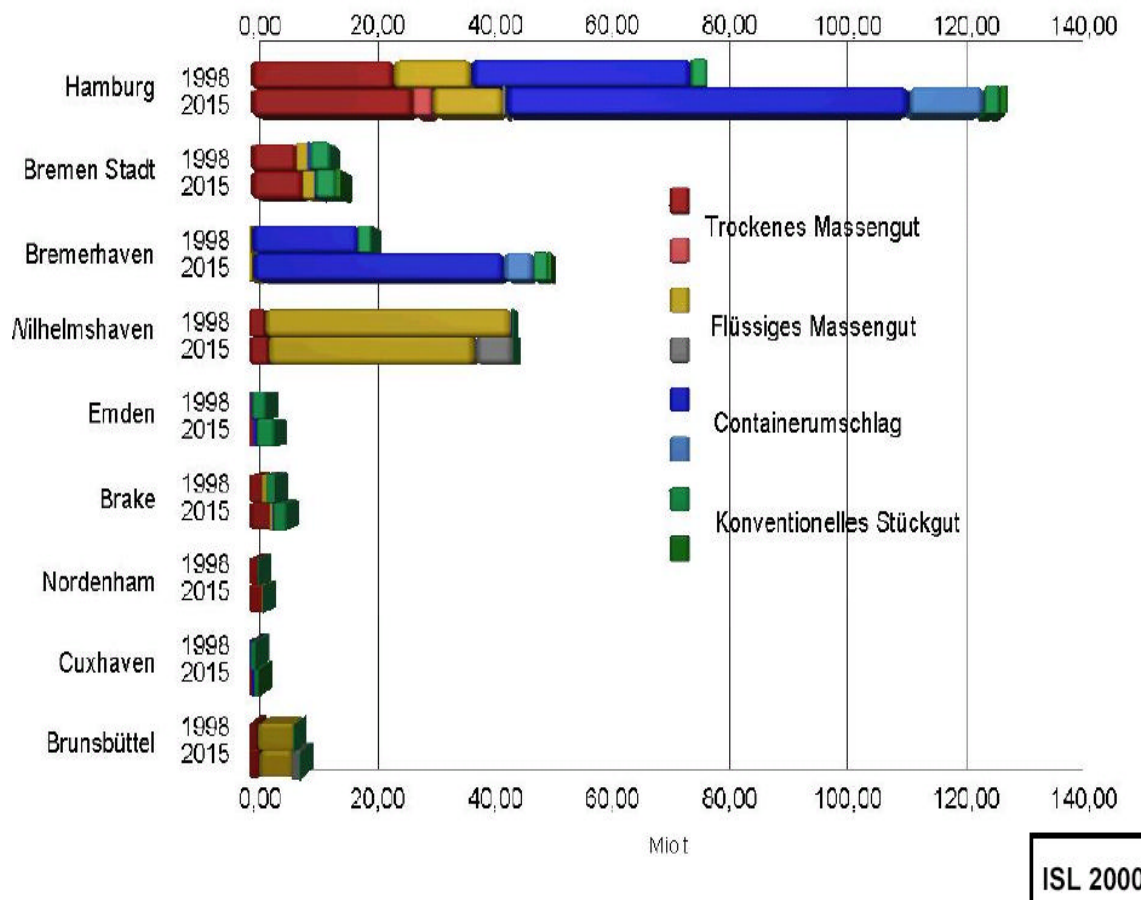


Abbildung: 5

In den Westhäfen Rotterdam, Amsterdam und Antwerpen wird sich die Zunahme des Containerumschlages in gleicher Weise entwickeln (Abb. 6).



b. 2-4: Containerflottenentwicklung 1991 – 2000 (Stand jeweils 1. Januar)

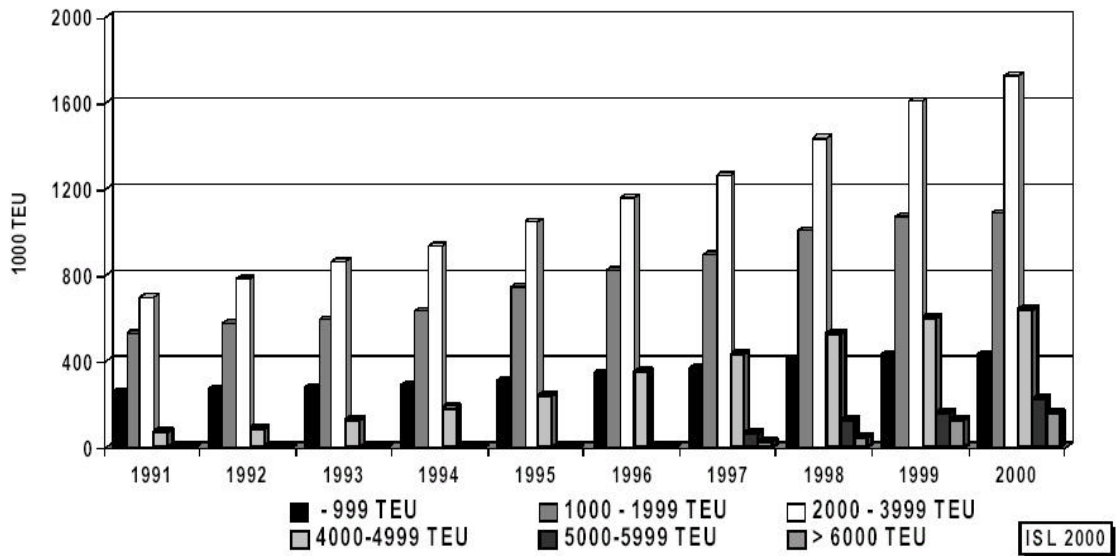


Abbildung: 6

Zukünftige Entwicklung des Seeverkehrs in den deutschen Ostseehäfen

In Lübeck wird der Güterumschlag von etwa 25 Mio. Tonnen pro Jahr in 1998 auf knapp 40 Mio. Tonnen pro Jahr in 2015 zunehmen. In Rostock wird der Güterumschlag von etwa 17 Mio. Tonnen pro Jahr auf etwa 33 Mio. Tonnen pro Jahr in 2015 ansteigen. In Sassnitz wird sich der Verkehr von etwa 5 Mio. Tonnen pro Jahr in 1998 auf etwa 12 Mio. Tonnen pro Jahr in 2015 entwickeln. In Kiel wird der Güterumschlag sich in etwa von 4 Mio. Tonnen pro Jahr auf etwa 6 Mio. Tonnen pro Jahr vergrößern. In Puttgarden ist mit einem Anstieg von etwa 6 Mio. Tonnen in 1998 auf etwa 8 Mio. Tonnen in 2015 zu rechnen (Abb.7).

Entwicklung des Gesamtumschlages der deutschen Ostseehäfen 1998 und 2015 (Basisprognose und Potentialschätzung\* in 1000t)

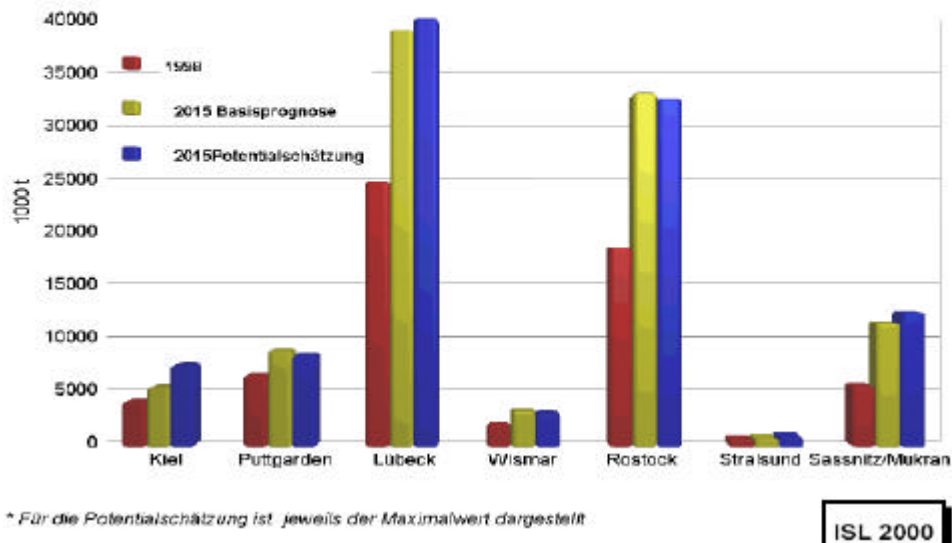


Abbildung: 7

Das Passagieraufkommen wird in den deutschen Fährhäfen der Ostsee etwa gleich bleiben.

Entwicklung des Fährpassagieraufkommens der deutschen Ostseehäfen bis zum Jahr 2015 nach Länder - Potentialschätzung\* (in 1000 Passagen)

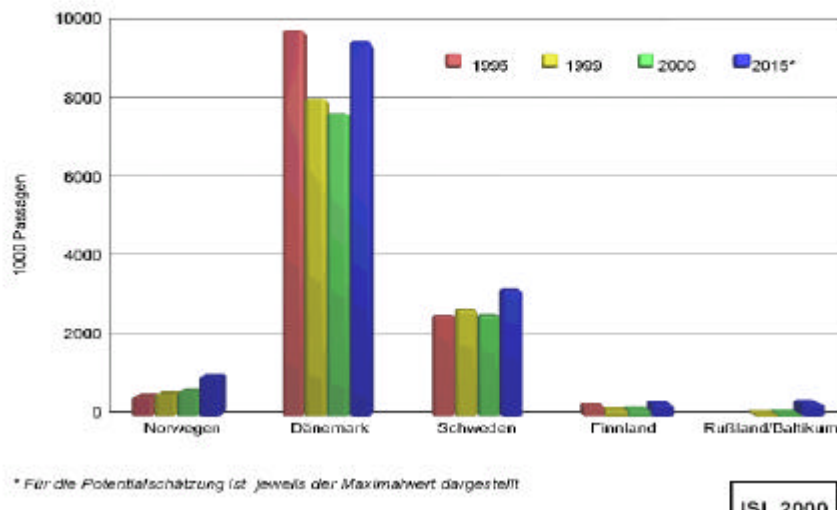
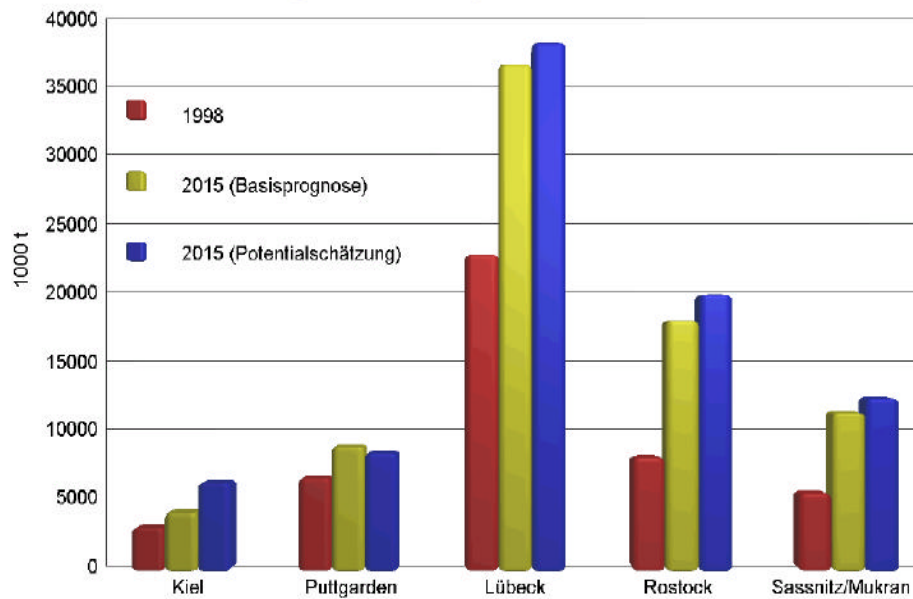


Abbildung: 8

Die Zunahme des Fähr- und Ro/Ro-Verkehrs wird vorzugsweise auf den wachsenden Güterverkehr zurückzuführen sein. Die größten Wachstumsraten für den Fähr- und Ro/Ro-Verkehr sind in Rostock und Lübeck zu erwarten (Abb. 9).

Entwicklung des Fähr- und Ro/Ro-Verkehrs der deutschen Ostseehäfen 1998 und 2015 (Basisjahr und Potentialschätzung\* in 1000t)



\* Für die Potentialschätzung ist jeweils der Maximalwert dargestellt

ISL 2000

Abbildung: 8

**Dr. Walter Hell, Institut für Mobilitätsforschung, Berlin**

## Vorbemerkung

Das Institut für Mobilitätsforschung ist eine Forschungseinrichtung der BMW Group und leitet in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn und der Deutschen Lufthansa derzeit ein Projekt, an dem mehr als 50 Experten aus verschiedensten Fachgebieten beteiligt sind. Ziel ist die Erarbeitung von alternativen Szenarien über die Zukunft der Mobilität bis ca. 2020. Das Projekt wird vom BMBF finanziell gefördert. (Informationen zum Institut für Mobilitätsforschung unter: [www.ifmo.de](http://www.ifmo.de))

## Stellungnahme.

Da im Anschreiben zu den nachfolgenden Fragen speziell darum gebeten wurde, **erste Ergebnisse der Szenario-Studie zu berücksichtigen, sind die Antworten, die sich überwiegend auf die bislang vorliegenden Zwischenergebnisse stützen, mit \* gekennzeichnet.** Die übrigen Antworten wurden zum Teil von Fachexperten aus dem Forschungsressort der BMW Group erarbeitet.

- 1. Wie werden sich die Rahmenbedingungen für den Verkehr bis 2020 bzw. 2050 unter Trendbedingungen verändern? Charakterisieren Sie grundlegende Bestimmungsgrößen für die künftige Verkehrsentwicklung, wie Bevölkerungsentwicklung, Entwicklung der Siedlungsstruktur, Wirtschaftsentwicklung und Wirtschaftsverflechtung, Verkehrsinfrastruktur und Energiepreise, gesellschaftliche Paradigmata und Lebensstile.**

**Stellungnahme \* :**

Die Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik ist in den kommenden Jahrzehnten in erster Linie vom Umfang der Einwanderungsüberschüsse abhängig, da die heute in Deutschland lebende Bevölkerung abnimmt. Da Einwanderung in erster Linie von wirtschaftlichen Faktoren im Inland und von der politischen Situation im Ausland abhängig ist, wird es weiterhin keinen stetigen Trend geben. (Durchschnitt in den vergangenen drei Jahrzehnten: ca. 170 Tsd. Pers./ Jahr). In

den kommenden Jahrzehnten wird der Zuzug aus dem Ausland stark von den gesetzlichen Regelungen zur Zuwanderung und von der Akzeptanz, d.h. den Lebens- und Arbeitsbedingungen, mit denen Immigranten in Deutschland rechnen können, abhängen.

Gleichzeitig wird die wirtschaftliche Entwicklung ihrerseits von der Bevölkerungsentwicklung d.h. vom Ausmaß der Zuwanderung und den Arbeits- und Lebensbedingungen für qualifizierte ausländische Arbeitskräfte in unserem Land abhängen. Die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland ist aber gleichzeitig von so vielen internationalen Einflüssen abhängig und unterliegt einer so hohen Dynamik, dass über einen Zeitraum von 20 bzw. 50 Jahren kaum belastbare Aussagen gemacht werden können.

Die Auswirkungen auf die Verkehrsentwicklung werden vor allem davon abhängen, ob es gelingt, qualifizierte Arbeitskräfte zu bewegen, in Deutschland zu leben und zu arbeiten. Nur dann wäre ein positiver Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik zu erwarten. Gleichzeitig kann man davon ausgehen, dass sich das entsprechende höhere Einkommen aus Erwerbsarbeit, wie auch in der Vergangenheit, in zunehmender individueller Mobilität niederschlagen wird.

Im Hinblick auf die Bevölkerungsentwicklung muss der steigende Anteil der über 60-jährigen von heute 23,7% auf 30,3% in 2020 sowie eine Abnahme der heute unter 20-jährigen von 21,1% auf 16,4% berücksichtigt werden (Annahmen für 2020: Gesamtbevölkerung 83,9 Mio., Fertilität: 1,6). Dies wird vom Trend her, insb. für die dann folgenden Jahre eine Reduzierung des „Ausbildungsverkehrs“ und einen Anstieg älterer Verkehrsteilnehmer sowie von „Versorgungsverkehr“ für Ältere zur Folge haben.

Bezüglich der Siedlungsstrukturen wird eher mit räumlicher und funktionaler Verteilung wirtschaftlicher Aktivitäten gerechnet. Die Siedlungs- und Nutzungsdichte über die Fläche wird vermutlich eher abnehmen. Kompakte, funktionale Zentren, wie z.B. die Agglomeration von Banken in Frankfurt werden sich vermutlich nur in Ausnahmefällen herausbilden. Durch diese Entwicklungen werden die Entfernungszeiten in der Fläche ansteigen, wodurch sich die nutzergerechte Bündelung für den ÖPNV zusätzlich erschweren und der MIV begünstigt wird. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass Zeiträume, die zu einer wahrnehm-

baren Änderung der Siedlungs- und der wirtschaftlichen Standortstrukturen führen, eher langfristig angelegt sind. Insofern werden sich derartige Veränderungen eher nach 2020 als bis 2020 ergeben.

Die Unternehmensstrukturen werden sich weiter internationalisieren. Weltwirtschaftlich betrachtet, werden Schwellenländer zu Industrieländern und Entwicklungsländer zu Schwellenländern. In der Folge kann es dadurch langfristig zu einem Rückgang des Industrialisierungsgrades in der Bundesrepublik kommen, was bedeuten würde, dass es dann weniger produktionsorientierte Zulieferverkehre und mehr Verteilerverkehre an den Endverbraucher geben würde.

Die Verkehrsinfrastruktur ist bereits heute durch einen erheblichen Instandhaltungsrückstand gekennzeichnet. Unterbleiben im Straßenbau, im Schienennetz und bei den Flughäfen in den kommenden Jahren notwendige Investitionen ist über die Zeit mit zunehmenden wirtschaftlichen Nachteilen für die Bundesrepublik im internationalen Wettbewerb und langfristig überproportional steigenden Instandhaltungsinvestitionen zu rechnen. Ebenso ist es für die Gesamtverkehrssituation in der Bundesrepublik erforderlich, dass die derzeitigen Bemühungen der Deutschen Bahn, ein wirtschaftliches, an der Nachfrage orientiertes Leistungsangebot zur Verfügung zu stellen, erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Energiepreise für den Verkehr werden zwar steigen, da aber die Preiselastizität für Mobilität sehr gering ist, wird hierüber kaum eine steuernde Wirkung zu erzielen sein. Ein Anstieg der Kosten für die Teilnahme am Verkehr, so dass er sich tatsächlich steuernd auswirken würde, hätte vermutlich sowohl erhebliche soziale Chancenungleichheiten als auch Nachteile im nationalen und internationalen Wettbewerb zur Folge. Insbesondere ist damit zu rechnen, dass die Konsumenten, die ja jeweils nur über ein begrenztes Haushaltsbudget verfügen, die Mehrausgaben für Mobilität in anderen Konsumbereichen (Nahrungsmittel, Wohnen, Ausbildung etc.) durch Verzicht kompensieren würden. Inwieweit dies unerwartete volkswirtschaftliche und/ oder gesellschaftliche Auswirkungen haben könnte, sollte zumindest rechtzeitig hinterfragt werden.

Bezüglich gesellschaftlicher Entwicklungen und Lebensstile ist eine Voraussage über den Zeitraum von 20 – 50 Jahren extrem spekulativ. Vor allem wird es kaum einen einheitlichen Trend geben. Derzeit werden von den Experten keine Entwicklungen erwartet, die die derzeitige Situation dramatisch ändern werden. Ge-

wisse Signale gehen in Richtung Fortsetzung der Erlebnisorientierung (unter Berücksichtigung der ökonomischen Möglichkeiten des Einzelnen) und der Individualisierung. Es ist weiterhin mit im Durchschnitt steigenden individuellen Qualifikationsvoraussetzungen zu rechnen. Aufgrund der neuen Kommunikationstechnologien wird darüber hinaus mit tendenziell zunehmenden Anforderungen an Flexibilität, an die Vermischung von Privatsphäre und Arbeitsplatz (räumlich und zeitlich) gerechnet. Viele dieser Entwicklungen deuten auf steigende Anforderungen bzw. Bedarfe und Bedürfnisse nach individueller Mobilität hin.

- 2. Wie wird sich das Verkehrsbild bis 2020 bzw. 2050 im Trend verändern? Wie werden sich Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen nach Verkehrszwecken bzw. Güterarten darstellen, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes? Wie wird sich dieser Verkehr nach Verkehrsarten aufteilen? (Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)**

**Stellungnahme \* :**

Viele Hinweise in der oben angesprochenen Szenariostudie gehen in Richtung eines zunehmenden Individualverkehrs in den kommenden Jahrzehnten. Beispielhafte Ursachen sind: zunehmende Schwankungen und Unregelmäßigkeiten von Betriebszeiten in Verbindung mit weiter steigender Flexibilität der individuellen Arbeitszeiten, der Trend zu Mehrfacharbeitsverhältnissen, die mit der oben angesprochenen Veränderung der Siedlungsstrukturen verbundenen zunehmenden Distanzen zwischen Wohnort, Arbeitsstelle(n) und Infrastruktureinrichtungen, die bereits angesprochene (technikunterstützte) Vermischung von Privatsphäre und Erwerbsarbeit, die Zunahme an Dienstleistungsangeboten, die häufigere Kontakte zwischen den Dienstleistungsanbietern und dem einzelnen Kunden mit sich bringen werden. Bezogen auf den öffentlichen Verkehr bedeuten diese zunehmenden Anforderungen an Flexibilität und Mobilität in der Fläche vermutlich einen Trend zu ebenso flexiblen Angeboten (Fahrpläne und Strecken), so dass eine Zunahme an schienenungebundenem Verkehr erwartet werden kann.

Bezüglich der Fahrzeuge auf der Strasse, der Schiene und in der Luft werden bis 2020 kaum bahnbrechende Veränderungen zu erwarten sein. Es wird eher, wie bereits in der Vergangenheit, auf eine evolutionäre Entwicklung hinauslaufen. Im Hinblick auf die Situation im Straßenverkehr wird es allerdings von Bedeutung sein, ob es in den kommenden Jahren gelingt, Rahmenbedingungen für die breite Einführung alternativer, regenerativ erzeugter Energieträger für den Verkehr (z.B. H<sub>2</sub>) zu schaffen.

Im Luftverkehr werden Business-Jets erwartet, die zum Teil auch im Überschallbereich fliegen werden. Allerdings werden diese aufgrund der Menge kaum wesentlichen Einfluss auf die Gesamtsituation haben.

Es gibt derzeit kaum Anzeichen für eine grundsätzliche Verschiebung der Anteile der verschiedenen Verkehrszwecke. Tendenziell wird der Freizeitverkehr aufgrund der oben angesprochenen Flexibilisierung von Betriebs- und Arbeitszeiten eher noch zunehmen. Derzeit liegt der Anteil bereits bei ca. 50%. Allerdings kommt auch hier wieder die bereits angesprochene Vermischung von Arbeits- und Freizeitaktivitäten zum Tragen, so dass eine klare Trennung künftig kaum mehr möglich sein wird. In diesem Zusammenhang ist eine Untersuchung der TU München interessant, die statistisch belegt, dass ein erheblicher Teil des Freizeitverkehrs keinesfalls reine „Vergnügungsfahrten“ sind, sondern häufig die Wahrnehmung gesellschaftlich erwünschter sozialer Interaktionen zum Ziel haben (Versorgung hilfsbedürftiger Familienmitglieder, Engagement in Sport, Kultur, Bürgerinitiativen etc.). Maßnahmen, die eine pauschale Einschränkung des Freizeitverkehrs zum Ziel haben, sollten deshalb nicht Gegenstand politischer Entscheidungen sein.

Insgesamt deutet vieles auf eine weitere Zunahme von Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung in den kommenden 20 Jahren hin. Dies gilt für alle Verkehrsträger, allerdings mit unterschiedlichen Zuwächsen. Inwieweit es in den darauf folgenden Jahren zu einer Abflachung der Zunahme kommt, ist derzeit schwer abschätzbar. Einflussfaktoren für die zukünftige Situation sind hier vor allem die wirtschaftliche Entwicklung und die Bevölkerungssituation in der Bundesrepublik nach 2020.



3. Welche Emissionen an limitierten Stoffen und welche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren bzw. spezifischen Energieverbräuche je Personen- bzw. Tonnenkilometer können bis zum Jahre 2050 (bzw. 2020) bei den verschiedenen Verkehrsträgern bei Würdigung technologischer Perspektiven, wirtschaftlicher Umsetzbarkeit und naturgesetzlicher Grenzen erreicht werden. Welche neuen Fahrzeug- und Antriebstechniken sind zu welchen Preisen und Anteilen absehbar? In welchem Umfang und mit welchen Modifikationen werden sich herkömmliche Fahrzeug- und Antriebstechniken behaupten? Welche Spannweite abhängig z. B. von politischen Vorgaben ist erreichbar?

**Stellungnahme:**

**Betrachtete Verkehrsträger: Pkw (konventionelle Antriebe und Kraftstoffe)**

**Limitierte Emissionen: CO, HC, NOx, Partikel**

(Der Besetzungsgrad pro Fahrzeug ist nach „Verkehr in Zahlen“ (DIW) abgeleitet aus dem Quotienten der jährlichen Personenkilometer und der jährlichen Gesamtfahrleistung und ergibt sich zu 1,39)

**CO Kohlenmonoxid**

Emissionsfaktoren der neu zugelassenen Pkw

Jahr	2000	2005	2020	2050
in g/km	2,3	1,0	1,0	1,0
in g/Pers.km	1,65	0,72	0,72	0,72

Anmerkung: WHO-Luftqualitätsgrenzwerte für CO werden heute schon um 90% unterschritten. Daher sind weitere Absenkungen, auch bei Zunahme des Verkehrs nicht erforderlich, können sich aber technologisch ergeben.

**HC Kohlenwasserstoffe**

Emissionsfaktoren der neu zugelassenen Pkw

Jahr	2000	2005	2020	2050
in g/km	0,2	0,1	0,1	0,1
in g/Pers.km	0,14	0,07	0,07	0,07

Anmerkung: Bei den in den HC enthaltenen kritischen Komponenten, z.B. Benzol werden die Luftqualitätsgrenzwerte trotz steigender Fahrleistung eingehalten, da bei keiner anderen Komponente eine so umfassende Emissionsabsenkung erfolgt ist:

Verringerung des Benzolgehalts im Benzin auf <1%, Einführung der Saugrüsseltechnologie an den Tankstellen, Aktivkohlefilter bei allen Katalysatorfahrzeugen, Einführung und dreistufige Verbesserung der Katalysatorstechnologie.

### **NOx Stickstoffoxide**

Emissionsfaktoren der neu zugelassenen Pkw

Jahr	2000	2005	2020	2050
in g/km	0,15	0,08	0,06	0,05
in g/Pers.km	0,11	0,06	0,04	0,04

Anmerkung: Die neuen EU Luftqualitätsgrenzwerte werden ab ihrer Gültigkeit sicher unterschritten.

### **PM Partikel**

Emissionsfaktoren der neu zugelassenen Pkw

Jahr	2000	2005	2020	2050
in g/km	0,05	0,025	0,02	0,02
in g/Pers.km	0,036	0,018	0,015	0,015

Anmerkung: Die derzeit entwickelten Partikelfilter für Diesel-Pkw sind zwar eine mögliche Option der Emissionsreduktion. Letztlich muss es aber gelingen, die vorgeschriebenen EU-Luftqualitätsgrenzwerte ohne derartige, in Bezug auf Langzeitstabilität unsicheren technischen Zusatzmaßnahmen zu erreichen.

### **Betrachtete Verkehrsträger: Pkw (konventionelle Antriebe und Kraftstoffe)**

**Klimarelevante Emissionen: CO<sub>2</sub>, Lachgas, Methan** (der Ozoneinfluss wird über die Vorläuferstoffe HC und NO<sub>x</sub> abgedeckt), **FCKW und SF<sub>6</sub>**. Beispielhaft für die Treibhausgase wird im weiteren nur CO<sub>2</sub> betrachtet, da die Verkehrsbeziehung bei den restlichen Gasen relativ gering ist.

## CO<sub>2</sub> Kohlendioxid

Emissionsfaktoren der neu zugelassenen Pkw.

Die Bandbreite der Pkw-Flotte ist bedingt durch den unterschiedlichen Einsatzzweck breit gefächert und reicht derzeit von im Mittel 120 gCO<sub>2</sub>/km bis 280 gCO<sub>2</sub>/km

Jahr	2000	2005	2020	2050
<b>Unterer Bereich (Klassendurchschnitt)</b>				
in g/km	120	110	95	80
in g/Pers.km	87	79	68	58

Anmerkung: Für die untere Bandbreite sind vorrangig Diesel-Pkw zu erwarten (VW-Lupo mit 3l/100km = 80 in g/km [umgerechnet mit 26,5])

### **Oberer Bereich (Klassendurchschnitt)**

in g/km	280	260	220	180
in g/Pers.km	201	187	159	130

Anmerkung: Für die obere Bandbreite sind Otto-Pkw wahrscheinlich (Direkteinspritzverfahren 12l/100km = 280 g/km [zugrundeliegende Umrechnung 23,5])

Der Dieselanteil kann unter Beibehaltung heutiger Preisrelationen auf 50%, u.U. auf 60% steigen (siehe den überproportional hohen Dieselanteil in Österreich und Frankreich durch die unterschiedlichen Kraftstoffpreise).

Konventionelle weiterentwickelte Techniken werden weiterhin den Fahrzeugbestand dominieren. Sowohl beim Ottomotor wie beim Dieselmotor sind Potenziale zur weiteren Abgasemissions- und Verbrauchsverbesserung vorhanden. Motorintern sind durch den konsequenten Einsatz elektronischer Fortschritte, durch Optimierung der Brennraumgeometrie, moderne Einspritzsysteme und neue Fertigungstechniken bessere Ausgangsbedingungen für die nachgeschaltete Abgasnachbehandlung zu erwarten, die ihrerseits durch Einbaulage und Konstruktionsverbesserungen noch weiter optimiert werden wird. Beispiele sind variable Ventilsteuerungen, Direkteinspritzung, Common-Rail, NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator.

Wesentliches Hilfsmittel dabei ist die Verbesserung der Kraftstoffqualität, die derzeit im Hinblick auf niedrigen Schwefelgehalt bereits eingeführt wird. Weitere Parameter wie z.B. Aromatengehalt müssen noch verbessert werden. Auch beim Zumischen von „Biotkraftstoffen“ müssen entsprechende Qualitätskriterien eingehalten werden.

Neue Fahrzeug- und Antriebstechniken werden sich nur durchsetzen, wenn sie wirtschaftlich erschwinglich und mit gleichen Nutzenfunktionen für den Konsumenten darstellbar sind. Die einzige langfristig erkennbare Alternative zur Vermeidung von CO<sub>2</sub> ist die Verwendung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff als Kraftstoff. Die Mehrpreise für die Fahrzeuge dürften zwischen den heutigen "Normalpreisen" und dem Aufpreis für heutige gasbetriebene Fahrzeuge liegen.

Der Anteil neuer Technologien im konventionellen Bereich steigt jedes Jahr durchschnittlich um maximal 10% mit der Erneuerung der Pkw-Flotte über die neu zugelassenen Pkw, wenn alle Fahrzeuge des neuen Jahrgangs zu 100% mit der neuen Technik ausgestattet werden. Bei der Einführung von revolutionären Technologien wie der Wasserstoff-Technologie ist allerdings mit weitaus flacheren Einführungsprofilen zu rechnen.

Der finanzielle Aufwand für weitere Emissionsverminderungen wird zunehmen. Die Kosten der einzelnen Lösungen sind heute schwer abschätzbar. Die Größenordnung dürfte bei bis zu 5% des Fahrzeugpreises liegen.

Im Jahr 2020 werden bereits Wasserstoff-Pkw auf der Straße fahren. Eine ambitionierte Studie von Shell geht davon aus, dass dann bereits 15% des vom Straßenverkehr verbrauchten Kraftstoffs Wasserstoff sein wird. Die Art der Technik (Elektromotor mit Brennstoffzelle oder Verbrennungsmotor) wird derzeit noch parallel verfolgt. Die endgültige Entscheidung über die Antriebstechnologie wird der Markt treffen, der Kraftstoff wäre in jedem Fall Wasserstoff. Im Jahr 2050 könnten bereits 80% der neu zugelassenen Pkw mit Wasserstoff betrieben werden, immer vorausgesetzt, dass die ökologisch und ökonomisch sinnvolle H<sub>2</sub>-Erzeugung gelungen ist und eine entsprechende Infrastruktur aufgebaut wurde. Die bereits zitierte Studie von Shell geht für das Jahr 2050 davon aus, dass bereits 50% des vom Straßenverkehr verbrauchten Kraftstoffs Wasserstoff sein wird.

Die verbleibenden 20% enthalten noch die herkömmlichen Pkw mit Benzin und Dieselkraftstoffen und Gas-Pkw. Der Pkw im Gasbetrieb (Erdgas in komprimierter und flüssiger Form) kann für Betreiberflotten eine gewisse Verbreitung erfahren. Allerdings liegt der geschätzte Anteil am Gesamt-Fahrzeugbestand bei maximal 3%.

Die Weiterentwicklung von batteriegetriebenen Elektro-Pkw hängt vom Durchbruch der Batterie-Technologie ab. Batteriegetriebene Pkw werden sich aufgrund der systembedingten Nachteile von Batterien nicht durchsetzen. Das Potenzial von Kondensatoren (Supercaps) kann zur kurzfristigen Ausnutzung von Bremsenergieerückgewinnung und/ oder zum Boosten beim Beschleunigen herangezogen werden.

Elektro-Pkw mit Brennstoffzelle werden, wie schon erwähnt, einen signifikanten Marktanteil erreichen; sie werden hier aber nicht als Elektro-Pkw, sondern aufgrund des Betriebes mit Wasserstoff als Wasserstoff-Pkw betrachtet.

Politische Vorgaben müssen sich vor allem am technisch Machbaren orientieren. Im Falle der CO<sub>2</sub>-Reduzierungsziele ist mit der ACEA-Zusage, die europäische Pkw-Neuzulassungs-Flotte auf 140 g CO<sub>2</sub>/km abzusenken, die heutige technisch/wirtschaftliche Machbarkeitsgrenze erreicht. Es wird erhebliche Anstrengungen bedürfen, diese Zusage einzuhalten.

Kundenwünsche decken sich nicht immer mit Umweltzielen. Die Lösung dieses Zielkonflikts entscheidet heute über die Zukunft eines Unternehmens. Politische Vorgaben können graduell helfen, wenn sie in enger Abstimmung mit den betroffenen Industriezweigen erarbeitet werden.

Innerhalb der verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie (VES) zeigt es sich, wie schwierig es ist, sich auf ein Minimum von alternativen Energieträgern zu einigen, die dann gemeinsam durchgesetzt werden.

Politische Vorgaben können nur dann den Markteintritt neuer Technologien fördern, wenn technisches Potenzial und Wirtschaftlichkeit gegeben sind. Andernfalls gehen sie ins Leere, weil es entweder keine neue Technologie gibt (Physik lässt sich nicht politisch beeinflussen), oder die Marktteilnehmer sie nicht bezahlen können oder wollen.

**4. Welche Entwicklungen ergeben sich bei der Informations- und Kommunikationstechnik und welche Auswirkungen auf den Verkehr erwarten Sie daraus?**

**Stellungnahme \* :**

Mit E-Commerce-Anwendungen (z.B. Teleshopping, Telebanking) werden nur in wenigen Fällen mit einer verkehrsreduzierenden Wirkung verbunden sein. In der überwiegenden Zahl der Fälle muss mit einer Erhöhung der Verkehrsnachfrage bzw. der Mobilität gerechnet werden. So hat eine Studie des Fraunhofer Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung ergeben, dass bereits heute im Zusammenhang mit der Buchung von Freizeitreisen, durch die Transparenz und Verfügbarkeit von Sonderangeboten im Internet, eine Zunahme von spontanen Kurzreisen (z.B. Wochenendreisen, Städtereisen per Flugzeug) zu erwarten ist.

Im Bereich Teleshopping wird nur zum Teil die physische Bewegung des Kunden ins Geschäft durch den elektronischen Bestellvorgang ersetzt. Selbst in diesen Fällen wird über den ausgelösten Lieferverkehr die erhoffte verkehrsmindernde Wirkung der Telekommunikation mehr als kompensiert. Da bereits heute Wege zur Bank häufig Teil von Wegeketten sind, werden im Zusammenhang mit dem Telebanking quantitativ keine wesentlichen Auswirkungen erwartet.

Im Zusammenhang mit Telematikanwendungen, die vor allem der Steuerung von Verkehrsflüssen oder der Information der Verkehrsteilnehmer über Verkehrssituationen dienen, kann in den nächsten 20 Jahren bei entsprechender Realisierung von einer Kapazitätserhöhung > 10% (Schätzung) ausgegangen werden.

Innerstädtisch sind im Hinblick auf Parksuchverkehr vermutlich größere Potenziale vorhanden. Allerdings hat dies im Hinblick auf die Gesamtfahrleistungen nur geringe Auswirkungen.

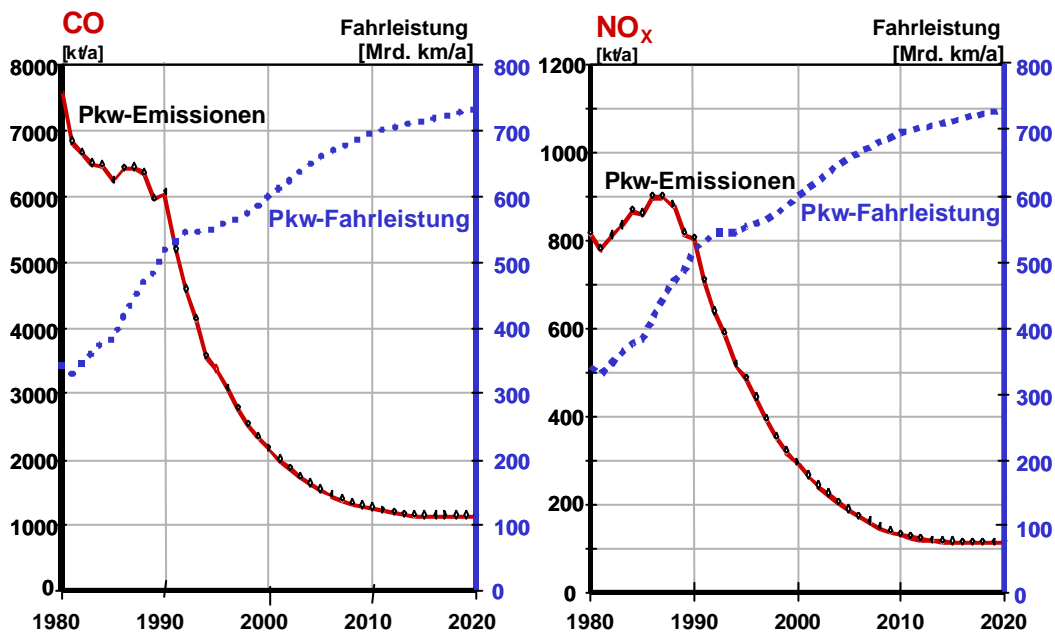
**5. Wie haben sich die limitierten Emissionen, die Energieverbräuche und die klimarelevanten Emissionen aus den verschiedenen Verkehrssektoren in der Vergangenheit entwickelt und wie werden sie sich in den Jahren 2020 und 2050 im Trend darstellen?**

## Stellungnahme:

Für das Jahr 2020 hat das IFEU in Heidelberg im Auftrag des UBA bereits Berechnungen durchgeführt. Hier beispielhaft die Entwicklung von CO und NO<sub>x</sub>. (vgl. Abbildung auf S. 12).

Ab 2005 ist hier keine Verschärfung der Abgasemissionsgrenzwerte eingerechnet. Setzt man jetzt voraus, dass in 2020 bereits 15% Wasserstoff-Pkw im Bestand sind, so kann jeweils der Emissionswert in 2020 um 15% niedriger angesetzt werden. Für 2050 (50% H<sub>2</sub>-Pkw) ergibt sich demnach eine Halbierung der entsprechenden Emissionswerte, z.B. für NO<sub>x</sub> in 2020 95 kt und in 2050 nur noch 55 kt, trotz der weiter steigenden Fahrleistung.

## Entwicklung der Abgasemissionen Pkw in Deutschland



Zur Umsetzung des von der Bundesregierung gesteckten Zieles, bereits in 2020 50% Reduzierung zu erreichen (vorausgesetzt, dass jede Quelle für sich das gleiche prozentuale Absenkungsziel übernimmt), wäre für den Pkw-Verkehr erforderlich, bereits in 2020 50% H<sub>2</sub>-Pkw im Bestand und in 2050 75% H<sub>2</sub>-Pkw im Bestand zu haben.

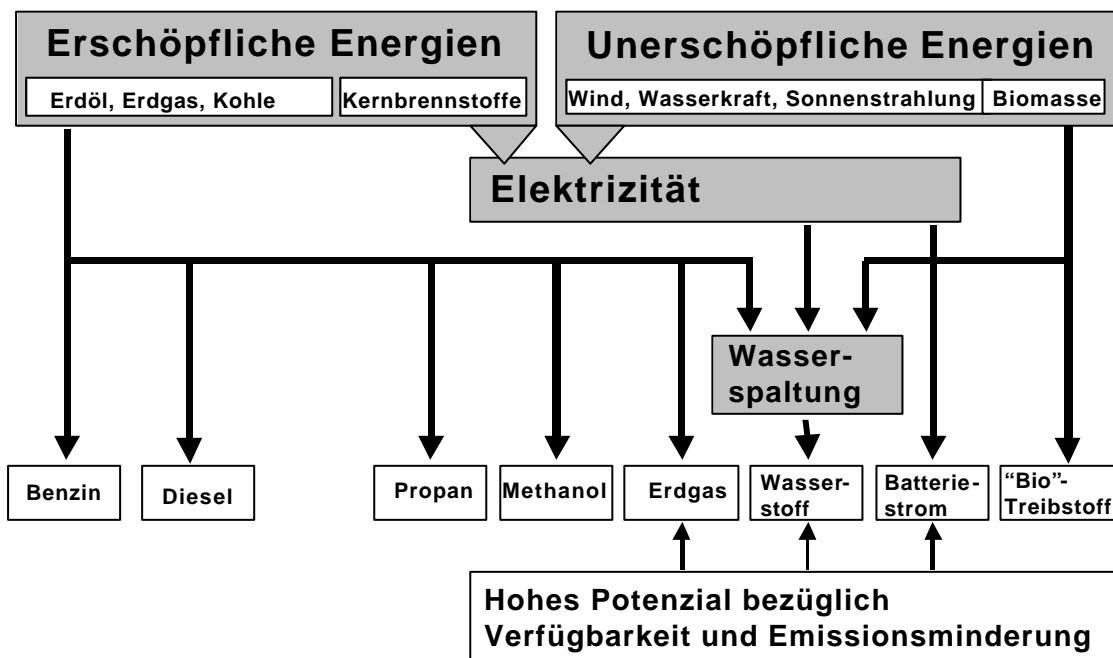
Die für CO<sub>2</sub> abgeleiteten Aussagen gelten sinngemäß auch für die Energieverbräuche des Pkw.

6. Welche klimarelevanten Emissionen erwarten Sie im Trend im Verkehr nach eingesetzten Energieträgern, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter der Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?

Welche Primärenergien sind nach Art und Umfang zur Bereitstellung dieser Energieträger aufzuwenden? Bitte trennen Sie nach fossilen, nuklearen und regenerativen Energien und zeigen Sie alternative Entwicklungen auf. Welche Emissionen von klimarelevanten Emissionen (Kohlendioxid und Stickoxide, beim Luftverkehr auch Wasseremissionen), sind mit der Herstellung der Endenergieträger verbunden?

#### Stellungnahme:

Über Luft- und Seeverkehr liegen uns keine Daten vor. Grundsätzlich gelten vergleichbare Zusammenhänge wie beim Straßenverkehr.





**7. Wie können die jeweiligen Klimaschutzziele für 2020 und 2050 erreicht werden?**

**Vergleichen Sie die zu erwartenden Emissionswerte in 2020 und 2050 mit jenen von 1990. Wieweit werden die Reduktionsziele (bei Kohlendioxid minus 50 % bis 2020 und minus 80 % bis 2050 gegenüber 1990) erfüllt oder verfehlt?**

**Welche Möglichkeiten sehen Sie zur Vermeidung von Zielverfehlungen durch Änderungen in den einzelnen Verkehrsbereichen, durch Ausgleich zwischen Teilen des Verkehrssystems, sowie durch zusätzliche Zielbeiträge in anderen Bereichen?**

**Stellungnahme:**

Der Straßenverkehr wird seinen Beitrag zur Verminderung der klimawirksamen Emissionen leisten. Mit der Selbstverpflichtung (VDA/ACEA) ist der Einstieg gemacht. Allerdings ist aus den bisherigen Prognosen (siehe hierzu Zahlen unter Frage 3) eine Reduzierung von –50% bis 2020 kaum und –80% bis 2050 aus physikalischen Gründen nicht erreichbar, insbesondere, wenn mit weiterer Zunahme der Verkehrsleistungen gerechnet werden muß. Hierzu bedarf es entweder eines Einstiegs in eine CO<sub>2</sub>-freie Kraftstoffwirtschaft (Wasserstoff aus regenerativer Erzeugung) oder der Kompensation durch Übererfüllung in anderen Emissionsbereichen (siehe hierzu auch Fragen 10 und 14). Nicht ohne Grund diskutiert die EU-Kommission in ihrem jüngsten Weißbuch die Möglichkeit des Emissionshandels zwischen verschiedenen Emittentengruppen. Solange es (volks-) wirtschaftlich deutlich kostengünstiger ist, in anderen Bereichen CO<sub>2</sub> zu reduzieren, wären Erzwingungsmaßnahmen von teureren Technologien im Verkehrsbereich Verschwendung von gesellschaftlichen Ressourcen.

Die Klimaschutzziele (prozentual auf den Straßenverkehr angewandt) können nur bei einem signifikanten Anteil an Wasserstoff (>50%) als Kraftstoff bei der Fahrzeugflotte in Deutschland erreicht werden. Hier ist die Politik gefordert, Rahmenbedingungen zu schaffen, indem der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur (ökologische, regenerative Erzeugung, Verteilung, Antrieb/Fahrzeugtechnologien) durch finanzielle Maßnahmen und die Durchführung von Initialprojekten gefördert wird. Die Bundesregierung hat es in der Hand, die

Voraussetzungen für die Erreichung der ambitionierten Klimaschutzziele zu schaffen.

- 8. Welche Maßnahmen sind geeignet, die Erreichung der Klimaschutzziele sicherzustellen? Staatliche Maßnahmen? Maßnahmen seitens der Wirtschaft? Maßnahmen seitens der Verbraucher? Wie kann man solche Maßnahmen anregen und stützen, und wie deren Ergebnisse sichern?**

**Stellungnahme \* :**

Da die Erreichung der Klimaschutzziele nicht durch kurzfristige Maßnahmen sichergestellt werden kann, bedarf es in erster Linie langfristig kalkulierbarer Rahmenbedingungen für Wirtschaft und Verbraucher.

Im Hinblick auf die Wirtschaft wird es darauf ankommen, möglichst frühzeitig Entscheidungen über Rahmenbedingungen zu fällen, die die Durchsetzung entsprechender Technologien (z.B. Einführung einer Wasserstofftechnologie) unterstützen. In Ergänzung dazu muss die Bildung von branchenübergreifenden Partnerschaften zum Zwecke der schrittweisen Realisierung z.B. regenerativer H<sub>2</sub>-Erzeugung gefördert und unterstützt werden.

Dabei ist darauf zu achten, dass das Thema Nachhaltigkeit nicht nur in Verbindung mit ökologischen Aspekten gebracht wird, sondern dass gleichzeitig auch immer die Auswirkungen auf die ökonomische und die soziale Nachhaltigkeit berücksichtigt werden.

In der Gesellschaft scheint derzeit eher eine Einstellung zum Umweltschutz verbreitet zu sein, die von einer Delegation der Verantwortung an den Staat und die Wirtschaft gekennzeichnet ist. Aus diesem Grund wird es im Hinblick auf die kommenden Jahre eher auf die gezielte Förderung bzw. Honorierung adäquater Verhaltensweisen des Einzelnen ankommen, sowie auf entsprechende Informationen, die das Bewusstsein um die Bedeutung dieses Themas unterstützen.

Eine längerfristige Einschätzung der Entwicklung solcher Einstellungen über einen Zeitraum von 20 bis 50 Jahre wäre sehr spekulativ, insb. da es kaum einheitliche Veränderungen innerhalb der Gesamtbevölkerung geben wird, sondern

z.B. in Abhängigkeit der individuellen wirtschaftlichen Situation, des Bildungsstandes, und/ oder des Alters unterschiedliche Ausprägungen auftreten werden.

- 9. Welche Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Entwicklungen hinsichtlich eines umweltverträglicheren Mobilitätsverhaltens können heute identifiziert werden (z.B. autofreie Siedlungen, Car-Sharing, Fahrradverkehr, Nah- statt Ferntourismus) und welches Potenzial lässt sich hieraus zukünftig durch eine umweltorientierte Verkehrspolitik erschließen?**

**Stellungnahme \* :**

Vor dem Hintergrund der in der Antwort zu Frage 8 erwähnten Einstellungen in der Gesellschaft, die von einer Delegation der Umweltverantwortung an Staat und Wirtschaft gekennzeichnet ist, wird den in der Frage angesprochenen Beispielen kein großes Potenzial beigemessen. Es sind heute keine besonderen Signale bekannt, die auf eine grundlegende Änderung dieser Einstellung hindeuten.

Bei allen in Frage 9 aufgeführten Beispielen wäre aus heutiger Sicht ein attraktiver Zusatznutzen erforderlich, um eine entsprechende Nachfrage zu erzeugen. Am Beispiel Nah- statt Ferntourismus bedeutet dies, dass vermutlich die Bereitschaft auf eine Fernreise allein aufgrund der persönlich empfundenen Umweltverantwortung zu verzichten, äußerst gering sein dürfte. Allenfalls, wenn die Attraktivität des Nah-tourismus annähernd vergleichbar oder größer wäre als die des Ferntourismus, könnte eine Änderung im Verhalten erwartet werden. Dies gelingt derzeit aber nur in wenigen Fällen. Gleichzeitig muss berücksichtigt werden, dass eine wahrnehmbare Verlagerung des Ferntourismus auf Ziele innerhalb der Bundesrepublik, auf jeden Fall Auswirkungen auf das innerdeutsche Verkehrsaufkommen hätte. Außerdem wird es wegen der hohen und weitreichenden Ansprüche des Naturschutzes in Deutschland immer schwieriger, Flächen für attraktive Naherholungsaktivitäten auszuweisen (Freizeitparks, Golf, Tennis, Surfen, Kanufahren, Luftsport etc.). Hier liegt ein systemimmanenter Zielkonflikt Ferntourismus gegen Naherholungsflächen, der nur von der Politik gelöst werden kann.

Car-sharing Konzepte konnten sich bis heute in Deutschland nicht auf breiter Basis etablieren. Als Gründe können vermutet werden, dass entweder der Wunsch nach dem Eigentum eines eigenen Autos weiterhin die Vorstellung von individueller Mobilität dominiert, das eigene Auto weiterhin als demonstrativer

Beweis für den persönlichen wirtschaftlichen Erfolg angesehen wird und/ oder dass der Nutzen aus der Beteiligung an Car-sharing Organisationen nach wie vor subjektiv als zu gering eingestuft wird. Insofern muss eine umweltorientierte Verkehrspolitik, wenn sie vom Einzelnen bzw. der Gesellschaft nicht nur als restriktiver Eingriff verstanden werden soll, immer auch ökonomische, gesellschaftspolitische und soziologische Gesichtspunkte berücksichtigen. Nur dann ist zu erwarten, dass umweltpolitische Maßnahmen ein wahrnehmbares Veränderungspotenzial bzgl. der Einstellungen und des Verhaltens in der Bevölkerung bewirken können.

- 10. Welche kritischen Meilensteine müssen in welchen Jahren - von heute an gerechnet - in bezug auf die spezifischen Werte und Verkehrsmengen erreicht werden, damit die Zielgrößen von 80 bzw. 50 % Emissionsabsenkung in den Jahren 2050 bzw. 2020 erreicht werden können? Diskutieren Sie die Zeitkonstanten für große Umstellungen im System der Energiebereitstellung und in der Verkehrstechnik.**

**Stellungnahme:**

Bei dieser Frage ist kaum eine belastbare Prognose bzw. eindeutige zukunftsorientierte Empfehlung möglich. Wenn aber 2010 nicht schon die ersten Wasserstofffahrzeuge zu "normaler" Nutzung in Kundenhand sind, wird die Zielerreichung extrem schwierig.

Entscheidungen z.B. über Rahmenbedingungen zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in der Bundesrepublik (das bisher einzige bekannte Instrument zur Reduzierung von 50 % resp. 80% des CO<sub>2</sub>) müssten daher bereits heute getroffen werden. Jede zeitliche Verzögerung wird die Chancen, die angegebenen Zielgrößen zu erreichen, verringern. Erfahrungsgemäß werden Prozesse, wie z.B. große Umstellungen im System der Energiebereitstellung und in der Verkehrstechnik generell als zu kurz eingeschätzt.

- 11. Welche politischen Initiativen sind für den Fall einer drohenden Zielverfehlung in 2050 und 2020 geeignet, um die genannten Klimaschutzziele (Absenkungsraten) im Verkehrssektor zu erreichen? Welche Wirkungen hätten diese Maßnahmen auf andere Dimensionen der Nachhaltigkeit bzw. auf andere politische Zielfelder?**

**Stellungnahme:**

So lange die wirtschaftliche Entwicklung und die Entwicklung der Verkehrsleistung immer noch stark voneinander abhängen, muss bei auf Restriktionen abzielenden politischen Interventionen, im Fall einer drohenden Zielverfehlung im Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele, immer mit Auswirkungen auf die beiden anderen Säulen der Nachhaltigkeit – die ökonomische und die soziale – gerechnet werden. Unabhängig davon, ob es sich um die künstliche Einschränkung bzw. Behinderung von Verkehr oder die Verteuerung von Verkehr handelt, wird die Wirkung niemals nur auf den Verkehrssektor beschränkt bleiben. Insofern sind kurzfristige, isoliert geplante Interventionen auf einem dieser Sektoren meist ungeeignet, um die Gesamtsituation in Sachen Nachhaltigkeit zu verbessern. Hier bedarf es immer einer Abstimmung zwischen umwelt-, wirtschafts- und sozialpolitischen Auswirkungen. Andernfalls läuft man Gefahr, dass z.B. eine die Verkehrsnachfrage erzeugende wirtschaftspolitische Entscheidung durch eine restriktive verkehrspolitische Entscheidung konterkariert wird oder umgekehrt. Vergleiche auch das Beispiel in der Stellungnahme zu Frage 12.

Da nur regenerativ erzeugter Wasserstoff Mobilität ohne CO<sub>2</sub> ermöglicht, ist spätestens bei Vermutung der Nichterreichung von Zielen, die Einführung einer Wasserstoffwirtschaft zu forcieren oder nach Kompensation in anderen Bereichen zu suchen (s.o.).

**12. Wie sollte ein Prozess des Monitoring und des ständigen Anpassens der quantitativen Minderungsziele für die verschiedenen Verkehrssektoren an neue technologische Entwicklungen, an Nachfrageverschiebungen und an neue Erkenntnisse über die Wichtigkeit bestimmter Gefährdungen aussehen?**

**Stellungnahme \* :**

Für die Automobilindustrie existiert in Deutschland über den VDA und in Europa über den ACEA bereits ein Monitoring zu den wichtigsten umwelt- und verkehrsbezogenen Kenngrößen. Erfahrungsgemäß reicht es aber nicht aus, das Erreichen isolierter Zielvorgaben zu kontrollieren und im Falle des Nicht-Erreichens sektoral zu intervenieren.

Aufgrund der Interdependenzen zwischen den verschiedenen Bereichen (z.B. demographische, wirtschaftliche, technische und gesellschaftliche Entwicklungen), erscheint es effizienter, die für den Verkehr wichtigsten Faktoren innerhalb der einzelnen Bereiche zu identifizieren und ihre gegenseitigen Wechselwirkungen zu untersuchen und transparent zu machen. Über die einzelnen Faktoren innerhalb der verschiedenen Sektoren liegen meist eine Vielzahl von Informationen vor, die aber - isoliert betrachtet - trotz einer häufig beeindruckenden Detaillierung, kaum als Basis für politische Entscheidungen oder Interventionen ausreichen. Erst durch Berücksichtigung der kombinierten Auswirkungen aufgrund der Interdependenzen (wirtschaftlich, ökologisch und sozial), lassen sich problemadäquate Empfehlungen für politische Entscheidungen ableiten.

Insofern scheint es erforderlich, neben den eigentlichen Zielen, auch die wesentlichen Rahmenbedingungen, unter denen die Zielerreichung erfolgen wird bzw. erfolgen soll, ebenfalls transparent zu machen und in regelmäßigen Reviews sowohl die vereinbarten Vorgaben als auch die Entwicklung dieser Rahmenbedingungen zu kontrollieren. In retrospektiven Analysen lassen sich dann Zielerreichung und Zielverfehlung jeweils sehr viel fundierter nachvollziehen und im Verlauf dieses Zielvereinbarungs- und -kontrollprozesses wird man sukzessiv für alle Beteiligten zu immer realistischeren Vorgaben kommen.

Hierzu ein aktuell werdendes Beispiel: Wenn aufgrund der (politisch gewollten und wirtschaftlich nützlichen) Osterweiterung der Transit-Straßengüterverkehr in

Deutschland steigt, weil der Schienenverkehr den Zuwachs nicht angemessen mittragen kann, würde es der wirtschaftspolitischen Zielsetzung entgegenlaufen, restriktive Interventionen im Straßenverkehr vorzunehmen. Selbst wenn die (gewollte!) Verkehrsnachfrage stärker steigt, als die Verbrauchminderungstechnologien am LKW kompensieren können, müssten die zusätzlichen Emissionen akzeptiert werden, wenn das Ziel (Osterweiterung) nicht konterkariert werden soll.

Träger eines solchen Monitoringprozesses müssen kompetente und anerkannte Vertreter der verschiedenen Fachdisziplinen und Institutionen sein.

(Anm.: Die dargestellte Vorgehensweise liegt der oben angesprochenen Szenariostudie zugrunde.)

**13. Wenn Sie es für unmöglich halten, die genannten quantitativen Minderungsziele im Verkehrssektor zu erreichen: Um welchen Betrag (in Tonnen CO<sub>2</sub>- Äquivalenten) wird der Verkehrssektor die quantitativen Minderungsziele für 2050 bzw. 2020 verfehlen?**

**Stellungnahme:**

Wie oben bereits erwähnt, erscheint es fraglich, das geforderte Ziel für 2020 ohne Wasserstoff zu erreichen, -80% für 2050 sind physikalisch unmöglich. Unter der Voraussetzung, dass Wasserstoff vor 2020 zu marktfähigen Preisen angeboten wird und bis dahin eine akzeptable H<sub>2</sub>-Infrastruktur realisiert werden kann, sollte eine Umwälzung der Fahrzeugflotte auf deutschen Straßen bis 2050 weitgehend möglich sein.

Falls die Umstellung auf eine Wasserstoffwirtschaft nicht gelingen sollte und in Zukunft weiterhin nahezu ausschließlich die Nutzung fossiler Energien auf Kohlenstoffbasis im Vordergrund steht, wird man mit einer Zielverfehlung bis 2020 um ca. 20% rechnen müssen. M.a.W., statt einer Reduzierung um 50%, scheinen aus heutiger Sicht nur ca. 30% erreichbar.

Falls die Politik die genannten Voraussetzungen zur Schaffung einer H<sub>2</sub>-Infrastruktur nicht erfolgreich durchsetzen kann, wäre zur Erfüllung der von ihr vorgegebenen CO<sub>2</sub>-Absenkungsziele, theoretisch der Pkw-Flottenverbrauch mit herkömmlichen Treibstoffen in 2020 auf 3 l/100km und in 2050 auf 1,5 l/100km



abzusenken. Die Zielverfehlungen ergeben sich aus den bereits aufgezeigten Zahlen.

- 14. Durch welche Maßnahmen kann ermöglicht und gesichert werden, dass die genannte Menge an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in anderen Sektoren in Deutschland zusätzlich eingespart werden? Ist es sinnvoll, ein Einsparungsziel speziell für den Verkehrssektor (oder irgendeinen anderen Verbrauchssektor) festzulegen oder führt dies zu volkswirtschaftlich suboptimalen Größen und damit zur Verschwendung knapper Ressourcen? Wie sollte eine angemessene Vorgabenfestlegung ausgestattet werden?**

**Stellungnahme:**

Die Antwort zu dieser Frage korrespondiert stark mit der Antwort zu Frage 7. Bei der Festlegung der Vorgaben für die zu reduzierende Menge an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten sind die ökonomischen Potenziale der verschiedenen Bereiche (u.a. Verkehr, Industrie, Haushalte) vor allem in Form der Vermeidungskosten zu berücksichtigen. Es macht ökonomisch und ökologisch keinen Sinn, unterschiedliche Bereiche, die mit unterschiedlich hohem Aufwand Reduzierungspotenziale an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten realisieren können, mit den gleichen Zielvorgaben zu beaufschlagen (siehe hierzu auch Frage 7). Bereichsspezifische Ziele sind nur unter Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen zu vereinbaren.

Das derzeit kostengünstigste Einsparpotenzial liegt z.B. in der Isolierung von Industriebauten und Wohnhäusern (Fahr/Voss, Uni Stuttgart).

**Dr. Ulrich Höpfner, IFEU-Institut, Heidelberg**

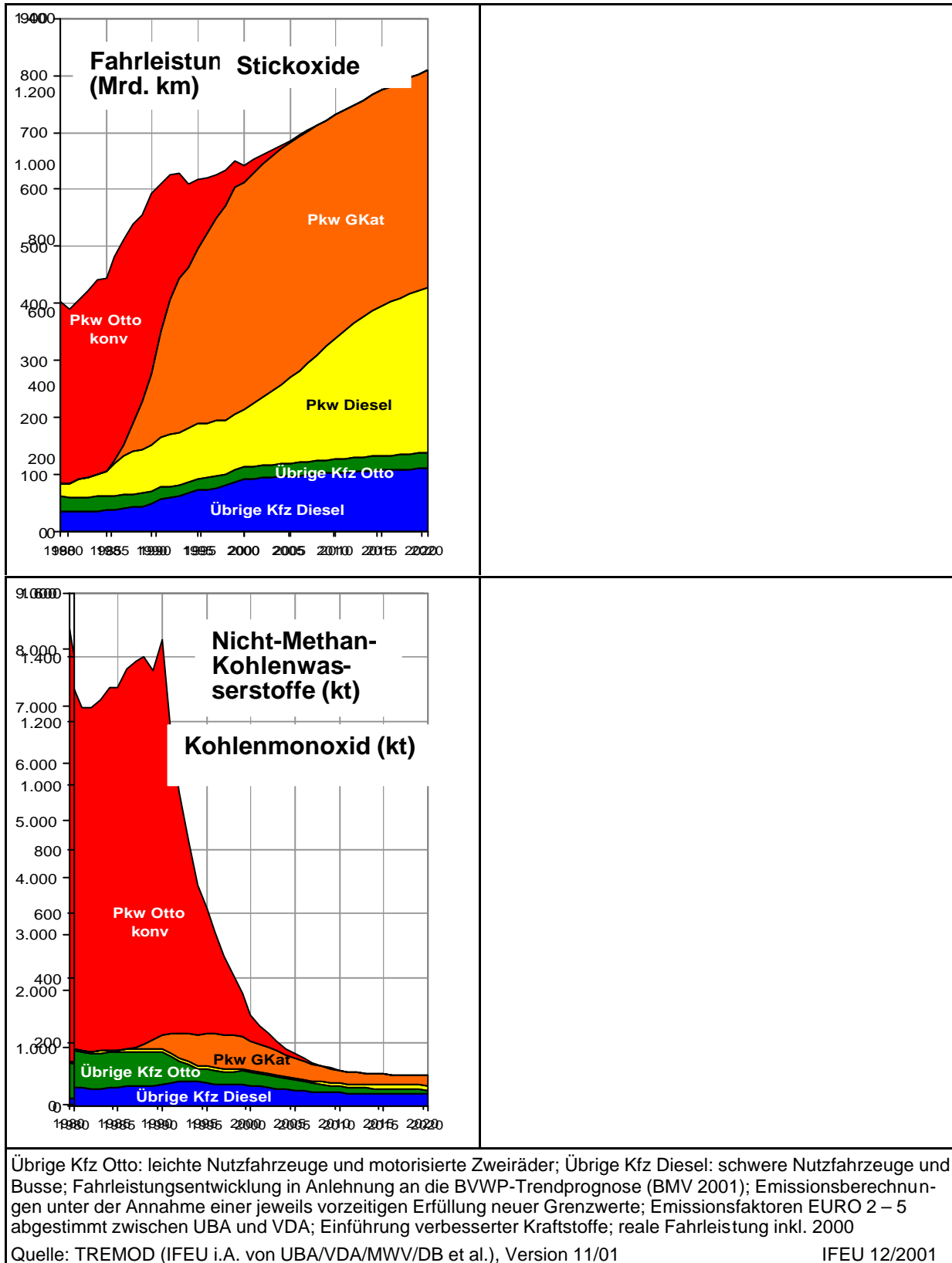
**Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages  
„Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen  
der Globalisierung und der Liberalisierung“  
Anhörung „Mobilität und Verkehr“, 6. Dezember 2001**

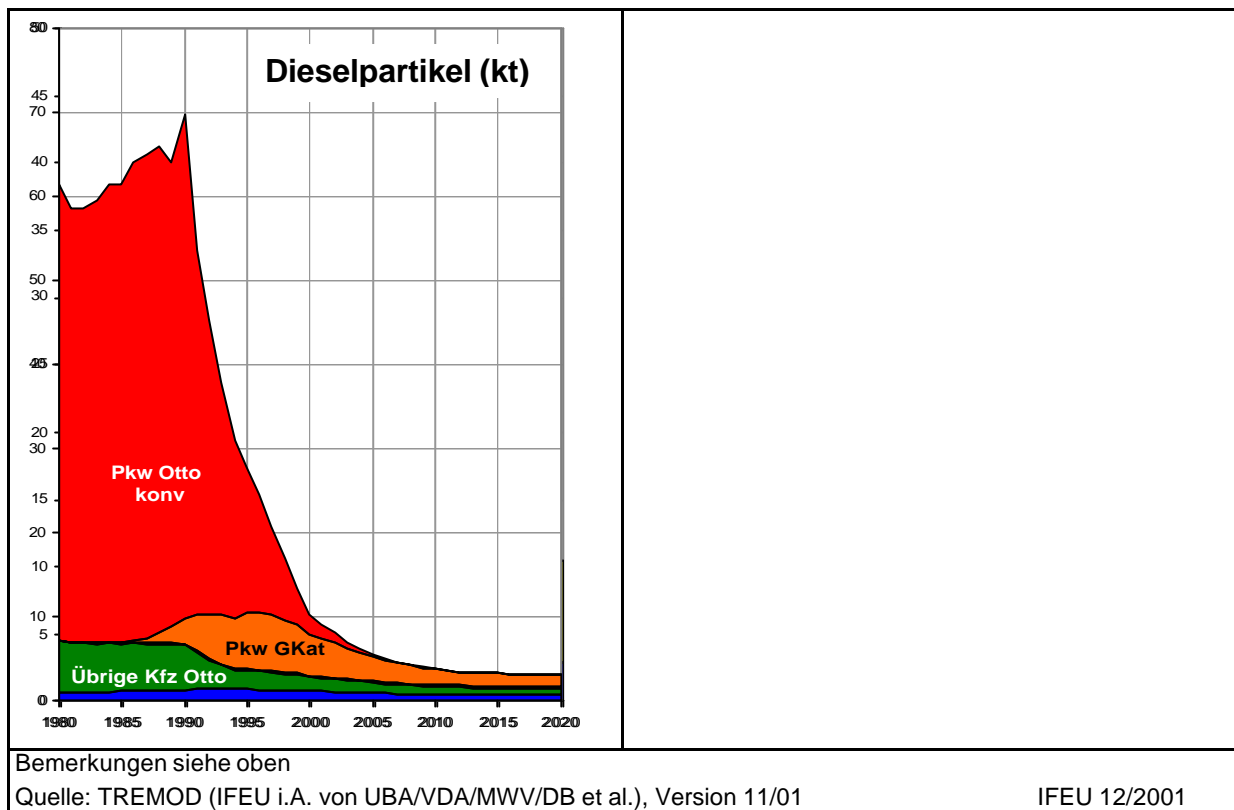
Stellungnahme von Ulrich Höpfner, IFEU Heidelberg zu den Punkten des Fragenkataloges, die sich mit den limitierten und den klimarelevanten Emissionen sowie dem Energieverbrauch des motorisierten Verkehrs beschäftigen:

1. Die limitierten Emissionen des motorisierten Verkehrs stellen heute oder in absehbarer Zukunft in Deutschland kein relevantes Umweltproblem mehr dar.
  - Moderne Verbrennungsfahrzeuge liegen in ihren limitierten Emissionen um über eine Größenordnung unter denjenigen früherer Kfz. Die erfolgte Umschichtung des Bestandes hat dafür gesorgt, dass trotz zunehmender Fahrleistungen alle limitierten Emissionen des Straßenverkehrs in Deutschland in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen sind. Die weitere Erneuerung des Bestandes mit Kfz mit weiter verschärften Grenzwerten wird aller Voraussicht dafür sorgen, dass wesentliche Luftqualitätsziele bzw. Minderungsraten erfüllt werden (siehe Abb. 1).
  - Reichen die erzielten bzw. erwarteten lokalen bzw. regionalen Luftqualitätsverbesserungen nicht aus, können niedrigere Emissionen verlangt werden. Die für ihre Einhaltung erforderlichen Maßnahmen sind bekannt, die Techniken sind (nahezu) etabliert und meist sehr preiswert. Dies kann bei den Immissionen von Stickstoffdioxid oder Ozonkonzentration der Fall sein. Da die Stickoxidemissionen wegen der anteiligen Zunahme der Diesel-Pkw (mit ihren bei gleicher Grenzwertstufe gegenüber den Otto-Pkw höheren spezifischen Stickoxidemissionen) zukünftig nicht so stark zurückgehen werden wie z. B. die Komponente Benzol, ist eine schärfere Grenzwertsetzung für Diesel-Pkw zu empfehlen.
  - Vergleichbares gilt für die Problematik der  $PM_{10}$  – bzw.  $PM_{2,5}$  – Immissionen. In dem Maße, in dem die die Krankheitsbilder bzw. die vorzeitige Mortalität auslösenden Substanzen und deren Herkunft eindeutiger identifiziert werden, kann auf Seiten der Verursacher reagiert werden.

- Sogenannte Zero-Emission-Fahrzeuge können aus Gründen der Luftreinhaltung insoweit hilfreich sein, als dass sie die tolerierten Risiken noch weiter verringern und zudem gegenüber heute unbekanntem Schadstoffwirkungen größere Sicherheit bieten als Verbrennungskraftfahrzeuge.
- Die limitierten Emissionen des Nicht-Straßenverkehrs spielen nur in bestimmten Situationen eine Rolle und sind dann auf lokaler bzw. regionaler Ebene zu behandeln: So in der unmittelbaren Umgebung von Flughäfen, von frequentierten Gewässern oder in Tunneln. Die Notwendigkeit, die Emissionsqualität der Nicht-Straßenverkehrsmittel auf das Niveau der aktuellen Straßen-Kfz zu stellen, bleibt unbestritten.

**Abb. 1:** Fahrleistung und limitierte Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland zwischen 1980 und 2020 (Szenario „Standard“)



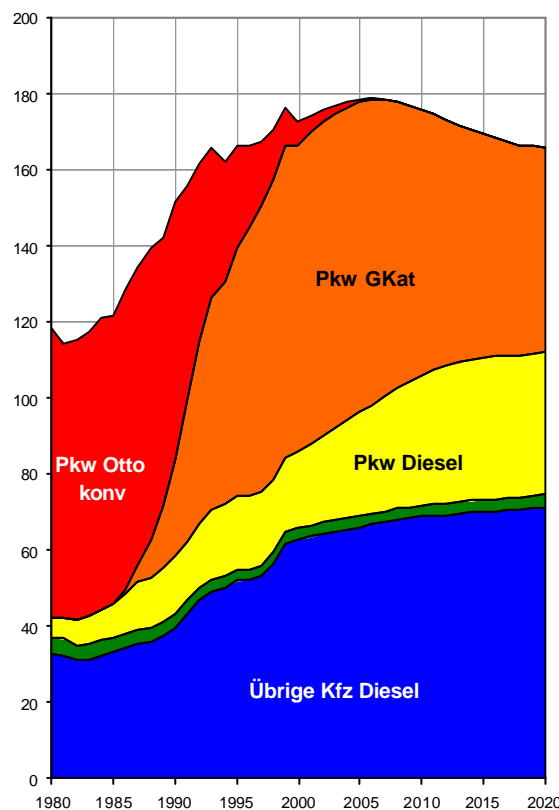


2. Die Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr werden – dem Standard-Szenario zufolge – im Jahr 2020 knapp 10 Prozent über 1990 liegen. Damit würde zwar das weitere Anwachsen gegenüber der vergangenen Dekade eingedämmt werden, aber keine Reduktion statt finden.

- Die Fahrleistung dieses Szenarios folgt der Verkehrsentwicklung des Bundesverkehrswegeplans (Trendvariante). Danach nimmt die Fahrleistung der Pkw und der Nutzfahrzeuge gegenüber 2000 um jeweils rund 25 Prozent zu. Bei den Nutzfahrzeugen liegt der Anstieg 2020 gegenüber 1990 bei 95 Prozent.
- Weitere wichtige Annahmen sind:
  - Diesel-Pkw haben in 2020 einen Anteil von 43 Prozent der Pkw-Fahrleistung.
  - Bis 2008 weisen die neu zugelassenen Pkw eine durchschnittliche Kohlendioxidemission von 140 g/km (NEFZ, ACEA-Zusage) auf. Dieser sinkt bis 2012 auf 120 g/km (Ziel des EU-Ministerrats) und dann um weitere 1 Prozent pro Jahr.
  - Der Kraftstoffverbrauch der neu zugelassenen leichten Nutzfahrzeuge sinkt ab 1997 um 1 Prozent pro Jahr. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch neu zugelassener schwerer Nutzfahrzeuge wird ebenfalls im Rahmen der EU-Normen abgesenkt; danach um 0,5 Prozent pro Jahr. Des weiteren er-

hört sich der Auslastungsgrad der schweren Nutzfahrzeuge zwischen 1997 und 2020 um 11 Prozent.

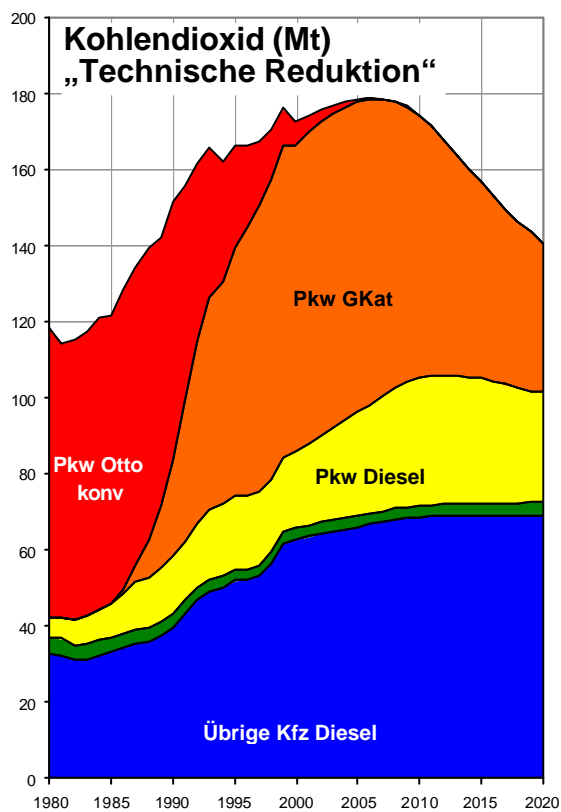
- Unter diesen Randbedingungen liegen die Kohlendioxidemissionen des Straßenverkehrs im Jahr 2020 um 9 Prozent über denjenigen von 1990 und um 4 Prozent unter denjenigen von 2000. Zu diesem Anstieg tragen die Nutzfahrzeuge überproportional bei: Zunahme gegenüber 1990 von 72 Prozent, gegenüber 2000 von 13 Prozent. Demgegenüber nehmen die Kohlendioxidemissionen der Pkw gegenüber 1990 um 16 Prozent ab, gegenüber 2000 um 15 Prozent.
- Die durchschnittliche Kohlendioxidemission der Pkw vermindert sich nach diesem Szenario deutlich: Im Durchschnitt des Bestandes und gemittelt über alle Fahrsituationen verursachte ein Pkw im Jahr 1990 208 g CO<sub>2</sub>/km, im Jahr 2000 202 g/km und wird dem Szenario zufolge im Jahr 2020 136 g/km emittieren, das entspricht einer Abnahme des Durchschnittsverbrauchs zwischen 2000 und 2020 um 33 Prozent.
- Trotz der durchaus ambitionierten Randbedingungen des Szenarios gelingt es dem Pkw-Verkehr nicht, die Kohlendioxid-Zunahmen des Nutzfahrzeug-Verkehrs zu kompensieren. Dieser nimmt wegen seines bereits relativ günstigen Ausgangsniveaus, wegen höherer Beladung und größerer Fahrzeugen im Durch-



schnittsverbrauch nur gering ab; seine Kohlendioxid-Zunahme ist eine Folge der Fahrleistungszunahme.

- Somit würde in diesem Szenario zwar das weitere Anwachsen der Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr gegenüber der vergangenen Dekade eingedämmt werden, aber gegenüber 1990 keine Reduktion, sondern ein Zuwachs um 9 Prozent statt finden.

**Abb. 2:** Kohlendioxidemissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr in Deutschland zwischen 1980 und 2020 (Szenarien „Standard“ und „Technische Reduktion“)



Bemerkungen siehe oben

Quelle: Berechnungen mit TREMOD (IFEU i.A. von UBA/VDA/MWV/DB et al.), Version 11/01 IFEU 12/2001

3. Die Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr werden – dem Szenario „Technische Reduktion“ zufolge – im Jahr 2020 um 7 Prozent unter denjenigen aus 1990 liegen. Damit würde zwar das Ziel einer Halbierung bei weitem verfehlt, aber immerhin eine Reduktion statt finden.

- In dem Szenario „Technische Reduktion“ weichen insbesondere folgende Annahmen von dem Szenario „Standard“ ab:
  - Die durchschnittliche Kohlendioxidemission der neu zugelassenen Pkw sinkt von 140 g/km (2008) bis 2012 auf 90 g/km und dann um weitere 1 Prozent pro Jahr.
  - Pkw werden ab 2012 zunehmend mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff betrieben und haben im Jahr 2020 einen Fahrleistungsanteil am Gesamt-Pkw-Verkehr von 9 Prozent.
  - Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch neu zugelassener schwerer Nutzfahrzeuge wird ab 2009 über die Absenkungen im Rahmen der EU-Normen hinaus um 1 Prozent pro Jahr verringert.
- Unter diesen Randbedingungen liegen die Kohlendioxidemissionen des Straßenverkehrs im Jahr 2020 um 7 Prozent unter denjenigen von 1990 und um 19 Prozent unter denjenigen von 2000. Zu dieser Abnahme tragen die Pkw überproportional bei: Reduktion gegenüber 1990 von 37 Prozent, gegenüber 2000 von 36 Prozent. Demgegenüber nehmen die Kohlendioxidemissionen der Nutzfahrzeuge gegenüber 1990 um 67 Prozent zu, gegenüber 2000 um 10 Prozent. Der Pkw-Verkehr hatte 1990 einen Anteil von 71 Prozent an den Kohlendioxidemissionen des Straßenverkehrs; dieser sinkt auf 48 Prozent im Jahr 2020; im Gegenzug steigt der Anteil der Nutzfahrzeuge.
- Die durchschnittliche Kohlendioxidemission der mit fossilem Kraftstoff betriebenen Pkw geht sehr stark zurück – auf schließlich 102 g/km. Das entspricht einem Durchschnittsverbrauch des Bestandes von 4,4 l/100 km (Benzin) bzw. 3,9 l/100 km (Diesel) und liegt damit bei der Hälfte des Durchschnittsverbrauchs des Jahres 2000. Hinzu kommt der nahezu CO<sub>2</sub>-freie Betrieb mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff.
- Trotz dieser dem heutigen Trend sehr zuwiderlaufenden Randbedingungen des Szenarios gelingt es dem Pkw-Verkehr nur zum Teil, die Kohlendioxid-Zunahmen des Nutzfahrzeug-Verkehrs zu kompensieren. Dieser nimmt wegen seines bereits



relativ günstigen Ausgangsniveaus, wegen höherer Beladung und größerer Fahrzeugen im Durchschnittsverbrauch nur gering ab; seine Kohlendioxid-Zunahme wird über die Fahrleistung determiniert.

- Somit zeigt dieses Szenario, dass mit drastischen Minderungen beim Durchschnittsverbrauch der Pkw (Motoren- und Antriebstechnik, Verringerung von Fahrzeuggewicht und -größe) hohe Kohlendioxidreduktionen des Pkw-Verkehr möglich sind. Diese können zwar die Kohlendioxidzunahme des Nfz-Verkehrs bremsen, aber nicht entscheidend kompensieren.
- Das Szenario zeigt aber auch, dass der Nfz-Verkehr seinen Anteil an den Kohlendioxidemissionen des Straßenverkehr von Jahr zu Jahr steigert und in 2020 schließlich mehr als die Hälfte verantwortet. Damit wird deutlich, dass Maßnahmen zur entscheidenden Kohlendioxidreduktion des Straßenverkehrs nur dann erfolgreich sind, wenn sie auch die Emissionen des Nfz-Verkehrs eindämmen.

4. Aus Gründen des Klimaschutzes und wegen der zurückgehenden Erdölvorräte müssen andere und dann zunehmend regenerative Energieträger genutzt werden.

- Oberstes und nahe liegendstes Ziel muss sein, die fossilen Kraftstoffe im Verkehr so sparsam und CO<sub>2</sub>-mindernd wie möglich einzusetzen.
- Der kurz- und mittelfristige Ersatz von Otto- bzw. Diesel-Kraftstoffen durch Erdgas mit seinem sehr günstigen Kohlenstoff-Gehalt ist insbesondere dann sinnvoll, wenn Erdgas mit hohem energetischen Wirkungsgrad eingesetzt wird. Hier können neue Verbrennungstechniken, aber auch die Umwandlung von Erdgas in Wasserstoff und dessen Nutzung via Brennstoffzelle geringfügige Kohlendioxid-Einsparungen mit sich bringen.
- Biogene Energieträger wie Biodiesel, Pflanzenöle, Bioethanol oder Biogas weisen in der Regel in der Gesamtklimabilanz Vorteile auf. Ihre Umweltvor- bzw. -nachteile sind von der Herkunft der Biomasse (Klärschlamm, Bioabfälle etc.) und bei Anbaubiomasse zusätzlich von der Art der landwirtschaftlichen Erzeugung geprägt. Die Anbaubiomasse steht in bestimmten Regionen in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung; ihr sinnvoll nutzbares Potenzial ist auch unter Naturschutzaspekten begrenzt.
- Andere Formen der regenerativen Energie wie die Wasser- oder Windkraft bzw. die Solarthermie können nach ihrer Umwandlung in Strom im Fahrzeug genutzt werden. Der direkteste Weg, dies über eine Speicherbatterie und den Elektroan-

trieb im Fahrzeug zu tun, zeigte bisher gegenüber dem konventionellen Antrieb Nachteile wegen des hohen Gewichts, der geringen Speicherdichte oder der hohen thermischen Eigenverluste dieser Systeme.

- Eine weitere Speichermöglichkeit regenerativer Energie besteht in der Umwandlung des Stroms zu Wasserstoff. Er kann im Kraftfahrzeug nach Speicherung entweder im Verbrennungsmotor mit Abgasnachbehandlung oder in einer Brennstoffzelle genutzt werden. Für beide Wege stehen Optimierungen an; welches Verfahren bessere Wirkungsgrade realisiert, wird sich zeigen.

5. Aus Gründen des Klimaschutzes und wegen der zurückgehenden Erdölvorräte müssen regenerative Energieträger mit einem optimalen Wirkungsgrad genutzt werden.

- Die Erzeugung regenerativer Energien ist auf absehbare Zeit in ihrer Menge begrenzt – es wird noch mehrere Jahrzehnte dauern, bis Erzeugungskapazitäten, Infrastrukturen und gesellschaftlich stabile Mechanismen geschaffen sind, um die benötigten Mengen verfügbar zu machen.
- Zumindest in der Übergangsphase sollte regenerative Energie so effizient wie nur möglich eingesetzt werden. Aus jetziger Sicht sind alle diejenigen Nutzungsarten die günstigsten, die die geringsten Umwandlungsschritte benötigen und die höchste Kohlendioxidsubstitution bewirken. Das heißt z.B.: Pro Anbaufläche ist die direkte Verbrennung fester Bio-Energieträger der Erzeugung von Bio-Kraftstoffen unter Klimaaspekten weit überlegen. Die Einspeisung von Windstrom ins Netz mit direkter Nutzung der Elektrizität (z. B. im Schienenverkehr) oder die Nutzung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff in einer stationär betriebenen Brennstoffzelle spart mehr Kohlendioxid ein als die mobile Anwendung .

6. Unsere Gesellschaft hat viele Handlungsmöglichkeiten, mit diesen Herausforderungen umzugehen.

- Unter ausschließlich rationalen Aspekten dürften aus heutiger Sicht regenerative Energieträger im mobilen Bereich erst dann genutzt werden, wenn im stationären Bereich eine gewisse Sättigung eingetreten ist, oder die Wirkungsgrade der mobilen und stationären Anwendung in etwa äquivalent sind. Im mobilen Bereich müssten dann lediglich die Optionen für eine optimale Nutzung regenerativer Energieträger entwickelt werden.

- Andererseits verlaufen gesellschaftliche Prozesse oft ungeregelt. So mag es eine Allianz geben zwischen Nutzern, die eine hohe Bereitschaft zur Bezahlung teurer Energiepreise haben, und Herstellern, die das Auto vom Umwelt-Makel befreien und neue Techniken und Märkte erschließen wollen. Diese Allianz mag vielleicht am ehesten in der Lage sein, die hohen Kapazitäten für Erzeugung und Infrastruktur regenerativer Energieträger aufzubauen und damit den Marktdurchbruch zu befördern.
- Auch wenn der Ersatz von fossilen mit CO<sub>2</sub>-freien Energieträgern wichtiges Langfristziel der Energiebereitstellung ist, wäre es fatal, wenn dadurch vernachlässigt würde, was in jedem Falle kurz-, mittel- und langfristig notwendig ist: Energie an jeder Stelle ihrer Nutzung so sparsam wie möglich einzusetzen.

Dr. Rainer Hopf und Dr. Ulrich Voigt, DIW, Berlin



*Antworten des DIW zum Fragenkatalog für eine öffentliche Anhörung der*

**Enquête--Kommission**

**"Nachhaltige Energieversorgung unter den  
Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung"**

**des Deutschen Bundestages**

**am Donnerstag, den 6. Dezember 2001  
in Berlin, Plenarbereich Reichstagsgebäude,  
Raum 3 S 001 (Sitzungssaal der Fraktion der SPD)**

*zum Thema*

**"MOBILITÄT IM VERKEHR"**

Berlin, Dezember 2001

Dr. Rainer Hopf  
Dr. Ulrich Voigt

## Vorbemerkungen

Das DIW hat sich in mehreren Untersuchungen bereits mit einer Verminderung der Schadenswirkungen des Verkehrs (auch CO<sub>2</sub>-Reduzierung) beschäftigt./Gesamtverkehrsplan Nordrhein-Westfalen 1989/Enquête-Kommission 1990/(UBA) Güterfernverkehr 1994 /TAB Ökonomische Folgenanalyse ..1996/ UBA-Schadstoffreduzierung des zivilen Luftverkehrs 2001/TAB Instrumente und Maßnahmen einer nachhaltigen Energieversorgung....2001/ Zur Zentralfrage **"wie erreiche ich mehr Nachhaltigkeit im Verkehr?"** sind vom DIW im Rahmen dieser Untersuchungen, und bei anderen Gelegenheiten sowie von anderen Personen und Institutionen bereits zahlreiche Antworten und Vorschläge gegeben bzw. unterbreitet worden. Wir nehmen die Gelegenheit gerne wahr, die aus unserer Sicht wichtigsten Rahmenbedingungen für eine nachhaltigere Verkehrsentwicklung darzustellen. Wir bitten aber um Verständnis dafür, dass die Antworten hier z.T. denen ähneln, die in früheren Untersuchungen und Stellungnahmen gegeben wurden.

Bis zum Jahr 2050 sind u.E. für den Verkehrsbereich keine quantitativen Aussagen möglich. Die Ermittlung der demografischen und sozio-ökonomischen Leitdaten, die Fortschreibung der Verhaltensweisen der auf den Verkehrsmärkten tätigen Akteure und der Beziehungsmuster zwischen den Verkehrsnachfragern und dem Verkehrsangebot erfordern schon für einen Zeitraum von zwei Jahrzehnten ein gehöriges Maß an rationaler Phantasie. Für 2050 vervielfachen sich die Probleme. Schon die demografische Entwicklung ist nur mit sehr großen Unsicherheiten vorherzusagen, entsprechend problematisch ist eine daraus abgeleitete ökonomische Prognose. Berücksichtigt man, welche gesellschaftlichen Umwälzungen und Veränderungen der individuellen Verhaltensweisen in den letzten 50 Jahren eingetreten sind, welcher Umbruch weltweit (Globalisierung der Produktion und Internationalisierung des Handels) und in Europa (EU-Integration, Liberalisierung der Verkehrsmärkte) derzeit stattfindet, so wird unmittelbar einsichtig, dass der Versuch, für einen Zeitraum von fünf Jahrzehnten die verkehrlichen Gesamtentwicklungen und die Auswirkungen politischer Eingriffe auf diese Verkehrsentwicklungen zu schätzen, nur äußerst spekulativen Charakter haben kann. Aus unserer Sicht haben quantitative Szenarien für einen derart langen Zeitraum nur einen geringen Erkenntniswert.

## Stellungnahme

### **1. Wie werden sich die Rahmenbedingungen für den Verkehr bis 2020 bzw. 2050 unter Trendbedingungen verändern?**

**Charakterisieren Sie grundlegende Bestimmungsgrößen für die künftige Verkehrsentwicklung, wie Bevölkerungsentwicklung, Entwicklung der Siedlungsstruktur, Wirtschaftsentwicklung und Wirtschaftsverflechtung, Verkehrsinfrastruktur und Energiepreise, gesellschaftliche Paradigmata und Lebensstile.**

Das DIW Berlin hat kürzlich eine Untersuchung zur nachhaltigen Energieversorgung im Verkehrsbereich für das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag erarbeitet. Die im Rahmen dieser Studie erstellte Trendprognose des Verkehrs bis zum Jahre 2020 baut auf den Ergebnissen der 2000 für die Bundesverkehrswegeplanung fertiggestellten Langfristprognosen des Verkehrs bis zum Jahre 2015 auf und dient als Referenzfall für das Nachhaltigkeitsszenario bis 2020, dem eigentlichen Erkenntnisziel der TAB-Studie.

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

Für die Trendprognose 2020 wurden im Einzelnen die Einflussgrößen

- Einwohner,
- Erwerbstätige,
- Haushalte und
- Bruttoinlandsprodukt (BIP)

verwendet. Der Vorausschätzung des Güterverkehrs wurde darüber hinaus eine Aufgliederung der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen zu Grunde gelegt.

### Leitdaten für das Trendszenario

Variablen	Einheit	1997	2020	durchschn. jährliche Veränderung 1997/2020 in %
Einwohner	1000	82053	83195	0,06
Haushalte	1000	37457	39685	0,25
Erwerbstätige	1000	33962	34232	0,03
Bruttoinlandspr odukt zu Preisen von 1991	Mrd. DM	3101	4938	2,00
<i>Quellen:</i> ifo/BBR, Prognos und Statistisches Bundesamt.				

Die als Grundlage für die Fortschreibung bis 2020 verwendete ifo/BBR-Bevölkerungsprognose bezieht sich auf das Zieljahr 2015. Sie liegt etwas über den beiden Varianten der 9. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Bundes und der Länder<sup>2</sup> sowie einer vom Statistischen Bundesamt im Rahmen von „Modellrechnungen“ vorgelegten weiteren Schätzung.<sup>3</sup> In diesen drei Varianten wird für das Jahr 2015 ein Bevölkerungsbestand von jeweils 80,1 Mill., 81,0 Mill. bzw. 81,4 Mill. prognostiziert. Die Unterschiede zur ifo/BBR-Prognose, die zwischen 2,5% und 4% liegen, beruhen fast ausschließlich auf unterschiedlichen Annahmen zur Außenwanderung. In der ifo/BBR-Prognose wird wegen der Entwicklung am Arbeitsmarkt die Annahme eines höheren Wanderungssaldos der Ausländer (300.000 Personen im Jahresdurchschnitt des Prognosezeitraums) für plausibel gehalten. Damit werden die vom Statistischen Bundesamt verwendeten Annahmen zumindest in den ersten beiden Varianten deutlich übertroffen.

Die Vorausschätzung der Haushalte wird unter Fortschreibung der beobachteten Haushaltsgrößen aus der Bevölkerungsschätzung abgeleitet. Für 2020 wird eine Zunahme um 5,9 % gegenüber 1997 auf 39,7 Mill. Haushalte erwartet.

<sup>2</sup> Statistisches Bundesamt (2000).

<sup>3</sup> Bundesministerium des Inneren (2000).

Die Prognose der Erwerbstätigen stützt sich sowohl auf die Vorausschätzung der Bevölkerung als auch auf die des Bruttoinlandsproduktes. Hier wird für 2020 mit 34,2 Mill. Erwerbstätigen gerechnet. Dies entspricht einer Zunahme gegenüber 1997 um lediglich 0,8 %.

Für die Wirtschaftstätigkeit wird ein langfristiges Wachstum erwartet, das – gemessen am Bruttoinlandsprodukt (BIP) – im Jahresmittel 2,0 % beträgt. Das BIP steigt danach bis 2020 auf 4938 Mrd. DM (zu Preisen von 1991) an.



## **2. Wie wird sich das Verkehrsbild bis 2020/2050 im Trend verändern?**

**Wie werden sich Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen nach Verkehrszwecken bzw. Güterarten darstellen, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?**

**Wie wird sich dieser Verkehr nach Verkehrsarten aufteilen?**

**(Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)**

### *Personenverkehr*

Die gesamten Personenverkehrsleistungen nehmen zwischen 1997, dem Basisjahr der Untersuchung(s. Frage 1), und 2020 von 987 Mrd. Personenkilometer auf 1272 Mrd. Personenkilometer zu. Dies bedeutet eine Steigerung um 28%. Bezogen auf die prognostizierte Zunahme des Bruttoinlandsproduktes ergibt sich daraus eine Elastizität von 0,55, die anzeigt, dass für die Personenverkehrsleistungen nur noch mit einer Steigerung gerechnet wird, die gut der Hälfte der Zunahme des Bruttoinlandsproduktes entspricht.

Dabei wird unter den Fahrtzwecken für den Urlaubsverkehr die höchste Zunahme (um etwa die Hälfte) erwartet. Für den Freizeitverkehr, auf den 1997 etwa 44% der gesamten Verkehrsleistungen entfielen, wird mit einer Steigerung um mehr als ein Drittel ebenfalls eine überproportionale Zunahme geschätzt. Berufs- und Ausbildungsverkehr nehmen dagegen nur noch geringfügig zu.

Unter den bodengebundenen Verkehrsarten expandiert der motorisierte Individualverkehr mit 28% am stärksten. Für die Eisenbahn wird ein Wachstum der Verkehrsleistung von 22% erwartet. Dahinter stehen allerdings sehr unterschiedliche Entwicklungen im Nah- und im Fernverkehr. Während für die Leistungen des Fernverkehrs eine Zunahme um rund die Hälfte angenommen wird, ergibt sich für den Nahverkehr eine Stagnation. Für den Öffentlichen Straßenpersonenverkehr wird eine leichte Abnahme (7%) vorausgeschätzt. Dabei sind alle betrachteten Teilaggregate, nämlich Fernverkehr, Nahverkehr, Schienenverkehr und Omnibusverkehr rückläufig. Auch für den nichtmotorisierten Verkehr (zu Fuß, Fahrten mit dem Fahrrad) wird eine geringe Verminderung (um 4%) vorausgeschätzt.

## Verkehrsleistungen im Personenverkehr 1997 – 2020

### Trendszenario

	1997	Trend		Veränderungsrate 1997 – 2020	
		2015 <sup>1</sup>	2020	gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
	in Mrd. Pkm			in %	
MIV	750	915	957	27,7	1,1
Eisenbahn	74	87	90	22,0	0,9
davon	39	39	39	-0,9	0,0
Nahverkehr					
Fernverkehr	35	48	52	47,8	1,7
ÖSPV	83	78	77	-6,8	-0,3
davon	56	53	52	-8,1	-0,4
Nahverkehr					
Fernverkehr	27	26	25	-3,8	-0,2
davon	14	14	14	-3,5	-0,2
Schienenverkehr					
Omnibusverkehr	68	64	63	-7,4	-0,3
Luftverkehr					
Territorialprinzip	36	80	95	163,3	4,3
Standortprinzip	119	310	385	223,9	5,2
Nicht motorisierter Verkehr	54	52	52	-3,9	-0,2
Verkehr insgesamt <sup>2</sup>	997	1 212	1 272	27,6	1,1
<sup>1)</sup> BVWP-Szenario. – <sup>2)</sup> Für den Luftverkehr wurden die nach dem Territorialprinzip ermittelten Werte der Zusammenfassung zu Grunde gelegt.					

*Quellen:* BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.

Als Grundlage für die Berechnung von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>- Emissionen im Straßenverkehr werden aus den Verkehrsleistungen der Reisenden Fahrleistungen der eingesetzten Fahrzeuge abgeleitet.

Für den gesamten MIV ergibt sich eine nur geringfügige Steigerung der mittleren Fahrzeugbesetzung je Kilometer auf knapp 1,4. Die Fahrleistungen von Personenkraftwagen und motorisierten Zweirädern nehmen daher von 1997 – 2020 mit 27% etwa in derselben Größenordnung zu wie die Personenkilometer.

## Fahrleistungen im Straßenpersonenverkehr 1997 – 2020

### Trendszenario

	1997	Trend		Veränderungsrate 1997 – 2020	
		2015 <sup>1)</sup>	2020	gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
	in Mrd. km			in %	
MIV insgesamt	539,2	654,8	685,1	27,1	1,0
Personenkraftwagen	524,8	633,3	660,7	25,9	1,0
davon Otto	430,4	–	488,9	13,6	0,6
Diesel	94,4	–	158,6	67,9	2,3
Andere	–	–	13,2	–	–
Zweiräder	14,4	21,5	24,5	69,8	2,3
davon	10,6	18,8	22,0	107,5	3,2
Krafträder					
Mopeds	3,8	2,7	2,5	-35,4	-1,9
Omnibusse	3,7	3,6	3,6	-3,4	-0,2
Insgesamt	542,9	658,4	675,5	24,4	1,0
<sup>1)</sup> BVWP-Szenario. <i>Quellen:</i> BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.					

### Güterverkehr

Im Rahmen der eingangs zitierten Prognosen für die Bundesverkehrswegeplanung sind für den Güterverkehr vier Szenarien erarbeitet worden (Laisser-Faire-Szenario, Trendszenario, Integrationsszenario, Überforderungsszenario), deren verkehrspolitische Prioritätensetzungen sich jeweils deutlich unterscheiden. Im "Trendszenario" wird dort auf Autobahnen für Lkw > 12t eine fahrleistungsbezogene Straßenbenutzungsgebühr von 15Pf/Fzkm angenommen. Die Gutachter haben sich im TAB-Projekt dafür entschieden, das Trendszenario der BVWP-Prognosen als Referenzfall für das Nachhaltigkeitsszenario zugrunde zu legen.

### *Verkehrsaufkommen, Verkehrsleistungen und Fahrleistungen bis 2020*

Die *Verbrauchsgüter* haben die höchsten Wachstumsraten aller Güterbereiche aufzuweisen. Neben der erwarteten Produktionssteigerung wird sich auch hier wie bei den Investitionsgütern die bisher beobachtete Erhöhung der Transportintensität weiter fortsetzen: Aufgrund zunehmend disperser Produktionsstrukturen mit geringerer Fertigungstiefe steigen, auf die mengenmäßige Produktion bezogen, die Transportleistungen (Tonnenkilometer) überdurchschnittlich an. So wird das Aufkommen gegenüber 1997 um 119 % steigen, die Transportleistung erhöht sich sogar um 138 %. Rund drei Zehntel des Transportaufkommens bzw. 36% der Verkehrsleistungen entfallen künftig auf diesen Güterbereich.

Auch *Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Düngemittel* und *Investitionsgüter* sind beachtliche aufkommens- und leistungsstarke Güterbereiche, deren Wachstumsraten weit überdurchschnittlich sind. Montangüter (*Kohle, Eisen, Stahl, NE-Metalle, Eisenerze*) weisen demgegenüber die geringsten Steigerungsraten auf und verlieren innerhalb des gesamten Güterverkehrsmarktes weiter an Bedeutung.

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

Die Wachstumsunterschiede bei den einzelnen Güterbereichen haben unmittelbaren Einfluss auf den Modal Split.

## Entwicklung des Güterfernverkehrs nach Güterbereichen 1997 – 2020

### Trendszenario

	1997	Trend		Veränderungsrate 1997 – 2020	
		2015 <sup>1)</sup>	2020	gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
	Verkehrsaufkommen in Mill. t			in %	
Landw. Erzeugnisse	45,0	59,4	61,6	36,9	1,4
Nahrungs- /Futtermittel	168,9	231,1	242,0	43,3	1,6
Kohle	94,1	84,3	82,0	-12,9	-0,6
Rohöl	1,3	0,9	0,8	-40,0	-2,2
Mineralölprodukte	115,2	130,1	133,2	15,6	0,6
Eisenerze	48,0	39,9	37,9	-21,0	-1,0
NE-Metallerze, Schrott	35,3	38,0	38,8	9,9	0,4
Eisen, Stahl, NE- Metalle	118,4	140,2	145,3	22,7	0,9
Steine und Erden	266,4	303,0	310,0	16,4	0,7
Chem. Erz., Düngemittel	135,4	200,8	215,1	58,8	2,0
Investitionsgüter	80,9	137,6	144,0	78,0	2,5
Verbrauchsgüter	287,8	585,9	630,0	118,9	3,5
Insgesamt	1 396,7	1 951,2	2 040,7	46,1	1,7
	Verkehrsleistungen in Mrd. tkm			in %	
Landw. Erzeugnisse	14,2	20,4	21,2	49,5	1,8
Nahrungs- /Futtermittel	46,6	72,0	76,4	64,0	2,2
Kohle	17,3	19,6	19,9	15,3	0,6
Rohöl	0,2	0,2	0,2	-5,9	-0,3

Mineralölprodukte	27,0	34,2	35,4	31,2	1,2
Eisenerze	7,7	8,4	8,4	9,5	0,4
NE-Metallerze,	7,1	8,6	8,9	25,2	1,0
Schrott					
Eisen, Stahl, NE-	33,7	45,3	47,7	41,4	1,5
Metalle					
Steine und Erden	53,8	69,4	72,1	33,9	1,3
Chem. Erz.,	38,8	62,9	67,7	74,4	2,4
Düngemittel					
Investitionsgüter	27,9	51,9	54,6	95,6	3,0
Verbrauchsgüter	96,3	212,5	229,0	137,8	3,8
Insgesamt	370,6	605,4	641,5	73,1	2,4
	Durchschnittl. Transportweite in %				
	km				
Landw. Erzeugnisse	316	343	345	9,2	0,4
Nahrungs-	276	312	316	14,5	0,6
/Futtermittel					
Kohle	184	233	243	32,3	1,2
Rohöl	154	222	241	56,8	2,0
Mineralölprodukte	234	263	266	13,5	0,6
Eisenerze	160	211	222	38,7	1,4
NE-Metallerze,	201	226	229	13,9	0,6
Schrott					
Eisen, Stahl, NE-	285	323	328	15,2	0,6
Metalle					
Steine und Erden	202	229	232	15,1	0,6
Chem. Erz.,	287	313	315	9,8	0,4
Düngemittel					
Investitionsgüter	345	377	379	9,9	0,4
Verbrauchsgüter	335	363	363	8,6	0,4
Insgesamt	265	310	314	18,5	0,7

<sup>1)</sup> BVWP – Szenario.

*Quellen:* BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.



## Entwicklung des Güterverkehrs nach Verkehrsträgern und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 – 2020

### Trendszenario

	1997	Trend		Veränderungsrate 1997 – 2020	
		2015 <sup>1)</sup>	2020	gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
	Verkehrsaufkommen in Mill. t			in %	
Eisenbahn	295	318	319	8,2	0,3
dar. Kombiniertes Verkehr	34	66	69	105,7	3,2
Straßengüterfernverkehr	869	1 340	1 419	63,3	2,2
Binnenschifffahrt	234	293	303	29,7	1,1
Fernverkehr insgesamt	1 397	1 951	2 041	46,1	1,7
Straßengüternahverkehr	2 324	2 681	2 725	17,3	0,7
nachrichtlich: Straßengüterverkehr	3 193	4 021	4 144	29,8	1,1
Verkehr insgesamt	3 721	4 632	4 766	28,1	1,1
Binnenverkehr	874	1 052	1 070	22,4	0,9
Grenzüberschr. Versand	188	333	362	92,8	2,9
Grenzüberschr. Empfang	264	428	458	73,0	2,4
Transit	71	139	151	114,5	3,4
Fernverkehr insgesamt	1 397	1 951	2 041	46,1	1,7
	Verkehrsleistungen in Mrd. tkm			in %	
Eisenbahn	73	92	95	30,1	1,2

dar. Kombiniertes	15	28	31	108,4	3,2
Verkehr					
Straßengüterfernverke	236	425	454	92,7	2,9
hr					
Binnenschiffahrt	62	89	93	49,1	1,8
Fernverkehr	371	605	642	73,1	2,4
insgesamt					
Straßengüternahverke	67	84	85	28,4	1,1
hr					
nachrichtlich:	302	508	540	78,6	2,6
Straßengüterverkehr					
Verkehr insgesamt	437	689	727	66,3	2,2
Binnenverkehr	197	265	271	37,7	1,4
Grenzüberschr.	55	109	121	118,9	3,5
Versand					
Grenzüberschr.	73	138	148	101,5	3,1
Empfang					
Transit	45	94	102	125,8	3,6
Fernverkehr	371	605	642	73,1	2,4
insgesamt					
1) BVWP-Szenario.					
<i>Quellen:</i> BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.					

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

- eine Steigerung des Verkehrsaufkommens im Straßengüterfernverkehr um fast zwei Drittel und eine Leistungssteigerung um 93 %

- eine zwar deutlich niedrigere aber immer noch beachtliche Steigerung von 50 % bei den Verkehrsleistungen der Binnenschifffahrt und
- eine Zunahme der Leistungen bei der Bahn von 30 %.

Die enormen Steigerungsraten des Straßengüterfernverkehrs im **Trend-Szenario** (93 % bei den Verkehrsleistungen) führen zu einem Anstieg der Fahrleistungen im Fernverkehr von mehr als zwei Dritteln.

### Entwicklung der Fahrleistungen des Straßengüterverkehrs 1997 – 2020 Trendszenario

	1997	Trend		Veränderungsrate 1997 – 2020	
		2015 <sup>1)</sup>	2020	gesamter Zeitraum	durchschnittlich jährlich
	Verkehrsaufkommen in Mill. t			in %	
Straßengüterfernverkehr	869	1 340	1 419	63,3	2,2
Straßengüternahverkehr	2 324	2 681	2 725	17,3	0,7
Insgesamt	3 193	4 021	4 144	29,8	1,1
	Verkehrsleistungen in Mrd. tkm			in %	
Straßengüterfernverkehr	236	425	454	92,7	2,9
Straßengüternahverkehr	67	84	85	28,4	1,1
Insgesamt	302	508	540	78,6	2,6
	Fahrleistungen in Mrd. km			in %	
Lastkraftwagen	54,6	68,9	70,3	28,8	1,1

Sattelzugmaschinen	10,6	19,8	21,2	100,0	3,1
Güterverkehr	65,2	88,7	91,5	40,3	1,5
Fernverkehr	21,2	34,1	35,8	68,9	2,3
Übriger Güterverkehr	44,1	54,6	55,7	26,3	1,0

<sup>1)</sup> BVWP-Szenario.

*Quellen:* BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.

#### **4. Welche Entwicklungen ergeben sich bei der Informations- und Kommunikationstechnik und welche Auswirkungen auf den Verkehr erwarten Sie daraus?**

##### **(Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)**

Vielfach wird mit dem verstärkten Einsatz von Telekommunikationstechnik (TK) oder der verstärkten Durchdringung des Marktes mit E-Commerce die Hoffnung verbunden, die Umweltbelastungen des Straßenverkehrs verringern zu können.

Im Rahmen einer früheren DIW-Studie zum Güterverkehr wurde mangels gesamtwirtschaftlicher Daten zu den Einsatzbereichen (Kapazitätsauslastung der Lkw, Flottenmanagement, Verkehrsleitsysteme, „just-in-time“-Beschaffungs- und Vertriebslogistik, Frachtenbörsen, flexible Zugsteuerung sowie zügigere Umschlagorganisation im kombinierten Verkehr) und zu den Hauptwirkungsrichtungen der TK versucht, die entsprechenden Effekte (auch eines verstärkten TK-Einsatzes) durch Fallstudien und Expertengespräche zu schätzen.

Der Beitrag der TK-Technik zur Reduzierung von Umwegen und Irrfahrten betrifft stärker den Nah- als den Fernverkehrsbereich. Bei Frachtenbörsen, die auf eine bessere Kapazitätsauslastung und verminderten Leerfahrtenanteil zielen, war nicht zu klären, inwieweit hierdurch tatsächliche Umweltentlastungen erzielt werden können.

Der Einsatz von Verkehrsleitetechniken (Telematik) hat Verbesserungen des Verkehrsflusses zur Folge. Gleichzeitig erhöht sich die Attraktivität der Straße, so dass auf gleichen Verkehrsflächen mehr Fahrzeuge durchgeschleust werden können. Der möglichen Reduktion des Verbrauchs für einzelne Lkw steht also die größere Zahl von Fahrzeugen und gefahrenen Straßenkilometern gegenüber. Zum damaligen Zeitpunkt registrierten die Unternehmen noch keine deutliche Kraftstoffeinsparung, die auf TK-Technik zurückgeführt werden könnte.

Bei E-Commerce liegen sowohl hinsichtlich der logistischen Anforderungen als auch der Auswirkungen auf die Verkehrsleistungen derzeit keine gesicherten Erkenntnisse für die Effekte auf gesamtwirtschaftlicher Ebene vor. Die Ergebnisse einiger Studien deuten auf eine von E-Commerce induzierte Zunahme des Güterverkehrs hin. Viele der Veränderungen in der Logistik, die auf den Verkehr wirken, sind seit einer Reihe von Jahren - unabhängig von der Etablierung des elektronischen Handels - für das Geschehen im Güterverkehr bestimmend. So haben Faktoren wie die weitere Differenzierung der Arbeitsteilung, die weltweite Orientierung bei Beschaffung und Absatz, die Reduktion der Lagerhaltung, just-in-time-Lieferungen sowie die Tendenz zu

kleinteiligen Sendungen und kurzen Zustellungsfristen bereits in der Vergangenheit den Umfang der Transportleistungen, ihre räumliche Struktur und die Entscheidungen über Organisation des Transports und Wahl des Verkehrsmittels beeinflusst.

Zwischen 1990 und 2000 haben die Transportleistungen in Deutschland um 29 % auf 492 Mrd. Tonnenkilometer zugenommen und damit die Steigerung des realen Bruttoinlandsprodukts (18 %) deutlich übertroffen. Im Handel zwischen Unternehmen führt E-Commerce zu Änderungen und möglicherweise zu Verkürzungen der Wertschöpfungsketten. Dabei bleiben für die Verkehrsentwicklung die logistischen Faktoren, die bisher zu einer - gemessen am Bruttoinlandsprodukt - überdurchschnittlichen Zunahme des Güterverkehrs sowie einer Bevorzugung des Lkw als Verkehrsmittel beigetragen haben, auch künftig die treibenden Kräfte.

E-Commerce dürfte keine grundlegend neuen verkehrserzeugenden Wirkungen haben, sondern eher bereits zu beobachtende Trends evolutarisch verstärken.

**6. Welche klimarelevanten Emissionen erwarten Sie im Trend im Verkehr nach eingesetzten Energieträgern, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?**

**Welche Primärenergien sind nach Art und Umfang zur Bereitstellung dieser Energieträger aufzuwenden? Bitte trennen Sie nach fossilen, nuklearen und regenerativen Energien und zeigen Sie alternative Entwicklungen auf.**

**Welche Emissionen von klimarelevanten Emissionen (Kohlendioxid und Stickoxide, beim Luftverkehr auch Wasseremissionen), sind mit der Herstellung der Endenergieträger verbunden?**

*Luftverkehr*

Der Luftverkehr ist in den vergangenen Jahrzehnten stärker gewachsen als die anderen Verkehrsarten. Mit dieser Zunahme ist ein erheblicher Anstieg der Luftschadstoffemissionen verbunden gewesen, trotz der Erfolge der Luftfahrtindustrie, durch organisatorische und operationelle Maßnahmen sowie durch technische Verbesserungen der Triebwerke und des Fluggeräts, den spezifischen Treibstoffverbrauch und die spezifischen Schadstoffemissionen zu senken. Im Folgenden werden die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, das vom DIW zusammen mit dem TÜV Rheinland und dem Wuppertal Institut kürzlich fertiggestellt wurde, dargestellt.

Unter "Status-quo"-Bedingungen (der gewerblich genutzte Flugkraftstoff wird generell und weltweit nicht mit der Mineralölsteuer belastet; im grenzüberschreitenden Verkehr – fast 90 % des gesamten Flugverkehrs – wird darüber hinaus keine Mehrwertsteuer erhoben) wird die Zahl der Flugpassagiere von 50 Mill. (1995) (Einsteiger) bis 2020 auf 113 Mill. steigen. Das ist mehr als eine Verdoppelung. Beim Luftfrachtaufkommen wird sich das Aufkommen bis 2020 fast vervierfachen. Auch die Zahl der Starts in Deutschland wird sich auf nahezu 2,6 Mill. im Jahr 2020 verdoppeln. Während 1995 noch zwei von drei Flugzeugen ein innerdeutsches Ziel ansteuerten, hat 2020 fast jeder zweite Start das Ziel im Ausland. Der Treibstoffverbrauch wird damit im Trend bis 2020, trotz weiterer Reduzierung des spezifischen Verbrauchs, insgesamt mehr als doppelt so hoch sein wie 1995.

**Vergleich der Maßnahmenwirkungen <sup>1)</sup> im Luftverkehr 2020**

	1995	2010	2020	Änderung zu 1995	
				2010 %	2020 %
	Passagiere in Mill.				
Trend	50,2	86,1	112,6	71	124
Einzelmaßnahmen					
mod. Kerosinsteuer		81,1	106,7	61	112
moderate		81,3	106,9	62	113
Emissionsabg.					
hohe Emissionsabgabe		65,3	89,8	30	79
Maßnahmenbündel		64,5	88,7	28	77
	Personenkilometer in Mrd.				
Trend	112,0	218,2	307,2	95	174
Einzelmaßnahmen					
mod. Kerosinsteuer		206,1	293,0	84	162
moderate		206,7	293,9	85	163
Emissionsabg.					
hohe Emissionsabgabe		170,6	250,1	52	123
Maßnahmenbündel		168,7	247,1	51	121
	Fracht in Mill. t				
Trend	0,788	1,786	3,000	127	281
Einzelmaßnahmen					
mod. Kerosinsteuer		1,662	2,826	111	259
moderate		1,669	2,838	112	260
Emissionsabg.					
hohe Emissionsabgabe		1,223	2,151	55	173
Maßnahmenbündel		1,208	2,117	53	169
	Tonnenkilometer in Mrd.				



Trend	4,444	10,393	17,742	134	299
Einzelmaßnahmen					
mod. Kerosinsteuer		9,783	16,894	120	280
moderate Emissionsabg.		9,821	16,963	121	282
hohe Emissionsabgabe		7,368	13,205	66	197
Maßnahmenbündel		7,217	12,918	62	191
Kerosinverbrauch in Mill. t					
Trend	5,89	10,08	12,78	71	117
Einzelmaßnahmen					
mod. Kerosinsteuer		8,63	11,87	46	102
moderate Emissionsabg.		8,56	11,77	45	100
hohe Emissionsabgabe		6,62	8,98	12	52
Maßnahmenbündel		6,17	8,10	5	37
CO <sub>2</sub> -Emissionen in Mill. t					
Trend	18,6	31,8	40,2	71	117
Einzelmaßnahmen					
mod. Kerosinsteuer		27,2	37,4	46	102
moderate Emissionsabg.		26,9	37,1	45	100
hohe Emissionsabgabe		20,9	28,3	12	52
Maßnahmenbündel		19,4	25,5	5	37
1) In der Abgrenzung nach dem Standortprinzip. – 2) Nur für 2020 und die hohen Maßnahmevarianten berechnet.					
<i>Quelle:</i> TÜV-Rheinland; Berechnungen des DIW.					

Ziel der Studie war es, Wege aufzuzeigen, wie eine Stabilisierung oder ein Rückgang der CO<sub>2</sub>- und der NO<sub>x</sub>-Emissionen erreicht werden kann. Als Maßnahmen wurden in

der Untersuchung alternativ eine Kerosinsteuer und eine Emissionsabgabe, jeweils in einer niedrigen und einer hohen Variante diskutiert. Darüber hinaus wurde auch ein Szenario einer Kombination von Kerosinsteuer, Emissionsabgabe und flankierenden Maßnahmen entwickelt.

Selbst unter den starken Restriktionen einer Politikvariante, die auf eine niedrige Kerosinsteuer und eine hohe Emissionsabgabe setzt, werden die Passagierkilometer 2020 mehr als das Doppelte betragen als 1995. Noch stärker wird die Luftfracht zunehmen, die Tonnenkilometer verdreifachen sich bis 2020 nahezu. Dennoch wird das Ziel einer deutlichen Rückführung der Emissionen erreicht. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die im Trendfall um 117 % zunehmen, nehmen in der Politikvariante "Maßnahmenbündel" nur noch um 37 % zu (Abgrenzung "Standortprinzip").

#### *Seeverkehr*

Die Seeschifffahrt wurde bisher im Rahmen von DIW-Studien nicht betrachtet. Lediglich der Vor- und Nachlauf zu/von deutschen Seehäfen und ausländischen Seehäfen mit den anderen Verkehrsträgern ist implizit berücksichtigt worden. Die See- bzw. Küstenschifffahrt könnte ohnehin nur bestimmte Transitverkehre durch die Bundesrepublik (wie die England- und Skandinavienverkehre nach Südeuropa) oder Küstenparallelverkehre substituieren, und dies auch nur bei relativ transportzeitunempfindlichen Gütern. Da die Anforderungen auf den Güterverkehrsmärkten genau in die entgegengesetzte Richtung laufen, ist nicht zu erwarten, dass von der Seeschifffahrt nennenswerte Verlagerungspotentiale zu erschließen sind. Wenn überhaupt, dann dürfte dies vor allem zu Lasten der Bahn gehen.

**7. Wie können die jeweiligen Klimaschutzziele für 2020 und 2050 erreicht werden?**

**Vergleichen Sie die zu erwartenden Emissionswerte in 2020 und 2050 mit jenen von 1990. Wieweit werden die Reduktionsziele (bei Kohlendioxid minus 50 % bis 2020 und minus 80 % bis 2050 gegenüber 1990) erfüllt oder verfehlt?**

**Welche Möglichkeiten sehen Sie zur Vermeidung von Zielverfehlungen durch Änderungen in den einzelnen Verkehrsbereichen, durch Ausgleich zwischen Teilen des Verkehrssystems, sowie durch zusätzliche Zielbeiträge in anderen Bereichen?**

*Personenverkehr*

Auf der Grundlage der Trendprognose von Verkehrs- und Fahrleistungen sind u.a. Berechnungen der Emissionen von Kohlendioxid durchgeführt worden (vgl. auch die Stellungnahme von Herrn Höpfner). Danach gehen die emittierten Mengen im motorisierten Individualverkehr von 1997 bis 2000 unter Trendbedingungen um 16% zurück, wohingegen die Fahrleistungen noch um 27% zunehmen. Ursache für die divergierenden Entwicklungen sind die von ifeu dargestellten Rückgänge des spezifischen Kraftstoffverbrauchs.

Im Omnibusverkehr ergibt sich bei leicht rückläufigen Fahrleistungen eine CO<sub>2</sub>-Minderung um 8%.

Im Schienenverkehr nehmen, der Verkehrsentwicklung folgend, die CO<sub>2</sub>- Emissionen im Personenfernverkehr deutlich zu, im Nahverkehr sind sie rückläufig. Als Nettowirkung ergibt sich eine Zunahme um 5%.

Mit diesen Veränderungen bei den einzelnen Verkehrsarten ergibt sich für den Personenverkehr insgesamt (ohne Luftverkehr) ein Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 15%.

*Güterverkehr*

Anders als im Personenverkehr werden die technischen Potenziale zur Emissionsminderung im Güterverkehr allgemein als wesentlich geringer eingeschätzt. Die Durchschnittsverbräuche schwerer Lkw stagnieren schon seit Jahren. Theoretisch mögliche Absenkungspotenziale wurden in der Vergangenheit durch den Einbau zusätzlicher Ausrüstungsgegenstände, durch den Einsatz immer schwererer Lkw (die Straßenbenutzungsgebühr dürfte hier "push"-Effekte auslösen) und auch durch höhere Beladung kompensiert. Hieran dürfte sich auch künftig wenig ändern.

Andere (emissionsärmere) Antriebstechniken und Kraftstoffe werden bis 2020 den Güterverkehrsmarkt noch nicht durchdrungen haben. Im Zeitraum bis 2050 allerdings sind auch im Straßengüterverkehr ähnlich wie im Personenverkehr technische Entwicklungen vorstellbar, die durch andere Antriebstechniken und/oder Kraftstoffe deutliche Emissionsminderungen erwarten lassen. Eine quantitative Einschätzung kann hier nicht vorgenommen werden.

Verkehrsverlagerungen von der Straße zur Schiene oder zur Binnenschifffahrt können, wie in verschiedenen DIW-Studien belegt wurde, durchaus erhebliche Emissionsminderungspotenziale bewirken. Allerdings erreichen diese Potenziale nur Größenordnungen, die deutlich unter den hier genannten Zielen (50 % bzw. 80 % Minderung gegenüber 1990) liegen. Zu beachten ist folgendes:

Binnenschifffahrt und Bahn können grundsätzlich nur auf langen aufkommensstarken Relationen ihre Systemstärken voll ausspielen. Bei der Bahn sind das über sämtliche Güterbereiche hinweg die (langen) Verbindungen zwischen Wirtschaftszentren und die grenzüberschreitenden Verkehre.

Die Systemstärken des Lkw beim Sammeln und Verteilen von Gütern können von Bahn und Binnenschifffahrt nicht ersetzt werden, es sei denn, es würden die Gleisanschlussverkehre massiv gefördert. Dann allerdings ist nicht mehr sichergestellt, ob sich daraus energiewirtschaftliche Vorteile ergeben (Lkw-An- und Abfuhr vs. Transport in Einzelwaggons oder Waggongruppen). Bei Verlagerungen ist zum großen Teil ein Vor- und Nachlauf per Lkw erforderlich, so dass sich im Straßengüterverkehr Transportaufkommen (t) und -leistungen (tkm) entsprechend erhöhen werden..

Hinsichtlich der energiewirtschaftlichen Effizienz verlagerter Güterströme auf z. B. kombinierte Verkehre sind ebenfalls keine generellen Aussagen möglich. Vom Lkw würden in der Regel die energieeffizientesten Transporte verlagert (z.B. voll beladene 40-t-Lkw), bei denen zumindest im kombinierten Verkehr nicht in jedem Fall ein günstigerer Energieverbrauch sichergestellt ist (Vor- und Nachlauf, Rangier und Umladevorgänge, Mehr-Energieverbrauch durch Umwege).

Unter Trendbedingungen wird hier für die Verkehrsleistung im Straßengüterfernverkehr bis 2020 eine Verdoppelung auf 454 tkm erwartet. Im von uns konzipierten Nachhaltigkeitsszenario werden davon 58 Mrd. tkm zu Bahn (45 Mrd. tkm) und Binnenschifffahrt (13 Mrd. tkm) verlagert. Zusätzliche Mengen würden neben vielen flankierenden Maßnahmen einen enormen mit einem erheblichen Mitteleinsatz verbundenen Investitionsaufwand erfordern. Außerdem wären neben der ökologischen Effizienz (s.o.) auch die

gesellschaftliche Akzeptanz beim Ausbau der Schieneninfrastruktur besonders an den Knotenpunkten zu hinterfragen.

Die Einführung von CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten (emission trading) könnte ein geeignetes ökonomisches Instrument werden, um auf internationalen Märkten oder zwischen den Sektoren einer Volkswirtschaft Emissionsrechte zu handeln und über den Preis für die Emissionsrechte, eine Entscheidung darüber herbeizuführen, wo emittiert bzw. gemindert wird. Zertifikate gelten als theoretisch ideales Instrument in der Umweltökonomik. Sie sind von allen pretialen Instrumenten in jedem Falle ökologisch das Treffsicherste und gelten auch als ökonomisch sehr effizient. Zertifikatelösungen werden für den Verkehrsbereich erst seit jüngerer Zeit diskutiert und haben noch keine umfassende Anwendung gefunden. Im Güterverkehr wären mit der Einführung von Zertifikaten eine Vielzahl von Problemen auf der praktischen wie auch auf der theoretischen Ebene verbunden, die noch einer eingehenden Diskussion bedürfen.

## **8. Welche Maßnahmen sind geeignet, die Erreichung der Klimaschutzziele sicherzustellen?**

**Staatliche Maßnahmen?**

**Maßnahmen seitens der Wirtschaft?**

**Maßnahmen seitens der Verbraucher?**

**Wie kann man solche Maßnahmen anregen und stützen, und wie deren Ergebnisse sichern?**

Die Untersuchungen des DIW Berlin über die Möglichkeiten, die Schadenswirkungen des Verkehrs zu verringern, haben gezeigt, dass nennenswerte Erfolge nicht durch einige wenige Maßnahmen zu erreichen sind, sondern dass ein großes Reduktionspotential nur durch einen breit gefächerten, alle Politikbereiche umfassenden Ansatz erschlossen werden kann. Die politischen Maßnahmen sind darauf zu richten, dass die Verkehrs- bzw. Transportbedürfnisse verringert und/oder die Verkehrsmittelwahl in Richtung auf die Benutzung umweltverträglicherer Verkehrsmittel verändert und/oder der spezifische Energiebedarf sowie die daraus resultierenden spezifischen Abgasemissionen gesenkt werden. Für alle drei Ansatzpunkte stehen unterschiedliche Einzelmaßnahmen aus den Bereichen Flächennutzungs-, Technologie-, Ordnungs-, Preis- und Investitionspolitik sowie Politik zur Veränderung der Organisation und der Einstellungen von Verkehrsteilnehmern zur Verfügung. Durch eine sinnvolle Abstimmung aller Politikbereiche werden die Wirkungen einzelner Maßnahmen verstärkt und konterkarierende Wirkungen (z. B. durch Ausweichreaktionen) weitgehend verhindert.

Die vom DIW im Rahmen diverser Untersuchungen analysierten Politikbereiche (s.o.) haben vor allem die Veränderung des Modal Split im Personen- und Güterverkehr zum Inhalt. Alle wichtigen Modal Split-Faktoren

- Reise- bzw. Transportzeiten (einschl. Zu- und Abgangs- sowie Umsteige- bzw. Umschlagzeiten),
- Kosten
- Erreichbarkeit von Zielorten, sowohl im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln als auch bezogen auf die Ausgestaltung der Verkehrsnetze,
- Qualität der Verkehrsmittel hinsichtlich Zuverlässigkeit, Komfort und Sicherheit sowie in bezug auf spezielle Anforderungen von Transportaufgaben und
- Einstellungen und Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer

müssen generell zu Gunsten der umweltverträglicheren und zu Lasten der weniger umweltschonenden Verkehrsmittel verändert werden.

Die Akzeptanz der eingesetzten Maßnahmen (und damit zugleich ihre Wirksamkeit) wird in starkem Maße davon abhängen, dass sie die gesamtwirtschaftliche Entwicklung möglichst wenig beeinträchtigen und sozialpolitisch ausgewogen sind. Der ausschließliche Einsatz preispolitischer Maßnahmen würde sehr rasch zu sozialen Unverträglichkeiten führen oder flankierende Maßnahmen zum Ausgleich derartiger Effekte erfordern. Die alleinige Belastung bzw. Behinderung von Pkw und Lkw, als den bedeutsamsten CO<sub>2</sub>-Emittentengruppen, ohne die gleichzeitige nennenswerte Verbesserung alternativer Verkehrsangebote, würde als schikanös empfunden werden und zugleich zu erheblichen Störungen in Wirtschaft und Gesellschaft führen.

Ein Großteil denkbarer Maßnahmenbündel bewirkt zweifellos direkte und/oder indirekte Kostenerhöhungen für den Straßenverkehr, die starke Umstellungen bei Bevölkerung und Wirtschaft notwendig machen. Die Anpassung an veränderte marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen kann umso eher ohne größere Störungen für die Wirtschaftsabläufe erreicht werden, je klarer und langfristiger die Verkehrspolitik konzipiert ist.

Flankierende "soft-policy"-Maßnahmen, wie verstärkte Fahrerschulung oder Werbekampagnen für mehr umweltbewusstes Verhalten der Verkehrsnachfrager und -anbieter, sind unabdingbar für den Erfolg von Emissionsminderungsstrategien im Verkehr.

Die Förderung von Fahrgemeinschaften kann den spezifischen Kraftstoffverbrauch (bezogen auf den Personenkilometer) grundsätzlich erheblich verringern. Allerdings lassen die bisherigen Erfahrungen vermuten, dass dieses Potential nicht zu optimistisch eingeschätzt werden sollte. Neben generellen organisatorischen Problemen, die sicher noch z.T. abgebaut werden könnten, widerspricht diese Form doch eher den sehr hoch geschätzten Eigenschaften des Pkw, der Unabhängigkeit von Zeitplanungen und der zu jeder Zeit und an jedem Ort bestehenden Verfügbarkeit bei beliebigen Aktivitäten. Fahrgemeinschaften werden am ehesten bei sehr regelmäßigen Fahrten mit dicht beieinander liegenden Fahrtzielen und -zeiten aller Benutzer (z. B. im Berufsverkehr) gebildet. Für die Bildung von Fahrgemeinschaften förderlich wären sicher auch flankierende Maßnahmen, wie Parkraumbevorzugung, Benutzungsrecht von Bus- oder anderen Sonderspuren u. ä.

Wichtigstes Instrument im Rahmen des Gesamtkonzepts für mehr Nachhaltigkeit ist die Preispolitik. Durch Preiserhöhungen für Kraftstoffe werden einerseits Reaktionen in

Richtung Verkehrsvermeidung und –verlagerung angeregt. Zum anderen stimulieren sie die Nachfrage nach energiesparenden Fahrzeugen. Die Verteuerungen des Pkw- und Lkw-Verkehrs bedeuten insgesamt eine Preiserhöhung für das knappe Gut "Umwelt".

Die Reaktionen der Verkehrsteilnehmer, der Verkehrsbetreiber, der Fahrzeugindustrie, der Unternehmen, der Haushalte, der Energiewirtschaft sowie der staatlichen Institutionen auf ein breit angelegtes Bündel von Maßnahmen aus den Bereichen Ordnungspolitik, Preispolitik, Investitionspolitik, Organisation, Verhalten, Technologie sowie Siedlungsstruktur und Flächennutzung werden sich mit Sicherheit auf den Produktions- und den Konsumbereich auswirken und deren Struktur und Niveau beeinflussen. Welche Auswirkungen sie haben, hängt einerseits von der jeweiligen Eingriffsintensität, zum anderen aber auch von der Klarheit und Fristigkeit des verkehrspolitischen Konzepts ab. Es sollte auch bedacht werden, dass kurz- und mittelfristige Restriktionen im Hinblick auf die Verkehrsteilung – wie gegebene Infra-, Siedlungs- und Flächennutzungsstruktur, Durchsetzungszeit von neuen Fahrzeugtechniken – langfristig keine Gültigkeit mehr haben. Will man diese Politikbereiche wirtschafts- und sozialverträglich (also behutsam) nutzen, dann ist es erforderlich, schon heute mit entsprechend vorsichtig dosierten Eingriffen zu beginnen.



**9. Welche Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Entwicklungen hinsichtlich eines umweltverträglicheren Mobilitätsverhaltens können heute identifiziert werden (z. B. autofreie Siedlungen, Car-Sharing, Fahrradverkehr, Nah- statt Ferntourismus) und welches Potential lässt sich hieraus zukünftig durch eine umweltorientierte Verkehrspolitik erschließen?**

Der nicht motorisierte Verkehr (Radfahrten, Fußwege) hat einen gewichtigen Stellenwert unter den Verkehrsarten.

So betrug sein Anteil an den Verkehrsleistungen im Jahre 1997 5,4%. Er übertraf damit deutlich den Nahverkehr der Eisenbahn und wies die gleiche Größenordnung auf wie der Nahverkehr im Rahmen des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs. Seine künftige Entwicklung und das Potential als „aufnehmende“ Verkehrsart von verlagerten Pkw-Fahrten sind in den Darstellungen der Szenario-Ergebnisse enthalten.

**11. Welche politischen Initiativen sind für den Fall einer drohenden Zielverfehlung in 2050 und 2020 geeignet, um die genannten Klimaschutzziele (Absenkungsraten) im Verkehrssektor zu erreichen? Welche Wirkungen hätten diese Maßnahmen auf andere Dimensionen der Nachhaltigkeit bzw. auf andere politische Zielfelder?**

*Personenverkehr*

Unter Trendbedingungen werden im gesamten Verkehrssektor bis 2020 CO<sub>2</sub>-Reduktionen in der Größenordnung von 30% - 50% nicht erreicht. In der bereits zitierten DIW-Studie im Auftrag des TAB ist ein weitergehendes Szenario mit Maßnahmen aus den Bereichen Preispolitik, Investitionspolitik, Ordnungspolitik, Verkehrsangebots- und Nachfragemanagement sowie Öffentlichkeitsarbeit erstellt worden. Auf dieser Grundlage wurden verkehrliche Wirkungen sowie Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen (ifeu) für das Jahr 2020 ermittelt.

Hinsichtlich der Gesamtwirkungen auf die **Fahrleistungen** im motorisierten Individualverkehr zeigt sich, dass diese im Vergleich zur Trendentwicklung um 18% geringer ausfallen. Dieser Effekt ist vor allem auf die angenommene Erhöhung der Mineralölsteuer zurückzuführen, die in allen Segmenten der Verkehrsnachfrage Verminderungen verursacht und damit das Niveau des Pkw-Verkehrs generell zurückführt.

Während also gegenüber der Trendentwicklung eine deutliche Abnahme des motorisierten Individualverkehrs zu verzeichnen ist, so ergibt sich gegenüber dem Basisjahr 1997 noch ein – allerdings geringer - Zuwachs der Fahrleistungen, und zwar um 4%. Trotz der zum Teil kräftigen Intensität der Maßnahmen gelingt es nicht, das Wachstum des Pkw-Verkehrs völlig zu stoppen bzw. eine Reduktion zu erreichen.

Im öffentlichen Straßenpersonenverkehr mit Omnibussen übertreffen die Fahrleistungen im Nachhaltigkeitsszenario die Trendentwicklung um rund ein Viertel. Diese Entwicklung wird durchweg von Verlagerungen des Pkw-Verkehrs verursacht. Während hier unter Trend-Bedingungen ein leichter Rückgang gegenüber der Ausgangssituation in 1997 erwartet wird, bewirken die Maßnahmen des Nachhaltigkeitsszenarios eine kräftige Zunahme gegenüber dem Basisjahr um 22%.

Bei den **Verkehrsleistungen** (Personenkilometer) fällt der Rückgang des motorisierten Individualverkehrs mit 14% gegenüber dem Trendszenario geringer aus als bei den Fahrleistungen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein Teil der Reaktionen auf die Verteuerungen im motorisierten Individualverkehr in einer besseren Auslastung der Pkw besteht. Die durchschnittliche Besetzung der Fahrzeuge erhöht sich

um 5%, so dass hier eine leichte Entkoppelung von Verkehrsleistungen und Fahrleistungen erreicht wird. Dabei zeigt sich ein Unterschied zum Trendszenario, in dem Fahrleistungs- und Verkehrsleistungsentwicklung weitgehend parallel verlaufen.

Die öffentlichen Verkehrsarten sowie der nichtmotorisierte Verkehr übernehmen die verlagerten Verkehrsleistungen vom Pkw. So steigen die Personenkilometer bei der Eisenbahn und dem öffentlichen Straßenpersonenverkehr jeweils um rund ein Drittel gegenüber der Trendentwicklung. Von dieser Zunahme profitieren alle Betriebsbereiche (Nah/Fern, Schiene/Bus) in der gleichen Größenordnung.

Gegenüber der Ausgangssituation 1997 sind die Entwicklungen bei Bahn und ÖSPV sehr unterschiedlich. Auf Grund der starken Zunahme, die für den Fernverkehr der Bahn bereits im Trendszenario erwartet wurde, fällt die Steigerung hier besonders kräftig aus. Für den Fernverkehr ergibt sich gegenüber 1997 nahezu eine Verdopplung der Leistungen, für die Eisenbahn insgesamt eine Steigerung um etwa zwei Drittel.

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

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

Die über alle Verkehrsarten zusammengefassten Verkehrsleistungen vermindern sich im Nachhaltigkeitsszenario gegenüber der Trendentwicklung um 6%. Die Wirkung dürfte sich in einem gewissen Umfang durch Verzicht auf einige Fahrten, zum größten Teil aber durch eine Aktivitätsverlagerung auf näher liegende Fahrtziele ergeben.

Gegenüber dem Jahr 1997 nehmen die gesamten Verkehrsleistungen um 20% zu. Diese Steigerung liegt deutlich über der des Pkw-Verkehrs. Der größte Teil der Wachstumsreduktion im motorisierten Individualverkehr wird damit durch Steigerungen bei den anderen bodengebundenen Verkehrsarten ausgeglichen.

## Verkehrsleistungen im Personenverkehr 1997 – 2020

### Trend- und Nachhaltigkeitsszenario

	1997	Trend	Nachh.	Veränderungsraten 1997 – 2020			Trend
		2020	2020	gesamter Zeitraum	Nachhaltigkeit gesamt Zeitraum	durchsch nittl jährlich	2020/ Nachhalti gk. 2020
	in Mrd. Pkm			in %			
MIV	750	957	824	27,7	9,9	0,4	-14,0
Eisenbahn	74	90	121	22,0	63,0	2,1	33,5
davon Nahverkehr	39	39	52	-0,9	33,2	1,3	34,5
Fernverkehr	35	52	69	47,8	96,3	3,0	32,8
ÖSPV	83	77	103	-6,8	24,6	1,0	33,6
davon Nahverkehr	56	52	69	-8,1	23,7	0,9	34,6
Fernverkehr	27	25	34	-3,8	26,4	1,0	31,5
davon	14	14	19	-3,5	29,2	1,1	33,9
Schienenverk ehr	68	63	84	-7,4	23,6	0,9	33,5
Omnibusverk ehr							
Luftverkehr	36	95	74	163,3	105,3	3,2	-22,0
Territorialprin zip	119	385	310	223,9	160,5	4,3	-19,6

Standortprinzip							
Nicht motorisierter Verkehr	54	52	70	-3,9	29,6	1,1	34,8
Verkehr insgesamt <sup>1)</sup>	997	1 272	1 192	27,6	19,6	0,8	-6,3

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

*Quellen:* BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.

## Fahrleistungen im Straßenpersonenverkehr 1997 – 2020

### Trend- und Nachhaltigkeitsszenario

	1997	Trend	Nachh.	Veränderungsraten 1997 – 2020			Trend
		2020	2020	Trend	Nachhaltigkeit		2020/ Nachhaltigkeit 2020
				gesamter Zeitraum	gesamter Zeitraum	durchsch. jährlich	
	in Mrd. km			in %			
MIV insgesamt	539,2	685,1	562,6	27,1	4,3	0,2	-17,9
Personenkraftwagen	524,8	660,7	542,3	25,9	3,3	0,1	-17,9
davon Otto	430,4	488,9	–	13,6	–	–	–
Diesel	94,4	158,6	–	67,9	–	–	–
Andere	–	13,2	–				
Zweiräder	14,4	24,5	20,3	69,8	41,0	1,5	-17,0
davon Krafträder	10,6	22,0	18,2	107,5	71,7	2,4	-17,3
Mopeds	3,8	2,5	2,1	-35,4	-44,7	-2,5	-14,5
Omnibusse	3,7	3,6	4,5	-3,4	21,6	0,9	26,0
<i>Quellen:</i> BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.							

### Güterverkehr

Im Nachhaltigkeitsszenario für den Güterverkehr ist ein umfassendes Maßnahmenbündel aus allen Politikbereichen konzipiert worden, das sich auf die Ebenen

- Verkehrsvermeidung,
- Verkehrsverlagerung,
- Transportrationalisierung

bezieht (vgl. Frage 8).

Die Flächennutzungspolitik kann durch eine gezielte Verteilung der Aktivitätsorte (Standort- und Gewerbeansiedlungspolitik) Einfluß auf die Entfernungsstruktur und damit auch auf Verkehrs- und Fahrleistungen nehmen. Bis 2020 dürften die Auswirkungen gering sein, bis 2050 jedoch erheblich an Bedeutung gewinnen.

Wichtigstes Instrument des Nachhaltigkeitsszenarios ist die Preispolitik. Im Rahmen der zitierten Studie werden die Mineralölsteuer und die Straßenbenutzungsgebühr als Instrumente zu Grunde gelegt. Beide Abgaben werden gegenüber dem Trendszenario deutlich angehoben.

Der Einsatz prezialer Instrumente soll Anreize schaffen, verbrauchsärmere Nutzfahrzeuge herzustellen, zu kaufen und zu nutzen. Gleichzeitig werden die Lkw-Unternehmer stimuliert, ihre Fahrzeuge besser auszulasten und den Leerfahrtenanteil zu verringern (Flottenmanagement). Die verladende Wirtschaft wiederum soll veranlasst werden, aus Kostengründen Verkehre auf die umweltverträglicheren Verkehrsträger Bahn und Binnenschifffahrt bzw. den Kombinierten Verkehr (KV) zu verlagern sowie über eine erhöhte Fertigungstiefe und/oder veränderte Bezugs- und Absatzquellen zu einer Verminderung von Verkehrs- und Fahrleistungen beizutragen. Dem Verbraucher wird, bei Überwälzung der Kosten auf die nachgefragten Konsumgüter, verdeutlicht, dass der Apfel aus Neuseeland – im Unterschied zu dem aus der näheren Umgebung – eben höhere Transportkosten zu tragen hat.

Der durch die Preiserhöhungen bedingte Vermeidungseffekt beträgt, bezogen auf das Verkehrsaufkommen des gesamten Güterfernverkehrs im Trend-Szenario, lediglich 1,5 %, bezogen auf die Leistung allerdings schon 4 % vH. Die stärksten Veränderungen ergeben sich bei den Güterbereichen "Landwirtschaftliche Erzeugnisse" (Aufkommen -1 %, Leistung -5,7 %), bei "Nahrungs- und Futtermitteln" (-1,7 % bzw. -3,5 %) sowie bei "Verbrauchsgütern" (-3,2 bzw. -6,1). Die durchschnittlichen Transportweiten, die im Trendszenario um fast ein Fünftel zunehmen, werden im Nachhaltigkeitsszenario um 2,4 % reduziert.

Transportverlagerungs- und -vermeidungseffekte führen beim Straßengüterfernverkehr zu einer Verringerung des Verkehrsaufkommens um ein Siebentel, die Verkehrsleistung geht sogar um fast ein Fünftel zurück. Das Verminderungspotenzial von 83 Mrd. tkm beim Straßengüterfernverkehr wirkt sich am stärksten bei der Bahn aus. Gegenüber dem Trendszenario kann sie noch einmal um 45 Mrd. tkm zulegen.

Bezogen auf das Basisjahr 1997 wäre das fast eine Verdoppelung der Verkehrsleistungen.



**Entwicklung des Güterverkehrs nach Verkehrsträgern  
und Hauptverkehrsbeziehungen 1997 – 2020**  
**Trend- und Nachhaltigkeitsszenario**

	1997	Trend	Nachh.	Veränderungsraten 1997 – 2020		Trend 2020/ Nachhaltigkeit 2020	
		2020	2020	Trend	Nachhaltigkeit		
				gesamter Zeitraum	gesamter durchschnittlich jährlich		
	Verkehrsaufkommen in Mill. t			in %			
Eisenbahn	295	319	446	8,2	51,2	1,8	39,7
dar. Kombiniertes Verkehr	34	69	94	105,7	178,9	4,6	35,6
Straßengüterfernverkehr	869	1 419	1 225	63,3	41,0	1,5	-13,7
Binnenschifffahrt	234	303	339	29,7	45,2	1,6	11,9
Fernverkehr insgesamt	1 397	2 041	2 010	46,1	43,9	1,6	-1,5
Straßengüternahverkehr	2 324	2 725	2 785	17,3	19,8	0,8	2,2
nachrichtlich:	3 193	4 144	4 010	29,8	25,6	1,0	-3,2
Straßengüterverkehr insgesamt	3 721	4 766	4 795	28,1	28,9	1,1	0,6
Binnenverkehr	874	1 070	1 054	22,4	20,5	0,8	-1,5
Grenzüberschr.	188	362	355	92,8	89,3	2,8	-1,8

Versand							
Grenzüberschr.	264	458	449	73,0	69,9	2,3	-1,8
Empfang							
Transit	71	151	151	114,5	114,4	3,4	0,0
Fernverkehr	1 397	2 041	2 010	46,1	43,9	1,6	-1,5
insgesamt							
	Verkehrsleistungen in Mrd. tkm			in %			
Eisenbahn	73	95	140	30,1	92,0	2,9	47,6
dar. Kombierter	15	31	44	108,4	195,9	4,8	42,0
Verkehr							
	236	454	371	92,7	57,3	2,0	-18,4
Straßengüterfernver							
kehr							
Binnenschifffahrt	62	93	106	49,1	70,7	2,4	14,5
Fernverkehr	371	642	617	73,1	66,4	2,2	-3,9
insgesamt							
	67	85	91	28,4	37,4	1,4	7,0
Straßengüternahver							
kehr							
nachrichtlich:	302	540	462	78,6	52,9	1,9	-14,4
Straßengüterverkeh							
r							
Verkehr insgesamt	437	727	708	66,3	62,0	2,1	-2,6
Binnenverkehr	197	271	260	37,7	32,0	1,2	-4,1
Grenzüberschr.	55	121	114	118,9	107,6	3,2	-5,1
Versand							
Grenzüberschr.	73	148	140	101,5	91,3	2,9	-5,1
Empfang							
Transit	45	102	102	125,8	125,7	3,6	0,0

Fernverkehr insgesamt	371	642	617	73,1	66,4	2,2	-3,9
<i>Quellen:</i> BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.							

Aus den Verlusten des Straßengüterfernverkehrs ergibt sich für die Binnenschifffahrt im Saldo nur ein deutlich geringerer Zuwachs von 13 Mrd. tkm, dies entspricht einem Anstieg der Verkehrsleistungen von knapp 15 %.

Wichtige Eckgrößen für die Ableitung der Umweltbelastungen des Straßengüterverkehrs sind in dieser Untersuchung die Fahrleistungen. Im Nachhaltigkeitsszenario führen die Verkehrsverlagerungen, die Transportvermeidungseffekte sowie die höhere Auslastung der Lkw zu einer erheblichen Reduktion der Fahrleistungen. Per saldo werden die Fahrleistungen zwar auch unter den Nachhaltigkeitsbedingungen immer noch knapp ein Viertel über dem Basiswert 1997 liegen, dennoch ist die Abnahme im Fernverkehr gegenüber dem Trend-Szenario um mehr als ein Viertel beträchtlich.

### Entwicklung des Straßengüterverkehrs 1997 – 2020

#### Trend- und Nachhaltigkeitsszenario

	1997	Trend	Nachh.	Veränderungsraten 1997 – 2020			Trend
		2020	2020	Trend	Nachhaltigkeit	durchsch.	2020/ Nachhaltigkeit 2020
				gesamter Zeitraum	gesamter Zeitraum	n. jährlich	
		Verkehrsaufkommen in Mill. t		in %			
	869	1 419	1 225	63,3	41,0	1,5	-13,7
Straßengüterfernverkehr	2 324	2 725	2 785	17,3	19,8	0,8	2,2

Straßengüternahverkehr							
Insgesamt	3 193	4 144	4 010	29,8	25,6	1,0	-3,2
	Verkehrsleistungen in Mrd. tkm			in %			
	236	454	371	92,7	57,3	2,0	-18,4
Straßengüterfernverkehr							
	67	85	91	28,4	37,4	1,4	7,0
Straßengüternahverkehr							
Insgesamt	302	540	462	78,6	52,9	1,9	-14,4
	Fahrleistungen in Mrd. tkm			in %			
Lastkraftwagen	54,6	70,3	64,0	28,8	17,2	0,7	-9,0
	10,6	21,2	15,6	100,0	47,2	1,7	-26,4
Sattelzugmaschinen							
Güterverkehr	65,2	91,5	79,6	40,3	22,1	0,9	-13,0
Fernverkehr	21,2	35,8	26,3	68,9	24,1	0,9	-26,5
Übriger Güterverkehr	44,1	55,7	52,7	26,3	19,5	0,8	-5,4
<i>Quellen:</i> BVU, ifo, ITP, Planco, Prognos; Berechnungen des DIW.							

**12. Wie sollte ein Prozess des Monitoring und des ständigen Anpassens der quantitativen Minderungsziele für die verschiedenen Verkehrssektoren an neue technologische Entwicklungen, an Nachfrageverschiebungen und an neue Erkenntnisse über die Wichtigkeit bestimmter Gefährdungen aussehen?**

Die wichtigsten Belastungen, die vom Verkehrssektor ausgehen, wie die Emissionen klimarelevanter Gase, werden – relativ hoch aggregiert - in Deutschland bereits heute verhältnismäßig zeitnah erfasst und dokumentiert (z.B. in den Publikationen des Umweltbundesamtes, Verkehr in Zahlen (BMVBW/DIW). Erforderlich wäre eine regelmäßige Darstellung nach einzelnen, feiner differenzierten Verkehrssegmenten und für die Emissionen entscheidenden Parametern, um kritische Entwicklungen und relevante Potenziale zu identifizieren.

Hinsichtlich der vielfältigen nationalen und internationalen Forschungsarbeiten wäre ein systematischer Rahmen zur Erfassung und zur Dokumentation des aktuellen Standes wünschenswert, der auch die in Gang befindlichen Arbeiten bei den einzelnen Institutionen dokumentiert. Eine regelmäßige Publikation der Ergebnisse ist zu gewährleisten.

**Markus Maibach, INFRAS, Zürich****1. RAHMENBEDINGUNGEN VERKEHR 2020/2050**

›Bevölkerungsentwicklung: Überalterung, massiver Anstieg der RenterInnen in der westeuropäischen Gesellschaft. Gesamtentwicklung ist abhängig von Einwanderungspolitik, die sich verschärfen wird als eigenständiges Politikfeld. Ich kann mir heute nicht vorstellen, dass irgendein westeuropäischer Staat freiwillig schrumpfen will, aber diese Politikdiskussion steht uns noch bevor.

›Wirtschaftsentwicklung/-verflechtung: Sie wird / muss weniger relevant werden für den Verkehr, da die Globalisierung in den nächsten 50 Jahren nicht beliebig fortschreiten kann. Die zukünftigen Innovationszyklen werden immer mehr im soft bereich stattfinden. Die Dematerialisierung wird voran schreiten.

›Verkehrsinfrastruktur: Ist eine endogene Grösse. Sie wird sich dann ändern, wenn ein Paradigmawechsel stattfindet. Dazu gibt es zwei Anknüpfungspunkte: Die Substitutionsanreize durch die Telekom-Industrie und die Automatisierung von Verkehrsabläufen.

›Gesellschaftliche Paradigmata: Die Phase der Besinnung des Wachstumsglaubens werden weiterhin abwechseln. Da bin ich ein Kulturpessimist. Insofern no news on earth.

›Insgesamt: Zu packen sind die Potenziale im technischen Bereich, da sich eine Gesellschaft nur dann ändert, wenn sie das aus übergeordneten Gründen muss. Bis anhin war aber die Politik dazu nicht in der Lage und wird es kaum in naher Zukunft sein können.

**2. VERKEHRSBILD 2020/2050**

Der Verkehr wird weiter wachsen, mit ca. 1% pro Jahr (habe die Prognosen von D nicht im Detail studiert). Zu berücksichtigen sind folgende Strukturveränderungen:

›Der Freizeitverkehr steigt massiv an, während der Pendlerverkehr stagniert.

›Der Berufsverkehr wird dann durch die Telekompotenziale (Conferencing) ersetzt, wenn das so erwünscht ist. Dazu braucht es aber eine neue Ausrichtung in der Infrastrukturpolitik.

›Die Verkehrsproduktivität (Auslastung) steigt nicht automatisch.

TEXT | Enquete-Maibach.doc | 25. November 2001

Der Verkehr ist vollautomatisiert. Stichworte wie Konvoifahren, optimale Nutzung der Fahrzeiten, neue ÖV-Systeme etc.

›Der Luftverkehr wird weiterhin am stärksten wachsen, es sei denn die Gesellschaft will das aus Sicherheits- oder Umweltgründen (Airport-Policy) nicht.

### 3. EMISSIONEN

›Schadstoffemissionen dürften immer technisch lösbar sein, auch wenn noch neue Probleme dazukommen werden.

›Nicht lösbar ist der Lärm. Der Lärm ist aber gleichzeitig auch der energetische Ausdruck unserer Geschwindigkeitsgesellschaft.

›CO<sub>2</sub> ist nur lösbar wenn wir die Technologie wechseln, sonst steigt der Verkehr wie in den Kurzfristprognosen weiterhin an. Die Brennstoffzelle ist im Moment der einzige Antrieb in sichtbarer Reichweite (2020), der die Energieprobleme lösen kann, aber nur wenn der Wasserstoff effizient produziert werden kann. Ein grosses Problem liegt in der modularen Gefässgrösse und einem effizienten Motor. So allein könnten 50% des Energieverbrauches gespart werden. Dies dürfte auch das Maximum an politischer Spannweite sein.

### 4. I + K –POTENZIALE

›Die Potenziale sind riesig, allerdings nur im Geschäftsreiseverkehr. Mit Videoconferencing und geschickten neuen Kontaktstrategien könnten mehr als die Hälfte aller Reisen gespart werden. Man darf allerdings nicht vergessen, dass Reisen nach wie vor zwei gewichtige Vorteile hat, die bis heute noch keine Technologie nützen kann: Man hat seine Ruhe (Musse) und persönliche Kontakte sind möglich. Dies ist auch in gesellschaftlicher Hinsicht zu diskutieren.

›Im Güterverkehr ist es vor allem die Logistik, die noch erhebliche Fortschritte machen kann, weniger der Ersatz von realen durch virtuelle Güter. Allerdings ist es durchaus in einem Zeitraum von 50 Jahren möglich, dass auch hier völlig neue Güter entstehen. Auf jeden Fall ist es nicht die E-Commerce Strategie, die dies bewirkt.

›Eine Kernfrage ist die Penetration von I+K bezüglich Freizeitstrategien. Ich gehe davon aus, dass die räumliche Veränderung auch in Zukunft eine grosse Rolle spielen, sofern wir unser Gesellschaftsbild (z.B. im Sinne von Gorz) grundsätzlich ändern.

## 5. EMISSIONSENTWICKLUNGEN

Ich werde dazu eine Grafik mitbringen aus unseren Forschungsarbeiten auf EU-Ebene. Die Tendenzen sehen wie folgt aus:

›Emissionen Luftschadstoffe fallen: Entkoppelung ist möglich

›Emissionen CO<sub>2</sub> fallen nur wenn bestimmte BAT-Szenarien eingesetzt werden.

Grundsätzlich: Trendprognosen sind auf diese lange Sicht wenig wert. Nur Policy-Szenarien können hier Aufschluss geben.

## 6. KLIMAEMISSIONEN NACH TRÄGER

Deutsche Grundlagen habe ich nicht, und die Schweiz geht nur bis 2010. Auch hier werde ich in Erfahrung bringen, wie die europäischen Prognosen aussehen.

›Nur eine nachhaltige Wasserstofftechnologie oder eine Suffizienzwirtschaft kann die Emissionen im Verkehrsbereich reduzieren und so eine langfristige Trendwende ermöglichen. Bis 2020 können aber noch diverse Potenziale bei den herkömmlichen Antriebstechnologien entwickelt werden (s.o.).

›Eher Probleme ergeben sich bei der Bahn, weil hier die Potenziale nicht so gross sind. Die Produktion der Elektrizität wird zunehmend aus fossilen Quellen stammen (müssen). Dies muss in den Zusammenhang mit CDM-Mechanismen (Verbesserung der Energieeffizienz der Kraftwerke, z.B. in Osteuropa) gebracht werden.

## 7. KLIMASCHUTZZIELE 2020 UND 2050

›Im Ausland sind die Potenziale am grössten, weil dort die Effizienzpotenziale noch verstärkt sichtbar sind. Aber dies ist für den Verkehrsbereich schwierig umsetzbar, weil neue Antriebstechnologien im Verkehr teuer sind. Nur eine globale Initiative



kann beispielsweise China dazu bringen, direkt vom Fahrrad zu nachhaltigen Antriebstechnologien zu wechseln.

›Für Deutschland steht eine Effizienz- und Suffizienzrevolution im Zentrum. Dazu müssen die neuen Technologien im Sinne einer Vorreiterrolle massiv gepusht werden (Sparsame Fahrzeuge, Brennstoffzellen). Ohne massive Reduktion der fossilen Mobilität – auch mit Verhaltensänderungen – wird es aber nicht gehen.

›Es gibt keinen Königsweg bei verhaltensorientierten Massnahmen. Auch der ÖV oder Car Sharing sind da grosse Alternativen, aber wichtige Bausteine.

›Bis anhin haben wir das Paradoxon nicht gelöst, dass die grossen Potenziale im Verkehr nicht genutzt werden könnten. Da hängt viel an internationalen Wettbewerbsproblemen der Fahrzeugindustrie. Die Vorreiterrolle ist noch nicht rentabel. Man müsste dafür eine Art Versicherungsprinzip einführen.

## 8. MASSNAHMEN

›Senkung des spezifischen Treibstoffverbrauchs der Neufahrzeuge (Mehrstuflensystem, freiwillig, Sanktionsmassnahmen, Zertifikatslösungen)

›Erhöhung des Treibstoffpreises und ökologische Steuerreform II und III.

›Forschung in neue Antriebskonzepte (Brennstoffzelle)

›Technologieinitiative mit den Produzenten gekoppelt mit einer weltweiten Klimapolitik

im Verkehrsbereich: Was wäre wenn die deutschen Hersteller als erste den Chinesen neue

Antriebskonzepte verkaufen könnten...

›Soft Mobility (s.u.). Am effizientesten sind EcoDrive-Programme.

## 9. UMWELTVERTRÄGLICHES MOBILITÄTSVERHALTEN

›Es braucht Motivation (gesellschaftlich, finanziell), und die ist momentan nicht vorhanden. Jeder kann sich mindestens ein Auto leisten.

›Die Krux liegt beim Transportkettenmanagement, nicht beim Fahrradstreifen in der City. Wir nennen das in der Schweiz ‚Pflästerli-Politik‘.

›Car Sharing hat ein gewisses Potenzial (im Moment noch in der Nische). Aber nur wenn die Treibstoffpreise in den Himmel wachsen gibt es wirkliche Anreize.

## 10. KRITISCHE MEILENSTEINE

Zunächst die Frage 80 bzw. 50% wo? Es ist nicht dasselbe ob man das in D oder in China erreichen will. Vor allem braucht es

- ›Die politische Einsicht dass es das braucht. Das ist m.E. im Moment nur mit exogenen Schocks herführbar. Hat viel mit Kommunikation zu tun.
- ›Klare Senkungspfade für den spez. Treibstoffverbrauch (laufend).
- ›Eine Durchbruchstechnologie als Alternative (2020). Da setze ich auf die Brennstoffzelle
- ›Völlig neue vollautomatisierte Fahrkonzepte, die spielerisch das Energiesparen promoten (ab 2010).
- ›Neue Freizeitstrategien (laufend).
- ›Neue planerische Ansätze und Businessformen für autofreie Mobilitätsformen (laufend, mit success story communication).
- ›Klare finanzielle und institutionelle Rahmenbedingungen in der internationalen Klimapolitik (Post Kyoto). Vor allem auch abhängig von der zukünftigen Rolle der USA.

## 11. POLITISCHE INITIATIVEN BEI ZIELVERFEHLUNG

Eine Mengenpolitik (Kontingentierung, Zertifikate) sind da die einzige zielführende Form. Wir kennen das von den Erdölschocks der 70er Jahre und haben gesehen, wie flexibel eigentlich die Gesellschaft und die Wirtschaft reagiert haben (v.a. die amerikanische Autoindustrie). So kritisch wären also die Massnahmen aus Sicht Nachhaltigkeit nicht zu beurteilen, sofern die Absenkungspfade kontinuierlich wären und keine unnötigen Schocks produziert würden. Kritisch ist aber natürlich (wie immer) die Verteilungsdimension, sowohl im In- als auch im Ausland.

## 12. MONITORING UND ANPASSUNG

Es braucht ein laufendes Klimaprogramm für den Verkehrsbereich mit klaren Zielvorgaben 5 Jahresplan. ‚EnergieSchweiz‘ ist ein solches Programm mit einem klaren Qualitätscontrolling. So können auch Expost-Analysen durchgeführt und Defizite be-

urteilt und kommuniziert werden. Nicht zuviel Forecasting, sondern realtime monitoring könnte etwa das Motto heissen.

### 13. VERFEHLEN DER MINDERUNGSZIELE

Expertenantwort:

Es kommt auf die Verkehrspolitik an, und das ist ja ein klassisches Wechselspiel. Es ist kein Problem ein Policy-Szenario zu zeichnen, das die Ziele einhält. Bürgerantwort:

Über 2050 möchte ich mich nicht auslassen, aber über 2020. Eine Reduktion von 30-40% gegenüber heute ist machbar, aber mehr nicht. Wenn wir nicht drastisch die Kurve in den nächsten Jahren ändern, gibt es nur minus 10%.

### 14. MASSNAHMEN IN ANDEREN SEKTOREN

Im Zentrum stehen die Massnahmen im Bereich der Raumwärme und der effizienten Produktion von Elektrizität. Die Weiterführung der ökologischen Steuerreform ist dazu auf jeden Fall geeignet, die notwendigen finanziellen Anreize zu bieten. Aber auch hier ist eine stringente Grenzwertpolitik (Anlagenspezifische Werte), basierend auf entsprechenden Technologien, am effektivsten. In der Schweiz führen wir dazu (im Rahmen des Förderprogramms ‚EnergieSchweiz‘) ein grossangelegtes Programm durch. Wir stellen tatsächlich fest, dass die Potenziale ausserhalb des Verkehrssektors einfacher umgesetzt werden können, weil die Akzeptanz vorhanden ist.

Eine wichtige weitere Frage ist m.E. aber, wie das Klimaziel mit Hilfe der Kyoto-Mechanismen mit deutscher Hilfe weltweit erzielt werden kann. Da braucht es zunächst einen Politikentscheid, wie viel der Klimaemissionen im eigenen Land reduziert werden sollten.

Hartmut Mehdorn, Deutsche Bahn AG, Berlin

***Beantwortung des Fragenkataloges  
zur Anhörung "Mobilität und Verkehr"  
am 06.12.2001***

*Deutsche Bahn AG*

Fragenkatalog zur Anhörung "Mobilität und Verkehr" – Antwort der DB AG –

**Wie werden sich die Rahmenbedingungen für den Verkehr bis 2020 bzw. 2050 unter Trendbedingungen verändern?**

**Fragenkomplex 1**

Die aktuelle vom Statistischen Bundesamt herausgegebene Bevölkerungsprognose (9. koordinierte Bevölkerungsberechnung, Juli 2000) erwartet für das Jahr 2020 eine gesamtdeutsche **Bevölkerungszahl** in der Bandbreite von 78,8 Mio. (Variante 1, -3,9 % gegenüber 2000) bis 80,3 Mio. (Variante 2, -2 %). Die Differenzen resultieren im Wesentlichen aus unterschiedlichen Annahmen bzgl. des Umfangs der zu erwartenden Außenwanderungen. In Variante 1 ist im Prognosezeitraum eine jahresdurchschnittliche Nettozuwanderung von 100.000 unterstellt, in Variante 2 eine Anzahl von 200.000 Personen. Aus der natürlichen Bevölkerungsentwicklung wird ein Rückgang erwartet. Bis 2050 setzt sich dieser Rückgang fort, so dass die Bevölkerungszahl im Jahr 2050 65 Mio. (V 1) bzw. 70,4 Mio. (V 2) beträgt.

**Bevölkerungs-  
entwicklung**

Bzgl. der **Bevölkerungsstruktur** ist bis 2020 von einem zunehmenden Anteil der über 65-Jährigen und einem sinkenden Anteil der Jugendlichen und Auszubildenden auszugehen, einer Bevölkerungsgruppe, die als ÖPNV-affin einzustufen ist. Die Prognose des Statistischen Bundesamtes erwartet einen Rückgang des Anteils der unter 20-Jährigen von knapp 21,5 % im Jahr 1999 auf rund 17,5 % im Jahr 2020. Demgegenüber erhöht sich der Anteil der Altersgruppe 65 und älter von knapp 16 % im Jahr 1999 auf rund 21,5 % im Jahr 2020. Dieser Trend wird sich bis 2050 fortsetzen, der Anteil der Jugendlichen wird auf rund 16 % sinken, der Anteil der Senioren auf rund 30 % ansteigen.

**Überalterung nimmt  
zu**

Das mit der positiven Wirtschaftsentwicklung verbundene Einkommenswachstum wird auch weiterhin zu **steigenden**

**Steigende Motorisierungsgrade trotz**

**Motorisierungsgraden** führen. Dabei wird die Dynamik des Zuwachses aufgrund von Sättigungstendenzen im Verlauf des Prognosezeitraums tendenziell abnehmen.

Bei der Entwicklung der Nutzerkosten im Straßenpersonenverkehr stehen den dämpfenden Effekten der Reduktion der spezifischen Verbräuche kostenerhöhende Effekte einer realen Steigerung des Kraftstoffabgabepreises gegenüber. Hieraus resultiert für den Zeitraum 1997 bis 2015 gemäß den Annahmen des Integrationsszenarios (Verkehrsbericht 2000, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, November 2000) ein Anstieg der spezifischen Nutzerkosten im Individualverkehr. Dieser führt zu leicht dämpfenden Effekten auf den Verkehrsleistungszuwachs insgesamt infolge von Mobilitätsverzicht sowie Verlagerungseffekten zugunsten des Öffentlichen Personenverkehrs. Die Personenverkehrsleistung insgesamt steigt voraussichtlich um rund 1 % jährlich. Auch für den Zeitraum bis 2020 ist von jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten in ähnlicher Größenordnung auszugehen. Für den weiteren Prognosezeitraum bis 2050 ist die Auswirkung der sinkenden Bevölkerungszahl für die Entwicklung der Verkehrsleistung zur Zeit noch nicht abschätzbar.

Nach **Fahrzwecken** differenziert, führt die prognostizierte Verschiebung der Altersstruktur auf der einen Seite zu einem relativen Rückgang des Berufs- und Ausbildungsverkehrs, da der Anteil der Auszubildenden und Erwerbstätigen an der Gesamtbevölkerung abnehmen wird. Auf der anderen Seite ist davon auszugehen, dass die Mobilitätsnachfrage der älteren Bevölkerungsgruppen zukünftig steigen wird. Dies wird zur überdurchschnittlichen Steigerung bei Freizeit- und Urlaubsverkehren beitragen. Die zu erwartende höhere Führerschein- und Pkw-Verfügbarkeit in dieser Altersgruppe schafft in deutlich höherem Umfang die Voraussetzungen zur Teil-

**bestehender Sättigungstendenzen**

**Spezifische Erhöhung der Nutzerkosten wirkt dämpfend auf das Verkehrswachstum im Personenverkehr**

**Steigerung im Urlaubs- und Freizeitverkehr**

nahme am Individualverkehr als heute.

Der Trend zu einer Abnahme der durchschnittlichen **Haus-**  
**haltsgröße** wird sich auch zukünftig fortsetzen. Der damit  
verbundene Anstieg der Anzahl der privaten Haushalte wirkt  
expansiv vor allem auf die Segmente Einkaufs- und Freizeit-  
verkehr.

**Sinkende Haus-**  
**haltsgröße führt zu**  
**steigendem Ein-**  
**kaufs- und Freizeit-**  
**verkehr**

Aufgrund des sich fortsetzenden modalen Shifts vom nicht-  
motorisierten zum motorisierten Verkehr wird bei annähernder  
Konstanz der Wegezahl die Wegelänge weiter zunehmen.

Die gesamtwirtschaftliche **Transportintensität** – also die  
Verkehrsleistung im Güterverkehr in Relation zum Bruttoin-  
landsprodukt - hat im Verlauf der 90er Jahre weiter zuge-  
nommen. Eine Entkopplung von Wirtschafts- und Güterver-  
kehrsleistungswachstum im Sinne eines unterproportionalen  
Verkehrsleistungszuwachses hat somit nicht stattgefunden.  
Auch für den Prognosezeitraum bis 2015 ist dies, wie auch  
der Verkehrsbericht 2000 belegt, nicht zu erwarten. Bei ei-  
nem prognostizierten Anstieg der gesamtwirtschaftlichen  
Bruttowertschöpfung um gut 2 % beträgt der Zuwachs der  
Güterverkehrsleistung knapp 3 % p. a.

**Ökonomische Ent-**  
**wicklung und Gü-**  
**terverkehrsmarkt**



Wie schon in den letzten Jahren sind die Gründe für eine weiter steigende Transportintensität im Wesentlichen in **überproportional steigenden Außenhandelsverflechtungen** zu sehen, die aus der Vollendung des europäischen Binnenmarktes, der Öffnung der Märkte in Osteuropa sowie dem Globalisierungstrend resultieren. Entsprechend ist im Prognosezeitraum mit deutlich überproportionalen Zuwächsen des grenzüberschreitenden Güterverkehrs zu rechnen.

Zusätzliche Impulse erhält der Güterverkehrsmarkt durch die **Liberalisierung der Verkehrsmärkte** in Europa, die zu einer erhöhten Wettbewerbsintensität führt. Folge dieser Entwicklung sind sinkende Transportkosten, welche die Zunahme des Warenaustausches fördern. Dies gilt auch noch bei Einführung kontinuierlich steigender Benutzungsgebühren für Lkw, welche die wettbewerbsbedingten Preissenkungen der Transportbranche zum Teil nivellieren und dazu führen, dass ein Teil des Verkehrszuwachses von der Straße auf die Schiene und die Wasserstraße verlagert wird.

Aufgrund des rückläufigen Anteils des verarbeitenden Gewerbes an der gesamtwirtschaftlichen Erzeugung ist davon auszugehen, dass die Entwicklung der Transportintensität gegen Ende des Prognosezeitraums 2015 sowie darüber hinaus gebremst werden wird.

Für die Verkehrsnachfrage ist die **Siedlungsstruktur** besonders hinsichtlich ihrer räumlichen Ausdehnung relevant. Es ist davon auszugehen, dass die Siedlungsdichte langfristig weiter abnehmen wird, da die vielfältigen Flächennutzungsansprüche nur durch eine Ausweisung von zusätzlichem Bauland befriedigt werden können. Damit wird tendenziell eine stärkere Trennung von Arbeiten, Wohnen und Einkaufen einhergehen, die verkehrsinduzierend wirkt.

**Wie wird sich das Verkehrsbild bis 2020/2050 im Trend verändern? Wie werden sich Verkehrsaufkommen und**

**Überproportionale Zuwächse im grenzüberschreitenden Güterverkehr zu erwarten**

**Erhöhte Wettbewerbsintensität im europäischen Güterverkehrsmarkt**

**Gesellschaftspolitische Aspekte**

**Fragenkomplex 2**

**Verkehrsleistungen nach Verkehrszwecken bzw. Güterarten darstellen, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes? Wie wird sich dieser Verkehr nach Verkehrsarten aufteilen? (Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien.)**

Wie in Antwort 1 bereits ausgeführt, wird die Entwicklung des Güterverkehrs vor allem durch die erheblich ansteigenden Außenhandelsverflechtungen determiniert. Hinsichtlich des Personenverkehrs führt die zunehmende Globalisierung zu einer weiteren Zunahme des Geschäftsreiseverkehrs. Die dargestellte Entwicklung der Bevölkerungsstruktur und -zahl wird zu einer Veränderung der Mobilitätsbedürfnisse und Nachfrage nach Transportdienstleistungen führen.

Wichtige Kennziffern für die daraus resultierende Entwicklung des Verkehrssystems und damit auch des Verkehrsbildes sind der Bestand an Transportmitteln (bspw. die weitere Zunahme der PKW-Verfügbarkeit), die Länge der öffentlichen Straßen, der Eisenbahnstrecken und der Wasserstraßen sowie die Qualitäten der Verkehrswege, die entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Verkehrsträgers haben.

Die Bundesregierung nimmt mit dem bereits eingeschlagenen Weg einer integrierten Verkehrspolitik entscheidenden Einfluss auf das zukünftige Verkehrsbild. Im Jahr 2015 soll sich unter Fortführung und Umsetzung des in der Bundesverkehrswegeplanung als "Integrationsszenario" bezeichneten Maßnahmenpaketes die Verkehrsleistung im Personenverkehr auf Straße 77,3 %, Schiene 8,7 %, öffentlicher Straßenpersonenverkehr (d.h. Stadtschnellbahn-, Straßenbahn, Omnibus, etc.) 7,6 % und Luft 6,5 % verteilen. Im Güterverkehr ergibt sich unter Zugrundelegung dieses Szenarios ein

**Mit der integrierten Verkehrspolitik nimmt die Bundesregierung Einfluss auf das zukünftige Verkehrsbild**

Modal split von 61,5 % Straße, 24,3 % Schiene und 14,1 % Wasserstraße.

Nach diesen Prognosen wird sich der Schienengüterverkehr verdoppeln. Die DB AG nimmt die Herausforderung der Bundesverkehrswegeplanung an. Die Umsetzung dieses Ziels erfordert allerdings neben unternehmerischen Anstrengungen der DB AG seitens der Politik eine geeignete Ausgestaltung der fiskalischen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen für die verschiedenen Verkehrsträger. Der Unternehmensbereich Güterverkehr arbeitet mit Hochdruck daran, die Voraussetzungen für das Wachstum der Verkehrsleistung auf der Schiene zu schaffen. Mit geplanten Investitionen in erheblicher Höhe und mit durchgreifenden Innovationen des Produktionssystems für den Einzelwagenverkehr (MORA C) soll eine solide Grundlage für Mehrverkehr auf der Schiene erreicht werden. Erste Erfolge lassen sich an der Entwicklung der Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr bereits ablesen. Jährlich bewegt der Unternehmensbereich Cargo rund 300 Millionen Tonnen Güter im europäischen Schienenverkehr. Dafür sind täglich über 6.000 Züge unterwegs. Gegenüber 1999 stieg die Verkehrsleistung der DB Cargo AG im Jahr 2000 um 7,4 %.

**Welche Emissionen an limitierten Stoffen und welche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren bzw. spezifischen Energieverbräuche je Personen- bzw. Tonnenkilometer können bis zum Jahre 2050 (bzw. 2020) bei den verschiedenen Verkehrsträgern bei Würdigung technologischer Perspektiven, wirtschaftlicher Umsetzbarkeit und naturgesetzlicher Grenzen erreicht werden? Welche neuen Fahrzeug- und Antriebstechniken sind zu welchen Preisen und Anteilen absehbar? In welchem Umfang und mit welchen Modifikationen werden sich herkömmliche Fahrzeug- und Antriebstechniken**

**Die DB AG nimmt die Herausforderung der Bundesverkehrswegeplanung an und leistet ihren Beitrag für eine Verlagerung auf die Schiene**

**Fragenkomplex 3**

**behaupten? Welche Spannweite abhängig z. B. von politischen Vorgaben sind erreichbar? (Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien.)**

Bei der Ermittlung der künftigen Emissionssituation geht die DB AG von folgenden Prämissen aus:

**Prämissen aus der Sicht der DB AG**

Hochgeschwindigkeit im Fernverkehr und hochverdichtete Taktverkehre im ÖPNV von Ballungsgebieten prägen auch künftig den Bahnverkehr. Die E-Traktion wird deshalb auch im Betrachtungszeitraum das Rückgrat des Bahnverkehrs bilden. Technische Innovationsschübe mit erheblichen Energieverbrauchsminderungen sind bei der E-Traktion nicht zu erwarten. Die Fortführung der Entwicklung einzelner Komponenten (z. B. Umformertechnik, Transformatortechnik, Antriebsmotore, Energierückgewinnung, Klimatisierungstechnik) und die schrittweise Einführung in die Flotte wird auch weiterhin zu einem stetigen Absinken des spezifischen Verbrauches der E-Traktion führen.

**E-Traktion bildet Rückgrat im Bahnverkehr**

Die Entwicklung der Emissionssituation bis 2020 wird vorrangig geprägt vom Ausstieg aus der Kernenergie, der für die Bahnstromversorgung in 2021 abgeschlossen sein wird.

**Ausstieg aus der Kernenergie**

Bedeutsam für den Zeitraum von 2020 bis 2050 wird bezüglich der Emissionswerte der E-Traktion der Ausbau der regenerativen Energieversorgung im prognostizierten Umfang von 50 % sein.

**Ausbau der regenerativen Energieversorgung auf 50 %**

Eine Zäsur erwarten wir bei der Dieseltraktion zwischen den Jahren 2020 und 2050. Die Emissionszahlen für 2050 berücksichtigen jeweils zwei Szenarien: Entweder die Beibehaltung der Dieseltraktion oder den vollständiger Ersatz der Dieseltraktion durch Brennstoffzellentechnologie auf der Basis von Wasserstoff. Die DB AG geht heute davon aus, dass hier nur ein Systemträgerwechsel vorgenommen wird und

**Entweder Beibehaltung der Dieseltraktion oder Umstellung auf Brennstoffzellentechnologie**

Zwischenschritte weitgehend vermieden werden.

Von Bedeutung in diesem Zusammenhang ist, dass sich mit dem Einstieg in die Wasserstofftechnologie bei einem hohen regenerativen Anteil an der Stromerzeugung zwar die Emissionssituation verbessern wird, die Energieeffizienz der neuen Fahrzeuge gegenüber der herkömmlichen E-Traktion aber sinkt. Bei zu erwartendem begrenztem Energieangebot ist auch aus diesem Grund der E-Traktion weiterhin der Vorzug zu geben.

Die Ergebnisse der Szenarienanalyse (entweder E-Traktion + Dieseltraktion oder E-Traktion + Brennstoffzellentechnologie) sind aufgeschlüsselt nach Güter- und Personenverkehr in der Anlage 1 dargestellt.

**Welche Entwicklungen ergeben sich bei der Informations- und Kommunikationstechnik und welche Auswirkungen auf den Verkehr erwarten Sie daraus? (Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien.)**

Die Entwicklung und Anwendung verkehrsbezogener IK-Techniken sind Schlüssel und fester Bestandteil der zukunftsorientierten Gestaltung eines europaweit integrierten Gesamtverkehrssystems.

Als wichtigste basistechnologische Entwicklungen für die künftige IK-Infrastruktur zeichnen sich ab:

- Schnelle Mikroprozessoren mit 10 000-fach höherer Rechnerleistung als heute,
- Netztechnologien für mobile Multimedia-Anwendungen (z.B. Bewegtbildkommunikation),
- Multiplextechnik mit bis zu 1000 Informations- und Datenkanälen („alles aus einer Steckdose“),
- Wissensbasierte und selbstlernende Systeme mit superintelligenten Netzen.

**Energieeffizienz der herkömmlichen E-Traktion besser als bei Einsatz der Wasserstofftechnologie**

**Anlage 1 enthält detaillierte Zahlen**

**Fragenkomplex 4**

**Nur europaweit integrierte Lösungen bringen Erfolge**

**Basistechnologische Entwicklungen...**

Diese Entwicklungen eröffnen u.a. folgende Möglichkeiten:

- Aufbau von flächendeckenden, paketerorientierten Mobilfunknetzen,
- Aufbau eines flächendeckenden Internets mit Dienstleistungsgarantie für Echtzeitübertragung,
- Schaffung von offenen Systemarchitekturen in allen Kommunikationsnetzen,
- Einführung einer Kommunikationsadresse für alle Formen der Kommunikation,
  - Steganografie (Verstecken von Nachrichten) in Ergänzung zur Kryptografie (Verschlüsseln von Nachrichten).

**...eröffnen zusätzliche Möglichkeiten**

In der Gerätetechnologie wird der entscheidende Fortschritt die einfache Bedienbarkeit der Geräte sein, gefolgt von der Sprachsteuerung der Geräte (offen ist, ob und wann Geräte durch Gestik oder Blickkontakt gesteuert werden können).

**Einfache Bedienbarkeit der Geräte**

Für den Schienenverkehr wird sich die Weiterentwicklung der IK-Technik insbesondere in folgenden Schwerpunkten sichtbar auswirken:

**Schwerpunkte für die Schiene**

- Der Einsatz von rechnergestützten Systemen mit hochleistungsfähigen Mikroprozessoren in den Systemen zur Steuerung, Regelung und Sicherung der Betriebsabläufe wird zu einer verbesserten Anschlusssicherung, höherer Pünktlichkeit und kürzeren Transport- und Reisezeiten und damit zu einer deutlichen Attraktivitätssteigerung führen. Mehr Attraktivität bedeutet Zugangsbarrieren abzubauen und die Nutzungsfreundlichkeit der Bahn zu erhöhen.
- Daten- und Informationsübertragung mittels Multiplex-technik (funkbasiert oder „aus einer Steckdose“) werden zusammen mit einer satellitengestützten Navigation und

**Rechnergestützte Systeme erhöhen Nutzerfreundlichkeit**

**Leistungsfähigkeit des Bahnsystems wird erheblich stei-**

Kommunikation eine deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit des Systems Bahn mit kürzeren Zugfolgezeiten, einer sicheren, vollautomatischen Funksteuerung der Züge und einen schnelleren Informationsaustausch erlauben und damit dem Schienenverkehr hohe Rationalisierungspotenziale erschließen.

- Rechnergestützte Logistik- und Flottenmanagementsysteme werden Produktionssysteme mit autarken, sich selbst steuernden Fahrzeugen ermöglichen, die auf besondere Anforderung („on-demand“) verkehren und zusammengestellt werden („Individualisierung des Schienenverkehrs“). Dabei lassen sich der heute noch viel zu hohen Anteil an Leerfahrten deutlich minimieren und die Transportbewegungen insgesamt reduzieren. **Rechnergestützte Logistik- und Flottenmanagementsysteme minimieren den Leerfahrtenanteil deutlich**
- Persönliche Navigatoren wie z.B. Personal-Trip-Assistant-Systeme auf Multimedia-Basis werden eine optimale Reiseplanung (Information über Fahrplan, Anschlüsse, Fahrpreis u.a.) unter Einbeziehung aller Verkehrsmittel ermöglichen. **Optimale Reiseplanung auf Multimedia-Basis möglich**
- Wissensbasierte und selbstlernende elektronische Buchungs- und Abrechnungssysteme werden die Kundentreue und den Zugang zum System Bahn deutlich verbessern. **Elektronische Buchungssysteme erhöhen Kundentreue**

Ein flächendeckendes Internet mit Dienstleistungsgarantie und die Steganografie (Verstecken von Nachrichten) eröffnen der Bahn verstärkt die Möglichkeit, als eBusiness Company zu agieren.

**Internet nutzen**

Weitere, von der Bahn verstärkt zu verfolgende Entwicklungen und deren Auswirkungen enthält die Anlage 2.

**Anlage 2 - weitere Entwicklungen**

Entscheidend wird sein, dass umgehend die Prozesse zur Entwicklung und zu einer breiten Markteinführung der neuen IK-Technologien angestoßen werden, damit ergänzend zu

**Breite Markteinführung neuer Technologien notwendig**

den ebenfalls notwendigen infrastrukturellen und ordnungspolitischen Maßnahmen die Chancen der künftigen IK-Technik für ein integriertes europaweites Gesamtverkehrssystem konsequent genutzt werden können.

**Wie haben sich die limitierten Emissionen, die Energieverbräuche und die klimarelevanten Emissionen aus den verschiedenen Verkehrssektoren in der Vergangenheit entwickelt und wie werden sie sich in den Jahren 2020 und 2050 im Trend darstellen?**

Die DB AG verfolgt seit 1994 mit dem Energiesparprogramm 2005 u. a. das Ziel, den spezifischen Primärenergieverbrauch der Traktion bis 2005 um 25 % gegenüber 1990 zu senken. Aus heutiger Sicht wird dieses Ziel erreicht. Im Jahr 2000 hat die Bahn den spezifischen Primärenergieverbrauch im Personenfernverkehr (PFV) um 2 %, im Personennahverkehr (PNV) um 15 % und im Güterverkehr (GV) um 19 % gesenkt.

Die spezifischen Verbrauchswerte, die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren und die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990, 1994 und 2000 sind hier dargestellt.

			1990	1994	2000
<b>Spezifischer Primärenergieverbrauch</b>	GV	kWh/tkm	0,186	0,168	0,151
	PNV	kWh/Pkm	0,605	0,645	0,514
	PFV	kWh/Pkm	0,245	0,251	0,240
<b>Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	GV	g/tkm	47,8	34,3	32,0
	PNV	g/Pkm	0,108	136,3	112,0
	PFV	g/Pkm		50,4	49,9
<b>Absolute CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	GV	kt	4844	2421	2456
	PNV	kt		1757	1793
	PFV	kt		4047	4292
	DB AG	kt	11431	8225	8541

Der Anstieg der absoluten Werte im Personen- und Güter-

## Fragenkomplex 5

**DB AG erreicht ihre Energiesparziele bis 2005**

**Ist-Werte im Vergleich zu 1990**



verkehr ist auf die Zunahme der Verkehrsleistung zurückzuführen. Entscheidend für die Vorteilhaftigkeit eines Verkehrsträgers ist der spezifische Energieverbrauch, d.h. der Verbrauch pro Leistungseinheit.

Die eindeutige Zuschreibung der Emissionen des Personenverkehrs auf Nah- und Fernverkehr ist für 1990 nicht ohne weiteres möglich<sup>4</sup>. Hinsichtlich der Trendentwicklung wird auf die Antwort zu 3 verwiesen.

**Welche klimarelevanten Emissionen erwarten Sie im Trend im Verkehr nach eingesetzten Energieträgern, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes? Welche Primärenergien sind nach Art und Umfang zur Bereitstellung dieser Energieträger aufzuwenden? Bitte trennen Sie nach fossilen, nuklearen und regenerativen Energien und zeigen Sie alternative Entwicklungen auf. Welche Emissionen von klimarelevanten Emissionen (Kohlendioxid und Stickoxide, beim Luftverkehr auch Wasseremissionen) sind mit der Herstellung der Endenergieträger verbunden?**

**Fragenkomplex 6**

Die Ergebnisse sind als Anlage 3 beigelegt. Hervorzuheben ist der hohe Anteil der verkehrsbedingten Emissionen aus der Vorkette. Bereits jetzt beträgt dieser Anteil bei CO<sub>2</sub> knapp 75 % und würde nach Ersatz der Dieseltraktion durch Triebfahrzeuge mit Wasserstoffantrieb auf 100 % anwachsen.

**Anlage 3 - Emissionen nach Energiemix**

**Wie können die jeweiligen Klimaschutzziele für 2020 und 2050 erreicht werden? Vergleichen Sie die zu erwartenden**

**Fragenkomplex 7**

<sup>4</sup> Sofern Emissionssenkungsraten gegenüber 1990 dargestellt werden, ist auf die beschränkte Vergleichbarkeit hinzuweisen. Konzernintern wurden die Energieverbrauchs- und Emissionswerte und die dazu gehörigen Betriebs- und Verkehrsleistungen hinsichtlich Ausgliederungen rückwirkend bis 1994 abgeglichen. Zur Zielverfolgung des Energiesparprogramms (ESP) 2005 erfolgte dies auch für die Energieverbrauchswerte von 1990. Schwieriger ist dies für die Emissionssituation, da hierzu die Datengrundlage insbesondere zu den Emissionen der DR unzureichend ist. Es sind daher neben den hochgerechneten Emissionen von 1990 immer auch die Emissionswerte von 1994 angegeben.

**den Emissionswerte in 2020 und 2050 mit jenen von 1990. Wieweit werden die Reduktionsziele (bei Kohlendioxid minus 50 % bis 2020 und minus 80 % bis 2050 gegenüber 1990) erfüllt oder verfehlt? Welche Möglichkeiten sehen Sie zur Vermeidung von Zielverfehlungen durch Änderungen in den einzelnen Verkehrsbereichen, durch Ausgleich zwischen Teilen des Verkehrssystems sowie durch zusätzliche Zielbeiträge in anderen Bereichen?**

Wie alle Schädigungen sollte sich auch die Emission klimarelevanter Gase in Kosten niederschlagen, dies führt zu einer Veränderung der relativen Preise und lenkt die Nachfragen nach Transportdienstleistungen auf klimafreundliche Verkehrsträger.

**Schäden müssen sich in Kosten niederschlagen**

Die Ermittlung absoluter Emissionsminderungen des Verkehrssektors setzt belastbare Daten zur Verkehrsentwicklung und zu den Verkehrsanteilen voraus. Derartige Zahlen liegen bisher nicht vor. Anhaltspunkte für weitergehende Erörterungen können in der gegenwärtigen Situation deshalb lediglich die spezifischen Emissionswerte sein.

**Belastbare Daten zur Verkehrsentwicklung und zum modal split fehlen für 2050**

Insgesamt ergeben sich damit folgende spezifische CO<sub>2</sub>-Senkungsraten:

**Szenario „Einsatz Brennstoffzelle“**

	<b>2020 zu 1990</b>	<b>2020 zu 1994</b>
Güterverkehr	- 54 %	- 36 %
Personennahverkehr		- 34 %
Personenfernverkehr		- 20 %
Personenverkehr	- 39 %	

	<b>2050 zu 1990</b>	<b>2050 zu 1994</b>
Güterverkehr	- 83 %	- 74 %
Personennahverkehr		- 76 %
Personenfernverkehr		- 69 %
Personenverkehr	- 77 %	

	<b>2020 zu 1990</b>	<b>2020 zu 1994</b>	<b>Szenario „Verbleib Dieseltraktion“</b>
Güterverkehr	- 54 %	- 36 %	
Personennahverkehr		- 34 %	
Personenfernverkehr		- 20 %	
Personenverkehr	- 39 %		

	<b>2050 zu 1990:</b>	<b>2050 zu 1994</b>
Güterverkehr	- 78 %	- 70 %
Personennahverkehr		- 66 %
Personenfernverkehr		- 66 %
Personenverkehr	- 70 %	

Unter den angenommenen Randbedingungen erreicht nur der Schienengüterverkehr (2050 im Falle des Brennstoffzelleneinsatzes) die angestrebten Senkungsraten gegenüber 1990. Im Personenverkehr werden die Ziele für 2050 voraussichtlich knapp verfehlt.

Zu berücksichtigen ist hier allerdings die hohe Abhängigkeit des Ergebnisses von der künftigen Struktur der Stromerzeugung. Die Berechnungen erfolgten auf der Basis folgender Zusammensetzungen des Strommix:

**Große Abhängigkeit  
vom Strommix**

<b>Mix% bzgl. Brutto-Stromerzeugung</b>	<b>2000</b>	<b>2020</b>	<b>2050</b>
Fossil fest STK	33,7%	25,5%	12,0%
Fossil fest BRK	11,5%	8,8%	3,0%
Fossil gasf ERG	15,1%	41,3%	35,0%
Kernenergie	27,2%	10,6%	0,0%
Ern.En+Wasser	12,5%	13,8%	50,0%
Summe	100%	100%	100%

**50 % regenerative  
Energieträger**

Der Anteil an regenerativen Energieträgern wurde bei den Berechnungen für 2050 mit 50 % angenommen. Die Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt prognostiziert in einem Langfristszenario für 2050 dagegen einen Anteil von 63 %. Unter dieser Voraussetzung sind die spezifischen CO<sub>2</sub>-Minderungsraten für 2050 von allen drei Verkehrssparten der Bahn realisierbar. Eine ähnliche Bandbreite ergibt sich bei den angenommenen Wirkungsgraden der Stromerzeugung. Auch hier ist der Abgleich mit den Erkenntnissen der Enquete-Kommission aus der Anhörung der Energiewirtschaft unerlässlich.

**DLR geht von 63 %  
regenerativen Ener-  
gieträgern für 2050  
aus - bei diesem Mix  
kann die Bahn die  
Ziele erreichen**

**Welche Maßnahmen sind geeignet, die Erreichung der Klimaschutzziele sicherzustellen? Staatliche Maßnahmen? Maßnahmen seitens der Wirtschaft? Maßnahmen seitens der Verbraucher? Wie kann man solche Maßnahmen anregen und stützen und wie deren Ergebnisse sichern?**

**Fragenkomplex 8**

Zur Schaffung leistungsfähiger und nachhaltiger Mobilitätsstrukturen sollte der Staat auch im Hinblick auf den Klimaschutz in den Bereichen Ordnungs-, Infrastruktur- und Fiskalpolitik aktiv werden.

Wie bei allen Umweltzielen ist eine effiziente Erreichung am besten durch eine entsprechende Gestaltung des Ordnungsrahmens durch den Staat möglich. Dabei erscheinen Ansätze zur Einbeziehung der Umweltkosten, und damit auch

die Emission klimarelevanter Gase, in das unternehmerische Kalkül am wirkungsvollsten. Auf diese Weise werden klimaschädliche Aktionen für den Verursacher kosten- und damit entscheidungswirksam.

Aufgabe der Wirtschaft ist es, im eigenen unternehmerischen Interesse innerhalb dieses vorgegebenen Rahmens durch die effiziente Entwicklung innovativer, klimaschonender Produktionsprozesse sowohl von Gütern als auch von Dienstleistungen ihren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

### 1. Ordnungspolitik

Damit sich der klimafreundliche Schienengüterverkehr gegenüber dem Lkw im Wettbewerb behaupten kann, müssen nationale Grenzen des Systems Schiene überwunden werden. Voraussetzung hierfür ist die rasche - in Deutschland längst erfolgte - Öffnung des Zugangs zu den einzelnen nationalen Märkten, einschließlich des Abbaues faktischer Marktzutrittsbarrieren in technischen und sicherheitsrelevanten Bereichen.

Die Angleichung von Sozial- und Sicherheitsstandards im europäischen Verkehrsmarkt insbesondere mit Blick auf die EU-Osterweiterung ist unumgänglich. Hierzu bedarf es in den Feldern "Illegale Beschäftigung", "Lenk- und Ruhezeiten" sowie "Fahrzeugbezogene Sicherheitsvorschriften" EU-weit wirksamer Kontrollen verbunden mit deutlich spürbaren Sanktionen.

Eine zielorientierte Verringerung von Umwelt- und Unfallschäden durch die Weiterentwicklung umwelt- und sicherheitsrelevanter Vorschriften muss wirksam werden. Auch Beschränkungen von Verkehrsarten zu bestimmten Zeiten oder in bestimmten Regionen sind denkbar.

### 2. Infrastrukturpolitik

Eine Verstärkung der staatlichen Infrastrukturinvestitionen

### **Ordnungspolitik**

**Überwindung der nationalen Grenzen des Systems Schiene**

**Angleichung der Sozial- und Sicherheitsstandards**

### **Infrastrukturpolitik**

**Verstärkung der**

auf einem wettbewerbsfähigen Niveau für alle Verkehrsträger ist notwendig, um für die im Verkehrssektor tätigen Unternehmen Planungssicherheit zu schaffen. Hierbei sind umweltfreundliche, insbesondere CO<sub>2</sub>-effiziente und sichere Verkehrsträger mit Kapazitätsreserven besonders zu berücksichtigen.

Die Effizienz der Verwendung knapper öffentlicher Mittel muss erhöht werden. Die Konsolidierung der Staatsfinanzen erfordert den nachfrageorientierten Mitteleinsatz zum Ausbau bzw. Neubau von Infrastruktur. Darüber hinaus bedarf es überzeugender Konzepte, damit privat Kapitalgeber zur Finanzierung insbesondere von Straßen und Schienen gewonnen werden können.

Die Vernetzung der Verkehrsträger muss vom Schlagwort zur Realität werden. Hierzu sind nicht allein Infrastrukturprojekte erforderlich, sondern vor allem auch kreative unternehmerische Ideen zur Steigerung der Marktakzeptanz integrierter Verkehrskonzepte.

### 3. Fiskalpolitik

Gerade für das EU-Transitgebiet Deutschland ist die Harmonisierung der Wegenutzungsentgelte zwischen den Verkehrsträgern von großer Bedeutung. Die Anlastung von Wegekosten im Güterverkehr hat entscheidenden Einfluss auf die Wahl des Verkehrsträgers. Die seitens der Europäischen Union und auch der Bundesregierung (Verkehrsbericht 2000) angestrebte Verkehrsverlagerung auf klimafreundliche Verkehrsträger wird daher durch die flächendeckende Einführung von Preissystemen für die Straße - analog zur Schiene - gefördert. Um Wegekosten möglichst vollständig in Preisen abbilden zu können, bedarf es jedoch einer Änderung der entsprechenden EU-Richtlinien.

**staatlichen Investitionen**

**Nachfrageorientierter und effizienter Mitteleinsatz**

**Vernetzung der Verkehrsträger durch Investitionen begleiten**

**Fiskalpolitik**

**Die Einführung einer flächendeckenden Bepreisung der Infrastruktur fördert die Verlagerung auf klimafreundliche Verkehrsträger**

Auch die europaweite Harmonisierung der steuerlichen Rahmenbedingungen innerhalb und zwischen den Verkehrsträgern in den Bereichen Mineralöl- und Mehrwertbesteuerung kann die Verkehrsverlagerung auf klimafreundliche Verkehrsträger unterstützen. In diesem Zusammenhang könnte zudem über die Beendigung der seit Jahrzehnten stattfindenden Subventionierung von Flugzeug und Binnenschiff durch die Befreiung von der Kerosin- bzw. Mineralölbesteuerung nachgedacht werden.

**Europaweite Harmonisierung steuerlicher Rahmenbedingungen erforderlich**

Durch die dargestellten Maßnahmen kann die Preiswirksamkeit und damit Marktrelevanz von Umwelt- und Sicherheitsvorteilen erreicht werden. Zur Abbildung von durch CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachten Schäden bieten sich EU-weit die verbrauchsabhängige Mineralölsteuer oder auch flexible Instrumente wie die von der Europäischen Union geplante Einführung eines Emissionsrechtehandels an.

**Umwelt- und Sicherheitsvorteile müssen marktrelevant werden**

**Welche Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Entwicklungen hinsichtlich eines umweltverträglicheren Mobilitätsverhaltens können heute identifiziert werden (z. B. autofreie Siedlungen, Car-Sharing, Fahrradverkehr, Nah- statt Ferntourismus) und welches Potential lässt sich hieraus zukünftig durch eine umweltorientierte Verkehrspolitik erschließen?**

**Fragenkomplex 9**

Meinungsbildende Positionierungen der Politik und vieler gesellschaftlicher Gruppen zur stärkeren Nutzung umweltverträglicherer Verkehrsmittel begleiteten und begleiten kontinuierlich die verkehrs- und umweltpolitische Debatte. Im Mittelpunkt standen und stehen im Personenverkehr die öffentlichen Verkehrsmittel und das Fahrrad, z.T. auch der Fußgängerverkehr. Im Güterverkehr stand zunächst die Bahn und später auch das Binnenschiff im Vordergrund.

**Nutzung umweltverträglicher Verkehrsmittel begleiten kontinuierlich die Debatte**

Entgegen den geschilderten Intentionen erhöhte sich jedoch parallel zum einen der Anteil der straßengebundenen Ver-

**Modal split - Anteil der Straße nahm**

kehre in einem insgesamt wachsenden Verkehrsmarkt. Zum anderen wuchs von vergleichsweise niedriger Basis aus der Luftverkehr besonders stark. Das Ziel, den Modal split- Anteil umweltfreundlicher Verkehrsmittel zu erhöhen, wurde bislang nicht erreicht. Vielmehr wurde deutlich, dass eine Trendwende in der Verkehrsmittelwahl nur dann realisiert werden kann, wenn sich den Verkehrsteilnehmern neben dem Umweltvorteil weitere Vorteile bieten. Im Vordergrund stehen hierbei die Faktoren Reise-/Transportzeit und Zuverlässigkeit, Kosten sowie Flexibilität in unterschiedlichen Ausprägungen im Personen- und Güterverkehr. Nur qualitativ gleichwertige Verkehrsangebote ermöglichen Veränderungen im Modal split.

Im Personenverkehr dürften auch eine hohe Bindung an eingefahrene Gewohnheiten, das vergleichsweise hohe Prestige von PKW und Flugzeug sowie die Wirkung der mit hohen Kosten verbundenen Anschaffung eines oder mehrerer eigener PKW eine bedeutende Rolle zu Lasten der umweltverträglicheren Verkehrsträger gespielt haben. Das kontinuierliche Wachstum von Fahrzeugbestand und Motorleistung ist unter anderem Ergebnis des gewachsenen ökonomischen Potentials der Käufer, gleichzeitig aber Handicap für die Wahl anderer Verkehrsmittel. Hinsichtlich innovativer Ansätze, wie autofreie Siedlungen oder Car-Sharing konnte bislang der entscheidende Durchbruch zu einer massenhaften Nutzung nicht erreicht werden. Die Erfahrungen mit dem Fahrradverkehr sind regional sehr unterschiedlich. Bei einer konsequenten Fahrradförderung wurden deutliche Anstiege des Verkehrsanteile bei allen Fahrtzwecken erreicht.

Zwar scheint die Krise des Deutschland-Tourismus weitgehend überwunden, dennoch steigt die durchschnittliche Reiseweite im Urlaubsverkehr steigt nach wie vor an. Eine überproportionale Steigerung umweltverträglicher Verkehrsträger

**kontinuierlich zu**

**Gewachsenes ökonomisches Potential und hohes Prestige von PKW und Flugzeug haben Einfluss auf Verkehrsträgerwahl**

**Freizeitverkehr trägt überproportional zum Wachstum auf der Straße bei**



ist nicht erkennbar. Im Gegenteil trug der Freizeitverkehr überproportional stark zum Verkehrsmengenwachstum der vergangenen Jahre auf der Straße bei.

Individuellen Verhaltensänderungen setzten die konsequente Umsetzung eines politischen Leitbildes bei verkehrspolitischen Entscheidungen sowie weitere nutzerbezogene Anreize voraus. Bisherige Trends zeigen deutlich den politischen Handlungsbedarf. Die Überlastung der Straßen- und Luftverkehrsinfrastrukturen erfordert

**Trends zeigen politischen Handlungsdruck**

- die verursachergerechte Anlastung von Unfall- und Umweltkosten, um der zunehmenden Beeinträchtigung der Bevölkerung und Umwelt durch den Verkehrsbereich entgegenzusteuern und gleichzeitig
- weitere Qualitätssteigerungen der öffentlichen Verkehrsangebote einschließlich der Verbesserung der Informationsbasis für Verkehrsteilnehmer.

Auch die DB AG ist bestrebt, die Attraktivität nachhaltiger Verkehrsangebote weiter zu steigern. Beispielsweise wird hinsichtlich des Freizeitverkehrs im Rahmen der Kampagne "**Fahrtziel Natur**" in Kooperation mit den vier großen Umweltverbänden das Ziel verfolgt, durch umfassende Information über Freizeit- und öffentliche Verkehrsangebote mehr Freizeitverkehr auf die Schiene zu holen sowie die Akzeptanz gegenüber den großen Schutzgebieten in Deutschland als attraktive Urlaubsgebiete zu fördern.

Mit Angeboten wie **Call a Bike**, einem kundenfreundlichen Leihfahrradsystem oder dem Angebot von **Car Sharing** zu günstigen Konditionen (in Verbindung mit dem Bahnticket), möchte die DB AG die Reisekette von Haustür zu Haustür schließen und damit die Attraktivität des Schienenverkehrs insbesondere hinsichtlich der Überwindung mittlerer bis langer Distanzen noch weiter steigern.

Darüber hinaus strebt die DB AG an, durch attraktive Tarifgestaltung und Zusatzangebote, die auch für Familien und Senioren einen Umstieg vom Pkw auf die Schiene nahe legen, bezüglich des Auslastungsgrades und damit der Energieeffizienz Maßstäbe zu setzen.

**Welche kritischen Meilensteine müssen in welchen Jahren – von heute an gerechnet – in Bezug auf die spezifischen Werte und Verkehrsmengen erreicht werden, damit die Zielgrößen von 80 bzw. 50 % Emissionsabsenkung in den Jahren 2050 bzw. 2020 erreicht werden können? Diskutieren Sie die Zeitkonstanten für große Umstellungen im System der Energiebereitstellung und in der Verkehrstechnik.** **Fragenkomplex 10**

Die von der DB AG angenommenen Szenarien für den Schienenbereich sind bereits unter Punkt 3 mit Anlage 1 dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die DB AG ihre Entscheidungen nach unternehmerischen Kriterien zu treffen hat. Das Unternehmen wird nachfragegerecht in Infrastruktur und Produkte investieren und die gesamte Angebotspalette auf die Nachfrage ausrichten (z.B. Mora P, Mora C). Dabei wird die Nachfrage nach Verkehrsdienstleistungen neben Qualitätsaspekten insbesondere im Güterverkehr stark über Preise gesteuert. Dies erfordert, dass sich die gesetzten nationalen Reduktionsziele kosten- und preiswirksam am Markt widerspiegeln. **Entscheidungen werden nach unternehmerischen Erfordernissen getroffen**

Aus unternehmerischer Sicht kann die DB AG Systemwechsel (z.B. von Dieseltraktion zur Brennstoffzellentechnologie) nicht nach und nach, sondern nur in einem Zug vornehmen. Dabei müssen die Abschreibungsfristen des bestehenden Fahrzeugparks berücksichtigt werden. Die technische Ausgereiftheit des neuen Systems muss das betriebliche und damit unternehmerische Risiko beim Wechsel auf ein Minimum begrenzen.

**Welche politischen Initiativen sind für den Fall einer drohenden Zielverfehlung in 2050 und 2020 geeignet, um die genannten Klimaschutzziele (Absenkungsraten) im Verkehrssektor zu erreichen? Welche Wirkungen hätten diese Maßnahmen auf andere Dimensionen der Nachhaltigkeit bzw. auf andere politische Zielfelder?**

**Fragenkomplex 11**

Die Vernetzung der Verkehrsträger muss künftig stärker in der Praxis umgesetzt werden. Hierzu bedarf es nicht staatlich verordneter, sondern im Dialog mit den Unternehmen entwickelte, unternehmerische Konzepte.

**Praxiswirksame  
Vernetzung der Ver-  
kehrsträger**

Im **Personenverkehr** ist die Basis für ein erfolgreiches und aktives Verkehrsmanagement eine flächendeckende Kenntnis der aktuellen Verkehrslage durch vernetzte kommunale Mobilitätszentralen. Hieraus sind Maßnahmen zur Optimierung des Verkehrsflusses und Prognosen für die kurzfristige Veränderung von Verkehrssituationen abzuleiten.

Mit der Einführung eines **verkehrsmittelübergreifenden multifunktionalen Buchungs- und Bezahlungssystems** (z. B. auf Chipkarten- oder auf Mobilfunkbasis sowie im Rahmen von Internet-Mobilitätsportalen einschließlich Ticketing) – soll der Komfort erhöht werden. Insbesondere der Umstieg zwischen verschiedenen Verkehrsträgern kann durch ein verstärktes Angebot von **Quelle-Ziel-Tarifen** erheblich erleichtert werden.

Zur nachhaltigen Steigerung der Marktakzeptanz des **öffentlichen Verkehrs** sind umfangreiche Qualitätsverbesserungen seitens der Unternehmen erforderlich:

- Beschleunigungsmaßnahmen (z.B. Priorisierung des ÖPNV an Lichtsignalanlagen,)
- Stabile Taktzeiten, betriebsübergreifende Anschlusssicherung sowie Erhöhung von Zuverlässigkeit und Flexibilität,
- Umfangreichere Fahrgastinformation, deutschlandweite

Auskunft erweitert um regionale Mobilitätsberatung,

- Anschlussangebote für ÖV-Nutzer wie preisgünstige Mietwagen bzw. Fahrräder zur Überwindung der letzten Meile,
- marktgerechte Angebote für den Transport des Reisegepäcks von Haus zu Haus.

Im **Straßenverkehr** sind kommunale Verkehrsinformationszentren überregional zu verknüpfen, um die Verkehrsteilnehmer zeitnah über die Verkehrsdichte und gleichzeitig die aktuellen Fahrplan- sowie P&R-Daten zu informieren. Als verkehrsreduzierende Maßnahme werden Parkleitsysteme in allen Ballungsräumen und Mittelzentren vorgehalten.

Im **Passagier-Flugverkehr** wird Satellitennavigation in verstärktem Masse zur besseren Nutzung des Luftraums eingesetzt werden. Eine stärkere Vernetzung von ÖV und Flugverkehr (z.B. Ein- und Auscheckens in Bahnhöfen) führt zur Vermeidung von Kurzstreckenflügen.

Im Güterverkehr können durch den verstärkten Einsatz vernetzter Informations- und Kommunikations-Technologien Leerfahrten vermieden sowie die Planbarkeit und Sicherheit erhöht werden. Für den Güterschienenverkehr sind offene Telematiksysteme zu empfehlen, die Logistikunternehmen eine lückenlose Transportkette ermöglichen.

Ein zielorientiertes und zeitlich gestaffeltes Monitoring ist unerlässlich. Die DB AG wird durch eigene stufenweise Zielvorgaben mit entsprechenden Maßnahmenpaketen analog dem bisherigen Energiesparprogramm 2005 ihren Beitrag zur Erfüllung der Minderungsziele leisten.

Parallel dazu sollten im gesamten Verkehrssektor alle Instrumente (Selbstverpflichtungen, Ordnungs-, Infrastruktur- und Fiskalpolitik) zielorientiert durch den Staat eingesetzt werden und bei Zielverfehlung zum Gegensteuern benutzt werden.

**DB AG wird auch nach den Prozess der Verbesserung der Energieeffizienz fortsetzen**

**Wie sollte ein Prozess des Monitoring und des ständigen Anpassens der quantitativen Minderungsziele für die verschiedenen Verkehrssektoren an neue technologische Entwicklungen, an Nachfrageverschiebungen und an neue Erkenntnisse über die Wichtigkeit bestimmter Gefährdungen aussehen?** **Fragenkomplex 12**

Zur Definition der Ziele für einzelne Sektoren ist im Dialog mit den Beteiligten eine klare Methodik zur Zielvorgabe, Ist-Erfassung und Instrumenteneinsatz zu entwickeln. Gleichermaßen ist auch eine sektorübergreifende Zielvorgabe durch den Staat denkbar. Diese Variante bietet den Vorteil, dass Emissionen in den Sektoren reduziert werden, wo dies am kostengünstigsten möglich ist. Auch in diesem Fall ist bei Zielabweichungen der Instrumenteneinsatz entsprechend anzupassen. Mit der Formulierung sektorübergreifende Zielvorgaben sowie einem entsprechenden ordnungspolitischen Instrumenteneinsatz gestaltet der Staat die Rahmenbedingungen als Voraussetzungen für die effiziente Entwicklung innovativer, klimaschonender Produktionsprozesse sowohl von Gütern als auch von Dienstleistungen seitens der Wirtschaft.

**klare Methodik erforderlich**

**Wenn Sie es für unmöglich halten, die genannten quantitativen Minderungsziele im Verkehrssektor zu erreichen: Um welchen Betrag (in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äqui-valenten) wird der Verkehrssektor die quantitativen Minderungsziele für 2050 bzw. 2020 verfehlen?** **Fragenkomplex 13**

Der Schienenbereich kann bei Umsetzung der notwendigen Rahmenbedingungen zur Erhöhung des Verkehrsanteils die Minderungsziele bis 2050 erreichen, dies wurde bereits im Komplex 6 erläutert.

Die Erreichung von Minderungszielen im gesamten Verkehrsbereich ist abhängig von der Wirksamkeit der eingesetzten Instrumente (siehe Komplex 8) und dem Staats-

eingriff im Fall unzureichender Wirkung.

**Durch welche Maßnahmen kann ermöglicht und gesichert werden, dass die genannte Menge an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in anderen Sektoren in Deutschland zusätzlich eingespart werden? Ist es sinnvoll, ein Einsparungsziel speziell für den Verkehrssektor (oder irgend einen anderen Verbrauchssektor) festzulegen oder führt dies zu volkswirtschaftlich suboptimalen Größen und damit zur Verschwendung knapper Ressourcen? Wie sollte eine angemessene Vorgabenfestlegung ausgestaltet werden?**

**Fragenkomplex 14**

In allen Sektoren der Wirtschaft und der Gesellschaft müssen Steuerungsinstrumente zur Erreichung der Minderungsziele eingesetzt werden und die Wirkung regelmäßig überprüft werden.

Dabei ist sowohl die Festlegung sektorspezifischer als auch sektorübergreifender Minderungsziele durch die Bundesregierung denkbar.

Die Festlegung sektorübergreifender Ziele verbunden mit einem entsprechenden Instrumenteneinsatz bietet den Vorteil, Einsparungsziele in den Sektoren zu realisieren, wo dies am kostengünstigsten möglich ist. Beispielhaft kann in diesem Zusammenhang der aktuell von der EU-Kommission vorgeschlagene Einstieg in den Emissionsrechtehandel angeführt werden. Danach setzt die Emission klimarelevanter Gase den Erwerb eines entsprechenden Zertifikates voraus. Durch die Entscheidung über die Anzahl der ausgegebenen Zertifikate kann innerhalb der Europäischen Union die Emissionsmengen exakt festgelegt werden.

Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit dieses Instrumentariums ist allerdings, dass alle Emittenten gleichermaßen und von Anfang an in einen Emissionsrechtehandel einbezogen werden. Nur wenn für alle Emittenten die gleichen Vorgaben gelten, kommt die Vorteilhaftigkeit dieses Instrumentariums zum Tragen. Der gegenwärtige Vorschlag der EU-Kommission birgt die Gefahr, dass für die bei Herstellung des Bahnstrom entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen Zertifikate erworben werden müssen, die Emissionen der übrigen Verkehrsträger jedoch nicht in den Handel einbezogen werden. Hieraus erwächst das Risiko einer einseitigen Verteuerung des Energieträgers für den Schienenverkehr.

Für den Fall einer Entscheidung für sektorspezifische Minderungsziele ist u.E. ein glaubwürdiges Monitoring sicherzustellen. Dies erfordert eine klare Methodik, Teilziele für die einzelnen Sektoren und ein Steuern über die verschiedenen Instrumente. Dabei sollten im Verkehrsbereich die verkehrspolitischen Ziele bezüglich der Aufteilung auf die Verkehrsträger und deren Vernetzung mit den entsprechenden Minderungszielen je Verkehrsträger untersetzt werden. Um dies über den langen Zeithorizont zu gewährleisten halten wir ei-

**Sektorübergreifende Ziele und Instrumente sind nur bei Gleichbehandlung aller Emittenten vorteilhaft**

**Sektorspezifische Minderungsziele erfordern ein glaubwürdiges Monitoring**

nen kontinuierlichen Dialog mit allen Beteiligten für wünschenswert.

Berlin, den 26.11.2001

**Kontakt:**

Deutsche Bahn AG

Vorstandsbereich Marketing

Potsdamer Platz 2

10785 Berlin

Telefon: (030) 243-61704

Fax: (030) 243-61706

Anlage 1:

**Anlage 1**

Zu Frage 3

			Szenario "Einsatz Brennstoffzelle"			Szenario "Verbleib Dieseltraktion"		
Spezifischer Primärenergieverbrauch (gesamte Traktion)			2000	2020	2050	2000	2020	2050
	GV	kWh/tkm	0.151	0.107	0.077	0.151	0.107	0.062
	PNV	kWh/Pkm	0.514	0.424	0.358	0.514	0.424	0.256
	PFV	kWh/Pkm	0.240	0.202	0.127	0.240	0.202	0.111
Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen (gesamte Traktion)								
	GV	g/tkm	32,0	22,1	8,3	32,0	22,1	10,3
	PNV	g/Pkm	112,0	89,7	33,3	112,0	89,7	46,2
	PFV	g/Pkm	49,9	40,6	15,5	49,9	40,6	17,0
Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen (gesamte Traktion)								
	GV	kt	2456	2317	1014	2456	2317	1257
	PNV	kt	4292	3978	1721	4292	3978	2391
	PFV	kt	1793	1720	767	1793	1720	840
	DB AG	kt	8541	8015	3502	8541	8015	4488
Weitere Emissionen (nur Dieseltraktion)								
	CH <sub>4</sub>	t	299	248	0	299	248	257
	N <sub>2</sub> O	t	7,6	6,7	0	7,6	6,7	7
	NO <sub>x</sub>	t	28106	11171	0	28106	11171	11545

GV - Güterverkehr  
 PNV - Personennahverkehr  
 PFV - Personenfernverkehr



## Anlage 2:

**IK-Entwicklung und Auswirkungen auf den Schienenverkehr**

<b>IK-Entwicklungen</b>	<b>Auswirkungen auf den Schienenverkehr</b>
Ausrüstung aller Arbeitsplätze und Haushalte mit PC und Anschluss an das Internet	Möglichkeiten der Ticketbeschaffung und Buchung von Zusatzleistungen über Internet, Laden des elektronischen Tickets und der Zusatzleistungen auf Chipkarten (2010)
Multiplextechnik: „alles aus einer Steckdose“, Verstärkter Trend zu mobilen Multimedia-Anwendungen und Taschen-PC (PTA)	Keine zusätzliche Leitungsverlegung, Abforderung von Informationen zum aktuellen Betriebsgeschehen (kurzfristig machbar)
Ausstattung von Gebrauchsgegenständen (z.B. Uhren, Handy) mit Zusatzfunktionen, Konvergenz von mobilen Geräten/festen Geräten, Herstellung der Rechtssicherheit im eCommerce, Gewährleistung der Sicherheit von Finanztransaktionen im Internet, Einführung der elektronischen Signatur	Anpassung von Information und Verkauf an mobile Technik, Informationsbezug über mehrere Kanäle, Abbildung von Transaktionen, Prozessverbesserung, Optimierung der Steuerung von Zügen, Automatische Registrierung beim Ein- und Ausstieg bei gleichzeitiger Abbuchung des Beförderungsentgeltes - Ticketwegfall
UMTS-Einsatz, Multimediale Nutzung der Fest- und Mobilfunknetze	Bildtelefonie vom Platz des Zuges, Datenübermittlung der Reisenden vom und in den Zug (Flächendeckung noch ungewiss !)
	Automatisierung der Serviceprozesse (Handling und Abrechnung)
Vermehrte Anwendung von Spracherkennungssystemen	Informationserteilung, Bedienung von PC und Automaten durch Sprachsteuerung
Realisierung technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte des automatischen führerlosen Fahrens	Bedarfsgerechte Bereitstellung von Beförderungsmitteln
Konvergenz von Massen- und Individualverkehr, Europäische Vereinheitlichung der Leit- und IK-Technik (Telematik)	Markteintritt in völlig neue Märkte, Fahrzeugeinsatz ohne Berücksichtigung regionaler Grenzen, Vereinheitlichung der Beförderungspapiere einschließlich elektronischer Übermittlung

Einsatz von Hochleistungsmikroprozessoren sowie von hochintelligenten Software-Agenten, die sich durch Wahrnehmungs- und Lernfunktion selbst weiterentwickeln	Weitere Zentralisierung der IK- und Leittechnik; Reduzierung des Personalbedarfs; Automatische Störungsbehebung; Senkung Kapitalbindung und Raumbedarf
Einbeziehung von GPS und terrestrischen Erfassungssystemen	Leistungssteigerung durch höhere Zugdichte, Ladungsverfolgung, Tracking und Tracing von rollendem Material und Fracht
Entwicklung von Flottenmanagementsystemen	Autarke Kleinfahrzeuge, die in separaten Netzen nach Anforderung verkehren; On-demand Zusammenstellung von Zügen
Weiterentwicklung der Bussysteme	Ausrüstung aller Fahrzeuge mit elektronischen Kupplungen, die zur Automatisierung der Zugauflösung- und Zugbildung führen („Rendez-vous-Technik“)
	Kontinuierliche Sendungsverfolgung und Zustandserfassung
Perfektionierung von Ladungserkennungssystemen	Automatische Be- und Entladung von Containern
Flächendeckende Verkehrsüberwachung und -führung – Verkehrsmanagementzentralen (Tracking und Tracing)	Verstärkte Einbindung der Bahnen in verkehrsregulierende und mobilitäts-sichernde Maßnahmen
Wissensspeicherung und -aufbereitung in umfassenden Datenbanken	Schnelle Verfügbarkeit erforderlicher Informationen
Einführung elektronischer Beschaffungsverfahren	Automatisierung der Beschaffungsprozesse, schnelle Angebotsauswertung mit Berücksichtigung einer größeren Zahl von Anbietern, schnelle Angebotserstellung für Transportleistungen und Logistikangebote, Vereinfachung des Benchmarking, automatisierte Rechnungslegung und Zahlungsüberwachung
Verstärkte Standardisierung, Automatisierung der Personalbewirtschaftung auf Datenbankbasis	Verringerung der Schnittstellenproblematik bei der Software-Entwicklung; weniger Datenverluste, Beschleunigung von Bearbeitungsprozessen, Selbstbedienungsmöglichkeit für Mitarbeiter, Automatisierung von Routineprozessen

## Anlage 3:

## Anlage 3

Zu Frage 6

Primärenergieträger (gesamte Traktion)		Szenario "Einsatz Brennstoffzelle"			Szenario "Verbleib Dieseltraktion"		
		2000	2020	2050	2000	2020	2050
fossil	TWh	27.7	31.2	19.3	27.7	31.2	18.3
nuklear	TWh	10.5	5.2	0.0	10.5	5.2	0.0
regenerativ	TWh	1.7	2.2	14.9	1.7	2.2	7.9
Summe	TWh	39.9	38.6	34.2	39.9	38.6	26.2
Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen (nach Primär-Energieträgern)							
aus Steinkohle	kt	3972	2948	1131	3972	2948	1131
aus Braunkohle	kt	1857	1450	422	1857	1450	422
aus Erdgas	kt	826	2072	1950	826	2072	1338
aus Erdöl	kt	1886	1545	0	1886	1545	1597
Summe	kt	8541	8015	3503	8541	8015	4488
Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Herstellung (nach End-Energieträgern)							
Bahnstrom	kt	6347	6470	2891	6347	6470	2891
Diesel	kt	1	1	0	1	1	1
Erdgas	kt	0	0	0	0	0	0
Wasserstoff	kt	0	0	612	0	0	0
Summe	kt	6348	6471	3503	6348	6471	2892
Anteil an Gesamt	%	74.3	80.7	100.0	74.3	80.7	64.4

**Prof. Dr. Adolf Müller-Hellmann, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen,  
Köln**

Stellungnahme steht noch aus.

**Bernd Nierhaue, Aral AG, Bochum**

Aral Forschung GmbH

Bochum, 16. 11. 2001

Enquete Kommission des Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“: Öffentliche Anhörung von Sachverständigen am 06. 12. 2001 zum Thema

„Mobilität und Verkehr“

Stellungnahme von Bernd Nierhaue zu Aspekten zukünftiger Kraftstoffe und Antriebe aus der Initiative\*

„Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie“

## 1. Vision und Ziele

**Eine der großen Aufgaben des vor uns liegenden Jahrhunderts ist der weltweite Übergang zu einer nachhaltigen Entwicklung für Umwelt und Gesellschaft. Hierbei haben die Schonung fossiler Ressourcen und der Klimaschutz hohe Priorität.**

**Die VES-Initiative will hierzu einen aktiven Beitrag leisten. Sie will für die Mobilität den Weg von fossilen Energien zu regenerativ herstellbaren Energieträgern über den Straßenverkehr vorbereiten.**

**Der VES-Initiative liegt die Vision einer nachhaltigen Energieversorgung und Mobilität zugrunde.**

**Wesentliche Ziele bestehen darin, einen langfristigen zusätzlichen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung zu leisten, die Abhängigkeit des Verkehrs vom Erdöl zu verringern, endliche Ressourcen zu schonen und die Initiative auf Europa auszudehnen. Dabei soll innerhalb der nächsten 10 Jahre auch eine internationale Spitzenposition auf dem Gebiet alternativer Energien, ihrer Erzeugung und Anwendung im Straßenverkehr erreicht werden. Hierzu sollte zunächst ein (maximal zwei) zukunftsfähiger Kraftstoff ausgewählt und hierfür eine Einführungsstrategie vorgeschlagen werden.**

---

\* Im Mai 1998 wurde von der Bundesregierung und Vorständen der Unternehmen Aral, BMW, DaimlerChrysler, MAN, RWE, Shell und VWAG diese „VES-Initiative“ gestartet.

## 2. Auswahl eines zukunftsfähigen Kraftstoffs

Auf Basis umfangreicher Analysen wurde eine Kraftstoff-Vorauswahl aus 10 potentiellen Alternativkraftstoffen getroffen: Erdgas, Methanol und Wasserstoff, siehe Bild 1.



Die Task Force der VES hat diese vorausgewählten Kraftstoffe zusätzlich anhand von Umwelt- und Volkswirtschaftskriterien bewertet. Diese Bewertung führte zu keiner eindeutigen Priorisierung eines der drei vorausgewählten Kraftstoffe. Deshalb hat die Task Force diese

Kraftstoffe auf Basis von VES-Leitzielen bewertet.

Bild 1

Hierbei hat sich Wasserstoff als langfristig zukunftsfähigste Lösung herausgestellt.

Der politisch-strategische Hauptvorteil von Wasserstoff liegt darin, dass Wasserstoff sehr flexibel und zukünftig mit großem Potential regenerativ hergestellt werden kann. Hierdurch können CO<sub>2</sub>-Emissionen und Versorgungsrisiken sowohl im mobilen als auch stationären Bereich langfristig deutlich vermindert werden. Darüber hinaus ist die Task Force der Auffassung, dass die Wasserstofftechnologie und deren Anwendung im Verkehr ein hohes Innovationspotential und damit auch neue Wachstumsfelder für den Wirtschaftsstandort bieten.

## 3. Herstellung von Wasserstoff

Unter Berücksichtigung relevanter Gesichtspunkte (Nachhaltigkeit, CO<sub>2</sub>-Minderung ...) kommen als Primärenergie für die Wasserstofferzeugung eigentlich nur regenerative Quellen infrage. Hier ist zu klären, welche dieser regenerativen Energien in welchem Anteil für den Straßenverkehr verfügbar sein könnten.

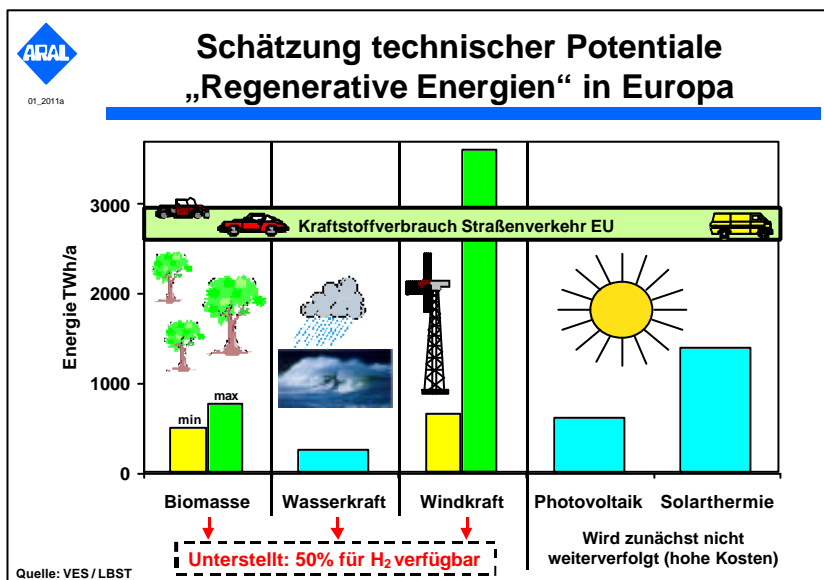
Bei der Ermittlung der in Deutschland bzw. Europa für den Verkehr verfügbaren regenerativen Potentiale wurde angenommen, dass von den insgesamt abgeschätzten Potentialen jeweils 50 % für den stationären Bereich bzw. für den Verkehr erschlossen werden können.

Die VES Task Force geht zunächst davon aus, dass es aus Gründen der Wirtschaftlichkeit notwendig ist, sich auf die Erschließung einiger weniger regenerativer Primärenergiequellen zu konzentrieren.

Als regenerative Primärenergiequellen kommen in D und EU insbesondere Windkraft und Biomasse infrage. Die Wasserkraftpotentialen sind weitgehend ausgeschöpft; dementsprechend ist nur die Nutzung freier Wasserkraftkapazitäten zu berücksichtigen. Die großtechnische Nutzung der Sonnenenergie ist in den hier betrachteten Zeiträumen die aufwendigste Lösung, sie wird deshalb zunächst nicht weiterverfolgt, wengleich auch längerfristig größere Potentiale aus Solarthermie und Photovoltaik erschließbar erscheinen.

Bei der Potentialabschätzung der Biomasse wurde Rest- und Abfallbiomasse (z.B. Restholz und Stroh) ohne den Anbau von Energiepflanzen und keine Biogaserzeugung (Vergärung) berücksichtigt. Demzufolge ist das Potential der Biomasse vergleichsweise gering.

Das mittelfristig größte in Europa erschließbare Potential zeichnet sich für Windkraft ab. Insbesondere für den offshore-Bereich weisen verschiedene Studien erhebliche Ressourcen aus. So weist die den VES-Arbeiten zugrundeliegende LBST-

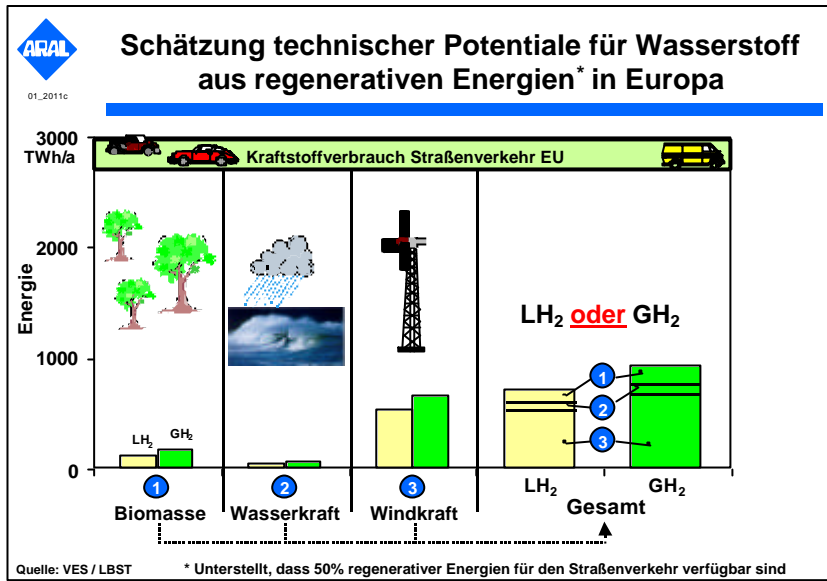


deliegende LBST-Analyse für Europa ein technisches Potential in der Größenordnung des heutigen europäischen Stromverbrauchs aus, was zwischenzeitlich auch durch Greenpeace bestätigt wird.

Die für Deutschland und Europa gesehenen Primärenergiepotentiale

und die daraus jeweils resultierenden Wasserstoffherzeugungspotentiale sind in den Bildern 2 und 3 aufgeschlüsselt.

Bild 2



Danach könnte aus europäischen Quellen stammender, regenerativ hergestellter Flüssig-Wasserstoff (LH<sub>2</sub>) entweder ca. 23% oder bei Herstellung gasförmigen Wasserstoffs (GH<sub>2</sub>) ca. 30 % des Kraftstoffverbrauches in Europa sicherstellen.

Bild 3



Für die Bereitstellung dieses Wasserstoffs an der Tankstelle kommen im Prinzip drei Produktionspfade infrage, siehe Bild 4.

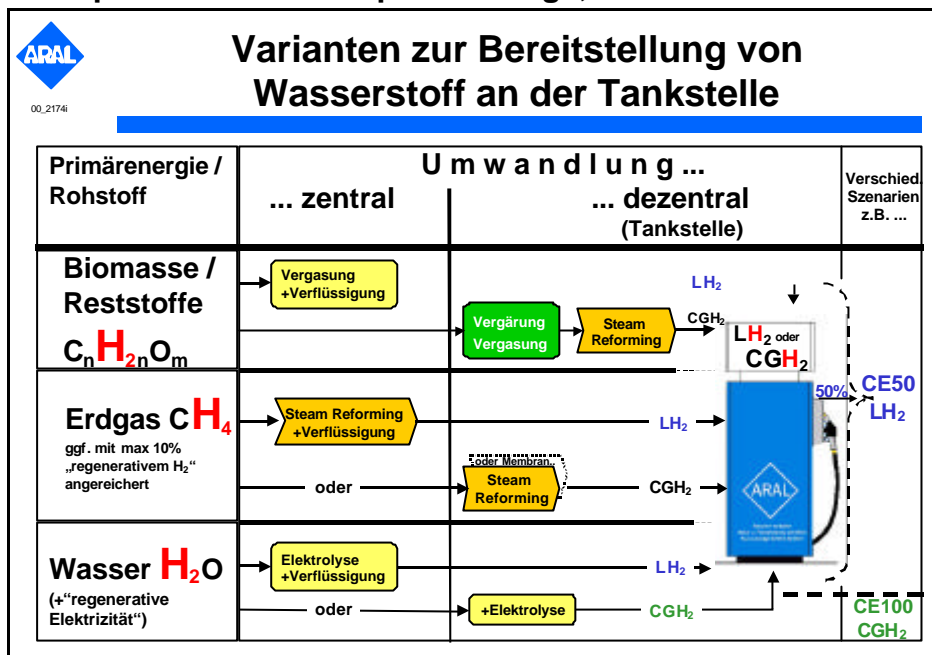


Bild 4

Unter Berücksichtigung der verfügbaren Primärenergie und der maximal erreichbaren CO<sub>2</sub>-Minderung ist zur Herstellung des Wasserstoffs die Elektrolyse besonders geeignet. Falls flüssiger Wasserstoff (LH<sub>2</sub>) benötigt wird, müsste dieser aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz zentral hergestellt werden. Dagegen wird die Produktion von gasförmigem Wasserstoff (CGH<sub>2</sub>) dezentral an der Tankstelle bevorzugt, da dessen Verteilung ab einer zentralen Stelle (aufgrund des niedrigen Energiegehaltes von CGH<sub>2</sub>) einen enormen Anstieg der Kraftstoff-Spedition erfordern würde.

Die elektrolytische H<sub>2</sub>-Produktion erfordert einen sehr großen Aufwand, so dass als potentiell kostengünstigere Produktionsvariante auch die Reformierung von Erdgas in Bild 4 aufgenommen wurde und auch in folgenden Kapiteln mit berücksichtigt wird.

#### 4. Verteilungsinfrastruktur für Wasserstoff

Bevor mit dem Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur begonnen werden kann, sind noch eine Reihe offener Fragen bzgl. möglicher Hindernisse zu

- Erschließung regenerativer Energiepotentiale
- Herstellung und Distribution von Wasserstoff
- praxistauglicher Speicherung von Wasserstoff
- realisierbarer Tankstellentechnik
- technischer und zeitlicher Realisierbarkeit einer Basisinfrastruktur
- Akzeptanz von Kunden und Gesellschaft
- technische Regeln und Zulassungsvorschriften
- Marktreife der Brennstoffzellentechnologie
- Wettbewerbsfähigkeit regenerativ erzeugten Wasserstoffs

- Entscheidung für flüssigen und/oder gasförmigen Wasserstoff
- langfristigen Investitionssicherheit

u.v.m. zu klären.

Wenn all diese Fragen positiv beantwortet werden, dann sind wesentliche Voraussetzungen für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur erfüllt. Darüber hinaus ist jedoch auch zumindest ein europäischer Konsens zwischen den Beteiligten über den Aufbau einer neuen Energieinfrastruktur, die Vorbereitung eines entsprechenden Fahrzeugangebots und unterstützende politische Rahmenbedingungen notwendig (Strategie-Vereinbarung).

Unter diesen Voraussetzungen könnte der Aufbau eines Wasserstoff-Tankstellen-Netzes hypothetisch in drei Phasen ablaufen:

- Lern- und Investitionsvorbereitungsphase
- Aufbau einer Basisinfrastruktur inkl. Vorbereitung entsprechender Fahrzeugangebote
- Marktdurchdringungsphase.

Der zeitliche Ablauf ergibt sich aus Bild 5. Infolge der noch bestehenden offenen Fragestellungen bzw. Hindernisse ist der Beginn des Aufbaus einer Wasserstoffinfrastruktur in 2007 als fiktiver Zeitpunkt zu werten.

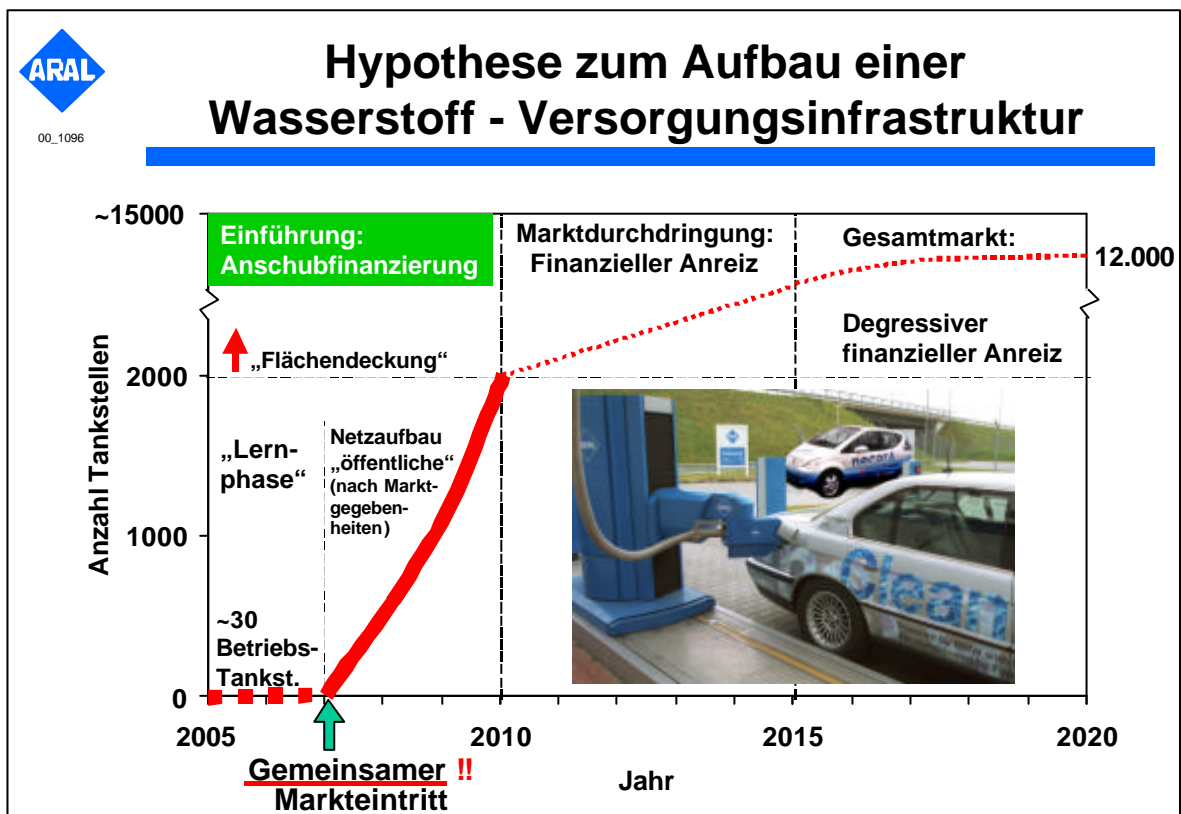


Bild 5

## 5. Anwendung von Wasserstoff in Fahrzeugen

Die Verwendung von  $\text{LH}_2$  und  $\text{CGH}_2$  ist sowohl in Pkw- und Nkw-Prototypen (mit Verbrennungsmotor als auch Brennstoffzelle) demonstriert worden. Hiermit befassen sich z.Z. die Automobilhersteller weltweit.

Es besteht z.Z. jedoch keine Klarheit, ob und ggf. welcher Kraftstoff als „Wasserstoffträger“ vor dem Einsatz von Wasserstoff für Brennstoffzellen-

**Brennstoffzelle als PKW-„Antrieb“  
Aktivitäten der Automobilindustrie**

Firma	Entwicklungsarbeiten mit Kraftstoff:			Ankündigung Markteintritt
	Wasserstoff	Methanol	„Benzin“	
DaimlerChrysler	X	X	X	2004*
Ford (Mazda)	X	Nein	X	2004
GM / Opel	X	Nein	X	2004*
Honda	X	X	X	2003
Mitsubishi	X	X	X	
Nissan	X	X	X	
Renault / PSA	X		X	
Toyota	X	Nein	X	2003*
VW	X (?)	Nein	X	
	Problem Infrastruktur	Reformer zur $\text{H}_2$ - Abspaltung		*Großserie 2010

„Favorisiert“

Stand 6-2001

Fahrzeugen erforderlich ist. Hierzu befassen sich Automobilhersteller mit der Reformierung ( $\text{H}_2$ -Abtrennung) von Benzin und/oder Methanol im Fahrzeug. Der jeweils bevorzugte Kraftstoff und die veröffentlichten Aussagen zum Markteintritt

fasst Bild 6 zusammen.

Bild 6

Neben dieser Frage nach einem „Brücken-Kraftstoff“ bestehen auch zum  $\text{H}_2$ -Einsatz noch offene Fragen, insbesondere bzgl.

- praxistauglicher Speicherung von Wasserstoff
- Abdampftrate bei Flüssigwasserstoff
- hoher Drücke von z.B. 700 bar bei gasförmigem Wasserstoff (bisher max. 350 bar)
- Integration in Fahrzeuge
- gesellschaftlicher Akzeptanz und Attraktivität für den Kunden
- Wettbewerbsfähigkeit regenerativ erzeugten Wasserstoffs
- Entscheidung für flüssigen und/oder gasförmigen Wasserstoff
- technischer Regeln und Zulassungsvorschriften.

Diese Fragen lassen sich nur durch praktische Versuche in Pilotprojekten klären, um damit auch die notwendigen Grundlagen zur Ermittlung von Mehrkosten für  $\text{H}_2$ -Fahrzeuge zu schaffen.

Bislang existieren weder für  $\text{H}_2$ -Tanksysteme noch für  $\text{H}_2$ -Antriebseinheiten (insbesondere Brennstoffzellen) Großserienerfahrungen. Daher beruhen die mittelfristigen Kostenangaben für Anschaffung und Be-

trieb eines Wasserstofffahrzeuges auf einer ersten Schätzung der VES-Partner. In Relation zu einem konventionellen Pkw mit Verbrennungsmotor und Benzinbetrieb (Referenzfahrzeug) zeichnen sich auf Basis der heutigen Kostensituation für das Jahr 2020 Mehrkosten bei der Anschaffung von ca. 9 % (bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor) bis 17 % (bei Fahrzeugen mit Brennstoffzelle) pro Fahrzeug ab.

Die Umstellung der Antriebssysteme auf Wasserstoff kommt einem Paradigmenwechsel gleich, der langfristige Auswirkungen auf die Automobil- und Zuliefererindustrie hat.

## 6. Kosten und Nutzen (CO<sub>2</sub>-Minderung) von Wasserstoff als zukünftigem Kraftstoff

Als Arbeitshypothese für die Entwicklung einer Einführungsstrategie wurden von der VES-Task Force - zunächst für Deutschland – folgende sehr anspruchsvolle Marktanteilsannahmen zugrunde gelegt:

- In 2010: 2,5 % Marktanteil am gesamten Kraftstoffverbrauch des deutschen Straßenverkehrs
- In 2020: 15 % Marktanteil am gesamten Kraftstoffverbrauch des deutschen Straßenverkehrs

Unter der Annahme, dass der 2,5 %ige Wasserstoffanteil am Gesamtkraftstoffbedarf von 691 TWh in 2010 und 15 % von 668 TWh in 2020 ausschließlich durch Pkw oder Nkw erreicht wird, ergeben sich folgende fiktive Bestandszahlen:

2010:	1,6 Mio Pkw	oder	30.000 Nkw
2020:	9,6 Mio Pkw	oder	190.000 Nkw

Heute lässt sich noch keine belastbare Aufschlüsselung zwischen H<sub>2</sub>-Pkw und H<sub>2</sub>-Nkw in 2010 und 2020 vorhersagen. Die vorgestellten Zahlen verstehen sich somit als Grenzwertbetrachtungen für Pkw und Nkw.

Zur Produktion des dafür benötigten Wasserstoffs wurden zwei Basisszenarien mit unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Reduktionsannahmen betrachtet:

- Clean Energy 50 (CE 50):  
deutliche CO<sub>2</sub>-Reduzierung durch Einsatz von 50 % erneuerbarer Energien
- Clean Energy 100 (CE 100):  
maximale CO<sub>2</sub>-Reduzierung durch Einsatz von 100 % erneuerbarer Energien.

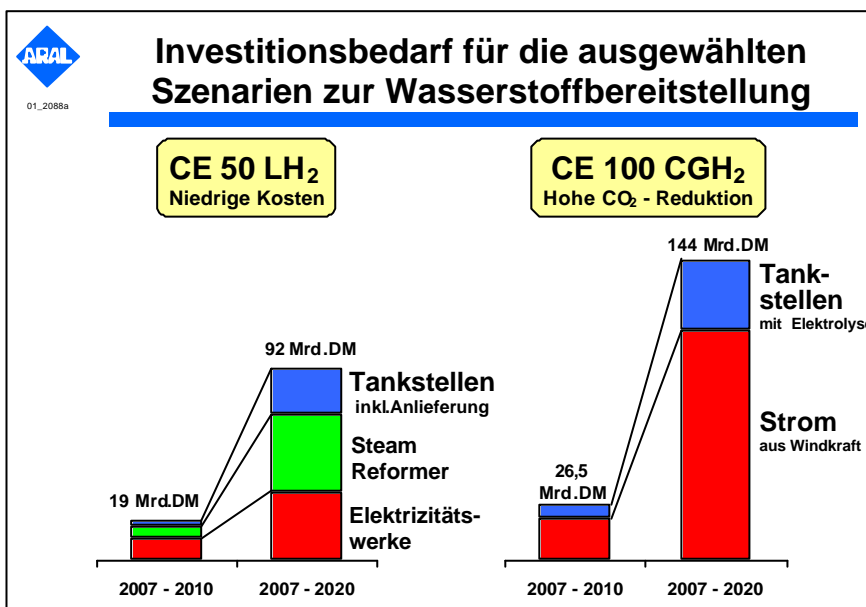
Es wird unterstellt, dass der Aufbau der Versorgungsinfrastruktur nach Bild 5 erfolgt.

Der Investitionsbedarf für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur für den Verkehr (Primärenergiebereitstellung, Kraftstofferzeugung, Kraftstoff-

verteilung, Tankstellen) in Deutschland wurde überschlägig ermittelt. Demnach wäre im Basisszenario CE 50 für die Schaffung einer Basisinfrastruktur mit einer flächendeckenden Tankstellenversorgung (2000 Tankstellen in 2010 einschließlich der vorgelagerten Prozesskette) mit Investitionsbeträgen in der Größenordnung von 14 Mrd. DM für die Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff zu rechnen.

Bei ausschließlicher Nutzung regenerativer Primärenergien (CE 100) erhöhen sich die entsprechenden Investitionen auf 27 Mrd. DM bis 37 Mrd. DM. Der Hauptanteil der Investitionen (20 Mrd. DM bis 26 Mrd. DM) entfällt hierbei auf die Errichtung von Windparks zur Erzeugung von regenerativem Strom.

Der kumulierte Investitionsbedarf von 2007 bis 2020 liegt – abhängig vom unterstellten Szenario – zwischen 86 Mrd DM (für CE 50 mit  $\text{CGH}_2$ ) und 201 Mrd DM für CE 100 mit Mix  $\text{LH}_2/\text{CGH}_2$ .

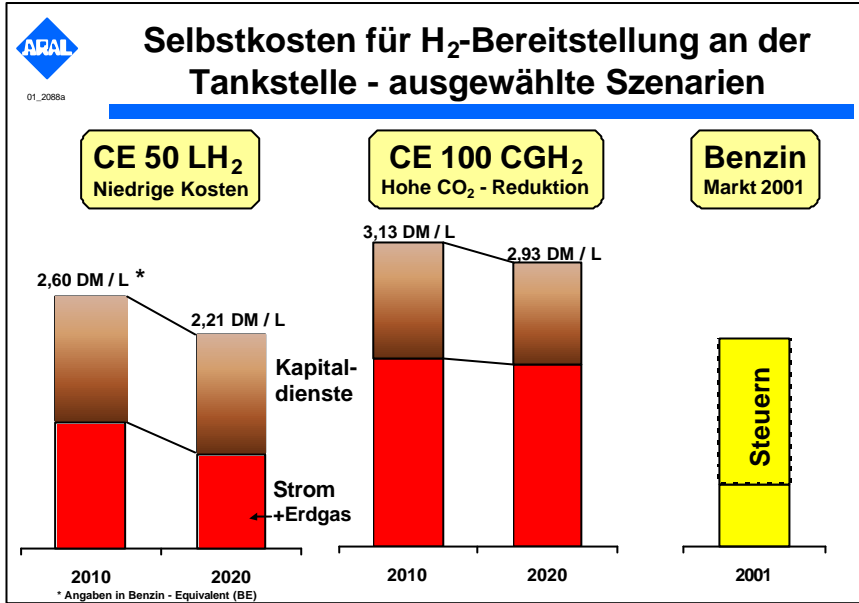


Wie die Kostenstruktur an zwei Beispielen in Bild 7 zeigt, entfällt der Schwerpunkt der Investitionen auf die Errichtung von Windkraftanlagen zur Erzeugung von regenerativem Strom. Dementsprechend sind die Gesamtinvestitionen in den CE 100-

Szenarien, in denen aufgrund des hohen Bild 7.

Bedarfes an regenerativen Primärenergien ausschließlich Windkraft zum Einsatz kommt (Skaleneffekte), überproportional hoch.

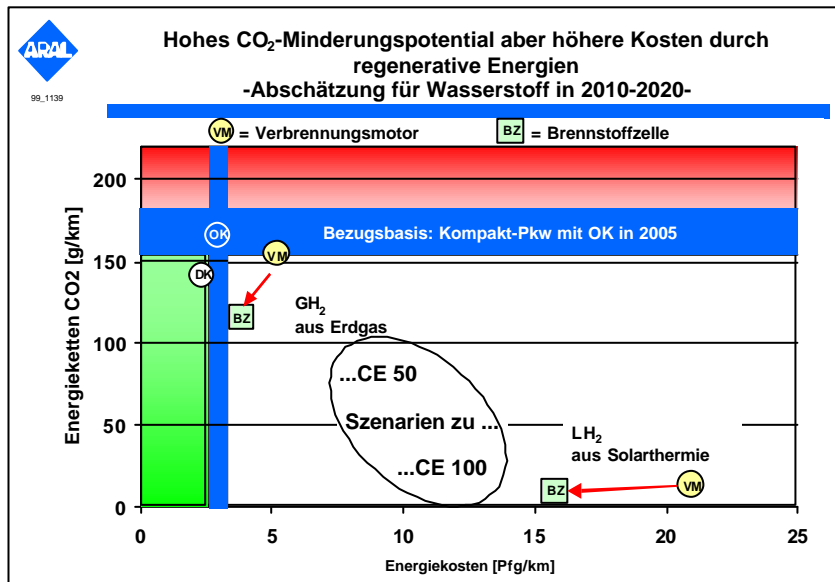
Da der Strombedarf zur Verdichtung von Wasserstoff ( $\text{CGH}_2$ ) geringer ist als für dessen Verflüssigung ( $\text{LH}_2$ ), ergibt sich für den Aufbau einer  $\text{LH}_2$ -Infrastruktur ein um rund 30 % höherer Investitionsbedarf.



Die Kraftstoffgestehungskosten für LH<sub>2</sub> und CGH<sub>2</sub> – als benzinäquivalent – setzen sich aus den Fahrzeugkosten, Transportkosten und anteiligen Kosten für die Tankstelle zusammen. Sie sind in Bild 8 in DM/l (Benzinäquivalent) für zwei Szenarien

en dargestellt.  
Bild 8

Die Kosten (Selbstkosten und unversteuert an der Tankstelle) für Wasserstoff im Szenario 2020 liegen um den Faktor 3,5 bis 6 höher als die vergleichbaren Kosten von Benzin in 2001. Das ist hauptsächlich auf den Aufwand für Neuinvestitionen in den Aufbau der regenerativen Energieerzeugung und deren Verzinsung von 12 % zurückzuführen. Die Wasserstoffkosten (unversteuert) liegen somit über den heute üblichen Tankstellenabgabepreisen für versteuertes Benzin.



Die Realisierung des Szenarios CE 100 bietet das Potential eines praktisch CO<sub>2</sub>-freien Straßenverkehrs, allerdings zu sehr hohen Kraftstoffkosten im Vergleich zum konventionellen Ottokraftstoff. Eine diesbezüglich besonders deutliche Ausprägung zeigt LH<sub>2</sub> aus Solart-

hermie, siehe Bild 9.  
Bild 9

Die Wasserstoffkosten bei Herstellung aus Erdgas sind deutlich niedriger, sind aber bzgl. CO<sub>2</sub>-Reduzierung nur bei Verwendung in der Brennstoffzelle

von begrenzter Bedeutung. Das CO<sub>2</sub>-Minderungspotentials des ebenfalls betrachteten Szenarios CE 50 liegt etwa in der Mitte zwischen „Erdgas“ und CE 100.

## 7. Schlussfolgerungen

Die vorstehenden Betrachtungen zeigen, dass der langfristig notwendige, jedoch schwierige Übergang von fossilen auf regenerativ herstellbare Kraftstoffe hohe finanzielle Vorleistungen und grundlegende Weichenstellungen von enormer Tragweite für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft erfordert.

Die politisch stark im Vordergrund stehende CO<sub>2</sub>-Reduzierung kann entsprechend den betrachteten CE 100-Szenarien in 2020 in einem geschätzten Bereich von 13 – 14 %<sup>1</sup> am Gesamtausstoß des Verkehrs liegen und erfordert hohe Investitionen. Mit dem Aufbau einer Wasserstoffbasisinfrastruktur ist jedoch die Grundlage für weitere CO<sub>2</sub>-Reduzierungen im Verkehrsbereich dauerhaft gelegt.

Hinzu kämen jährliche Mehraufwendungen für die höheren Wasserstoffkosten, z.B. im Jahr 2020 für die Substitution konventioneller Kraftstoffe von ca. 22 Mrd. DM<sup>2</sup>.

Dem gegenüber stehen zusätzliche Wertschöpfungseffekte durch den Aufbau einer eigenen Primärenergieinfrastruktur (z.B. regenerative Stromerzeugung aus Windkraft), einer eigenen Wasserstoffherzeugung sowie durch den Einsatz höherwertiger Fahrzeuge.

In Anbetracht des hohen Investitionsniveaus müssen die Realisierungsentscheidungen

- auch im Hinblick auf die Finanzierung - auf eine sehr sichere Basis gestellt werden. Dazu müssen noch erhebliche technische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Hürden überwunden werden.

Hierbei geht es im wesentlichen um

- einen europaweiten politischen und gesellschaftlichen Konsens über die Notwendigkeit und Akzeptanz von Wasserstoff als „Flächen-Kraftstoff“ und dessen Herstellung aus regenerativen Primärenergien
- die europaweite Zulassung von Wasserstoff als Kraftstoff
- die Unterstützung des wirtschaftlich schwierigen Übergangs durch die Politik, u. a. durch Vereinbarung realistischer Ziele und Schaffung positiver, europäischer Rahmenbedingungen
- die Klärung von noch offenen technischen und wirtschaftlichen Fragen zur regenerativen Herstellung von Wasserstoff, zu dessen praxistauglicher Speicherung an der Tankstelle und im Fahrzeug (flüssig und/oder gasförmig, 700-bar-Technologie/Sicherheit etc.), zur realisierbaren Tankstellentechnik

<sup>1</sup> Quelle: LBST

<sup>2</sup> Annahmen: Mehrkosten je l Benzinäquivalent für Wasserstoff 2 DM, bei einem Kraftstoffbedarf von 11 Mrd. l (entspricht 100 TWh in 2020) entstehen Mehrkosten von 22 Mrd. DM

- Klärung der Frage, ob Wasserstoff von Beginn an ausschließlich aus regenerativen Energien (CE 100) oder aus einem Mix fossiler und regenerativer Energien (CE 50) hergestellt werden soll
- parallel dazu muss aus Kundensicht die Attraktivität und die Akzeptanz für neue Fahrzeugkonzepte (z.B. Brennstoffzelle) und Kraftstoffe (Wasserstoff) erreicht werden. Das bedeutet insbesondere, dass die kundenrelevanten Fahrzeugeigenschaften mindestens gleichwertig zu Benzin-/Dieselfahrzeugen sein müssen.

Vor dem Hintergrund dieser Hindernisse geht die Task Force davon aus, dass die für 2010 unterstellte Marktanteilshypothese von 2,5 % am Kraftstoffabsatz nicht bis zu diesem Zeitpunkt, sondern erst später erreicht werden kann.

Zur Überwindung dieser Hürden sieht die Task Force die Notwendigkeit,

- einen Prozess zur Entwicklung notwendiger, politischer Rahmenbedingungen anzustoßen
- den Partnerkreis um europäische Energie- und Fahrzeugunternehmen zu erweitern (ist inzwischen erfolgt) und
- offene technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Fragen durch praktische Erfahrungen aus Feldversuchen/Demonstrations-Projekten zu klären (hierzu wird in Berlin das Projekt „Clean Energy Partnership“ geplant), siehe Bild 10.



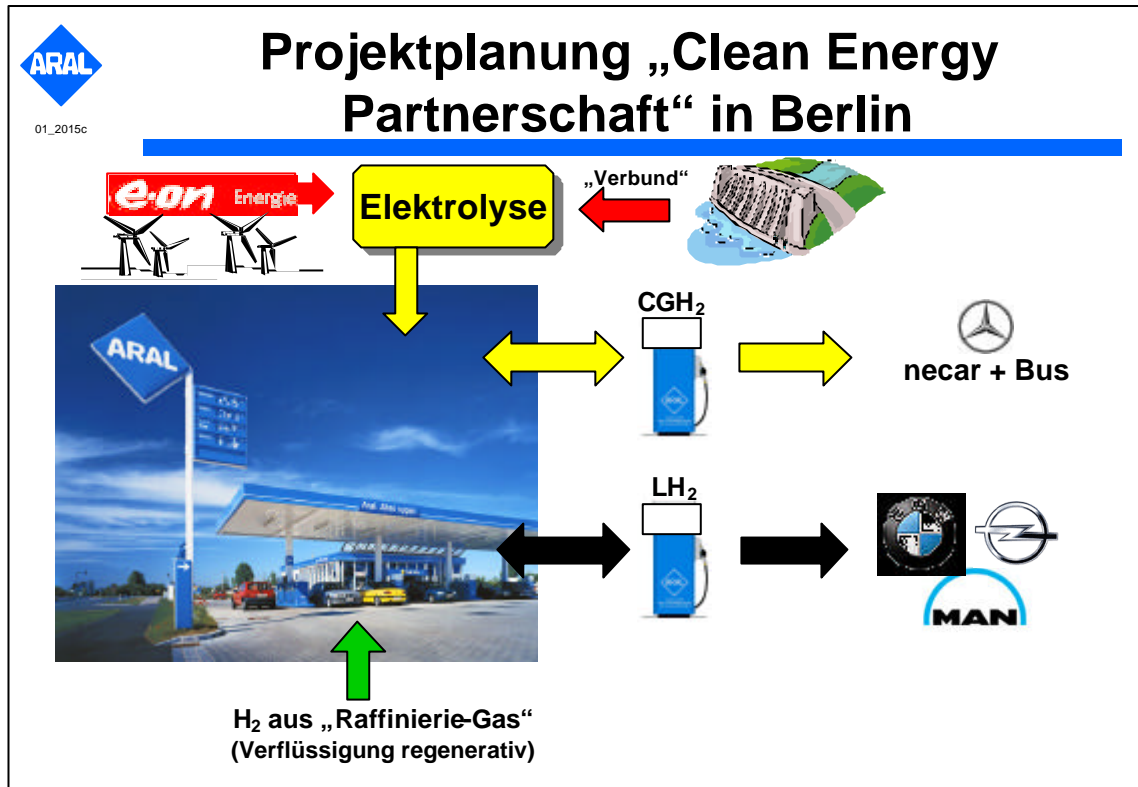


Bild 10

Die Umstellung heutiger Versorgungsstrukturen auf neue, nachhaltige Energieformen wird mehrere Dekaden erfordern. Die heutigen Kraftstoffe werden noch sehr lange die tragenden Säulen der Mobilität sein. Deshalb müssen die heutigen Energie- und Fahrzeugtechnologien intensiv weiterentwickelt und auf eine weitere Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbräuche ausgerichtet werden. Von daher versteht sich die VES-Initiative nicht als Wettbewerber zu konventionellen Energie- und Antriebssystemen, sondern als Weichensteller für einen langfristig unvermeidlichen Strukturwechsel.

## Frank Overmeyer, DaimlerChrysler AG, Stuttgart

Stellungnahme von DaimlerChrysler zum Fragenkatalog zur Anhörung der Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung" Mobilität und Verkehr

Entsprechend den Empfehlungen der 1. Klima-Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages soll als langfristiges Ziel eine deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen angestrebt werden; für Kohlendioxid betragen die nationalen Minde- rungsziele 50 % bis 2020 und 80 % bis 2050. Zu den genannten nationalen Minde- rungszielen sollen langfristig alle Verursachersektoren prinzipiell mit einer vergleich- baren Reduktionsquote beitragen. Daraus ergeben sich für den Verkehrssektor fol- gende Fragen-.

- Wie werden sich die Rahmenbedingungen für den Verkehr bis 2020 bzw. 2050 unter Trendbedingungen verändern? Charakterisieren Sie grundlegende Be- stimmungsgrößen für die künftige Verkehrsentwicklung, wie Bevölkerungsent- wicklung, Entwicklung der Siedlungsstruktur, Wirtschaftsentwicklung und Wirt- schaftsverflechtung, Verkehrsinfrastruktur und Energiepreise, gesellschaftliche Paradigmata und Lebensstile.

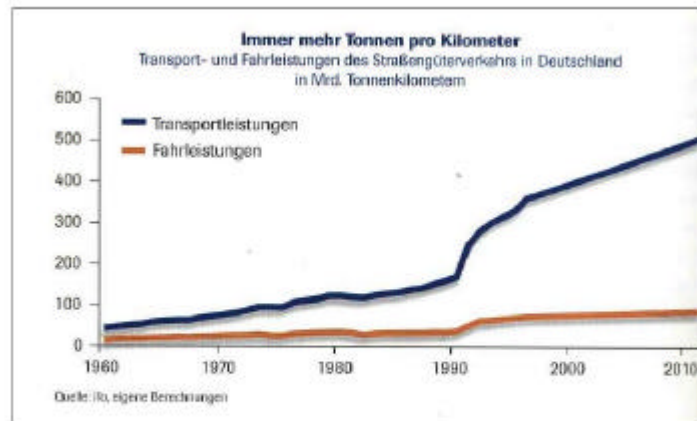
In Deutschland ist zukünftig von einer Verlangsamung des Anstieges des Ver- kehrs auszugehen. Vergl. **Grafik [1]**. Allerdings könnte durch die **EU- Osterweiterung** speziell auf **D** ein **Anstieg des Transitverkehrs** zukommen.



- Wie wird sich das Verkehrsbild bis 2020/2050 im Trend verändern?  
Wie werden sich Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen nach Verkehrs- zwecken bzw. Güterarten darstellen, beim Deutschland berührenden Luft- und

Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?

Die Straßenverkehrstransportleistung wird deutlich stärker zunehmen, als die Fahrleistung. Vergl. **Grafik [2]**. Auch hier könnten **Auswirkungen** durch die **EU-Osterweiterung** entstehen.

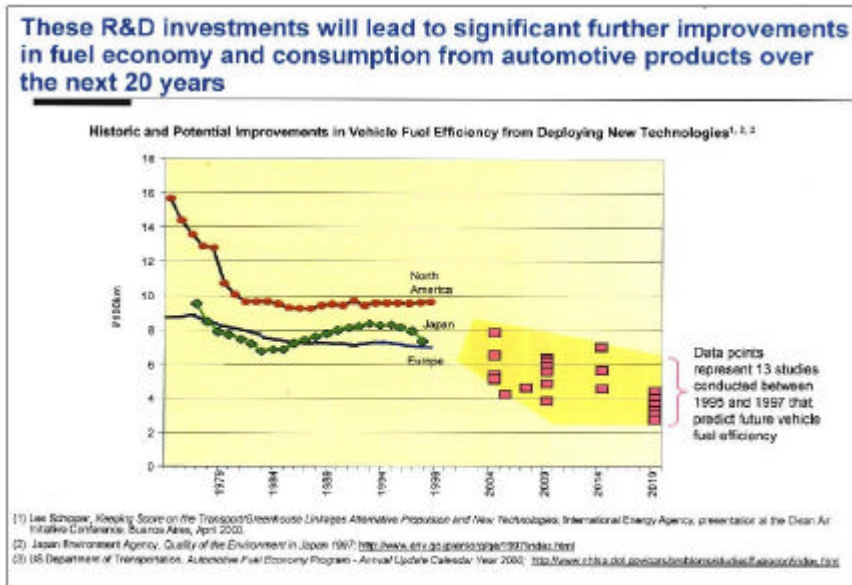


Grafik 2

Wie wird sich dieser Verkehr nach Verkehrsarten aufteilen?  
(Abgleich mit den Annahmen der Szenariostudien)

3. Welche Emissionen an limitierten Stoffen und welche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren bzw. spezifischen Energieverbräuche je Personen- bzw. Tonnenkilometer können bis zum Jahre 2050 (bzw. 2020) bei den verschiedenen Verkehrsträgern bei Würdigung technologischer Perspektiven, wirtschaftlicher Umsetzbarkeit und naturgesetzlicher Grenzen erreicht werden?

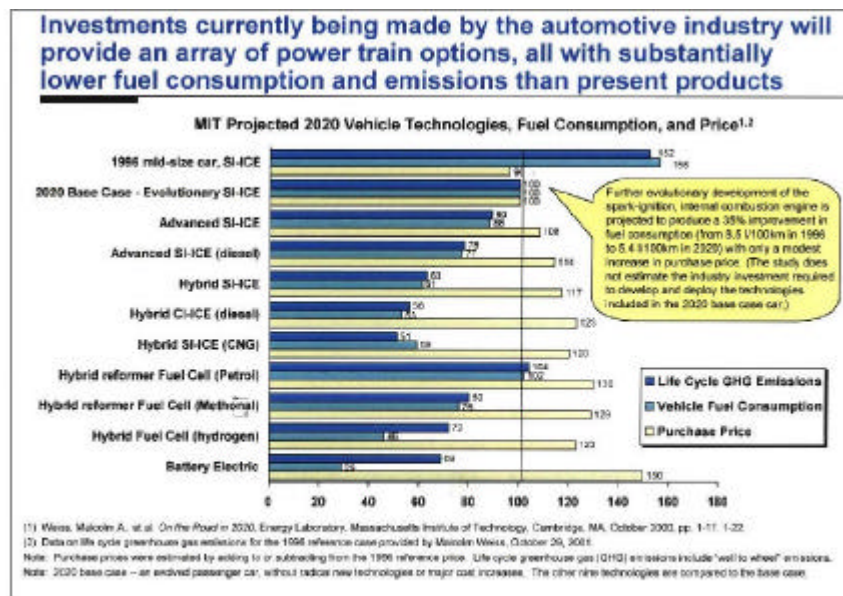
Der Kraftstoffbedarf bzw. der Energiebedarf für den Straßenverkehr wird weitestgehend konstant bleiben (**691 TWh in 2010 und 668 TWh in 2020 in D, Daten ifeu, Tremod**). Hierbei wird das steigende Verkehrsaufkommen durch den Einsatz hocheffizienter Fahrzeuge aufgefangen. Diverse internationale Studien sehen einen deutlichen Trend zu immer effizienteren Fahrzeugen. **Grafik [3]**



Ordi 3

Welche neuen Fahrzeug- und Antriebstechniken sind zu welchen Preisen und Anteilen absehbar?

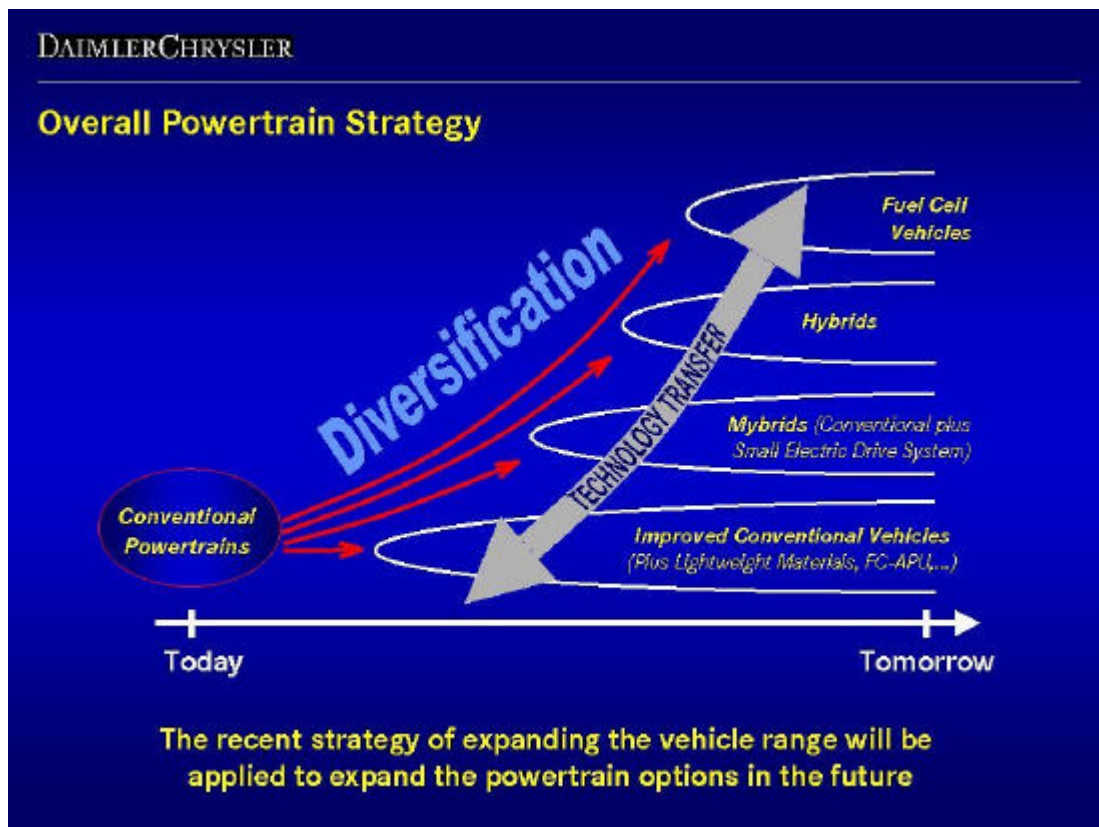
Eine denkbare Projektion wurde von MIT in ihrem „On the road 2020“ Report gemacht, dort sind alle denkbaren Antriebsvarianten bezüglich Kosten, Verbräuchen und Emissionen aufgeführt. **Grafik [4]**



Ordi 4

Ein wahrscheinliches Zukunfts-Szenario wird in der **Grafik [5]** dargestellt. Dieses zeigt, dass aufbauend auf einer breiten Basis verbesserter konventioneller

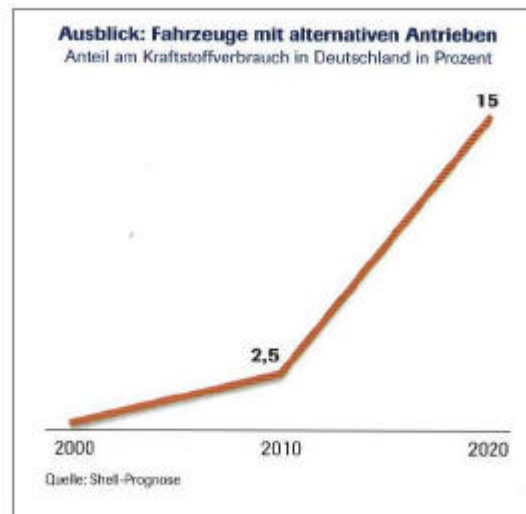
Antriebe die **Mybrid<sup>5</sup>**- und **Hybrid** - Fahrzeuge aufsetzen und letztendlich zur **Brennstoffzellentechnologie** führen werden. Am Ende werden **alle Antriebstechnologien parallel** einem jeweils spezifischen Anwendungszweck dienen.



In welchem Umfang und mit welchen Modifikationen werden sich herkömmliche Fahrzeug- und Antriebstechniken behaupten?

In den nächsten 20 Jahren werden **konventionelle Antriebe** ( Diesel/Benzin Verbrennungsmotoren) definitiv noch dominieren (**2020 ~85%**). Dieser **15%** Anteil **alternativer Antriebe** (Shell Prognose) entspricht ungefähr einem Anteil von **25%** bis **30%** bei den **Neuzulassungen** im Jahr **2020**. Vergl. **Grafik [6]**

<sup>5</sup> MYBRID = Mild Hybrid ( Fzg. mit kleinen Elektromotor zu Anfahrzwecken z.B. Starter/Generator



Graphik: 6

Bis zum Jahr **2050** ist mit einem **Marktanteils Potenzial** der **alternativen Antriebe** von bis zu **50%** zu rechnen. Diese Annahme trägt der Tatsache Rechnung, dass es auch in 50 Jahren immer noch Regionen, insbesondere außerhalb Europas geben wird, die noch nicht über die notwendige Infrastruktur verfügen werden.

Diese Antriebe werden im Vergleich zu heute folgende Bandbreite haben:

- Kleinere dafür aber hochaufgeladene Verbrennungsmotoren (downsizing)
- Verbrennungsmotoren mit optimierter Verbrennung<sup>6</sup>
- Verbrennungsmotoren mit variabler Verdichtung und variablem Hubraum
- MYBRID (konventionelle Verbrennungsmotoren plus kleine Elektroantriebe, Einsatz von Starter/Generator-Technik)
- HYBRID (konventionelle Verbrennungsmotoren plus große Elektroantriebe, Einsatz von echten Elektroantrieben alternativ oder additiv einsetzbar)

Von der Verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie (**VES**) wird langfristig **Wasserstoff** als Zukunftskraftstoff präferiert und ebenfalls von einer Marktanteilsprämisse von **15%** am Kraftstoffbedarf **2020** in **Deutschland** unterstellt. Wasserstoff ist sowohl in der Brennstoffzelle als auch im Verbrennungsmotor einsetzbar und kann zudem auf vielfältige Weise regenerativ hergestellt werden.

<sup>6</sup> Kombination der Vorteile von Diesel- und Benzinverbrennungsprozess. Diesel mit Zündkerze oder Benziner ohne Drosselverluste

Welche Spannweite abhängig z. B. von politischen Vorgaben sind erreichbar?

Die geschätzten **15%** für alternative Antriebe (2020) sind bereits nur mit politischer Unterstützung erreichbar, vor allem durch Förderung der benötigten **Infrastruktur und der regenerativen Energiegewinnung**.

Ob diese Marktanteilsprämisse erreicht werden kann, ist einerseits von der Entwicklung der BZ-Technologie als auch vom Einstieg in eine möglichst regenerative Wasserstoffwirtschaft abhängig. Der langfristig notwendige, jedoch schwierige Übergang von fossilen auf regenerativ herstellbare Kraftstoffe erfordert hohe finanzielle Vorleistungen und grundlegende Weichenstellungen von enormer Tragweite für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

Die politisch gewünschte CO<sub>2</sub>-Reduzierung erfordert hohe **Investitionen** - allein in die **Versorgungsinfrastruktur Deutschlands** - in der Größenordnung von **143 bis 201 Mrd. DM**. Mit dem Aufbau einer Wasserstoffbasisinfrastruktur ist jedoch die Grundlage für weitere CO<sub>2</sub>-Reduzierungen im Verkehrsbereich dauerhaft gelegt.

Hinzu kämen jährliche **Mehraufwendungen** für die höheren **Wasserstoffkosten**, z.B. im Jahr 2020 für die Substitution konventioneller Kraftstoffe von ca. **22 Mrd. DM<sup>7</sup>**

Dem stehen zusätzliche Wertschöpfungseffekte durch den Aufbau einer eigenen Primärenergieinfrastruktur (z.B. regenerative Stromerzeugung aus Windkraft), einer eigenen Wasserstoffherzeugung sowie durch den Einsatz höherwertiger Fahrzeuge gegenüber.

In Anbetracht des hohen Investitionsniveaus müssen die Realisierungserscheidungen

- auch im Hinblick auf die Finanzierung - auf eine sehr sichere Basis gestellt werden. Dazu müssen **noch erhebliche technische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Hürden** überwunden werden. (weitere Detaillierung im 2. VES Zwischenbericht S. 37)

Des Weiteren gehen wir davon aus, dass es neben völlig neuen Kraftstoffen auch zusätzlich **Kraftstoff - Blendings** ( Beimischung von Bio-Kraftstoffen ) und **Synthetische Kraftstoffe** aus Erdgas geben wird.

<sup>7</sup> Annahmen: Mehrkosten je l Benzinäquivalent für Wasserstoff 2 DM, bei einem Kraftstoffbedarf von 11 Mrd. l (entspricht 100 TWh in 2020) entstehen Mehrkosten von 22 Mrd. DM



4. Welche Entwicklungen ergeben sich bei der Informations- und Kommunikationstechnik und welche Auswirkungen auf den Verkehr erwarten Sie daraus?

Mit Hilfe zukünftiger Telematiksysteme könnte sich insbesondere in Städten der Verkehrsfluss verbessern lassen, da gerade in Städten im Gegensatz zu den Fernstraßen eine ausreichende Anzahl von Alternativrouten existiert. Diese Systeme müssten allerdings nicht nur Alternativrouten aufzeigen, sondern auch die **Verkehrssignalgebung aktiv** im Sinne der aktuellen Verkehrssituation **beeinflussen**.

Zukünftige Systeme werden auch über eine viel größere Anzahl an Verkehrsdaten verfügen, da zukünftig nahezu jedes Fahrzeug seine lokalen Daten ermitteln und an zentrale Leitsysteme weiterleiten wird ( FCD Floating Car Data ). Diese Technologie ermöglicht eine nie da gewesene **Transparenz** des aktuellen **Verkehrsgeschehens**.

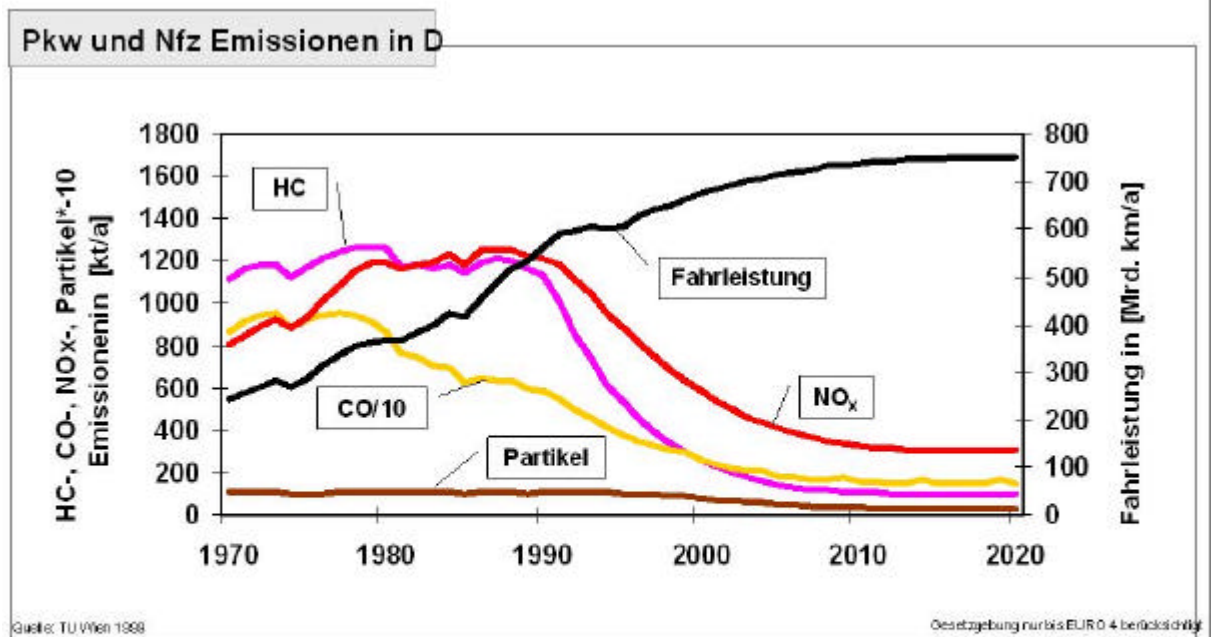
Auch verbesserte **Parkleitsysteme** werden helfen, den innerstädtischen Verkehr zum Nutzen der Anwohner und des Autofahrers zu optimieren (win/win).

5. Wie haben sich die limitierten Emissionen, die Energieverbräuche und die klimarelevanten Emissionen aus den verschiedenen Verkehrssektoren in der Vergangenheit entwickelt und wie werden sie sich in den Jahren 2020 und 2050 im Trend darstellen?

Schadstoffemissionen werden 2020 und 2050 kein Problem mehr darstellen.



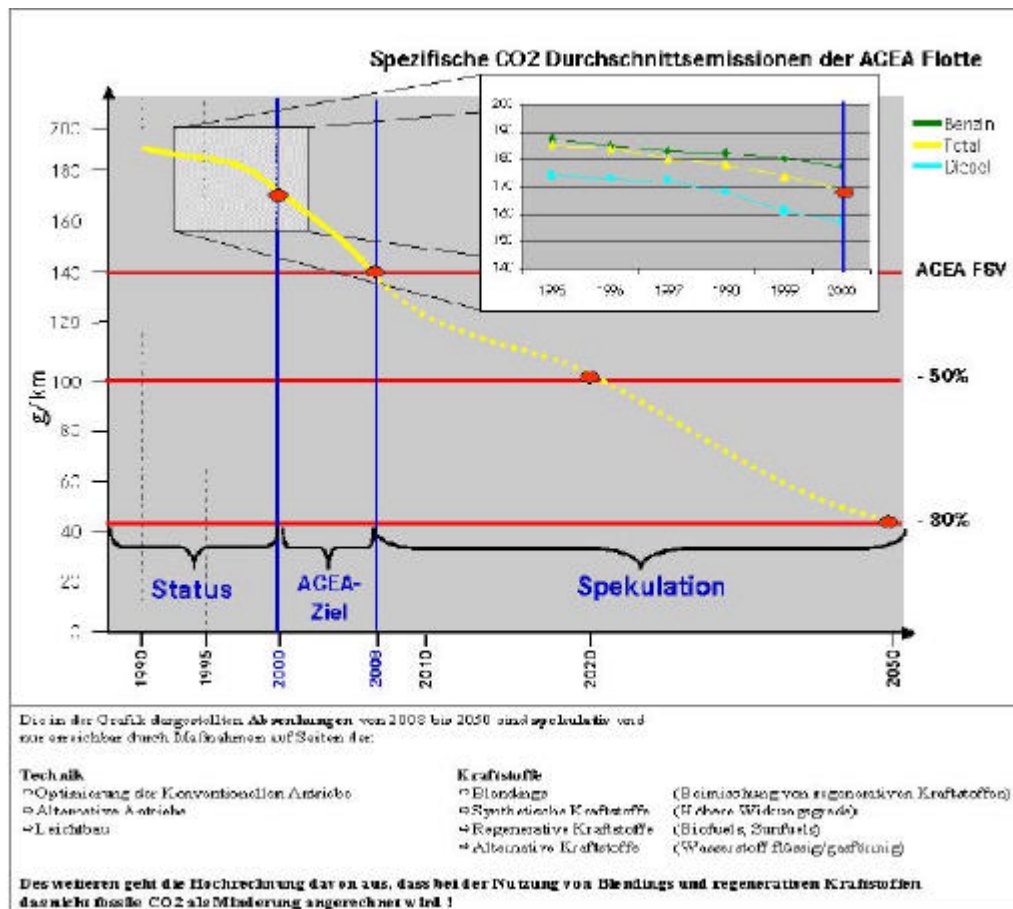
## Vergl. Grafik[7]



Grafik: 7

Leider existieren wirklich belastbare Daten zu Großflottenverbräuche erst seit ungefähr 1995, was natürlich nur eine begrenzte Sicherheit bei der Hochrechnung auf 20, bzw. 50 Jahren zulässt. Kombiniert man diese Zahlen jedoch mit den zu erwartenden **Verbesserungen** bei den **konventionellen Antrieben** in Verbindung mit dem **Zuwachs** an **alternativen Antrieben** und der **Zunahme** an **alternativen Kraftstoffen**, so erscheinen die **Forderungen** nach **50% (2020)** und **80% (2050)** CO<sub>2</sub>-Senkung zumindest **nicht völlig illusorisch**, jedoch angesichts des Zeithorizonts immer noch **spekulativ**.

## Vergl. Grafik[8].



Die in der Grafik dargestellten **Absenkungen** von 2008 bis 2050 sind **spekulativ** und nur **erreichbar** durch Maßnahmen auf Seiten der :

**Technik**

- Optimierung der konventionellen Antriebe
- Alternative Antriebe
- Leichtbau

**Kraftstoffe**

- Blendings (Beimischung von regenerativen Kraftstoffen)
- Synthetische Kraftstoffe (höhere Wirkungsgrade)
- Regenerative Kraftstoffe (Biofuels, Sunfuels)
- Alternative Kraftstoffe (Wasserstoff flüssig/gasförmig)

Des Weiteren geht die Hochrechnung davon aus, dass bei der Nutzung von

**Blendings und regenerativen Kraftstoffen das nicht fossile CO<sub>2</sub> als Minderung angerechnet wird !**

6. Welche klimarelevanten Emissionen erwarten Sie im Trend im Verkehr nach eingesetzten Energieträgern, beim Deutschland berührenden Luft- und Seeverkehr auch unter Berücksichtigung der Streckenabschnitte außerhalb des deutschen Hoheitsgebietes?

Welche Primärenergien sind nach Art und Umfang zur Bereitstellung dieser Energieträger aufzuwenden? Bitte trennen Sie nach fossilen, nuklearen und regenerativen Energien und zeigen Sie alternative Entwicklungen auf.

**Primärenergien:**

Bei der Ermittlung der in **Deutschland** bzw. Europa für den Verkehr verfügbaren **regenerativen Potentiale** wurde angenommen, dass von den insgesamt eingeschätzten Potentialen jeweils **50%** für den stationären Bereich bzw. für den **Verkehr** erschlossen werden können.

Die VES Task-Force geht zunächst davon aus, dass es aus Gründen der Wirtschaftlichkeit notwendig ist, sich auf die Erschließung einiger weniger regenerativer Primärenergie-quellen zu konzentrieren.

Als regenerative Primärenergiequellen kommen in **D** und **EU** insbesondere **Windkraft** und **Biomasse** infrage. Die Wasserkraftpotentiale sind weitgehend ausgeschöpft;

dementsprechend ist nur die Nutzung freier Wasserkraftkapazitäten berücksichtigt.

Die großtechnische Nutzung der **Sonnenenergie** ist in den hier betrachteten Zeiträumen die aufwendigste Lösung, sie wird deshalb durch VES **zunächst nicht weiterverfolgt**, wenngleich auch längerfristig große Potentiale aus Solarthermie und Photovoltaik erschließbar erscheinen, allerdings hauptsächlich in **Regionen außerhalb Europas**.

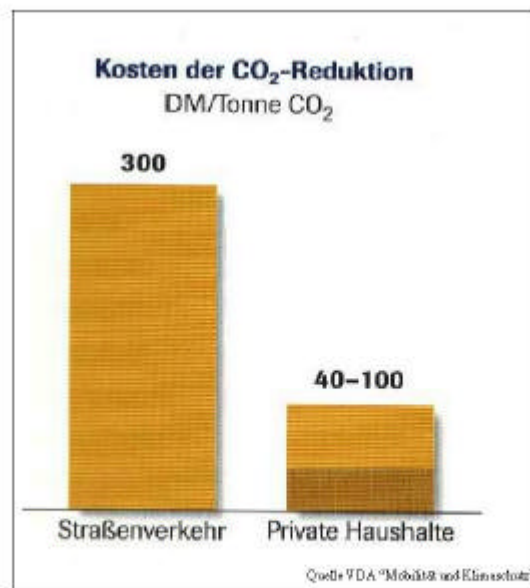
(Detaillierte Aufstellung im 2.VES Zwischenbericht S. 23)

Welche Emissionen von klimarelevanten Emissionen (Kohlendioxid und Stickoxide, beim Luftverkehr auch Wasseremissionen), sind mit der Herstellung der Endenergieträger verbunden?

7. Wie können die jeweiligen Klimaschutzziele für 2020 und 2050 erreicht werden?

Primär durch einen möglichst effizienten Einsatz der Mittel. CO<sub>2</sub> – Minderung sollte da betrieben werden, wo der größte Effekt erzielt werden kann (Isolation, Großkraftwerke). Nach einer Abschätzung des VDA liegen die Kosten für die Einsparung einer t CO<sub>2</sub> im mobilen Bereich deutlich höher, als z.B. bei den privaten Haushalten.

Vergl. **Grafik[9]**



Beim automobilen Verkehr sollten zuerst die unnützen Verbräuche durch Stop-and-Go minimiert werden (Stauvermeidung, Engpassbeseitigung). Der VDA kommt diesbezüglich zu einem beträchtlichen **Einsparpotential** in Deutschland.

**(12 Mrd Liter Kraftstoff = 24 Mrd DM = 30 Mio t CO<sub>2</sub>)**

Vergleichen Sie die zu erwartenden Emissionswerte in 2020 und 2050 mit jenen von 1990?

Die Schadstoffemissionen werden selbst bei zunehmendem Verkehr weiter abnehmen und selbst in Ballungszentren kein Problem mehr darstellen (Katalysatoren, bessere Kraftstoffe). Siehe **Grafik [7]**

Wieweit werden die Reduktionsziele (bei Kohlendioxid minus 50 % bis 2020 und minus

80 % bis 2050 gegenüber 1990) erfüllt oder verfehlt?

Die CO<sub>2</sub> Emissionen könnten sich gemäß der **Grafik [8]** entwickeln.

Welche Möglichkeiten sehen Sie zur Vermeidung von Zielverfehlungen durch Änderungen in den einzelnen Verkehrsbereichen, durch Ausgleich zwischen Teilen des Verkehrssystems, sowie durch zusätzliche Zielbeiträge in anderen Bereichen?

Analyse aller CO<sub>2</sub> Verursacher und Einsatz der Mittel an den Stellen, wo der größte Erfolg zu erzielen ist. (private Haushalte, Kraftwerke, Industrie)

8. Welche Maßnahmen sind geeignet, die Erreichung der Klimaschutzziele sicherzustellen?

Staatliche Maßnahmen?

Unterstützung der gesamtgesellschaftlichen Aufgabe durch:

- Aufbau einer alternativen Kraftstoffinfrastruktur,
- Schaffung polit. Rahmendbedingungen in D und Europa,
- Finanzielle Unterstützung.

Maßnahmen seitens der Wirtschaft?

Im Einklang zwischen Politik, Energiewirtschaft und Fahrzeugindustrie den Paradigmenwechsel einzuleiten (z.B. durch Umsetzung der VES-Ziele)

Maßnahmen seitens der Verbraucher?

Wenn Staat und Wirtschaft Ihre Beiträge erfolgreich leisten, wird der Verbraucher von alleine folgen.

Wie kann man solche Maßnahmen anregen und stützen, und wie deren Ergebnisse sichern?

Konstruktiven Dialog führen zwischen AI, Mineralölwirtschaft und Politik. Forschungsförderung mit dem Schwerpunkt: „CO<sub>2</sub> – Minderung durch technische Lösungen“.

Steuerliche Förderung regenerativer Kraftstoffe und alternativer Antriebstechnologien.

Des Weiteren durch **ökologische** und vorausschauende **Fahrweise**.

9. Welche Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Entwicklungen hinsichtlich eines umweltverträglicheren Mobilitätsverhaltens können heute identifiziert wer-

den (z.B. autofreie Siedlungen, Car-Sharing, Fahrradverkehr, Nah- statt Fern-tourismus) und weiches Potential lässt sich hieraus zukünftig durch eine umweltorientierte Verkehrspolitik erschließen?

10. Welche kritischen Meilensteine müssen in welchen Jahren - von heute an gerechnet - in Bezug auf die spezifischen Werte und Verkehrsmengen erreicht werden, damit die Zielgrößen von 80 bzw. 50 % Emissionsabsenkung in den Jahren 2050 bzw. 2020 erreicht werden können? Diskutieren Sie die Zeitkonstanten für große Umstellungen im System der Energiebereitstellung und in der Verkehrstechnik.

In den nächsten Jahrzehnten wird ein schrittweiser Wandel der Rohmaterialien erfolgen:

- **Rohöl -> Erdgas -> Biomasse (Windenergie)**

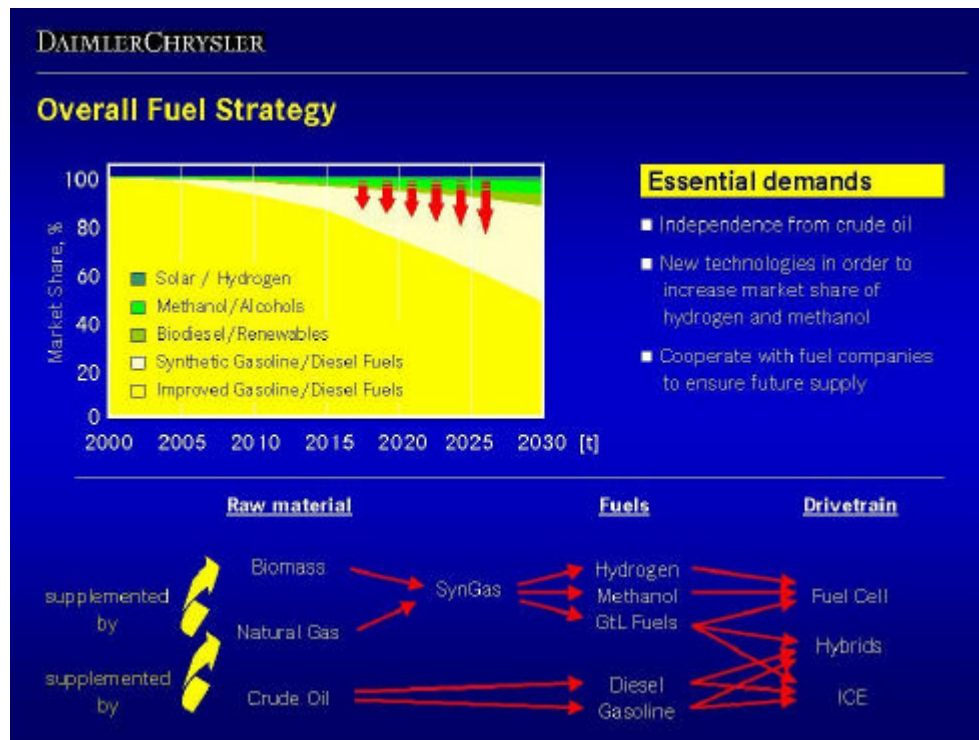
Auf Basis dieser Rohmaterialien wird sich die Bandbreite der heutigen Kraftstoffe erweitern:

- **Benzin + Diesel + Synthetische Kraftstoffe + Methanol + Wasserstoff**

Einhergehend mit dieser Entwicklung werden sich 3 Antriebssysteme behaupten :

- **Verbrennungsmotor + Hybridantriebe + Brennstoffzellenantriebe**

Der schematische Zusammenhang ist aus **Grafik[10]** ersichtlich.



11. Welche politischen Initiativen sind für den Fall einer drohenden Zielverfehlung in 2050

und 2020 geeignet, um die genannten Klimaschutzziele (Absenkungsraten) im Verkehrssektor zu erreichen?

Massive **Förderung** von **alternativen Energien** und **Antriebskonzepten**, sowie der notwendigen flächendeckenden **Infrastruktur**. Bei der Senkung der verkehrbedingten CO<sub>2</sub> Emissionen kommt eine **bedeutende Rolle** auch auf die **Mineralölindustrie** bzw. die **Energieversorger** zu. Alleine kann die Automobilindustrie diese Herausforderung nicht meistern. Daher können Wege zur **Zielerreichung** nur **gemeinsam** von allen Partner gesucht und besritten werden (Staat, Automobilindustrie, Mineralölindustrie, Energieversorger).

Welche Wirkungen hätten diese Maßnahmen auf andere Dimensionen der Nachhaltigkeit bzw. auf andere politische Zielfelder?

12. Wie sollte ein Prozess des Monitoring und des ständigen Anpassens der quantitativen Minderungsziele für die verschiedenen Verkehrssektoren an neue technologische Entwicklungen, an Nachfrageverschiebungen und an neue Erkenntnisse über die Wichtigkeit bestimmter Gefährdungen aussehen?

Wichtig ist hier ein **Monitoring** auf **europäischer** und weniger auf nationaler **Ebene**. EU-Monitoring der ACEA-FSV<sup>8</sup> hat sich bewährt.

Die **Marktdurchdringung** technologischer **Erneuerungen** ist dann am erfolgreichsten, wenn sie **ökonomisch** und in der **Nutzung** dem **Bisherigen überlegen** sind.

Beispiele :

- Pferd -> Dampflokomotive -> Automobil
- Dampflokomotive -> Diesellokomotive -> E-Lok -> ICE -> Magnetschwebebahn (?)
- Verbrennungsmotor -> Hybridantrieb(?) -> Brennstoffzelle(?)
- Großrechner -> PC

13. Wenn Sie es für unmöglich halten, die genannten quantitativen Minderungsziele im Verkehrssektor zu erreichen: Um welchen Betrag (in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) wird der Verkehrssektor die quantitativen Minderungsziele für 2050 bzw. 2020 verfehlen?

14. Durch welche Maßnahmen kann ermöglicht und gesichert werden, dass die genannte Menge an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in anderen Sektoren in Deutschland zusätzlich eingespart werden?

Ist es sinnvoll, ein Einsparungsziel speziell für den Verkehrssektor(oder irgend einen anderen Verbrauchssektor) festzulegen oder führt dies zu volkswirtschaftlich suboptimalen Größen und damit zur Verschwendung knapper Ressourcen? Wie sollte eine angemessene Vorgabenfestlegung ausgestaltet werden?

Auf einzelne Sektoren heruntergebrochene Einsparungsziele können kontraproduktiv wirken. Vielmehr muß die Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes als gesamtgesellschaftliche Aufgabe begriffen werden, ohne den Wirtschaftsstandort Deutschland zu gefährden. Es sollte dort zuerst eingespart werden, wo die niedrigsten CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten entstehen.. Dazu ist es notwendig **neutrale Vergleichsgrößen** zu definieren, wie z.B. **Kosten pro eingesparte Tonne CO<sub>2</sub>** und diese Vergleichsgrößen dann Sektor spezifisch zu ermitteln. Dadurch

<sup>8</sup> ACEA-FSC = ACEA Freiwillige Selbstverpflichtung zur CO<sub>2</sub>-Minderung



ließen sich die Sektoren identifizieren, bei denen eine staatliche Förderung am effizientesten wäre. Hierfür könnten dann spezifische Förder-Programme entwickelt werden. Im Gegenzug müssten dann die Vorgaben für die „teuren Sektoren“ zurückgenommen werden. Vergl. **Grafik [9]**

Eine fortschrittliche, d.h. regenerative Energiewirtschaft verursacht nicht nur Kosten, sondern bietet das auch Potential für neue Arbeitsplätze und Exportmöglichkeiten.

Schlussbemerkung:

Eine Unterstützung von Seiten der **Politik** für den **Wechsel** zu **alternativen Antrieben** darf **nicht** über **Restriktionen** bei den **konventionellen Antrieben** führen, denn mit den **Einnahmen** aus dem Verkauf der **heutigen** und **morgigen** Autos und Kraftstoffe, **finanzieren** die Automobil- und die Mineralöl-Industrie die Investitionen für die **Welt von Übermorgen!**

- **Wenn dieses Geld fehlen sollte, müsste entweder der Staat die Finanzierung übernehmen oder die neuen Technologien kommen nie zum Durchbruch.** -

**Prof. Dr. Rudolf Petersen, Wuppertal Institut, Wuppertal**

## Stellungnahme

*1. Frage*

Das WI erarbeitet keine eigenen Prognosen zu der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung, die als treibende Kräfte der Verkehrsnachfrage angesehen werden können. Hinsichtlich der für die Nachfrage im Pkw-Verkehr sowie im Luftverkehr wesentlichen Entwicklungen in den gesellschaftlichen Wertvorstellungen und Lebensstilen gehen wir davon aus, dass das Automobil weiterhin und die privaten Fernflüge zunehmend wichtige Elemente der Lebensgestaltung bilden werden. Bis zum Zieljahr 2020 rechnen wir mit keinen einschneidenden Veränderungen in den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und den gesellschaftlichen Wertvorstellungen; die Preisstrukturen im Automobil- und Luftverkehr dürften weitgehend stabil bleiben. Insbesondere sehen wir keine Signale aus den Mineralölmärkten, die das Autofahren und das Fliegen derart einschneidend verteuern, dass davon wesentliche Restriktionen auf die Nachfrage in diesen Segmenten ausgehen werden. Die klimapolitisch intendierten Einsparbemühungen im Bereich des Mineralöls dürften zwar bei den Nach-Kioto-Phasen insbesondere in Europa zu einem durch Ökosteuern unterstützten Preisanstieg führen, diese werden jedoch die grundsätzlichen Preisrelationen nicht umstürzen.

Innerhalb dieses allgemeinen Entwicklungsrahmens dürften in Teilbereichen des Verkehrs durchaus interessante Entwicklungen sichtbar werden. So erwarten wir in einem Teil der Gesellschaft eine Ausweitung automobilunabhängiger Lebensstile, was sich in einer Ausdifferenzierung urbaner Siedlungslagen bemerkbar machen könnte. Da jedoch seit einer Reihe von Jahren die Pkw-Nutzung im Innerortsverkehr nicht mehr nennenswert zugenommen hat, sondern die Zuwächse eher im Außerortsverkehr, und hier besonders auf Autobahnen wirksam geworden sind, bedeutet dies keine generelle Trendwende. Die autounabhängige Mobilität in städtischen Bereichen dürfte daher nur geringen Einfluss auf die Struktur der Gesamtverkehrsnachfrage und auf den Gesamtenergieverbrauch im Verkehr haben.

Hinsichtlich des Güterverkehrs werden die expansiven Tendenzen der vergangenen zehn Jahre bis zum Zieljahr 2020 weiterhin wirksam werden. Die zunehmend kritischere Einstellung der Bevölkerung gegenüber dem Straßengüterfernverkehr einerseits und die Bemühungen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der konkurrierenden Verkehrsträger Schiene und Binnenschifffahrt andererseits werden voraussichtlich jedoch nicht in dem betrachteten Zeitraum zu Trendbrüchen führen.

Im Zeithorizont 2050 sehen wir aufgrund von Knappheitserscheinungen auf den Mineralölmärkten nach 2020 bis 2030 durchaus Ansätze für tiefgreifende Strukturveränderungen, die jedoch nicht quantitativ untersetzt werden können. Ein denkbare Szenario wäre ein Jahrzehnt der starken Verteuerung der erdölbasierten Kraftstoffe ab 2020, in dem dann zunehmend zunächst erdgasbasierte Energieträger im Pkw- sowie Lkw-Verkehr deren Platz einnehmen. Im Flugverkehr dürften diese Substitutionsmöglichkeiten nicht bestehen, es kann daher zu deutlichen Verteuerungen kommen. Da regenerative Energieträger auf dem Kostenniveau heutiger Erdöl- bzw. Erdgaskraftstoffe um 2030 bis 2050 nicht in dem erforderlichen Umfang zur Verfügung stehen werden, sind überall dort Verteuerungen zu erwarten, wo Erdöl nicht zu günstigen Preisen durch Erdgas ersetzt werden kann.

Von den IuK-Technologien werden voraussichtlich zwar erhebliche Veränderungen in der individuellen Mobilitätsorganisation wie auch in der Güterdistribution ausgehen, nennenswerte substitutive Effekte werden jedoch nicht gesehen. Vielmehr wird sich der Einsatz der neuen Technologien in organisatorischen Verbesserungen des Einsatzes der Transportmittel für den physischen Verkehr erschöpfen. Die bereits sichtbar gewordenen Trends in der Kleingüterdistribution dürften als Folge von E-Commerce im Bereich Business to Consumer (B2C) deutlich zunehmen, was eine starken Zunahme der Fahrleistungen leichter Lkw nach sich ziehen wird.

## **2. Frage**

Einige grundlegende Aspekte sind in der Antwort zu Frage 1 bereits angesprochen worden. Im Bereich des Pkw-Verkehrs wird sich die weitere Diffe-

renzung des Produktes Automobil dahingehend auswirken, dass verstärkt kleine Fahrzeuge als Zweit- oder Drittauto verfügbar werden, deren Kilometerleistung allerdings insgesamt allenfalls bei 5% des Gesamtaggregates der Pkw liegen wird. Diese Fahrzeuge werden jedoch keine eigene Automobilkategorie darstellen – etwa nach der Vorstellung von Leichtfahrzeugen –, sondern traditionelle Antriebe und Sicherheitsmerkmale aufweisen. Der Standard-Pkw wird zumindest bis 2020, dem gegenwärtigen Trend folgend, weiterhin im Leistungszuschnitt und in den Fahrzeugmaßen zunehmen. Ein Element der Ausdifferenzierung der Pkw wird die Ausweitung des Segmentes der Freizeitfahrzeuge analog den Entwicklungen in den USA sein. Diese weisen dann ungünstigere Energieverbrauchswerte als die Standard-Pkw auf. Eine so starke Ausweitung des Segmentes wie in den USA ist jedoch nicht zu erwarten, vielmehr dürften auch deren Fahrleistungen insgesamt weniger als 10% der Pkw-Fahrleistungen ausmachen. Daher werden diese Modelle zwar in der Energieeffizienz ungünstiger sein, jedoch nur einen begrenzten nachteiligen Einfluss auf das Gesamtaggregat des Pkw-Verbrauches haben.

Im Luftverkehr wird trotz der gegenwärtigen Nachfrageeinbrüche kein genereller Trendwechsel eintreten, zumindest nicht bis zum Zieljahr 2020. Träger der weiteren Zunahme in der Größenordnung von ca. 5% pro Jahr bei den Passagierkilometern wird der private Reiseverkehr über weite Distanzen sein. Die im Jahre 2020 für die Flugzeugflotten bestimmenden energieverbrauchsrelevanten Faktoren sind bereits heute bekannt: Effizienzgewinne bei den Triebwerken und Verbesserungen bei den Flugzeugkörpern mit im langjährigen Mittel etwa 1% Energieeffizienzgewinn pro Jahr, Einsatz von neuen Großraumflugzeugen auf den aufkommensstarken Relationen mit im Schnitt noch etwas reduziertem Energieverbrauch je Passagierkilometer. Gleichwohl werden die Effizienzgewinne selbstverständlich nicht ausreichen, um die Verkehrsausweitung zu kompensieren, sodass bis 2020 für den von Deutschland ausgehenden Luftverkehr etwa mit einer Verdopplung des Energieverbrauches zu rechnen sein wird. Der Energieaufwand im Luftfrachtverkehr wird voraussichtlich prozentual deutlich stärker ansteigen, entsprechend der stärkeren Zunahme der Transportleistungen, jedoch von einem im Vergleich zum Personenverkehr sehr niedrigen Ausgangsniveau. Für die Zeit nach 2020 bis 2050 sind, wie oben an-

gesprochen, ernsthafte Brüche als Folge von Störungen der Verfügbarkeit von Mineralöl bzw. wesentlicher Verteuerungen nicht auszuschließen. Gleichwohl ist nicht absehbar, dass bis 2050 alternative Energieträger im Luftverkehr dominieren werden.

### **3. Frage**

Die Emissionen an limitierten Stoffen (CO, CH, NO<sub>x</sub>, Partikel) werden durch die im Trend absehbaren fahrzeugtechnischen Verbesserungen soweit zurückgeführt werden können, dass die gegenwärtig noch bestehenden Probleme – Diesel-Partikel und Ozon – im Zeitverlauf um 2020 als im wesentlichen entschärft gelten können. Verbesserte Katalysatoren zur Oxidation insbesondere von Kohlenwasserstoffen, in mageren Gemischen wirksame Katalysatoren zur NO<sub>x</sub>-Reduzierung und Partikelfilter werden für alle Diesel-Pkw und –Lkw den Standard bilden, möglicherweise wird man auch für Otto-Motoren mit Benzin-Direkteinspritzung die Feinstpartikel durch Abgasnachbehandlung reduzieren. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen je Personenkilometer im Pkw-Verkehr werden sich mehr und mehr den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Kilometers angleichen, da voraussichtlich der Besetzungsgrad im Mittel weiter abnehmen und längerfristig gegen eins tendieren wird.

Die im Mittel aus allen Fahrzuständen und Fahrzeuggrößen im Bestand wirksamen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren könnten für das Jahr 2020 etwa 140 g/km ausmachen, dies entspricht dem Mittelwert der Pkw-Neuwagenflotte des Jahres 2008 nach der ACEA-Zusage an die Europäische Kommission. Berücksichtigt man die im Mittel in realen Fahrzuständen gegenüber dem Fahrzyklus höhere CO<sub>2</sub>-Emission einerseits und das Tempo der Umsetzung der Zielgröße vom Neuwagenjahrgang in den Gesamtbestand andererseits, so erscheint dieses Niveau durchaus realistisch. Eine Prognose bis zum Jahre 2050 wäre unseriös; möglich und auch notwendig wäre allerdings die Ableitung von erforderlichen Emissionsfaktoren in einem normativ angesetzten Klimaschutzszenario, das dann die Technikentwicklung und die Entwicklung bei regenerativ erzeugtem Wasserstoff treiben würde. Entscheidend für den technischen und strukturellen Innovationsdruck wird sein, ob für den Verkehrsbereich vergleichbar hohe pro-

zentuale Minderungsschritte eingefordert werden, wie sie von der Klima-Enquete-Kommission für die Gesamtheit der CO<sub>2</sub>-Emissionen für 2020 und 2050 formuliert worden sind. Es lassen sich selbst mit konventionellen Antriebstechnologien spezifische Szenarien für den Pkw-Sektor mit um 80 % geringerem streckenbezogenem Ausstoß begründen, allerdings nicht mehr für den Lkw- und den Luftverkehr. Vor allem für diese Subsektoren wäre zur Emissionssenkung eine starke Einflussnahme auf die Verkehrsentwicklung erforderlich. Für ein solches normatives Szenario fehlen jedoch wesentliche Anhaltspunkte.

Abstrahiert man von der Trendentwicklung und unterstellt eine stark forcierte Politik zur Einführung von Effizienztechnologien im Pkw-Verkehr, so erscheint eine Halbierung des spezifischen Energieverbrauches bzw. des spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes für das Jahr 2020 möglich. Die Eckpunkte eines solchen Szenarios: Mit verfügbarer Technologie wie konsequente Hubraumreduzierung, konsequenten Leichtbau und einer Senkung der Auslegungsgeschwindigkeiten und –beschleunigungswerte der Pkw kann für ein Fahrzeug der Golf-Klasse ab 2005 ein CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von ca. 70 g/km erreicht werden, entsprechend in den anderen Fahrzeugklassen ebenfalls halbierte Werte gegenüber heute. In den verbleibenden Jahren bis 2020 würde dies dann den Bestand durchdringen mit dem Ergebnis, dass im Jahre 2020 dieser Emissionsfaktor für die Flotte charakteristisch wird. Eine solche Perspektive ist kompatibel mit heutigen technologischen Möglichkeiten und gleichwohl ökonomisch im Rahmen heutiger Produktionskosten darstellbar. Allerdings sehen wir unter realistischen Rahmenbedingungen keine Politikströmungen, welche durch fiskalische und ordnungsrechtliche Initiativen derart starke Verbrauchs- bzw. Emissionsreduzierungen unterstützen würden.

Bei weiterer Verfolgung des Pfades einer energetischen Optimierung im Rahmen konventioneller Fahrzeug- und Antriebstechnologien könnte bis 2050 in der Flotte sogar ein CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von etwa 25 – 30 g/km erreicht werden, also etwa ein Sechstel bis zu einem Achtel des derzeit in der Flotte realisierten Wertes. Auch wenn solche Entwicklungen durchaus diskutiert werden, geht das politische Interesse gegenwärtig allerdings eher auf alternative Antriebe und Kraftstoffe.

Im Zeitverlauf bis 2020 werden aller Voraussicht nach keine tiefgreifend neuen Fahrzeug- und Antriebstechnologien in nennenswertem Umfang in die Flotte kommen; der Verbrennungsmotor dürfte bestimmend bleiben. Nach 2020 dürfte aber, wie angesprochen, ein höherer Anteil an Erdgasfahrzeugen bzw. erdgasbasierten Kraftstoffen verfügbar werden, wodurch allerdings allenfalls um 20 bis 25% geringere spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichbar werden. Für die längere Perspektive bis 2050 könnte entweder von einer Fortsetzung des Erdgaspfades in Verbrennungsmotoren ausgegangen werden oder von einer stärkeren Nutzung von Brennstoffzellenantrieben mit aus Erdgas hergestelltem Wasserstoff. Gegenüber der direkten Nutzung von Erdgas in Verbrennungsmotoren könnten damit weitere 20% an spezifischem Emissionsrückgang verbunden sein; die Verfügbarkeit und die Kosten dieser Antriebe werden voraussichtlich erst nach 2030 den Verbrennungsmotor ernsthaft konkurrieren können. In welchem Umfang dann regenerativ erzeugter Wasserstoff dazu beitragen kann, den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor unter Berücksichtigung der gesamten Energieketten signifikant zu senken, kann aus heutiger Sicht nicht seriös beantwortet werden. Dazu wäre es erforderlich, die Umgestaltung des gesamten Energiesystems zu unterstellen, da es energetisch und klimaseitig Priorität hätte, mit dem regenerativ erzeugten Wasserstoff zunächst die Nutzung fossiler Kraftstoffe in stationären Anlagen zu substituieren.

#### *4. Frage*

Die Auswirkungen von IuK-Technologien auf den Verkehr werden sich auf organisatorische Verbesserungen im Verkehrsablauf und bei der Güterdisposition beschränken; hier sind sowohl Verbesserungen in der Energieeffizienz als auch zusätzliche Verkehrsleistungen denkbar. Ob die verbrauchsmindernden Effekte der IuK-Techniken überwiegen werden, wird sich weniger an diesen Technologien als an den Preisen für physischen Verkehr entscheiden. Unter Trendbedingungen gehen wir von etwa einer Kompensation der positiven und negativen Effekte aus.

### 5. Frage

Die Entwicklungen der limitierten Emissionen sind für die verschiedenen Landverkehrsmittel mit dem TREMOD-Datenmodell u.a. von IFEU umfassend modelliert worden. Für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Landverkehrsmittel liegen dort ebenfalls Abschätzungen vor, die im großen und ganzen plausibel sind. Da jedoch die Entwicklung der Pkw-Fahrleistungen in nahezu allen Prognosen der Vergangenheit unterschätzt worden ist, gehen wir bei eigenen Prognosen von etwas abweichenden Daten für die klimarelevanten Emissionen bis 2020 aus.

**Table: Klimarelevante Emissionen aus dem Verkehr in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent, Entwicklung nach Trendszenario**

a) nach Verkehrsbereichen

Jahr	PKW	mot. 2-Räder	Busse	Bahnen	LKW	Binnenschiff	Flugzeug	
							nur CO <sub>2</sub>	Aufschlag
1990	106,0	1,1	3,4	10,0	33,1	2,0	13,9	23,7
1995	107,6	1,1	3,1	10,5	47,9	1,7	17,0	29,0
2000	110,8	1,1	3,0	10,7	56,3	2,5	22,0	37,4
2005	114,3	1,1	2,9	10,8	59,9	3,0	27,7	47,2
2010	111,4	1,1	2,8	10,7	62,7	3,5	33,6	57,1
2015	108,4	1,1	2,7	10,6	65,0	3,9	39,2	66,7
2020	104,0	1,0	2,6	10,3	66,5	4,4	44,4	75,4



*b) insgesamt und im Vergleich zu Zielpfaden*

Jahr	insgesamt im Trend	dagegen: Ziele	
		Pfad 1	Pfad 2
1990	193,2	193,2	193,2
1995	218,2	182,1	177,1
2000	243,9	171,7	161,0
2005	267,3	161,9	144,9
2010	283,2	152,6	128,8
2015	297,9	143,9	112,7
2020	309,0	135,7	96,6

Anm.: **Aufschlag im Luftverkehr**: Faktor 1,7 gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen allein, entsprechend den IPCC-Ansätzen für die gesamte Klimawirkung des Luftverkehrs; **Pfad 1**: abgeleitet aus den Zielwerten von Kioto und Manchester; **Pfad 2**: abgeleitet aus den Zielwerten von Bundesregierung und Klima-Enquete-Kommissionen des Deutschen Bundestages

Gegenüber der nationalen Klimaberichterstattung ist hierbei insbesondere der Luftverkehr unterschiedlich dargestellt. Die Abgrenzung erfolgt entsprechend der Abgrenzung der Energiebilanz, umfaßt also im wesentlichen den innerdeutschen Luftverkehr und den grenzüberschreitenden Luftverkehr im Abgang in der Teilstrecke bis zur nächsten Landung. (Eine Einbeziehung des grenzüberschreitenden Luftverkehrs auch im Eingang würde zu einer weiteren deutlichen Erhöhung der zu berücksichtigenden Werte führen. Dies gilt in geringerem Maße auch bei Berücksichtigung der kompletten Flugstrecken nicht nur bis zur nächsten Landung, sondern bis zum Endziel der Passagiere.) Zusätzlich getrennt ausgewiesen ist beim Luftverkehr ein Aufschlag in Höhe des 1,7-fachen der reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechend der IPCC-Empfehlungen zur Abbildung der zusätzlichen Treibhauswirkungen der Flugzeugabgase in großen Höhen; IPCC gibt die gesamte Klimawirkung (RFI, radiation forcing index) des

Luftverkehrs bei einer großen Unsicherheitsbandbreite mit 2,7 gegenüber CO<sub>2</sub> allein an.

Wie bereits an anderer Stelle dargelegt, sehen wir aufgrund des Technikeinsatzes im Kraftfahrzeugverkehr für 2020 das Problem der limitierten Emissionen bzw. der lokal und regional wirksamen Luftverschmutzungen als weitestgehend entschärft an. Durch Abgasnachbehandlung sind unaufwendig fast beliebig niedrige Schadstoffwerte erreichbar; das einzige Problem besteht darin, diese für jeweilige Neuwagenjahrgänge erzielbaren Verbesserungen zügig in den Bestand zu übertragen und ggf. alte „Hochemitter“ herauszubekommen.

Prognosewerte für 2050 können nicht genannt werden. Wir halten es jedoch für erforderlich, die Zielwerte und daraus abzuleitenden Zielpfade auch für den Verkehr festzulegen und daran weitere Maßnahmen zu orientieren bzw. davon als Sockel für Emissionshandel auszugehen (vergl. Ziffer 14).

## **6. Frage**

Zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen vgl. die Antwort auf Frage 5. Hinsichtlich der eingesetzten Energieträger haben wir ebenfalls bereits dargestellt, daß wir bis 2020 weiterhin von einer weitgehenden Stützung auf fossile Energieträger ausgehen. Elektrischer Strom aus allen Primärenergiequellen spielt im Verkehr eine nachrangige Rolle, und auch davon wird ein erheblicher Teil fossil basiert. Regenerative Energieträger sind gegenwärtig nur in verschwindendem Umfang in Nischenmärkten präsent und können auch im Falle einer massiven Ausweitung ihres Marktes, wie in den oben genannten Zahlen bereits unterstellt, keine signifikante strukturelle Änderung herbeiführen.

Zwischen den eingesetzten fossilen Primärenergieträgern besteht ein gewisses Substitutionspotential, ebenso zwischen den daraus abgeleiteten verwendeten Endenergieträgern. Wie bereits erwähnt, ist ein (teilweiser) Übergang von Erdöl auf Erdgas für Kraftfahrzeuge vorstellbar; ein solcher Vorgang dürfte jedoch bis 2020 in lediglich geringem Umfang zu erwarten sein. Für die Verwendung von fossil (im wesentlichen auf Erdgas) basierendem Wasserstoff in Verbrennungskraftmaschinen wird wegen des insgesamt ungünstigen energeti-

schen Wirkungsgrades, der schlechteren CO<sub>2</sub>-Bilanz und der höheren Kosten kein Markt gesehen. Bei den bislang und in absehbarer Zukunft dominierenden Otto- und Dieselmotoren sind – über veränderte Anteile der neu zuzulassenden Fahrzeuge – weitgehende Substitutionspotentiale gegeben, wobei sich die Anteile hauptsächlich aus der steuerlichen Behandlung der Kraftstoffarten ableiten lassen. Auch bei einem Übergang auf eine einheitliche Besteuerung der Kraftstoffe gemäß dem Energiegehalt und den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren und auf eine vereinheitlichte Fahrzeugbesteuerung – die für Diesel-Pkw dann niedrigere Fix- und höheren Betriebskosten bringen würde - kann erwartet werden, daß verbrauchsärmere Diesel-Pkw stärker nachgefragt werden.

Bei den gegenwärtig hauptsächlich eingesetzten Endenergieträgern Otto-, Dieselmotoren und Kerosin, die sämtlich auf Mineralöl basiert sind, können die in der Energiekette davor liegenden Abschnitte als verhältnismäßig wenig energieintensiv und CO<sub>2</sub>-emittierend angesehen werden; eine Internalisierung dieser Vorketten würde die verkehrsbezogenen Aufwände und Emissionen nur um etwa 5 – 7 Prozent ansteigen lassen. Anders stellt sich die Lage bei (Bahn-)Strom und je nach Kraftstoff bei den sog. alternativen Kraftstoffen dar. Insbesondere bei der Wasserstoffbereitstellung sind – je nach Verfahren unterschiedlich – hohe energetische Aufwände zur Gewinnung zu berücksichtigen, wie auch für weitere Prozeßschritte, insbesondere die Verdichtung.

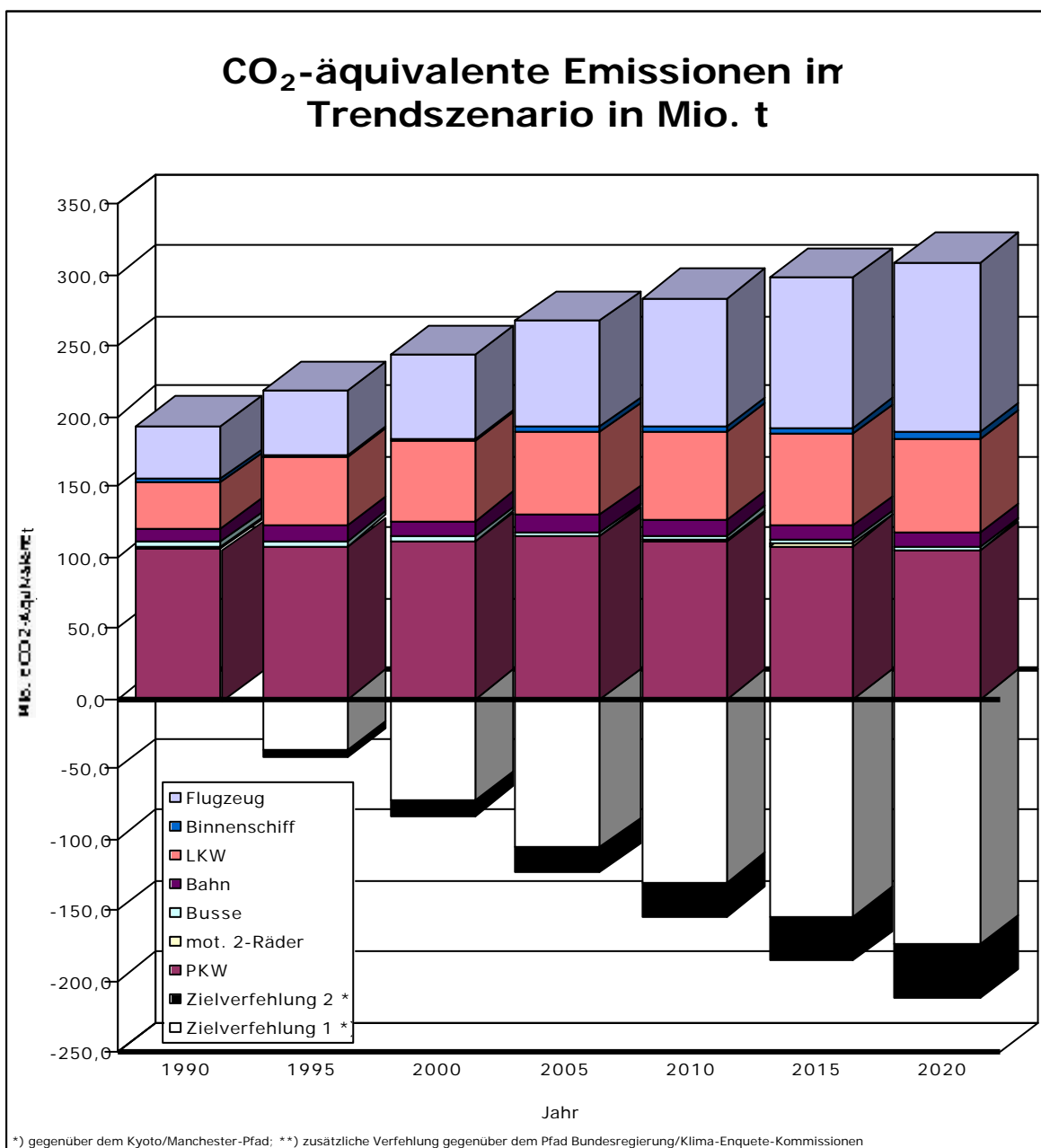
### *7. Frage*

Es besteht breiter Konsens darüber, dass im Verkehr im Trend bis 2020 keine zu der Gesamtzielsetzung an CO<sub>2</sub> proportionalen Reduktionen erreicht werden – auch für 2050 zeichnet sich kein derartiger Trend ab. Das bedeutet allerdings nicht, dass die Ziele für 2020 und 2050 grundsätzlich nicht erreichbar wären.

Die folgende Grafik zeigt, wie hoch die Zielverfehlung im Verkehr zunächst unter Annahme einer proportionalen Anwendung des Kyoto-Zieles (21%) 2008 bis 2012 gegen 1990 ist, dieser Minderungspfad ist bis 2020 verlängert worden. Es wird deutlich, dass der Verkehr nicht auf dem Minderungspfad liegt, sondern sogar in seinem CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich zunimmt. Insbesondere unter Würdigung

der höheren Treibhauseffekte der Flugzeugemissionen (Angabe in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) zeigt sich, dass erhebliche Zielverfehlungen durch den Verkehr zu erwarten sind. Gemessen an den weiter gehenden Zielen der Bundesregierungen und der Klima-Enquete-Kommissionen des Deutschen Bundestages (minus 25% bis 2005 und minus 50 % bis 2020, hier vereinfacht in beiden Fällen gegenüber 1990 dargestellt) sind die Zielverfehlungen entsprechend noch höher.

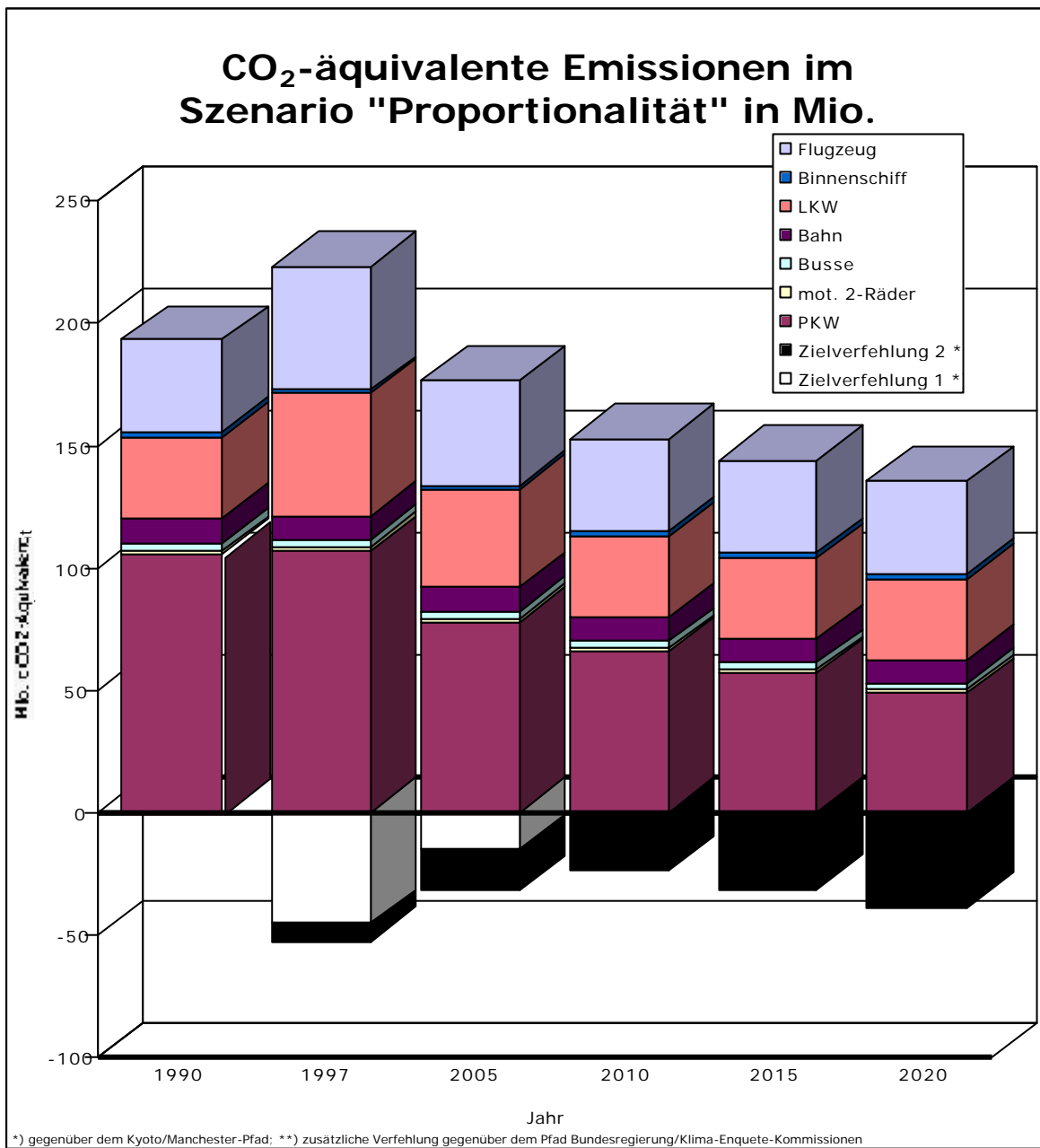
Abbildung



Durch Modellierung verschiedener Szenarien – Szenario Proportionalität und Szenario Kompensation lt. nachfolgenden Grafiken – haben wir zwei Orientierungen formuliert, die wie folgt aufgebaut sind:

Szenario Proportionalität: Der Verkehrsbereich schwenkt insgesamt auf den Kioto-Minderungspfad (verlängert bis 2020, unter Einschluss der Luftverkehrsemissionen) ein, wobei jedoch in den einzelnen Verkehrs-Subsektoren unterschiedliche Akzente gesetzt werden. Die Pkw erbringen den (auch prozentual) größten Minderungsbeitrag, obwohl ihre Zuwachsdynamik die kleinste der wesentlichen drei Verursacher-Subsektoren (Pkw, Lkw, Luftverkehr) ist. Für den Lkw-Verkehr und den Luftverkehr werden Stabilisierungspfade formuliert. Insgesamt führt die Überlagerung dieser Entwicklungen zu einer Erreichung des Kioto-Zielpfades; diese Minderungen in den einzelnen Verkehrs-Subsektoren stellen jedoch nach unserer Ansicht eine extrem unwahrscheinliche Option dar.

Abbildung



Den hierbei zugrunde gelegten Maßnahmenset charakterisiert die nachfolgende Tabelle.

**Tabelle: Maßnahmen und Wirkungen im Szenario „Proportionalität“**

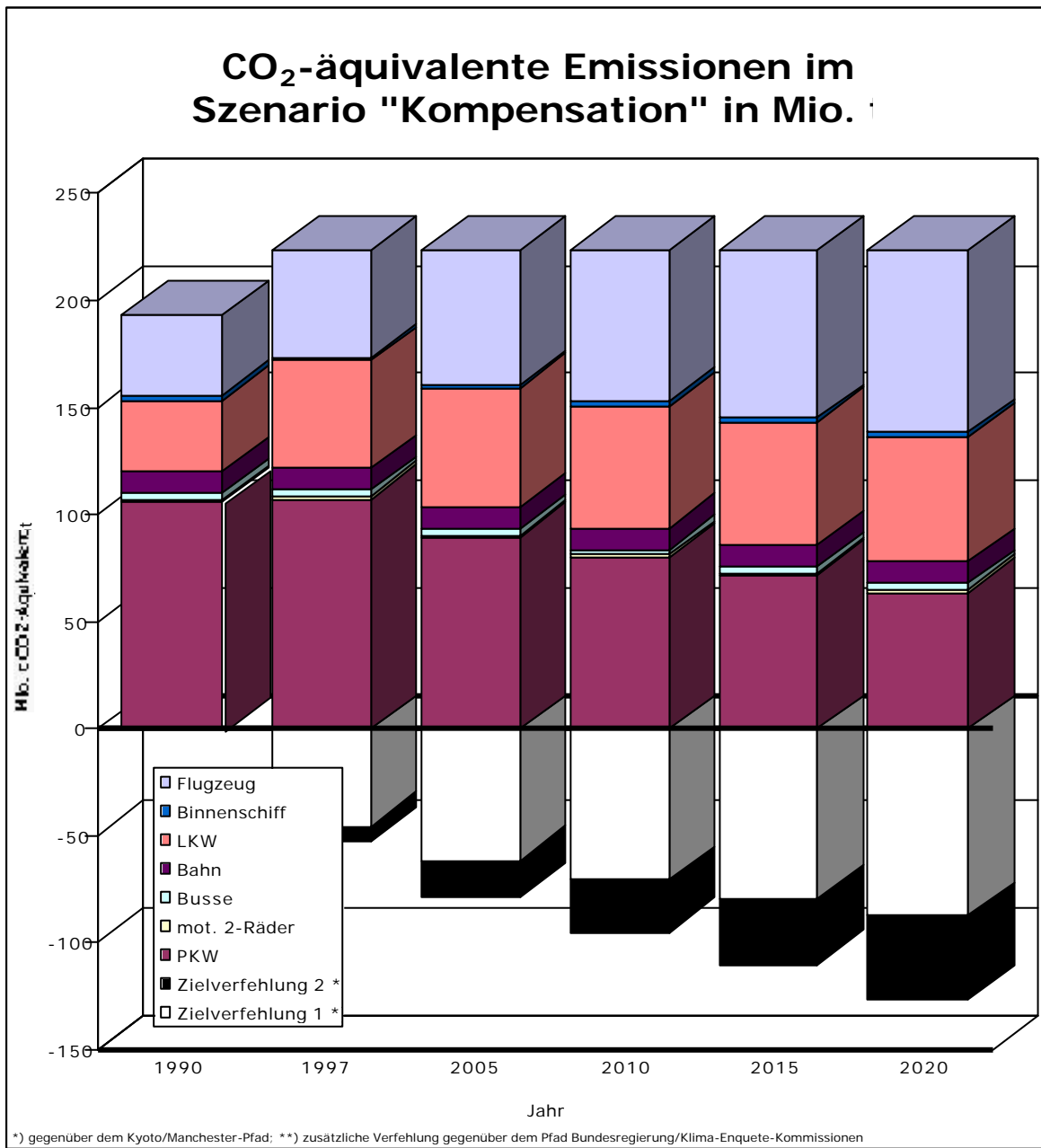
Bereich	Maßnahme	Wirkung (bis 2010 gegenüber Trend)
Luftverkehr	Kerosinsteuer mit Erzielung eines Treibstoffpreises von DM 8,50 pro Liter und Emissionsabgabe	<p>zwecks Kostenminimierung: energieeffizienteres Fluggerät u. -betrieb wegen Kostenüberwälzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachfragedämpfung und</li> <li>- Verlagerung auf weniger energieaufwendige Relationen</li> </ul> <p><i>Gesamtwirkung auf Emissionen: rd. – 60 %</i></p>
LKW-Verkehr	<p>Erhöhung der Treibstoffkosten um 100 %</p> <p>Road-Pricing mit Verdoppelung der spez. Transportkosten je tkm</p> <p>flankierende Maßnahmen</p>	<p>Reduktion des spez. Verbrauchs je tkm um 10 - 15 %</p> <p>Reduktion des Verkehrsaufwands um 30 % der tkm</p> <p>Verlagerung etc., mit Minderung der Emissionen um rd. 10 %</p> <p><i>Gesamtwirkung auf Emissionen: rd. – 50 %</i></p>

PKW-Verkehr	Tempolimits 100/80/30 km/h Verdoppelung der Treibstoffkosten und Flottenverbrauchslimits flankierende Maßnahmen	direkte Emissionsverminderung u. Verkehrsvermeidung, zusammen rd. 20 % Verlagerung von Verkehrsleistung auf sparsamere Fahrzeuge, rd. 15 - 20 % je Fzg.-km flankierende Effekte, rd. 5 - 10 % <i>Gesamtwirkung auf Emissionen: rd. – 40 %</i>
Verkehr gesamt		CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen: <b>2010 gegenüber Trend: – 46 %</b> <b>2010 gegenüber 1990: – 21 %</b>

Szenario Kompensation: Die Minderungsanforderungen an die einzelnen verkehrlichen Subsektoren sind soweit abgeschwächt worden, dass für den Verkehr insgesamt eine Stabilisierung ab 2005 auf den Niveau von 1997 erreicht wird. In der folgenden Grafik sind die Zielverfehlungen zu dem Kioto-Pfad ebenfalls durch nach unten aufgetragenen weiße Säulen deutliche gemacht worden, die zusätzlichen Zielverfehlungen gegenüber den 2020-Zielen der EK durch schwarze Säulenabschnitte. Diese nach unten aufgetragenen Emissionsmengen müssten durch zusätzliche Minderung in anderen Verursachersektoren wettgemacht werden.



Abbildung



Auch für dieses Szenario wird der unterstellte Maßnahmenset nachfolgend tabellarisch charakterisiert.

**Tabelle: Maßnahmen und Wirkungen im Szenario „Kompensation“**

Bereich	Maßnahme	Wirkung (bis 2010 gegenüber Trend)
Luftverkehr	Kerosinsteuer mit Erzielung eines Treibstoffpreises von DM 4,40 pro Liter und Emissionsabgabe	<p>zwecks Kostenminimierung: energieeffizienteres Fluggerät u. -betrieb</p> <p>wegen Kostenüberwälzung: - Nachfrage- dämpfung und - Verlagerung auf weniger energieaufwendige Relationen</p> <p><i>Gesamtwirkung auf Emissionen:</i> <i>rd.</i> - 20 %</p>
LKW-Verkehr	<p>Erhöhung der Treibstoffkosten um 50 %</p> <p>Road-Pricing mit Erhöhung der spez. Transportkosten je tkm um 50 %</p> <p>flankierende Maßnahmen</p>	<p>Reduktion des spez. Verbrauchs je tkm um bis 5 %</p> <p>Reduktion des Verkehrsaufwands um bis 15 % der tkm</p> <p>Verlagerung etc., mit Minderung der Emissionen bis 5 %</p> <p><i>Gesamtwirkung auf Emissionen:</i> <i>rd.</i> - 10 bis - 20 %</p>

PKW-Verkehr	Tempolimits 100/80/30 km/h Erhöhung der Treibstoffkosten um 50 % flankierende Maßnahmen	direkte Emissionsverminderung u. Verkehrsvermeidung, zusammen rd. 20 % Verlagerung von Verkehrsleistung auf sparsamere Fahrzeuge, rd. 5 bis 10 % je Kfg.-km flankierende Effekte, bis rd. 5 % <i>Gesamtwirkung auf Emissionen: rd. – 30 %</i>
Verkehr gesamt		CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen: <b>2010 gegenüber Trend: – 21 %</b>  <b>2010 gegenüber 1990: ± 0 %</b>

Welche politischen Strategien zur Verrechnung mit den nichtverkehrlichen Sektoren gewählt werden, ist in diesem Szenario grundsätzlich offen. Wir sehen als Möglichkeit die Formulierung eines „Deckels“ für den Verkehr insgesamt, z.B. auf dem Niveau von 1997, und einen Ausgleich mit den anderen Sektoren über das Instrument des Emissionshandels. Die konzeptionellen Vorüberlegungen zum Emissionshandel weisen daraufhin, dass ein solcher vorzugsweise „Upstream“ erfolgt, d.h. zwischen den Importeuren und Produzenten von fossilen Energieträgern. Dabei dürfte sich die höhere Zahlungsbereitschaft der Verkehrsnutzer und die geringeren Minderungskosten in stationären Bereichen voraussichtlich dahingehend auswirken, dass der „Deckel“ nicht nur ausgeschöpft wird, sondern durch „Zukauf“ die Verkehrsemissionen höher liegen dürften.

## 8. Frage

Aus der Auflistung der möglichen Maßnahmenansätze in der Antwort zu Frage 7 ist deutlich geworden, dass zusätzliche staatliche Aktivitäten erforderlich werden, um die Wirtschaft und die Verbraucher zu verstärkten Entscheidungen pro Energieeffizienz bzw. pro Klimaschutz zu veranlassen. Im einzelnen werden folgende Maßnahmenstrategien empfohlen:

- Fiskalische Lenkung: Langfristige Festlegung auf einen Steuerpfad für fossile Kraftstoffe, der für Wirtschaft und Verbraucher Planungssicherheit hinsichtlich der Energiepreise gibt. Das Konzept einer jährlich ansteigenden, ökologisch begründeten Mineralölsteuer sollte für einen Planungszeitraum von mindestens 10 Jahren festgelegt werden. Darin müsste sichergestellt werden, dass sich die Tankstellenpreise für Benzin und für Dieselkraftstoff im Jahrestakt um ca. 5 Pfennig je Liter erhöhen; es sollte geprüft werden, ob und mit welchen Instrumenten starke Preisschwankungen aufgrund der Einflüsse der internationalen Rohölmärkte ausgeglichen werden können.

Die Mineralölsteuersätze für Dieselkraftstoff sollten innerhalb der genannten 10 Jahre an diejenigen des Otto-Kraftstoffes angeglichen werden, d.h. stärker ansteigen. Ebenfalls angeglichen werden sollten die Sätze für die Kraftfahrzeugsteuern der Pkw, denn eine Differenzierung zwischen den beiden Antriebsarten ist nicht sachgerecht. Vielmehr sollten die Kraftfahrzeugsteuern ausschließlich nach Energieverbrauch und Schadstoffausstoß gegliedert werden. Für vergleichbar saubere Pkw im Hinblick auf die limitierten Schadstoffe sollten dann die CO<sub>2</sub>-Emissionen je Fahrstrecke im Zulassungstest das Differenzierungsmerkmal bilden.

Zu berücksichtigen ist dabei, dass bei den gesetzlichen Schadstoffstufen EURO III und EURO IV stets den Diesel-Pkw bei den lufthygienisch bedeutsamen Parametern NO<sub>x</sub> und Partikel höhere Emissionen zugestanden werden, d.h. EURO III-Diesel und EURO IV-Diesel müssen jeweils real ungünstiger im Hinblick auf die limitierten Schadstoffe bewertet werden als gleich bezifferte Benziner-Modelle. (Die CO-Emission kann dabei als lufthygienisch nicht mehr relevant außer Betracht bleiben.) In grober Zuordnung könnte man ein EURO III-Benzinfahrzeug und ein EURO IV-Dieselfahrzeug hinsicht-

lich der limitierten Schadstoffe gleichstellen. Auf einer solchen Basis wird hier vorgeschlagen, ausgehend von dem Zielwert von 140 g CO<sub>2</sub> je km (ACEA-Selbstverpflichtung) einen progressiv steigenden Steuersatz je 10 g CO<sub>2</sub> je km zusätzlichem Ausstoß anzuwenden.

Ordnet man dem Ausgangsniveau (EURO III-Benziner bzw. vergleichbar sauberer EURO IV-Diesel) beispielsweise einen Steuerbetrag von 200 DM pro Jahr zu, könnte mit einer Steigerungsrate von 50% Steueraufschlag je 10 g/km CO<sub>2</sub> folgende Tabelle entwickelt werden, mit der die Nachfrage nach sparsamen Pkw wesentlich unterstützt werden dürfte:

### Jahres-Kfz.-Steuern für PKW als Funktion der CO<sub>2</sub>-Emission je km

140 g/km	200 DM
150 g/km	300 DM
160 g/km	450DM
170 g/km	775 DM
180 g/km	1.012,50 DM

Die Angleichung des Mineralölsteuersatzes für Dieselkraftstoff an denjenigen für Otto-Kraftstoff ist auch im Hinblick auf eine stärkere Internalisierung der externen Kosten des Lkw-Verkehrs gerechtfertigt. Da das ab 2003 einzuführende Instrument der wegeabhängigen Nutzungsabgabe (Roadpricing) bei Lkw nach den direkten Wegekosten (einschl. Unterhalt und zuzurechnenden Aufwendungen, ggf. auch die Lärmwirkungen) gestaltet werden soll, würden dann die Mineralölsteuer und die Kraftfahrzeugsteuer der Lkw die ökologischen Kosten abbilden. Eine Bemessung der Wegeabgaben des Schwerverkehrs mit dem Ziel einer Kostendeckung je gefahrenen Kilometer, differenziert nach zulässigem Gesamtgewicht der Fahrzeuge, sollte anhand der Wegekosten relativ einfach erfolgen können. Zu berücksichtigen ist dabei, dass der Straßenverschleiß etwa mit der 4. Potenz der Achslasten zunimmt. Ein zehnfach höhere Achslast bedeutet dann einen 10.000fachen Straßenverschleiß, der durch entsprechende Gestaltung des Gebührensystems abzugelten wäre.- Ziel des Einsatzes der drei Instrumente sollte es sein, dass insgesamt die Wegekosten und die Sozialkosten abgebildet werden. Während bei der Gestaltung der Kraftfahrzeugsteuer für Lkw die Klassifizierung nach Abgasstufen (EURO III, EURO IV) die Diffusion sauberer Fahrzeuge befördert, wird die Mineralölsteuer Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Einsparung adressieren.

- Auf ordnungsrechtliche Instrumente wie Verbrauchs-/CO<sub>2</sub>-Limitierung auch in Form von Flottengrenzwerten könnte bei Pkw bei Einführung der o. g. Kfz-Steuer-Differenzierung zunächst verzichtet werden, solange ef-

fektive Selbstverpflichtungen wirksam sind. Grundsätzlich wäre anzuraten, dass die Bundesregierung mit den Herstellern auf eine neue Phase der Selbstverpflichtung ab 2008 hinwirkt. Denkbar wäre es, die verkaufsgewichteten Flottenmittelwerte von z. B. 2005 als Ausgangspunkt nehmend, mit den einzelnen Herstellern Minderungspfade um dann jährlich 3 bis 5% im verkaufsgewichteten Mittel der dann jeweils folgenden Jahre zu vereinbaren. Wird dies nicht eingehalten, müssten die Überschreitungen durch Minderungen bei anderen Herstellern eingekauft werden. Bemessungskriterium sollte in jedem Fall CO<sub>2</sub> sein und nicht der Kraftstoffverbrauch, um die stoffspezifischen Treibhausfaktoren zu erfassen. Diese Strategie hätte den Vorteil, dass das saubere und klimatisch weniger belastende Erdgas verstärkt in den Markt käme.

In den vergangenen Jahren hat die Bundesregierung den Aspekten Energieeinsparung und Klimaschutz zwar grundsätzlich hohe politische Bedeutung beigemessen, jedoch diese Ziele weder durch politische Rahmensetzung noch durch Entscheidungen im eigenen Beschaffungsbereich konsequent umgesetzt. Entscheidend für die Akzeptanz sowohl fiskalischer als auch ordnungsrechtlicher Maßnahmen sind die Plausibilität des Gesamtkonzeptes, die zielgerichtete Verwendung der Umweltabgaben und ein konsistentes vorbildhaftes Verhalten. Dazu einige Anmerkungen:

- Eine Zielorientierung der Akteure in den einzelnen Verursachersektoren im Hinblick auf den Klimaschutz ist nur dadurch möglich, dass sektorspezifische Ziele formuliert werden. Dies sollte konsensual mit allen Akteursgruppen der verschiedenen Sektoren geschehen um zu verdeutlichen, dass Ausgleichsvorgänge zwischen den Sektoren gesellschaftliche Aushandlungsprozesse sind. Eine Zielverfehlung im Verkehrsbereich, wie sie unabweisbar erscheint, erfordert daher zusätzliche Maßnahmen von den Akteuren anderer Sektoren. Für die Wirtschaftsakteure im Verkehrsbereich wäre es außerordentlich nützlich, die Position der Akteure in den anderen Sektoren kennenzulernen und vor diesem Hintergrund die eigenen Handlungsmöglichkeiten zu reflektieren.
- Um Akzeptanz für ökologisch ausgerichtete Fiskalpolitik zu schaffen, ist ein überzeugendes Konzept für die Verwendungsseite erforderlich. Die Ver-

wendung der Mittel für nicht unmittelbar mit den Erhebungstatbeständen verbundenen Zwecke innerhalb oder außerhalb des Bundeshaushaltes hemmt die Akzeptanz, wie die vergangenen Jahre gezeigt haben. Es wird vorgeschlagen, das Aufkommen aus dem Ökosteueranteil der Mineralölsteuern unmittelbar pro Kopf der Bevölkerung auszuschütten, um so zum einen die individuellen Einsparerfahrungen zu unterstützen, und zum anderen der Natur des Klimaproblems entsprechend die Betroffenheit der Gesamtbevölkerung zu thematisieren. Es würde damit klar werden, dass es bei der Ökosteuer nicht darum geht, dass der Staat zusätzliche Einnahmen erzielt, sondern um die Lenkungsfunktion. In einer persönlichen Ausgabenbilanz kann dann jeder Haushalt ermitteln, ob mit diesem Steuerkonzept das verfügbare Einkommen insgesamt angestiegen oder – bei energiesparendem individuellen Verhalten – gesunken ist. Von umfassenden Transferzahlungen der Pkw-/Lkw-Nutzer an Busse und Bahnen ist dann abzuraten, wenn bei zunehmend korrigiertem Kostenrahmen für alle Verkehrsträger sich die Wettbewerbsfähigkeit der Busse und Bahnen selbst herausbilden wird. Letztlich ist es erforderlich, dass auch Busse und Bahnen ihre Kosten von Seiten der Nutzer gedeckt bekommen. Sozial intendierte Ausnahmen sollten eher durch Einkommenstransfers für diese Gruppen als durch pauschale Subventionen für Verkehr realisiert werden.

Die vorstehenden Ausführungen können nur einzelne Aspekte von Maßnahmenstrategien ansprechen; die Komplexität der gesellschaftlichen Strukturen erlaubt keine zuverlässige Quantifizierung. Insofern ist die eingangs zu Ziff. 8 gestellte Frage („Welche Maßnahmen sind geeignet, die Erreichung der Klimaschutzziele *sicherzustellen?*“) nicht zu beantworten. Selbst wenn von unserer Seite ein umfassendes und detailliertes Maßnahmen-system formuliert würde, wäre keine seriöse Maßnahmen-Wirkungs-Quantifizierung begründbar.

Die dem Fragenkatalog vorangestellte Anforderung, dass „... langfristig alle Verursachersektoren prinzipiell mit einer vergleichbaren Reduktionsquote beitragen (sollen)“, kann dahingehend interpretiert werden, dass bis zum Jahre 2050 im Verkehrsbereich eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80% erfolgen soll. Dazu könnte zwar durchaus ein normatives Szenario entwickelt werden, in dem z. B. geeignete Verkehrsmengen und Emissionsfaktoren miteinan-



der kombiniert werden. Man kann für 2050 noch erdgasbasierte Verbrennungsmotoren oder auch Pkw und Lkw ausschließlich mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff oder mit pflanzlichen Ölen unterstellen. Ein solches hypothetisches Szenario läßt sich aber nicht mit begründeten Maßnahmen-Wirkungs-Annahmen untersetzen. Wichtig wäre jedoch, die für den längerfristigen Horizont für den Verkehr zulässigen Mengen zu definieren und einen quantitativen Anforderungspfad davon abzuleiten, der den Bezug für Monitoring und sukzessive zu implementierende Maßnahmen bildet.

In der mittelfristigen Perspektive bis 2020, für die nach unserer Überzeugung die konventionellen Antriebe und Energieträger entscheidend bleiben, sind zwar Annahmen hinsichtlich der Technik der Fahrzeuge und/oder der erforderlichen Veränderungen in den Verkehrsleistungen der einzelnen Subsektoren für eine Einhaltung des Zieles 50 % plausibel darstellbar, auch hier müßten die unterstellten Maßnahmen–Wirkungs-Beziehungen als hypothetisch und ungesichert bezeichnet werden. Wenn die sektorale Absenkung bis 2020 politisch eindeutig beschlossen wäre, könnte man sich an geeignete Maßnahmenkombinationen herantasten.

Allerdings muß ein solches Szenario leider als im gegenwärtigen politischem Umfeld unrealistisch betrachtet werden, und daher halten wir eine Diskussion um mögliche Wirkungen hypothetischer Instrumente für nicht sinnvoll. Unter realistischen Rahmenbedingungen geht kein Weg an der Feststellung vorbei, dass in dem mittelfristigen Zeitraum bis (mindestens) 2020 andere Sektoren die Zielverfehlungen des Verkehrssektors werden kompensieren müssen.

### **9. Frage**

Die in dieser Frage beispielhaft erwähnten Ansätze zu einem umweltverträglicheren Mobilitätsverhalten sind nur mit hypothetischen Annahmen hinsichtlich ihres Verbreitungsgrades, und dann auch nur mit aller Vorsicht, abzuschätzen. Selbstverständlich wäre es grundsätzlich möglich, Nah- statt Ferntourismus zu unterstellen – dies würde im Luftverkehr eine Reduktion um die für touristische Zwecke emittierten CO<sub>2</sub>-Mengen bedeuten. Unterstellte man Naherholung per Eisenbahn und Fahrrad als Substitut, wären keinen nennenswerten CO<sub>2</sub>-Men-

gen gegenzurechnen. (Im Jahre 1995 betrug das Aufkommen für Privatreisen im Passagierluftverkehr (einschl. der grenzüberschreitenden Reisen) 54,1 Mio. Passagiere, gegenüber 33,7 Mio. Passagieren im Segment Geschäfts- und Dienstreisen.) Bereits dieses Beispiel zeigt jedoch den hypothetischen Charakter derartiger Szenarien und führt Quantifizierungsversuche ad absurdum, da diese Maßnahmen nur für vollständig andere gesellschaftliche Situationen denkbar sind. Auch hinsichtlich der Realisierbarkeit von Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl z.B. vom Auto bei Einkauf und Freizeit zu Fahrrad und Bus könnten zwar normativ in Modellen abgebildet werden, jedoch nicht quantitativ mit Rahmenbedingungen und Maßnahmen verknüpft werden.

Die Bedeutung veränderter politischer Rahmensetzung z.B. hinsichtlich der Kosten und der Investitionsprioritäten liegt mehr in der Einleitung des Strukturwandels als in seiner quantitativ sicheren Herbeiführung. Nach unserem Verständnis der Veränderbarkeit komplexer soziotechnischer Systeme sind die Auswirkungen von Maßnahmen grundsätzlich nicht zuverlässig prognostizierbar; daher müssen alle Maßnahmenstrategien korrigierbar angelegt und als kontinuierlich zu evaluierende Prozesse begriffen werden. Die Fallbeispiele erfolgreicher städtischer Verkehrspolitik wie z.B. Münster mit seinem extrem hohen Fahrradanteil zeigen, dass derartige verträglichere Strukturen Ergebnisse langfristiger Entwicklungen sind, die in einer Vielzahl von Politikfeldern flankiert und in der Bevölkerung verankert sind. Wie weit sich Modelle wie autofreie Siedlungen und Car-Sharing durchsetzen werden, hängt von dem Resonanzboden „gesellschaftliche Wertvorstellungen“ ab. Die in den vergangenen Jahrzehnten erfolgte Orientierung nahezu aller Lebensbereiche an dem privaten Automobil hat sich als selbstverstärkender Prozess dargestellt. Dieser Prozess ist als sog. „Verkehrsspirale“ in dem Ausschnitt Verkehrswachstum – Suburbanisierung – Straßenbau – Verschlechterung der ÖPNV-Qualität – Distanzerhöhung – Erhöhung des Pkw-Verkehrs etc. in der wissenschaftlichen Literatur vielfach thematisiert worden. Gleichmaßen hat das Automobil die private Lebensorganisation in einem Maße durchdrungen, dass es für diese Strukturen aus individueller Sicht unentbehrlich geworden ist. Eine längerfristige Abkehr könnte zwar durch entsprechende politische Rahmensetzung sukzessive angestoßen werden, dieser Prozess enthält jedoch unendlich viele Rückkopplungs-

möglichkeiten und unkalkulierbare Reaktionsmöglichkeiten der Akteure (z. B. das Abwählen der Regierung).

Daher bleibt für die Politik, gesellschaftlicher Zieldiskussionen zu organisieren und behutsam die kontraproduktiven Rahmenbedingungen zu korrigieren. Dazu sind oben einige Hinweise gegeben worden. Welche Lösungsmodelle sich als „nachhaltig“ und von der Bevölkerung unterstützt herausbilden werden, ist nicht prognostizierbar. Aus der Prognoseverschlossenheit komplexer Systeme ergibt sich damit die hohe Bedeutung der Initiierung von Lernprozessen durch die Förderung von Vielfalt und von innovativen Modellprojekten. Die Modellprojekte haben insofern die Funktion, die Sensitivität des Publikums zu testen und dabei – hoffentlich – vervielfältigungsfähige Lösungen entwickeln zu helfen.

#### *10. Frage*

Auf eine konkrete Antwort wird wegen im Politiktrend nicht realistischer Anforderung bis 2020 (50% sektorale Emissionsabsenkung) verzichtet. Eine Nennung normativ abzuleitender Einzelwerte für die spezifischen Emissionsfaktoren und Verkehrsmengen für die Einhaltung des Reduktionszieles von 80% bis 2050 wird aus der Sicht von 2001 nicht als sinnvoll erachtet, s. Ausführungen zu der vorigen Frage. Im übrigen verweisen wir auf die an den Schluss gestellten grundsätzlichen Anmerkungen zu dem weiten Zeithorizont 2050.

#### *11. Frage*

Da die Zielverfehlung für 2020 im Trend unabweisbar erscheint, müßte die stärkere Nutzung von Minderungspotentialen in anderen Sektoren organisiert und mit dem Verkehrssektor verschränkt werden. Geeignet dazu wäre das Instrument des Emissionshandels, der in Verbindung mit einem politisch geforderten Referenz-Reduktionspfad im Verkehr zu etablieren wäre. Eine Konzeptualisierung des Emissionshandels unter Einschluß des Verkehrssektors wäre ein Projekt mit hoher Priorität.

Hohe Priorität hätten auch Arbeiten für die Formulierung von akzeptanzfähigen Ökosteuerkonzepten und der Eintritt in Verhandlungen mit der Auto-

mobilitätsindustrie über längerfristige Selbstverpflichtungen, die in bezug auf die spezifischen Verbräuche an die CO<sub>2</sub>-Entwicklung im Sektor dergestalt gekoppelt werden könnte, dass höhere Emissionen als erwartet striktere Anforderungen einführen.- Im Bereich des Lkw-Verkehrs wäre Abschied zu nehmen von der Prämisse, dass die Kostenbelastung des Straßengüterverkehrs nicht ansteigen soll, vielmehr wären Mineralölsteuererhöhungen für Dieselkraftstoff auf ein Niveau unter Einfluß der externen Kosten und und kostendeckendes Roadpricing ernsthaft anzugehen.

Da bisher die Dynamik des Zuwachses im Energieverbrauch und in den Klimaemissionen insbesondere des Lkw-Verkehrs und des Luftverkehrs ungebrochen ist, sind politische Initiativen zunächst zu einer breiten Thematisierung dieser Entwicklungen erforderlich. Bisher wird die Diskussion um die Einführung der nutzungsabhängigen Kilometerabgabe für den Straßengüterverkehr ohne Kopplung an die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Subsektors geführt. Bei den bisherigen Diskussionen um das Roadpricing für Lkw fehlt zunächst die mittelfristige Perspektive 2020. Nach allen bisherigen Einschätzungen der Entwicklung wird eine Dämpfung des Lkw-Transportaufwandes nicht durch die bislang vorgeschlagenen Abgaben erfolgen können. Mittelfristig muß daher ein Abgabekonzept konzipiert werden, das den Transportaufwand dergestalt dämpft, dass in den kommenden 5 bis 8 Jahren eine Stabilisierung der aus diesem Subsektor ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht wird und bis 2020 ein Minderungspfad.

Analoges gilt für den Luftverkehr.

Im Pkw-Verkehr ist zwar bereits eine Stabilisierung erreicht und ein Absenkungspfad absehbar, diese Reduktionsraten fallen jedoch ebenfalls weit hinter die klimapolitischen Zielsetzungen zurück. Es wird erforderlich, die Reduktionsentwicklung bei den Pkw zu forcieren, damit dieser Subsektor bis 2020 das Halbierungsziel erreicht. Geeignete Maßnahmenansätze sind bereits an anderer Stelle vorgeschlagen worden, sie bestehen aus einem Fiskalkonzept (Mineralöl-/Ökosteuer, Kfz-Steuer), weitgehenden Selbstverpflichtungen bzw. als Alternative Flottenverbrauchswerte in unternehmensspezifischer, nicht-diskriminierender Ausprägung. Für die Abschätzung der quantitativen Auswirkungen der Maßnahmenkonzeptionen sind fundierte Studien durchzuführen,

die, der Bedeutung der Herausforderung angemessen, von den Zielen her Maßnahmenanfordernisse ableiten. Bislang sind – z.B. in den IMA-Aktivitäten – lediglich die im politischen Trend liegenden Ansätze behandelt worden, nicht jedoch die erforderlichen radikalen Innovationen.

Die Frage der Verträglichkeit deutlicher Emissionsreduktionen im Lkw- und Luftverkehr, sowie verstärkter Reduktionen im Pkw-Verkehr, mit sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeitszielen ist im gesellschaftlichen Diskurs strittig. Unter der Prämisse, dass Ökoabgaben in sozial ausgewogener Weise an die Bürgerinnen und Bürger zurückgegeben werden und damit eine Erhöhung der Staatsquote vermieden wird, sollte eine Kompatibilität mit sozialen Nachhaltigkeitszielen erreichbar sein. Die Verträglichkeit deutlich erhöhter Preise für Verkehrsleistungen mit volkswirtschaftlichen Zielsetzungen kann ex ante nicht postuliert werden. Beispiele aus den stationären Energieverbrauchssektoren belegen, dass mit Energieeinsparung Arbeitsplätze geschaffen und unternehmerische Erfolge erzielt werden können. Modellrechnungen zeigen beispielsweise, dass Investitionen zur Energieeinsparung im Hauswärmebereich sowohl Arbeitsplätze schaffen als auch betriebswirtschaftliche Vorteile für die beteiligten Akteure bringen – allerdings gibt es wie bei jedem Strukturwandel Gewinner und auch Verlierer in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen. Für den Verkehrsbereich sind entsprechende Modellrechnungen unter der Prämisse verstärkter Verlagerungen vom MIV zum Öffentlichen Verkehr ebenfalls durchgeführt worden. Allerdings ist insbesondere der Pkw-Sektor durch eine hohe Zahlungsbereitschaft der Kunden für nicht direkt mit Mobilität, sondern eher mit Status und Image verbundenen Produktmerkmalen gekennzeichnet. Es ist völlig offen, ob sich nicht bei einer forcierten Energieeffizienz-Strategie im Pkw-Sektor eine Kaufzurückhaltung zeigen wird, welche die Umsätze der Automobilfirmen tendenziell reduziert, ohne dass das verfügbare Einkommen arbeitsplatzwirksam in andere Bereiche umgelenkt würde.

Die vorstehenden Überlegungen kennzeichnen zum einen weitere Untersuchungsbedarfe, zum anderen sprechen sie für lernende und korrekturfähige Strategien.

## 12. Frage

Voraussetzung für alle weiteren Schritte des Monitorings und der Anpassung wäre zunächst die Formulierung quantitativer Minderungsansprüche an den Sektor und an die einzelnen Subsektoren. Die vorstehend mehrfach genannten wichtigsten drei Subsektoren können bis 2020 grob wie folgt in ihren Perspektiven charakterisiert werden:

- Pkw-Verkehr im Trend bis 2020 bereits Minderung, jedoch noch nicht ausreichend. Die Minderungsanforderungen sollten auf 50% ausgelegt werden, bis 2010 auf 25%.
- Für den Lkw-Verkehr wird eine Stabilisierung bis 2010 vorgeschlagen, bis 2020 die Anforderung einer Reduzierung um 20%;
- für den Luftverkehr (mit internationalen Flügen nach Verursacherprinzip) wird bis 2010 eine Begrenzung auf einen Zuwachs von 25% vorgeschlagen, für 2020 in der mittelfristigen Perspektive bis 2020 eine Stabilisierung.

Um diese im Vergleich zum Trend recht anspruchsvollen Zielpfade zu erreichen, wären Maßnahmen erforderlich, die aus heutiger Sicht nicht konsensfähig erscheinen. Insofern sollten diese Orientierungswerte als „Deckel“ aufgefaßt werden, oberhalb derer mit dem Instrument des Emissionshandels zusätzliche Minderungen in anderen Sektoren „erkauft“ werden können. Dies Instrument des Emissionshandels dürfte auch so flexibel sein, dass technologische Entwicklungen, Nachfrageverschiebungen und Erkenntnisse über eine evtl. Verletzung anderer Nachhaltigkeitsziele durch Marktreaktionen bewältigt werden können.

## 13. Frage

Es erscheint nicht grundsätzlich „unmöglich“, die genannten Klimaschutzziele im Verkehrssektor zu erreichen; vielmehr ist die Situation wie folgt:

- diese Ziele werden im Trend für 2020 mit Sicherheit erheblich verfehlt, für 2050 sind Trendprognosen nicht mit vergleichbarer Sicherheit möglich;

- eine Einhaltung des Zieles von 50 % für 2020 wäre nur mit erheblichen Änderungen der deutschen und europäischen Politiken in einem Umfang möglich, der aus heutiger Sicht als unrealistisch eingeschätzt wird;
- eine Einhaltung des Zieles von 80 % bis 2050 würde entweder weitere Politikänderungen als für 2020 erfordern oder aber technische sowie strukturelle Innovationen in allen energierelevanten Bereichen auch außerhalb des Verkehrssektors, deren Realisierbarkeit noch ungeklärt ist.

Die Zielverfehlungen unter Trendfortsetzung und die Entwicklungen unter bestimmten Annahmen in Handlungsszenarien sind an anderer Stelle bereits dargestellt worden.

#### 14. Frage

Eine volkswirtschaftlich optimale Verteilung der Reduktionsbeiträge auf verschiedene Sektoren könnte durch einen Handel mit Emissionsrechten bewirkt werden. Dies setzt allerdings voraus, dass

- bei den einbezogenen Sektoren keine nennenswerten anderen Externalitäten bestehen bzw. dass diese mit anderen Maßnahmen internalisiert werden;
- vollständige Information bei allen Akteuren vorhanden sind;
- die Transaktionskosten gering sind.

Auch wenn diese Voraussetzungen nicht (alle) gegeben sind, könnte mit dem Instrument des Emissionshandels zumindest sichergestellt werden, dass die Gesamt-Ziele erreicht werden. (Wir beschränken uns hier auf den Handel mit Rechten für tatsächliche CO<sub>2</sub>-Emissionen und stellen Überlegungen für Handel zwischen Automobilherstellern und Akteuren innerhalb oder außerhalb des Verkehrssektors auf der Grundlage der Normverbräuche im Rahmen von Flottenverbrauchsvorschriften zurück. Vergleiche dazu auch Antwort zu Ziffer 8.)

Grundsätzlich wird man (a) entweder nur die zulässigen Gesamtemissionen staatlicherseits für jedes Jahr absinkend festlegen (z. B. linear sinkend gemäß den Zielen 50 % / 80 %) und alles andere dem Markt über-

lassen (damit werden alle fossilen Energieverbräuche nach ihrem C-Gehalt bzw. den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Wert gesetzt), oder aber man wird (b) zulässige jährliche Sektoremissionen z. B. nach dem Proportionalitäts-Grundsatz festlegen, wobei dann Überschreitungen in einem Sektor durch Kauf von Emissionsrechten aus anderen Sektoren ausgeglichen werden müssen. Beide Verfahren sind denkbar, bei der Alternative (a) würden staatlicherseits Rechte für alle Emissionen innerhalb der zugelassenen jährlichen Gesamtmenge versteigert, praktisch bedeutet dies, dass für alle auf den Markt gebrachten C-haltigen Energieträger in dem Umfang der daraus zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Emissionen Zertifikate bei den Unternehmen vorhanden sein müssen (s. unten zur Frage „upstream“ vs. „downstream“). In dem zweiten Fall würden die sektoralen Sockelmengen zunächst außerhalb des Marktes zugeteilt.

Bei Anwendung des Instrumentes nach (b) wären folgende Schritte zu gehen:

- Den verschiedenen Sektoren werden bis 2020 jährliche Emissionsrechte in einem Umfang als Grundausstattung zugeordnet, der sich aus der Anwendung des Proportionalitäts-Grundsatzes ergibt. Zu klären ist, wie mit den bisherigen, seit dem Startjahr 1990 eingetretenen unterschiedlichen Entwicklungen umzugehen ist (Zunahme vor allem im Verkehr, Abnahmen in stationären Sektoren). Wenn das Bezugsjahr 1990 bleibt, müssten bei der Festlegung des Soll-Minderungspfades im Verkehr diese Zunahmen bis 2020 in vollem Umfang berücksichtigt werden, d. h. es werden für den Verkehr bis 2020 deutlich stärkere prozentuale Minderungsanforderungen als 50 % im Soll formuliert. Wenn man ein neues Bezugsjahr wie z. B. 2000 einführt, würde der für dieses Jahr erreichte Minderungsstand der Gesamtemissionen den Ausgangspunkt bilden, was bis 2020 geringere Absenkungsprozente insgesamt sowie – proportional – im Verkehr erfordert.
- Da die Soll-Emissionsmengen im Verkehrssektor überschritten werden, müssen für die darüber hinausgehenden Mengen Emissionsrechte zugekauft werden. Dieser Handel würde zweckmäßigerweise „upstream“ stattfinden, d. h. zwischen den C-haltigen Energieträger importierenden



und fördernden Unternehmen. (Ein Emissionshandel „downstream“, d. h. bei den Endverbrauchern, würde wegen der großen Zahl der Akteure im Verkehr erheblich höhere Transaktionskosten verursachen.)

- Sodann wäre zu entscheiden, wie die den Sektoren zugestandenen Sockel auf die Unternehmen verteilt werden, die Energieträger in den Markt bringen. Dabei zeigt sich folgendes Dilemma: Verteilt man die Rechte anhand der Marktstruktur z. B. im Jahr 2000, minus dem proportionalen Minderungssatz, so behindert man den Eintritt neuer Wettbewerber dadurch, dass diese in vollem Umfang für geförderte bzw. importierte C-Einheiten Rechte am Markt kaufen müssen, die etablierten Unternehmen jedoch nur für die über ihren Stand hinausgehenden Mengen. Wendet man dieses sog. „grandfathering“ (die „Großvaterrechte“) nicht an, sondern stellt etablierte und neu eintretende Unternehmen gleich, kann dies nur durch Versteigerung der Emissionsrechte im Rahmen des Sektorsockels geschehen. Damit würden die diesen Sockelrechten entsprechenden Energiemengen verteuert. Als Kompromiß könnte man z. B. 75 % nach „grandfathering“ zuteilen und die restlichen 25 % für neu eintretende Akteure vorsehen; diese Anteile könnten bei Nichtnutzung gegen Mitte des jeweiligen Jahres versteigert werden.

Bei aller Einigkeit über die theoretische Allokationseffizienz des Emissionshandels wird an dem vorgenannten Entscheidungsbedarf doch deutlich, dass in der Durchführung erhebliche Konflikte zu erwarten sind.

Die Frage, ob sektorale Minderungspfade formuliert werden sollten oder nicht, entspricht der oben erläuterten Entscheidung zwischen Konzepten (a) und (b). Wenn nur das Gesamt-Minderungsziel festgelegt wird, müssen alle CO<sub>2</sub>-Rechte aller Energieeinsätze vorher versteigert werden. Dies bedeutet Investitionen der Marktakteure, die auf die Preise übergewälzt werden. Entsprechend den Nachfrageerwartungen in dem Jahr werden die Preise dann (möglicherweise stark) variieren. Wenn aber bestimmte Sockelmengen innerhalb des zulässigen Gesamtaggregates außerhalb des Marktes gestellt und zudem überwiegend nach „grandfathering“ verteilt werden, betreffen die Preisschwankungen nur den darüber hinausgehenden Anteil.

Ein weiteres Argument für die Festlegung sektoral proportionaler Minderungspfade, sei es als Grundlage für den Emissionshandel wie dargestellt, oder auch als Grundlage für andere Politikmaßnahmen wie Selbstverpflichtungen oder auch Sonderabgaben für die Überschreitungsmengen, liegt in der besseren politischen Kommunizierbarkeit und Verdeutlichkeit der Handlungsverantwortung.

## Abschließende Anmerkungen

Hinsichtlich des regelmäßig abgefragten sehr weiten Zeithorizonts 2050 möchten wir einige allgemeine Überlegungen anfügen:

Die Entwicklung über so große Zeiträume ist typischerweise auch durch nicht vorhersagbare Ereignisse bestimmt. So war um 1950 weder die allgemeine Verbreitung von persönlichen Computern ab etwa 1980, sowie des Internets und von Mobiltelefonen einige Jahre später prognostizierbar, weder die Entwicklung einer HIV/AIDS-Pandemie ab 1980, noch die politische Umstellung im Mittel-/Osteuropäischen Raum etwa zehn Jahre später. Wir müssen davon ausgehen, daß wie in der Vergangenheit auch in der Zukunft unvorhergesehene Ereignisse mit erheblichen Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen eintreten dürften.

Für die allgemein als wichtigste Faktoren angesehenen Bestimmungsgrößen Bevölkerungszahl und Wirtschaftsentwicklung sind die Unsicherheiten über 50 Jahre bereits sehr groß. Für die Bevölkerungsentwicklung hat die 9. Koordinierte Bevölkerungsvorausschätzung erhebliche Bandbreiten vorgestellt. Im Falle der Wirtschaftsentwicklung sei darauf hingewiesen, daß beispielsweise der Ansatz von 2,5 % oder von 2 % jährlicher Wachstumsrate im Ergebnis für 2050 eine Differenz in Höhe von drei Vierteln der gegenwärtigen gesamten Wirtschaftsleistung ergibt; tatsächlich wird man von einer noch deutlich größeren Spannweite für die plausible wirtschaftliche Langfristentwicklung ausgehen müssen.

Während nun einerseits naturgesetzlich determinierte Abläufe – bei allen Unsicherheiten auch dort – als verhältnismäßig sehr gut auch sehr langfristig bestimmbar erscheinen, und etwa im Falle der Klimadebatte aufgrund der großen Verzögerungszeiten derart langfristige Betrachtungen auch erforderlich sind, lassen sich für soziale Systeme prognostische Aussagen über längere Zeiten viel schlechter begründen. Neben einigen grundlegenden, auch naturgesetzlich gestützten Zusammenhängen (etwa bei demographischen Entwicklungen) lassen sich weitere Ableitungen um so schwerer absichern, je mehr

sie variable Vermittlungen (etwa über gesellschaftliche Werthaltungen und Mehrheitsbildungen) beinhalten.

Im vorliegenden Fall können zwar einerseits ökologische Rahmenbedingungen verhältnismäßig ganz gut beschrieben werden, wie auch die demographische Entwicklung in ihren Grundstrukturen. Bereits hinsichtlich zentraler Konsequenzen der allgemein erwarteten Alterung der Gesellschaft können jedoch weder aus der Logik der Sache heraus, noch unter Stützung auf definitive gesellschaftliche Konsense sichere Ableitungen festgehalten werden, beispielsweise hinsichtlich der langfristigen Siedlungsstruktur, der personellen und sächlichen Aufwendungen für Gesundheit und Altenbetreuung etc. Naturgemäß haben Entwicklungen in diesen Bereichen, wie sie sich in den nächsten 50 Jahren ergeben können, erhebliche Auswirkungen auf die in 50 Jahren als plausibel denkbaren Verkehrsbilder.

Auch die dramatische Entwicklung der IuK-Techniken (unter Einschluß der Massenmedien) während der letzten 50 Jahre führt zu einer weitgehenden Unmöglichkeit, einen „Trendfall“ für die nächsten 50 Jahre hinweg zu bestimmen: Eine Fortschreibung mit den historischen Wachstumsraten (z.B. bei den Kosten je Transistorfunktion, oder bei den Rechenleistungen pro investierte Summe von 1000 DM, oder bei der insgesamt installierten Rechnerleistung etc.) würde zu wenig anschaulichen Ergebnissen führen, unter Ansatz des sog. Moore'schen Gesetzes, das von einer Verdoppelung der Leistungen (zu konstanten Preisen) alle 18 Monate ausgeht, würde man binnen 50 Jahren auf einen Faktor von etwa  $10^{\log_2 10}$  (10 Milliarden) kommen. Die rein quantitativen informationstechnischen Fortschritte sind zudem hinsichtlich ihrer qualitativen Bedeutung kaum vorab interpretierbar, wie erst recht Abschätzungen über die individuellen und gesellschaftlichen Reaktionen auf die technischen Entwicklungen in diesem Bereich in vielen maßgeblichen Fragen über das Spekulative kaum hinausgehen können. Auch diese Entwicklung ist vielfältig mit der künftigen Entwicklung des Verkehrssystems verbunden.

Weitere Felder ließen sich bestimmen, ohne Sicherheit zu erlangen, daß die maßgeblichen Felder auch abschließend bestimmt sind.

Demgegenüber können aus der Klimadiskussion wie auch aus der Betrachtung der Ressourcen an Energierohstoffen verhältnismäßig klare Grenzen für die vertretbaren Umfänge für den Einsatz nicht regenerativer Energierohstoffe und für die Emission klimarelevanter Gase abgeleitet werden.

In einer solchen Situation wird bisweilen die Entwicklung neuer, bislang nicht verfügbarer Technologien als geeigneter Pfad herangezogen, mit bestehenden Unsicherheiten und mit erkannten problematischen Entwicklungen fertig zu werden. Wenngleich der Impuls zur Technikentwicklung hieran als plausibel angesehen werden kann, muß die Problemlösungserwartung als zunächst ungesichert charakterisiert werden: sie kann sich grundsätzlich erst ex post herausstellen. Für eine verantwortliche Behandlung ist daher zunächst davon auszugehen, daß die erwartete Entwicklung auch mit Rekurs auf die vorhandenen Techniken bewältigt werden muß; zusätzliche neue technologische Möglichkeiten eröffnen erst falls sie sich bestätigen zusätzliche Optionen.

Gegenüber bislang nicht bewiesenen technischen und dabei auch wirtschaftlich vertretbaren Lösungsansätzen ergibt sich im konkreten Fall des Verkehrs über die lange Zeitschiene ein sehr breites Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten: Die herkömmliche Fahrzeugtechnologie kann durch verfeinerte Ansätze bei der Materialwahl und im Antriebsstrang zu deutlich niedrigeren Energieverbrauchs- und Klimagasemissionen geführt werden; die Siedlungsstruktur und ihre Nutzung über individuelle Aktionsräume kann über 50 Jahre hinweg systematisch modifiziert werden, so daß erheblich weniger Verkehrsbedarf entsteht; analog kann die produzierende Wirtschaft durch Dematerialisierungskonzepte zu deutlich geringeren Materialdurchsätzen und entsprechend zu reduzierten Verkehrsbedarfen gelangen. Nicht zuletzt können die individuellen Präferenzen für bestimmte Verkehrsmittel und für bestimmte Distanzen einem erheblichen Wandel unterworfen sein - mit den entsprechend gravierenden Auswirkungen auf den Personenverkehr, der gegenwärtig zum Großteil durch die individuellen Entscheidungen im Bereich Freizeit und Urlaub bestimmt wird. Selbstverständlich bieten auch verfügbare, aber noch nicht in großem Umfang eingesetzte technische Lösungen Erweiterungen der Handlungspotentiale.

Für die mittelfristige Perspektive bis 2020, für die feststehende Rahmenbedingungen in relativ genauer Art bestimmbar sind, wurden in unseren Antworten Überlegungen angeführt; für die Langfristperspektive bis 2050 stehen systematische Analysen der Optionen und möglicher Reaktionen des Verkehrssystems sowie der treibenden Kräfte u. E. generell noch aus.

*Teil 3: Thesen der Kurzstatements***Carsten Ascheberg, Sigma****Carsten Ascheberg, Sigma****10 Thesen zur Zukunft der Mobilität**

1. **Das Automobil wird auch im 21. Jahrhundert das bevorzugte Mobilitätsmedium bleiben!**
2. **www.grossmutter.de statt „Oma am Wochenende besuchen“? Elektronische Kommunikation wird physische Mobilität nicht ersetzen können!**
3. **Die öffentliche Debatte um Sinn und Unsinn des Automobils geht am Alltagserleben der Menschen vorbei!**
4. **Das schlechte Umwelt-Gewissen von einst hat sich zu einer Erwartungshaltung an Hersteller und Politik gewandelt.**
5. **Das eigene Auto ist längst Teil der ästhetischen Identität des Einzelnen geworden - jenseits all dessen, was gemeinhin als „logisch“ oder „vernünftig“ gilt! Für drei von vier Autofahrern in Deutschland wäre ein Leben ohne Auto eine „schreckliche Vorstellung“!**
6. **Wertemix und Lebensstil der Modernen Mainstream Milieus verändern die Märkte!**
7. **Im Postmodernen Avantgarde-Milieu werden Mobilitäts-Angebote bevorzugt, die die eigene ästhetische Identität am besten bedienen: Vom Individualismus zum Subjektivismus!**
8. **Den Älteren gilt der PKW als Garant eines aktiven und selbst bestimmten Lebens!**
9. **Über Erfolg oder Mißerfolg neuer Mobilitäts-Angebote entscheiden grenzüberschreitende Zielgruppen!**
10. **Die Verbraucher gestalten ihr Mobilitätsverhalten immer souveräner und selbstbewußter. Wer es beeinflussen will, muß dessen Grundmotive verstehen und akzeptieren!**

**Professorin Dr. Christine Bauhardt, TU Berlin**

1. Aussagen zur Verkehrsentwicklung, die kontinuierliches Verkehrswachstum prognostizieren, sind tendenziell selbsterfüllende Prophezeiungen. Sie werden dazu verwendet, um die Notwendigkeit eines angebotsorientierten Ausbaus von Verkehrsinfrastrukturen zu begründen und damit Verkehrswachstum zu induzieren.
2. Verkehrsplanung und Siedlungsentwicklung hängen eng zusammen und müssen gemeinsam analysiert und politisch gesteuert werden. Die alleinige Konzentration auf eines der beiden Handlungsfelder führt nicht zu einer Lösung von Verkehrsproblemen.
3. Verkehr ist ein gesellschaftliches Querschnittsthema, das alle Bevölkerungsgruppen und sowohl wirtschaftliche als auch soziale und ökologische Fragen direkt berührt. Verkehrsprobleme sind keine primär technischen Probleme, die technisch zu lösen wären. Verkehr verstehe ich als die soziale Organisation von Raum-Zeit-Gefügen.



**Dr. Walter Hell, Institut für Mobilitätsforschung**

- 1) Viele Entwicklungen im Bereich der Wirtschaft und der Gesellschaft deuten darauf hin, dass die Nachfrage nach individueller Mobilität in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird.
- 2) Da man davon ausgehen kann, dass viele Einflussgrößen auf das Mobilitätsverhalten kurzfristig kaum veränderbar sind (z.B. Wirtschafts- und Siedlungsstrukturen; Einstellungen, Werte und Lebensformen der Menschen; technische und bauliche Gegebenheiten der Mobilität), sind langfristig wirksame und kalkulierbare Rahmenbedingungen erforderlich, um grundlegende Veränderungen erzielen zu können.
- 3) Verkehrsnachfrage ist häufig direkte oder indirekte Folge von gesellschaftlich gewollten, politischen Entscheidungen. Der Zusammenhang von politischen Entscheidungen und (ggf. erst später) ausgelöster zusätzlicher Verkehrsnachfrage wird oft nicht thematisiert.
- 4) Neben der Vorgabe von Zielen ist ein dialogorientierter Monitoringprozess hilfreich, der nicht nur den Zielerreichungsgrad kontrolliert, sondern auch die Rahmenbedingungen, unter denen diese Ziele erreicht werden können bzw. sollen.

**Dr. Rainer Hopf, DIW Berlin**

Thesen zum Güterverkehr

These 1

Die Verkehrsleistungen im Güterverkehr (tkm) wachsen auch in den nächsten 20 Jahren schneller als das Bruttoinlandsprodukt. Eine Entkoppelung von des Verkehrswachstums von der Wirtschaftsentwicklung ist nicht in Sicht. Die weitere Globalisierung und Internationalisierung von Produktion und Handel sowie die EU-Integration der Länder Ost- und Mitteleuropas haben eine "push-Wirkung" auf die Verkehrsentwicklung

These 2

Das Wachstum des Güterverkehrs findet fast ausschließlich auf der Straße statt. Bahn und Binnenschifffahrt stehen unter "Status quo"-Bedingungen weiterhin im Abseits. Die Verkehrsmärkte entwickeln sich von beiden Verkehrsträgern weg.

These 3

Für das Ziel "mehr Nachhaltigkeit" im Güterverkehr ist generell eine alle Politikfelder umfassende Gesamtstrategie notwendig, die sowohl auf bessere Technik als auch auf Transportvermeidung, Transportverlagerung und Transportrationalisierung setzt. Ein umfassendes Maßnahmenbündel aus diversen Politikbereichen, dessen wichtigstes Element eine spürbare - an den externen Kosten des Verkehrs orientierte- Verteuerung der Transporte ist, erscheint als geeigneter Ansatz.

Dr. Ulrich Höpfner, IFEU-Institut

---

**Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages  
„Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen  
der Globalisierung und der Liberalisierung“  
Anhörung „Mobilität und Verkehr“,  
6. Dezember 2001**

**Stellungnahme zu:  
Verkehrsbedingte Emissionen des Straßenverkehrs  
zwischen 1980 und 2020**

Dr. Ulrich Höpfner und Mitarbeiter  
IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH  
Internet: [www.ifeu.de](http://www.ifeu.de)



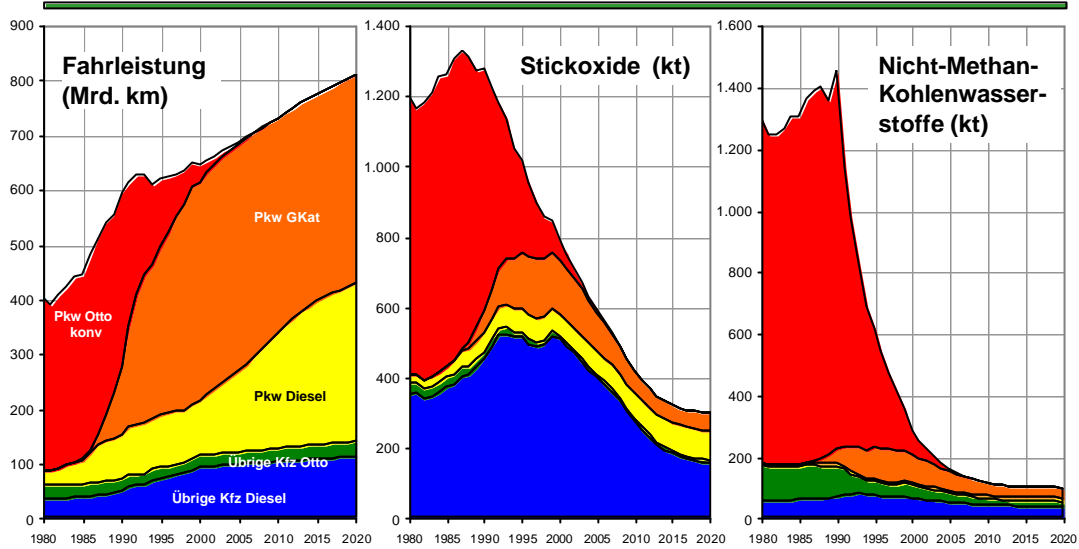
---

**These 1**

- **Die limitierten Emissionen des motorisierten Verkehrs stellen heute oder in absehbarer Zukunft in Deutschland kein relevantes Umweltproblem mehr dar.**



## Fahrleistung und Emissionen des Straßenverkehrs 1980-2020



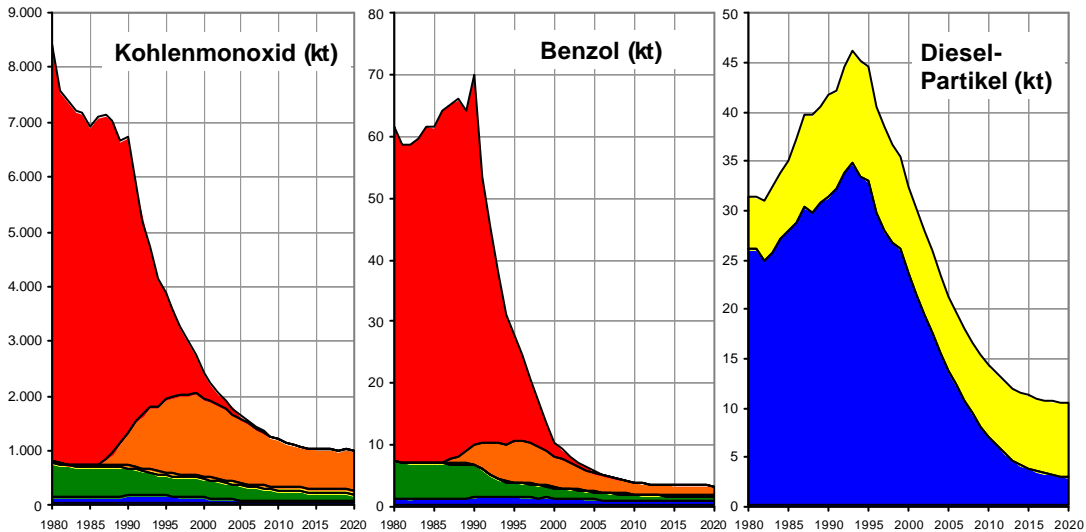
Übrige Kfz Otto: leichte Nutzfahrzeuge und motorisierte Zweiräder; Übrige Kfz Diesel: schwere Nutzfahrzeuge und Busse; Fahrleistungsentwicklung in Anlehnung an die BVWP-Trendprognose (BMV 2001); Emissionsberechnungen unter der Annahme einer jeweils vorzeitigen Erfüllung neuer Grenzwerte; Emissionsfaktoren EURO 2 – 5 abgestimmt zwischen UBA und VDA; Einführung verbesserter Kraftstoffe; reale Fahrleistung inkl. 2000

Quelle: IFEU-Berechnungen mit TREMOD (IFEU i.A. von UBA/VDA/MWV/DB et al.), Version 11/01



3

## Emissionen des Straßenverkehrs 1980-2020



Übrige Kfz Otto: leichte Nutzfahrzeuge und motorisierte Zweiräder; Übrige Kfz Diesel: schwere Nutzfahrzeuge und Busse; Fahrleistungsentwicklung in Anlehnung an die BVWP-Trendprognose (BMV 2001); Emissionsberechnungen unter der Annahme einer jeweils vorzeitigen Erfüllung neuer Grenzwerte; Emissionsfaktoren EURO 2 – 5 abgestimmt zwischen UBA und VDA; Einführung verbesserter Kraftstoffe; reale Fahrleistung inkl. 2000

Quelle: IFEU-Berechnungen mit TREMOD (IFEU i.A. von UBA/VDA/MWV/DB et al.), Version 11/01



4

## These 1

---

- **Die limitierten Emissionen des motorisierten Verkehrs stellen heute oder in absehbarer Zukunft in Deutschland kein relevantes Umweltproblem mehr dar.**
  - Die Luftqualitätsziele werden im Standardszenario in den nächsten Jahren weitestgehend erreicht, zum Teil mit einiger Zeitverzögerung.
  - Weitere Stickoxidminderungen bzw. Partikelfilter bei Diesel-Pkw sind zur Erreichung von Luftqualitätszielen insbesondere dann nötig, wenn deren Fahrleistungsanteile weiter so zunehmen wie zur Zeit.
  - Sehr große Aufmerksamkeit erfordert das Risiko durch die PM<sub>10</sub>-Immissionen, über die Wirkungsmechanismen und über die Quellen von PM<sub>10</sub>.
  - Sogenannte Zero-Emission-Fahrzeuge können aus Gründen der Luftreinhaltung insoweit hilfreich sein, als dass sie die tolerierten Risiken noch weiter verringern und zudem gegenüber heute unbekanntem Schadstoffwirkungen größere Sicherheit bieten als Verbrennungskraftfahrzeuge.



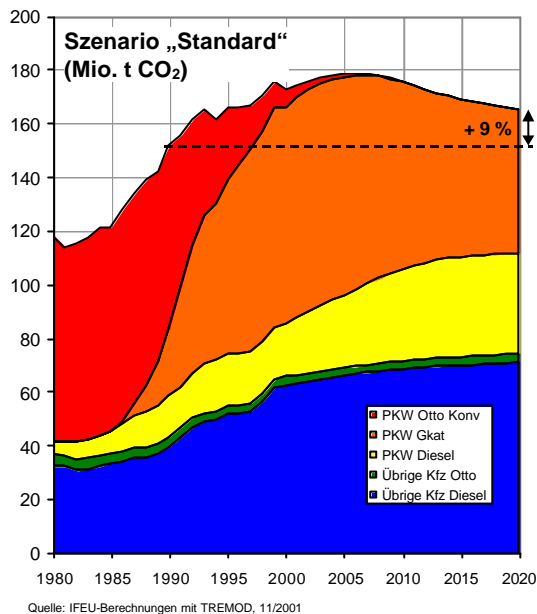
## These 2

---

- **Die Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr werden – dem Standard-Szenario zufolge – im Jahr 2020 knapp 10 Prozent über 1990 liegen. Damit würde zwar das weitere Anwachsen gegenüber der vergangenen Dekade eingedämmt werden, aber keine Reduktion statt finden.**



## Szenarien: Kohlendioxid aus dem Straßenverkehr 1980 - 2020



- Fahrleistungszunahme, Grenzwertstufen wie Emissionsszenarien
- Annahmen: Pkw-Neuzulassungen 2008 140 g/km; 2012 120 g/km; danach Abnahme um 1 % pro Jahr; 1 %/a Abnahme bei neuen leichten, 0,5 %/a bei schw.Nutzfahrzeugen; Auslastungsgraderhöhung
- CO<sub>2</sub>-Ergebnis: Zunahme in 2020 gegenüber 1990 um 9 Prozent
  - dabei Pkw Abnahme um 16 %
  - Übrige Kfz Zunahme um 72 %
  - alle zu 2000: Abnahme um 4 %



7

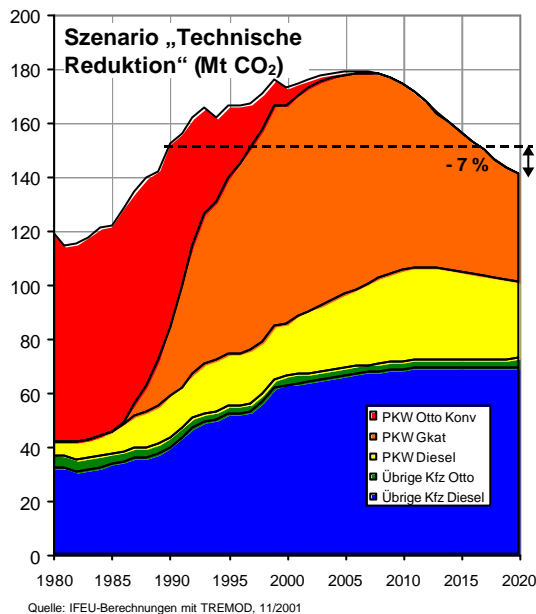
### These 3

- Die Kohlendioxidemissionen aus dem Straßenverkehr werden – dem Szenario „Technische Reduktion“ zufolge – im Jahr 2020 um 7 Prozent unter denjenigen aus 1990 liegen. Damit würde zwar das Ziel einer Halbierung bei weitem verfehlt, aber immerhin eine Reduktion statt finden.



8

## Szenarien: Kohlendioxid aus dem Straßenverkehr 1980 - 2020



- Fahrleistungszunahme, Grenzwertstufen wie Emissionsszenarien
- Annahmen: Pkw-Neuzulassungen 2008 140 g/km; 2012 90 g/km; danach Abnahme um 1 % pro Jahr; 9 % FL-Anteil BZ-Pkw-regenerativ; 1 %/a Abnahme bei neuen leichten, 1 %/a bei schw.Nutzfahrzeugen; zus. Auslastungsgraderhöhung
- CO<sub>2</sub>-Ergebnis: Abnahme in 2020 gegenüber 1990 um 7 Prozent
  - dabei Pkw Abnahme um 37 %
  - Übrige Kfz Zunahme um 67 %
  - alle zu 2000: Abn. um 19 %

TU Braunschweig  
11/2001

### These 3

- Das Szenario zeigt, dass mit drastischen Minderungen beim Durchschnittsverbrauch der Pkw (Motoren- und Antriebstechnik, Verringerung von Fahrzeuggewicht und -größe) hohe Kohlendioxidreduktionen des Pkw-Verkehr möglich sind. Diese können zwar die Kohlendioxidzunahme des Nfz-Verkehr bremsen, aber nicht entscheidend kompensieren.
- Das Szenario zeigt aber auch, dass der Nfz-Verkehr seinen Anteil an den Kohlendioxidemissionen des Straßenverkehr von Jahr zu Jahr steigert und in 2020 schließlich mehr als die Hälfte verantwortet. Damit wird deutlich, dass Maßnahmen zur entscheidenden Kohlendioxidreduktion des Straßenverkehrs nur dann erfolgreich sind, wenn sie auch die Emissionen des Nfz-Verkehr eindämmen.

TU Braunschweig  
11/2001

## Der Energieverbrauch wächst weiter...

- › Das Wachstum ist v.a. bei PW und Luftverkehr ungebrochen.
- › Vor allem sinkende Auslastungen und höhere Ansprüche kompensieren den technischen Fortschritt weitgehend. Im Trend ist eine Stagnation des Energieverbrauchs bereits optimistisch.
- › In Zukunft wird v. a. der Freizeitverkehr Wachstumsmotor sein.
- › Dies macht die Strategie diffuser: Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Verkehrswachstum ist schwierig.

INFRAS | Markus Maibach / Seite 1

## Die technischen Potenziale sind vorhanden.

- › Entkoppelung von Energieverbrauch und Verkehrswachstum ist einfacher.
- › Bereits mit konventionellen Konzepten lassen sich 30-40% sparen.
- › Die Brennstoffzelle ist momentan lfr. die erfolgversprechendste Technologie.
- › Suffizienz-Bereitschaft ist eine Voraussetzung für die Realisierung der technischen Potenziale.

INFRAS | Markus Maibach / Seite 2



## **Nach Kyoto und Marrakech: Klimaschutz im Ausland ist ‚in‘.**

INFRAS

- › **Klimaschutz im Verkehr im eigenen Land ist wenig akzeptiert und ‚teuer‘.**
- › **Die Frage muss beantwortet werden, welche Anstrengungen D im Rahmen der CDM im Ausland durchführen kann.**
- › **Technologie-Diffusion im Ausland könnte Win-Win-Situation für eigene Fahrzeugindustrie werden. Hier ist ein Leadership D möglich und auch sinnvoll.**

**Bernd Nierhauve, Aral AG**

Enquete Kommission Deutscher Bundestag „Nachhaltige Energieversorgung ...“  
- Thesen zur Zukunfts-Energie des Straßenverkehrs -

---

- ① Wasserstoff (H<sub>2</sub>) aus regenerativen Energien ist langfristig am zukunftsfähigsten**



Enquete Kommission Deutscher Bundestag „Nachhaltige Energieversorgung ...“  
- Thesen zur Zukunfts-Energie des Straßenverkehrs -

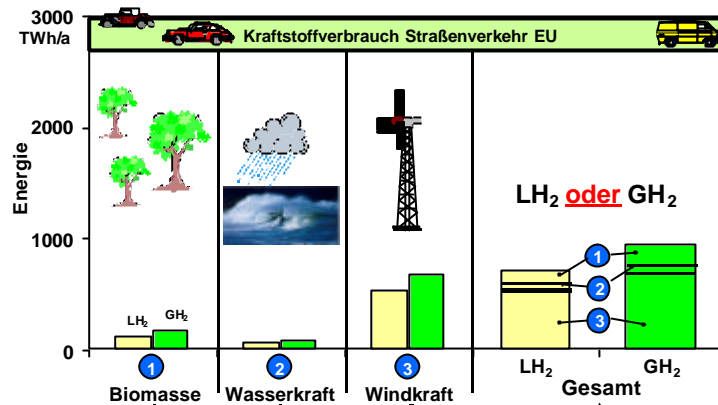
---

- ① Wasserstoff (H<sub>2</sub>) aus regenerativen Energien ist langfristig am zukunftsfähigsten
- ② Übergang zu H<sub>2</sub> wird kein „Selbstgänger“, u.a. Unklarheiten bzgl.**
  - **Aufbau / Verteilung regenerativer Energien**



01\_2011c

## Schätzung technischer Potentiale für Wasserstoff aus regenerativen Energien\* in Europa



Quelle: VES / LBST

\* Unterstellt, dass 50% regenerativer Energien für den Straßenverkehr verfügbar sind



01\_2166

## Enquete Kommission Deutscher Bundestag „Nachhaltige Energieversorgung ...“ - Thesen zur Zukunfts-Energie des Straßenverkehrs -

- ① Wasserstoff (H<sub>2</sub>) aus regenerativen Energien ist langfristig am zukunftsfähigsten
- ② Übergang zu H<sub>2</sub> wird kein „Selbstgänger“, u.a. Unklarheiten bzgl.
  - Aufbau / Verteilung regenerativer Energien
  - Marktfähige Anwendungstechnik (z.B. Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle, Speichertechnik...)



01\_2166

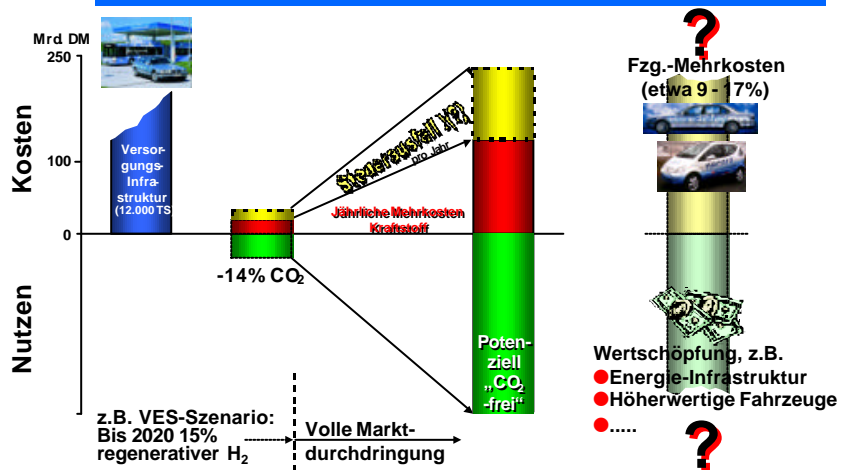
Enquete Kommission Deutscher Bundestag „Nachhaltige Energieversorgung ...“  
 - Thesen zur Zukunfts-Energie des Straßenverkehrs -

- ① Wasserstoff (H<sub>2</sub>) aus regenerativen Energien ist langfristig am zukunftsfähigsten
  
- ② **Übergang zu H<sub>2</sub> wird kein „Selbstgänger“, u.a. Unklarheiten bzgl.**
  - Aufbau / Verteilung regenerativer Energien
  - Marktfähige Anwendungstechnik (z.B. Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle, Speichertechnik...)
  - Hohe finanzielle Vorleistung Infrastruktur und Mehrkosten für langfristig hohen (CO<sub>2</sub>-) Nutzen



01\_2165

Hohe finanzielle Vorleistungen und Mehrkosten vor hohem (CO<sub>2</sub>-) Nutzen für regenerativen H<sub>2</sub> im Straßenverkehr (Deutschland)





01\_2166

Enquete Kommission Deutscher Bundestag „Nachhaltige Energieversorgung ...“  
**- Thesen zur Zukunfts-Energie des Straßenverkehrs -**

① Wasserstoff (H<sub>2</sub>) aus regenerativen Energien ist langfristig am zukunftsfähigsten

② **Übergang zu H<sub>2</sub> wird kein „Selbstgänger“, u.a. Unklarheiten bzgl.**

- Aufbau / Verteilung regenerativer Energien
- Marktfähige Anwendungstechnik (z.B. Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle, Speichertechnik...)
- Hohe finanzielle Vorleistung Infrastruktur und Mehrkosten für langfristig hohen (CO<sub>2</sub>-) Nutzen
- **Langfristig sichere politische Rahmenbedingungen**



01\_2166

Enquete Kommission Deutscher Bundestag „Nachhaltige Energieversorgung ...“  
**- Thesen zur Zukunfts-Energie des Straßenverkehrs -**

① Wasserstoff (H<sub>2</sub>) aus regenerativen Energien ist langfristig am zukunftsfähigsten

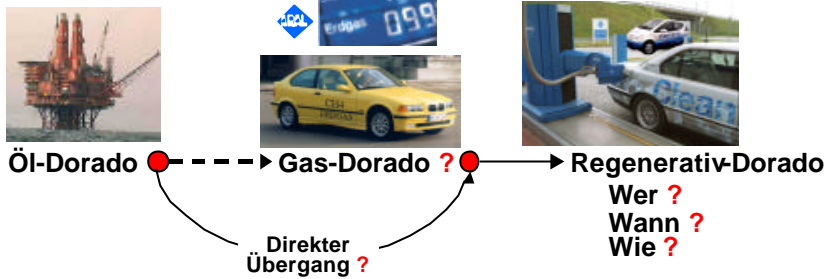
② **Übergang zu H<sub>2</sub> wird kein „Selbstgänger“, u.a. Unklarheiten bzgl.**

- Aufbau / Verteilung regenerativer Energien
- Marktfähige Anwendungstechnik (z.B. Schlüsseltechnologie Brennstoffzelle, Speichertechnik...)
- Hohe finanzielle Vorleistung Infrastruktur und Mehrkosten für langfristig hohen (CO<sub>2</sub>-) Nutzen
- Langfristig sichere politische Rahmenbedingungen

③ **Bei freier marktwirtschaftlicher Entwicklung wird Erdöl noch lange Markt dominieren, nur politische Weichenstellung kann begrenzt signifikante Anteile „Regenerative“ schaffen**



Bei freier marktwirtschaftlicher Entwicklung wird Erdöl noch lange Markt dominieren -  
**Nur politische Weichenstellung kann signifikante Anteile  
 „Regenerative“ schaffen**



Freie marktwirtschaftliche Entwicklung:  
 ????? → Wettbewerbsvorteile sprechen langfristig für Dominanz von Erdöl

Wenn „gesellschaftlicher Nutzen“ Änderung fordert:  
 ????? → Antworten durch politische Weichenstellung / Rahmenbedingungen erforderlich

Prof. Dr. Rudolf Petersen, Wuppertal Institut

## Anhörung Energie-EK 6. Dez. 2001 Berlin Eingangsstatement Petersen Wuppertal Institut

### Perspektive 2020:

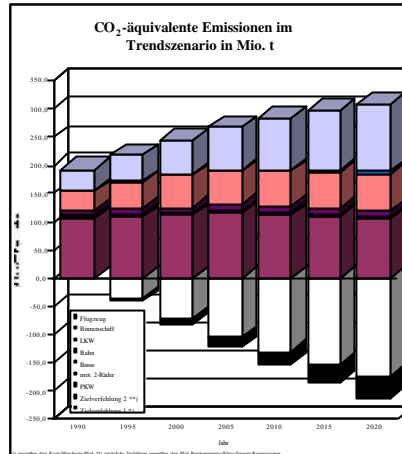
- Die Klimaemissionen des Verkehrs werden bis 2020 vor allem durch den Lkw- und den Luftverkehr weiter ansteigen.
- Die Emissionen des Pkw-Verkehrs nehmen nicht weiter zu, verfehlen aber die Reduktionsziele. Minderung um 50 % bis 2020 technisch möglich; Abgaben und Flottengrenzwerte.
- Bei Lkw und Luftverkehr wegen geringer technische Potentiale Verlagerung/Vermeidung erforderlich; Abgabenstrategie.

### Klimarelevante Emissionen aus dem Verkehr in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent, Entwicklung nach Trendszenario

J a h r	Ges am t	PKW	2 Ra d	Busse	Ba h n	L K W	Bi S h i	Flu geug	
								nur CO <sub>2</sub>	Au f schl a g
1990	1932	1060	1,1	3,4	10,0	33,1	2,0	13,9	23,7
1995	2182	107,6	1,1	3,1	10,5	47,9	1,7	17,0	29,0
2000	243,9	110,8	1,1	3,0	10,7	56,3	2,5	22,0	37,4
2005	267,3	114,3	1,1	2,9	10,8	59,9	3,0	27,7	47,2
2010	283,2	111,4	1,1	2,8	10,7	62,7	3,5	33,6	57,1
2015	297,9	108,4	1,1	2,7	10,6	65,0	3,9	39,2	66,7
2020	309,0	104,0	1,0	2,6	10,3	66,5	4,4	44,4	75,4

## Trendszenario mit Abweichungen von proportionalen Reduktionspfaden

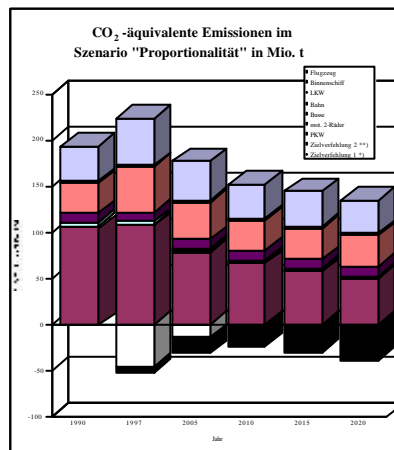
- **Wesentliche Subsektoren: Pkw, Lkw, Luftverkehr**
- **Luftverkehr stärkstes Wachstum**
- **Lkw noch deutliche Zunahmen**
- **Pkw stabilisiert mit Trend zur Reduktion**
- **Unten: Abweichung von EK-Zielpfad 2020, davon Abw. Kioto-Pfad weiss**



## Szenario Proportionalität zu Kioto-Pfad Abweichungen zu EK-Pfad 2020

Maßnahmen / Minderung 2010 gegenüber Trend:

- **Luftverkehr Kerosinpreis DM 8,50 und Emissionsabgaben: -60%**
- **LKW-Verkehr Erhöhung Treibstoffkosten um 100%, dazu Road-Pricing, Kosten-verdoppelung je tkm: -50%**
- **PKW-Verkehr Tempo 100/80/30, Verdoppelung Treibstoffkosten, spez. Flottenlimits: -46%**

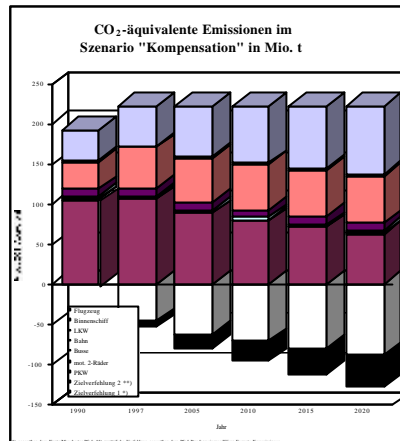




## Szenario Kompensation mit Stabilisierung im Verkehr; Kompensationsmengen

### Maßnahmen / Minderung 2010 gegenüber Trend:

- Luftverkehr Kerosinpreis DM 4,40 und Emissionsabgaben: - 20%
- LKW-Verkehr Erhöhung Treibstoffkosten um 50 %, dazu Road-Pricing, Kosten-erh. 50% je tkm: - 10 - 20%
- PKW-Verkehr Tempo 100/80/30, Kraftstoffkosten +50%, Flottenlimits: -30 %



## Elemente der Maßnahmenstrategie 2020 Klimaschutz im Verkehr

- Ökoabgaben auf Kraftstoffe nach CO<sub>2</sub>-Bildung
- Pkw: Kfz.-Steuerspreizung nach Normverbrauch, herstellerepez. Flottenlimits
- Lkw: Roadpricing, Transportkostenerhöhung für Verlagerung/Vermeidung
- Luftverkehr: Kerosinsteuer und CO<sub>2</sub>-Abgabe
- Nationaler Emissionshandel zur Kompensation der Zielverfehlungen im Verkehr

**Dr. Ulrich Voigt, DIW**

### **Thesen zur Entwicklung des Personenverkehrs**

- 1.** Die Leistungen im Personenverkehr haben seit etlichen Jahren eine Elastizität zum Bruttoinlandsprodukt von weniger als eins. Die Koppelung an die Wirtschaftsentwicklung hat sich im Zeitablauf reduziert und wird künftig – vor allem auf Grund von Sättigungstendenzen bei der privaten Motorisierung - weiter abnehmen. Die Veränderungsraten der Verkehrsleistungen reduzieren sich daher bis 2020, bleiben aber positiv.
- 2.** Die Automobilität ist mit hoher Priorität in der Bedürfnisskala der Haushalte verankert. Öffentliche Verkehrsmittel werden vielfach nicht als vollwertige Substitute akzeptiert. Die Preiselastizität der Verkehrsleistungen ist relativ niedrig. Um spürbare Vermeidungs- und Verlagerungseffekte mit preispolitischen Maßnahmen zu erzielen, wären daher kräftige Verteuerungen notwendig.
- 3.** Um die gesetzten CO<sub>2</sub>-Minderungsziele zu erreichen sind sowohl verhaltensbeeinflussende Maßnahmen zur besseren Auslastung der Fahrzeuge, zur Verkehrsverlagerung und -vermeidung sowie technische Maßnahmen zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und zur Verwendung regenerativ erzeugter Kraftstoffe notwendig. Unter den gegebenen politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen erscheinen die technischen Potentiale einfacher mobilisierbar zu sein.

*Teil 4: Lebensläufe und Tätigkeitsschwerpunkte der Sachverständigen*

**Carsten Ascheberg**, [karnap@sigma-online.com](mailto:karnap@sigma-online.com), <http://www.sigma-online.com>

Über das SIGMA-Institut:

Das SIGMA-Institut führt kontinuierlich qualitative wie auch quantitative Zielgruppen-, Trend- und Alltagsästhetik-Forschung in Europa, Amerika und Asien (Japan, China, Südostasien) auf dem Hintergrund des von seinen Gründern entwickelten - und heute von zahlreichen in- und ausländischen Herstellern fast aller Konsumgüterbranchen erfolgreich eingesetzten - Modells der Sozialen Milieus durch. Dieses Modell kombiniert herkömmliche Marktinformationen mit Daten zur sozio-kulturellen und sozialästhetischen Identität der Verbraucher zu alltagsnahen und damit außerordentlich treffgenauen Zielgruppensystemen, den *Transnational Consumer Cultures*.

Carsten Ascheberg ist Gründer und geschäftsführender Gesellschafter des SIGMA-Instituts und der Forschungsgruppe Wahlen Online GmbH. Er hat in den vergangenen Jahren gemeinsam mit Jörg Ueltzhöffer Milieumodelle für zahlreiche europäische und außereuropäische Länder in Verbindung mit dem globalen SIGMA-Trendsystem entwickelt.



Carsten Ascheberg

**Prof. Dr.phil. Christine Bauhardt, [bauhardt@imup.tu-berlin.de](mailto:bauhardt@imup.tu-berlin.de), <http://www.tu-berlin.de/~imup/bauhardt.htm>**

Politologin und Raumplanerin

Z.Z. Gastprofessur "Gender Planning – Frauen- und Geschlechterforschung in der Raum- und Umweltplanung" an der TU Berlin, Institut für Landschafts- und Umweltplanung

1998/99 Gastwissenschaftlerin am CNRS in Aix-en-Provence, empirische Forschung zum Thema Stadtentwicklung und Migration in Marseille

1994 - 1999 Wissenschaftliche Assistentin an der Fakultät Raumplanung der Universität Dortmund

1994 Promotion an der Univ. GH Essen mit einer Arbeit zum Zusammenhang von Stadtentwicklung und Verkehrspolitik aus feministischer Perspektive. Die Dissertation wurde mit einer kommunalwissenschaftlichen Prämie des Deutschen Instituts für Urbanistik (difu) für ihre besondere kommunalwissenschaftliche Bedeutung ausgezeichnet

Zahlreiche Publikationen in den Themenfeldern Verkehrs- und Infrastrukturpolitik, Stadtentwicklung und -planung, sozial-ökologische Technik- und Umweltforschung

**Dr. Axel Friedrich, [axel.friedrich@uba.de](mailto:axel.friedrich@uba.de), <http://www.uba.de/>**

Name: Dr. Axel Friedrich

Geburt: 23.11.1947

**Ausbildung:**

1964-1965 Praktikum, Rühl- Chemie, Friedrichsdorf/ Taunus

1965-1967 Chemieschule Fresenius, Wiesbaden

Abschluß: Staatl. Geprüfter Chemotechniker

1967-1969 Staatlich anerkannte Ingenieurschule Fresenius, Wiesbaden

Abschluß: Chemieingenieur (grad)

1969-1972 Chemiestudium, Technische Universität Berlin

Diplomarbeit am Institut für Technische Chemie bei Prof.  
Dr. Langemann

1972-1974 Graduiertenstipendium an der TU Berlin

01.02.1974- wissenschaftlicher Assistent mit Teilzeitbeschäftigung

31.03.1975 am Institut für Technische Chemie, TU Berlin

01.04.1974- Wissenschaftlicher Assistent, Fachgebiet Technische Chemie und

30.06.1979 chemische Verfahrenstechnik, Gesamthochschule Paderborn

27.10.1978 Doktorprüfung, Thema der Dissertation; „Zur Reaktionstechnik der  
Hydratation des Isobutens mittels Schwefelsäure“

**Beruf:**

01.07.1979-

31.01.1980

Kalichemie, Zentralabteilung Verfahrenstechnik, Hannover

**Seit dem**

01.02.1980 im Umweltbundesamt

01.02.1980 - Umweltbundesamt, wissenschaftlicher Mitarbeiter

31.01.1989 im Fachgebiet Luftreinhalteung im Verkehr

01.02.1989 - Leiter des Fachgebietes „Mineralölindustrie. Minderung organischer  
30.06.1992 Stoffe“

01.07.1992-

30.08.1994

Leiter des Fachgebietes „Meeresschutz“

**Seit dem**

01.09.1994

Leiter der Abteilung „Umwelt und Verkehr“

**Ernennungen:**

24.07.1981 Wissenschaftlicher Rat, Beamter auf Lebenszeit

03.05.1983 Wissenschaftlicher Oberrat

03.09.1984 Wissenschaftlicher Direktor

12.05.1995 Direktor und Professor

**Dr. Walter Hell, [walter.hell@ifmo.de](mailto:walter.hell@ifmo.de), <http://www.ifmo.de/>**

**Name:** Dr. Walter Hell

**Jahrgang:** 1952

**Studium:** Wirtschaftsingenieurwesen (Dipl.-Ing.), TU Berlin

**Promotion:** Dissertation auf dem Gebiet der Arbeitswissenschaft (rer. pol.)

**Berufliche Tätigkeiten:**

1978 – 1983: Arbeitswissenschaftliches Forschungsinstitut GmbH, Berlin

1983 – 1997: BMW AG, verschiedene Leitungsfunktionen in den Bereichen Arbeitswissenschaft, Personalwirtschaft, Personalpolitik

Seit 1998: Leiter des Instituts für Mobilitätsforschung, einer Forschungseinrichtung der BMW Group ([www.ifmo.de](http://www.ifmo.de)).

Die Arbeit des Instituts wird von einem Kuratorium begleitet, das von Herrn Prof. Dr. H.-J. Ewers geleitet wird. Neben weiteren Wissenschaftlern sind auch die Deutsche Bahn, die Deutsche Lufthansa und die BMW Group vertreten.

Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Erforschung von künftigen Entwicklungen und Herausforderungen im Zusammenhang mit der Mobilität. Ziel des Instituts ist es, die Ergebnisse jeweils mit Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zu diskutieren.

Im Oktober 2000 wurde das vom BMBF geförderte Szenario-Projekt „Zukunft der Mobilität“ begonnen. Das Projekt wird vom Institut für Mobilitätsforschung in Kooperation mit der Deutschen Bahn und der Deutschen Lufthansa geleitet. Die methodische Betreuung obliegt Herrn Prof. Dr. H. Geschka (ehemals Battelle Institut, Frankfurt). Ziel ist die Erarbeitung möglicher Zukunftsbilder der Mobilitätssituation in Deutschland für das Jahr 2020. Beteiligt sind mehr als 50 Experten aus verschiedenen Institutionen und Unternehmen.

Im Frühjahr 2002 wird das Basisszenario vorliegen. Im Anschluss ist ein ausführlicher Dialog mit den verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen geplant. Ende 2003 werden retrospektiv die zwischenzeitlich eingetretenen realen Entwicklungen mit den Aussagen im Szenario verglichen. Ge-

gegebenfalls werden die Projektionen für die Zukunft angepasst. In 2004 soll dann erneut ein Dialog über die aktualisierten Zukunftsbilder starten.

Es ist geplant, diesen rollierenden Prozess von Projektionserarbeitung, retrospektiver Überprüfung, Korrektur der Projektionen und anschließendem Dialog langfristig zu institutionalisieren.

**Dr. Ulrich Höpfner, [ulrich.hoepfner@ifeu.de](mailto:ulrich.hoepfner@ifeu.de), <http://www.ifeu.de>**

**Zur Person:**

Dr. Ulrich Höpfner, Chemiker, 55 Jahre alt, ist Mitbegründer, Gesellschafter und Geschäftsführer des IFEU-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg und Leiter des Fachbereichs „Verkehr und Umwelt“. Das IFEU ist ein eigenständiges Forschungsinstitut und heute als gemeinnützige GmbH organisiert. Es besteht seit 1978 und hat heute rund 40 Mitarbeiter. Während seiner IFEU-Tätigkeit war Dr. Höpfner Mitglied des wissenschaftlichen Stabes der Enquête-Kommission „Zukünftige Energiepolitik“ des Deutschen Bundestages (1979/80). Seit 1983 beschäftigt er sich mit den Umweltauswirkungen von Verkehrsträgern. Heute arbeiten seine Arbeitsgruppe und er für zahlreiche nationale und internationale Organisationen und Firmen. Das Spektrum der Auftraggeber reicht von den Kommunen über Länderministerien bis zu Bundesregierung und Parlament, von Verbänden und Industrieunternehmen über die EU bis hin zur Weltbank.



**Dr. Rainer Hopf, [rhopf@diw.de](mailto:rhopf@diw.de), <http://www.diw.de/>**

Geb. am 17.5.1942 in Hannover.

Nach Abitur Lehre zum Chemiekaufmann (Abschluß im Herbst 1964).

Anschließend Studium der VWL in Berlin (Abschluß an der FU im Frühjahr 1970).

Seit 1970 wiss. Mitarbeiter im DIW:

1974 Promotion zum Dr. rer. pol. an der FU Berlin.

**Markus Maibach, [markus.maibach@infras.ch](mailto:markus.maibach@infras.ch), <http://www.infras.ch/>**

1978-1984 Studium der Volkswirtschaft und

Wirtschaftsgeographie an der Universität Zürich.

1982-1984 Assistent am Sozialökonomischen

Seminar der Universität Zürich. Ab 1985 freie

Mitarbeit bei INFRAS, seit 1987 in fester Anstellung.

1988/1989 Verkehrsökonomische Expertisen für

Projekte in Burma und Nepal. Seit 1990

Projektverantwortlicher im Bereich Verkehr. Weitere

Schwerpunkte im Bereich Energie/Umwelt, Evaluation

von Grossprojekten, Nachhaltige Entwicklung. Seit

1995 Mitglied der INFRAS-Geschäftsleitung.

**Hartmut Mehdorn, <http://www.bahn.de/>**

Hartmut Mehdorn ist seit 1999 Vorstandsvorsitzender der Deutschen Bahn AG.

Herr Mehdorn wurde am 31. Juli 1942 geboren. Im Anschluss an ein Studium des Maschinenbaus in Berlin trat er in die Entwicklungskonstruktion von Focke-Wulf in Bremen ein. Von 1966 bis 1978 war Herr Mehdorn in dem später Vereinigte Flugtechnische Werke-Fokker GmbH genannten Unternehmen tätig, zuletzt als Leiter der Produktion der Nordwerke von MBB. Von 1978 bis 1984 war er in der Geschäftsführung der Airbus Industrie S.A. in Toulouse für Produktion, Einkauf und Qualitätssicherung verantwortlich. Von 1984 bis 1989 war der Diplom-Ingenieur Leiter der MBB-Unternehmensgruppe Transport- und Verkehrsflugzeuge in Hamburg, seit 1986 zusätzlich Mitglied der Geschäftsführung von MBB in München. 1989 bis 1992 war Herr Mehdorn Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Airbus GmbH in Hamburg, von 1992 bis 1995 zusätzlich Mitglied des Vorstandes der Deutschen Aerospace AG in München. Herr Mehdorn ist Ehrendoktor der Technischen Universität Hamburg-Harburg.

Von 1995 bis 1999 war Herr Mehdorn Vorsitzender des Vorstandes der Heidelberger Druckmaschinen AG und von 1998 bis 1999 zusätzlich Mitglied des Vorstandes der RWE Aktiengesellschaft.

Herr Mehdorn ist verheiratet und hat drei erwachsene Kinder.

**Prof. Dr. Müller-Hellmann, [mueller.hellmann@vdv.de](mailto:mueller.hellmann@vdv.de), <http://www.vdv.de/>**

Prof. Dr.-Ing. Adolf Müller-Hellmann, geboren am 15. Februar 1944 in Münkeboe (Ostfr.).

- 1963 bis 1966 Studium der Allgemeinen Elektrotechnik an der Staatlichen Ingenieurschule in Osnabrück.
- 1966 - 1972 Studium der Elektrischen Energietechnik an der RWTH Aachen.
- 1972 - 1973 Entwicklungsingenieur im Geschäftsbereich Verkehr der Firma Boveri & Cie. AG in Mannheim. - 1973 - 1979 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der RWTH Aachen.
- 1977 Literaturpreis der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im VDE.
- 1979 Promotion zum Dr.-Ing. an der RWTH Aachen (Prof. Skudelny, Prof. Sattler).
- 1980 Zuerkennung der BEUTH-Medaille der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft (DMG) für die Promotionsarbeit.
- 1979 - 1982 Oberingenieurtätigkeit am Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe der RWTH Aachen.
- 1982 - 1988 Fachbereichsleiter für Schienenfahrzeuge, elektrische Bahnanlagen, Betriebsfunk, Zugsicherungs- und Informationstechnik beim Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV) in Köln. - 1987 Erteilung eines Lehrauftrages für das Lehrgebiet „Elektrische Nahverkehrssysteme“ an der RWTH Aachen.
- 1988 Ernennung zum stellvertretenden Verbandsdirektor des VÖV.
- 1991 Geschäftsführer Bereich Technik des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) in Köln.
- 1993 Erteilung eines zusätzlichen Lehrauftrages für das Lehrgebiet „Elektrische Bahnantriebe“ an der RWTH Aachen.
- 1993 - 1995 zusätzlich Geschäftsführer des Euroteams des Internationalen Verbandes für öffentlichen Verkehr (UITP) in Brüssel.
- 1995 Verleihung der Bezeichnung Honorarprofessor durch die RWTH Aachen.
- ab 1995 zusätzlich Geschäftsführer des VDV-Förderkreises e. V. – 1998 Hauptgeschäftsführer des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)

**Bernd Nierhauve**, [bernd.nierhauve@aral.de](mailto:bernd.nierhauve@aral.de), <http://www.aral.de/>

**Titel:** Dipl.-Ing.

**Studium:** Maschinenbau

### **Beruflicher Werdegang**

1966	Eintritt in die Aral Forschung als Versuchsingenieur im Motorprüffeld für Schmierstoffe
1968 – 1979	Verschiedene Aufgaben in der Kraftstoffentwicklung, Schwerpunkt Additive und Abgasemissionen
1979 – 1982	Abteilungsleiter für Versuchstechnik und Sonderaufgaben, Schwerpunkt „Alternativkraftstoffe“
1982 – 1985	Leiter der gesamten Technischen Versuchsanstalt
1985 – 2000	Hauptabteilungsleiter „Kraftstoffe“ im Bereich Forschung der Aral AG
Seit 2000	Geschäftsbereichsleiter Kraft- und Brennstoffe in der Aral Forschung GmbH

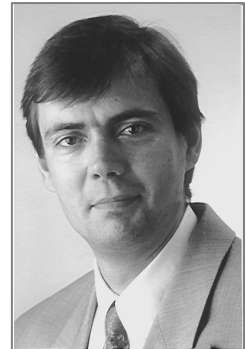
### **Tätigkeitsschwerpunkte**

- Weiterentwicklung konventioneller Kraftstoffe, insbesondere unter den Gesichtspunkten Umweltschutz und Energie-Effizienz
- Bewertung und Entwicklung alternativer Kraftstoffe
- Planung und Durchführung verschiedenster Demonstrationsprojekte mit „Alternativen“ in Kooperation mit Fahrzeugherstellern und Regierungsstellen, z.B. weltweit erste Wasserstofftankstellen Berlin 1982, München 1999
- Aktuell u.a. Mitglied der Task Force der „Verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie“, einer Initiative verschiedener Industrieunternehmen mit der Bundesregierung zur Auswahl und Einführungsstrategie von alternativen Kraftstoffen und Antrieben (insbesondere diese Thematik soll in der Stellungnahme zur Anhörung behandelt werden).

Frank Overmeyer, [frank.overmeyer@daimlerchrysler.com](mailto:frank.overmeyer@daimlerchrysler.com),  
<http://www.daimlerchrysler.com/>

### Lebenslauf :

Name	<b>Overmeyer</b>
Vorname	<b>Frank</b>
Geburtsdatum	28.10.59
Geburtsort	Bocholt / Westf.
Familienstand	verheiratet, 2 Kinder
Studium	01.12.80 - 28.02.85
Studienort	Esslingen am Neckar
Hochschule	Fachhochschule für Technik
Studiengang	<b>Fahrzeugtechnik</b>
Studienabschluss	<b>Dipl.Ing. (Fh)</b>
Arbeitgeber	01.04.85 - heute    DaimlerChrysler



### Beruflicher Werdegang :

1. Fertigungsverfahrensingenieur 1985 – 1986
  - Softwareentwicklung von produktionsnahen NC-Programmiersystemen, sowie deren Einführung in den Werken
2. Gruppenleiter „NC-Software“ 1986 - 1989
  - Entwicklung von NC-Programmiersystemen für Produktion und Produktionsvorbereitung
  - Entwicklung von Schulungssystemen für die Lehrlingsausbildung
3. Gruppenleiter „NC-Betriebssysteme“ 1989 - 1995

- Entwicklung von Werkstatt-Steuerungssystemen
4. Teamleiter „Produktionsleitsysteme“ 1995 - 1999
- Lenkung Kompetenzfeld „Produktionstechnik und Produktionsverfahren“
5. Direktionsassistent „Forschung und Technologie“ 1999 - 2001
- Assistent des „Umweltbevollmächtigten“ des Konzerns
  - Assistent des Direktors für „Produktionstechnik und Werkstofftechnologie“
6. (heutige Funktion) Leiter „Strategie Produkt und Umwelt“ 2001 – heute
- Beeinflussung und Initiierung interner Geschäftsfeldstrategien konzernweit
  - Formulierung und Gestaltung externer Umsetzungs- und Kommunikationsstrategien konzernweit
  - Ansprechpartner und Koordinator für die Region Japan

**Prof. Dr. Rudolf Petersen, [rudolf.petersen@wupperinst.org](mailto:rudolf.petersen@wupperinst.org),  
<http://www.wupperinst.de/>**



**Dr. Ulrich Voigt, [uvoigt@diw.de](mailto:uvoigt@diw.de), <http://www.diw.de/>**

Ulrich Voigt geb. 5. April 1944 in Tübingen.

#### Akademischer Werdegang

1970 Diplomprüfung für Volkswirte, Freie Universität Berlin

1976 Dr. rer.pol., Freie Universität Berlin

1982 Gastwissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge (USA)

1988 Aufenthalt am Institut für das gesamte Verkehrswesen, Beijing (China)

#### Berufstätigkeit

seit 1970 wissenschaftlicher Referent im DIW Berlin,

zahlreiche Studien zu verkehrsökonomischen und umweltbezogenen Fragestellungen

1996 - 1999 Leiter des Referates Verkehrswirtschaft im Ministerium für Wohnungswesen, Städtebau und Verkehr des Landes Sachsen - Anhalt (vom DIW beurlaubt)