

CO₂-Minderung im Verkehr

Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes

- Beschreibung von Maßnahmen und Aktualisierung von Potenzialen -

September 2003

CO₂-Minderung im Verkehr

Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes

- Beschreibung von Maßnahmen und Aktualisierung von Potenzialen -

Projektteam

Reinhard Kolke

Michael Jäcker

Annette Rauterberg-Wulff

Hedwig Verron

Wiebke Zimmer

Andreas Ostermeier

Klaus Stinshoff

Christian Pech

Berlin, 10. September 2003

Abkürzungen

A...G	Energieeffizienzklassen	Kfz	Kraftfahrzeug
ACEA	Association des Constructeurs Européens d' Automobiles, Europäischer Verband der Automobilhersteller	LNfz	Leichtes Nutzfahrzeug
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobilclub	MIV	Motorisierter Individualverkehr
AO	Außerorts	Nfz	Nutzfahrzeug
BAB	(Bundes-) Autobahn	NO _x	Stickstoffoxid
BZ	Brennstoffzelle	ÖPNV	Öffentlicher Personen Nahverkehr
CO ₂	Kohlendioxid	ÖSPV	Straßenpersonenverkehr
EU	Europäische Union	ÖV	Öffentlicher Verkehr
EURO 1...5	Bezeichnung unterschiedlicher europäischer Abgasgesetzgebungsstufen für Pkw, LNfz, SNfz	Pkw	Personenkraftwagen
FL	Fahrleistung	RME	Rapsölmethylester
Fz	Fahrzeug	SAE	Society of Automotives Engineers
ICAO	International Civil Aviation Organisation, Internationale zivile Luftfahrtorganisation	SNfz	Schweres Nutzfahrzeug
IO	Innerorts	SVA	Schwerverkehrsabgabe
JAMA	Japanese Automobile Manufacturer, Japanischer Automobilverband	TREMODO	Traffic Emission Estimation Model, Modell zur Berechnung der Verkehrsemissionen
KAMA	Korean Automobile Manufacturer, Koreanischer Automobilverband	VES	Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie
		VL	Verkehrsleistung

Inhaltsverzeichnis	Seite
EINLEITUNG	1
1 FÖRDERUNG UMWELTORIENTIERTER VERKEHRSPLANUNG	3
1.1 REGIONALER WIRTSCHAFTSKREISLÄUFE	3
1.2 SIEDLUNGSSTRUKTUREN	4
1.3 ANSIEDLUNG VON UNTERNEHMEN	6
2 FÖRDERUNG UMWELTGERECHTER VERKEHRSTRÄGER	9
2.1 SCHIENENVERKEHR	9
2.1.1 Verbesserung der Wettbewerbsbedingungen des Güter- und Personenschienenverkehrs	9
2.1.2 Erhöhung des Verkehrsanteils des Schienenverkehrs	11
2.2 EFFIZIENTERER ÖPNV	13
2.3 TELEMATIKEINSATZ	14
2.4 FAHRRAD- UND FUßGÄNGERVERKEHR	15
2.5 CAR-SHARING	16
3 MONETÄRE MAßNAHMEN	19
3.1 ABGABEN AUF DEN FLUGVERKEHR	19
3.2 SCHWERVERKEHRSABGABE AUF BUNDESAUTOBAHNEN (BAB) UND LANDSTRASSEN	20
3.3 ÖKOSTEUER	22
3.4 CO ₂ -BEZOGENE KRAFTFAHRZEUGSTEUER FÜR PKW UND LEICHTE NUTZFAHRZEUGE	23
3.5 ABBAU VON STEUERVERGÜNSTIGUNGEN FÜR PKW	24
3.6 ANGLEICHUNG DER MINERALÖLSTEUER (OTTO-, DIESELKRAFTSTOFF)	25
3.7 CO ₂ -HANDEL IM VERKEHR	26
4 TECHNISCHE OPTIMIERUNGEN DER VERKEHRSTRÄGER	29
4.1 VERBRAUCHSMINDERUNG BEI BAHNEN UND BUSSEN	29
4.2 TECHNISCHE MAßNAHMEN FÜR PKW, LEICHTE UND SCHWERE NUTZFAHRZEUGE	30
4.2.1 Einsatz von Leichtlaufölen	31
4.2.2 Einsatz von rollwiderstandsarmen und lärmarmen Reifen	32
4.3 BEGRENZUNG DER FLOTTENEMISSIONEN NEU ZUGELASSENER PKW	34
4.3.1 Fortschreibung der CO ₂ -Selbstverpflichtung der Automobilindustrie	35
4.3.2 CO ₂ -Grenzwerte für die Neuzulassung von Pkw	35
4.4 ALTERNATIVE TREIBSTOFFE UND ANTRIEBE	37
5 VERBRAUCHERVERHALTEN	41
5.1 BEREITSTELLUNG VON VERBRAUCHERINFORMATIONEN	41
5.2 FÖRDERUNG DES KRAFTSTOFFSPARENDEN FAHRENS	43
5.3 GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNGEN: 80/120 UND 80/100 KM/H	44
6 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG	47
6.1 ZUSAMMENFASSUNG DER EINZELPOTENZIALE	47
6.2 CO ₂ -GESAMTSZENARIO 2010	49
6.3 SCHLUSSFOLGERUNG	54
7 LITERATUR	57

<u>Tabellenverzeichnis</u>		<u>Seite</u>
Tabelle 1:	Verkehrsleistungen 2010 im Güter- und Personenfernverkehr <i>[nach BMVBW, 2000]</i>	12
Tabelle 2:	CO ₂ -Emissionsfaktoren 2010 im Güter- und Personenfernverkehr	12
Tabelle 3:	Mögliche Verlagerungspotenziale und die daraus resultierenden CO ₂ -Einsparungen und jährlichen Radfahrleistungen für das Jahr 2010	16
Tabelle 4:	Mögliche Verlagerungspotenziale und die daraus resultierenden CO ₂ -Einsparungen durch Einführung einer SVA	22
Tabelle 5:	Zusammenfassung der CO ₂ -Emissionsminderungsziele (2005) und CO ₂ -Emissionen (1990, 2005, 2010) im TREND-Szenario in Deutschland	47
Tabelle 6:	Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen und deren CO ₂ -Emissionsminderungspotenziale (2010) in Deutschland (Einzelpotenziale sind nicht beliebig zu addieren)	48
Tabelle 7:	Darstellung der Vermeidungsgewinne durch CO ₂ -Emissionsminderung <i>[OILBULLETIN, 2003]</i>	49
Tabelle 8:	Ergebnisse des CO ₂ -Gesamtszenarios 2010	53

<u>Abbildungsverzeichnis</u>		<u>Seite</u>
Abbildung 1:	Vergleich des Modal Split in verschiedenen Städten	13
Abbildung 2:	Entwicklung der mittleren spezifischen CO ₂ -Emissionen nach 1999/100/EG von neu zugelassenen Pkw in Deutschland im Zeitraum 1998 bis August 2002	31
Abbildung 3:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen durch die Verwendung von Leichtlaufölen und -reifen im Vergleich zum TREND Szenario	34
Abbildung 4:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen der Neuwagenflotte von ACEA, JAMA und KAMA von 1995 bis 2000 <i>[KOM 2001/643]</i> und bei der Einführung eines CO ₂ -Grenzwertes im Jahr 2010 von 120 g/km und im Jahr 2015 von 100 g/km	36
Abbildung 5:	Entwurf einer CO ₂ -Kennzeichnung	42
Abbildung 6:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen bei Förderung der verbrauchsarmen Fahrweise	44
Abbildung 7:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen bei Einführung eines allgemeinen Tempolimits 80/100 km/h	46
Abbildung 8:	Übersicht der Maßnahmen zur CO ₂ -Emissionsminderung und Einordnung der wesentlichen Reaktionen	50

Einleitung

Anders als in anderen Sektoren sind die vom Verkehr ausgehenden CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2000 insgesamt um über 12% gestiegen. Die Ursache dafür liegt in erster Linie in der gestiegenen Verkehrsleistung, die zwischen 1990 und 2000 allein im Güterverkehr etwa 41% betrug. Der Zuwachs im Personenverkehr, gemessen in Personenkilometern, macht im gleichen Zeitraum rund 22% aus [VIZ, 2001/2002]. Erst in den Jahren nach 1999



ist es vor allem wegen gesunkener Fahrleistungen im Personenverkehr zu einer leichten Abnahme der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen gekommen, die allerdings noch nicht als Trendwende bezeichnet werden kann, da mit der Wiederbelebung der wirtschaftlichen Aktivitäten ein erneuter Anstieg der Fahrleistung und damit der CO₂-Emissionen im Verkehr zu erwarten ist.

Bis 2010 kann von deutlichen Zuwächsen des Verkehrsaufwandes ausgegangen werden. Unter den bestehenden Rahmenbedingungen und ohne zusätzliche Maßnahmen, mit denen das Verkehrswachstum gedämpft wird, wird die Fahrleistung im Straßenverkehr gegenüber 1990 um rund 23% steigen. Im Güterstraßenverkehr deutet der Trend sogar auf deutlich höhere Zuwächse hin. So kann damit gerechnet werden, dass bis 2010 die CO₂-Emissionen, die durch den straßengebundenen Gütertransport entstehen, gegenüber 1990 um etwa 58% zunehmen werden [I-*FEU, 2002*].

Je stärker die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen zunehmen, desto mehr und einschneidendere Maßnahmen zur Emissionsminderung werden in anderen Sektoren notwendig sein, um das CO₂-Minderungsziel der Bundesregierung zu erreichen und damit den

langfristigen Klimaschutzanforderungen nachzukommen.

Damit der Verkehr auf lange Sicht zum Klimaschutz und zur CO₂-Minderung beiträgt, ist es erforderlich, ein hohes Maß an Mobilität mit weniger verkehrsbedingten CO₂-Emissionen zu

ermöglichen. Dies kann mit einem Bündel unterschiedlicher Instrumente und Maßnahmen unterstützt werden. Scheinbare Gesetzmäßigkeiten, wie die Verknüpfung von Verkehrszunahme und Wirtschaftswachstum oder dem Trend, die Verbesserung des Wirkungsgrades bei den Fahrzeugantrieben vor allem für höhere Motorleistung sowie für zunehmende Komfort- und Sicherheitsansprüche zu nutzen, können mit gezielten Maßnahmen den Anforderungen des Klimaschutzes verändert werden.

In diesem Bericht werden die unterschiedlichen Maßnahmen zur CO₂-Minderung im Verkehr beschrieben, deren Wechselwirkungen untereinander erläutert werden. Sofern nicht anders angegeben werden auf Basis von Modellrechnungen mit TREMOD 2.1 [IFEU, 2002] Schätzungen für die Minderungspotenzial angegeben.

Die über Jahrzehnte geförderte Entwicklung der Produktions-, Siedlungs- und Infrastruktur muss durch eine auf Änderung der Raumordnung ausgelegte Strategie zur Verminderung zwangsläufiger Verkehrsbedürfnisse (Verkehrsvermeidung) ersetzt werden. Dies ist Voraussetzung für eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, in der individuelle Mobilität und arbeitsteilige Produktion auch mit geringerem Verkehrsaufwand ermöglicht werden (**Abschnitt 1**). Durch die Förderung des öffentlichen und nicht-motorisierten Verkehrs und durch gezielte ökonomische Anreize kann der Verkehr auf umweltverträglichere und energieeffizientere Verkehrsmittel verlagert werden (**Abschnitt 2 und 3**). Die umweltverträglichere Gestaltung des bestehenden Verkehrs durch technische und nicht technische Maßnahmen führt bereits kurzfristig zu einer Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen (**Abschnitt 4 und 5**).

1 Förderung umweltorientierter Verkehrsplanung

Durch eine integrierte Verkehrsplanung müssen Raumordnung, Regionalplanung, Städtebau, Umweltplanung und regionale Wirtschaftsförderung miteinander abgestimmt und an umwelt- und klimapolitischen Zielen ausgerichtet werden. Mit der Novelle des Raumordnungsgesetzes sind bereits die Grundlagen für eine nachhaltige Raum- und Siedlungsentwicklung verbessert worden. Der Ausbau der Infrastruktur, die Ausweisung von Gewerbeflächen und Produktionsstandorten sowie die Entwicklung von Wohngebieten und Stadtstrukturen müssen darauf ausgerichtet sein, lange Wege und damit Verkehrsaufwand zu vermeiden sowie das Angebot umweltverträglicher Alternativen zum Kfz-Verkehr auszuweiten.

Die derzeitige Überarbeitung des Bundesverkehrswegeplans 1992 bezieht erstmals die erwarteten CO₂-Emissionen in das gesamtwirtschaftliche Bewertungsverfahren für Verkehrswege ein. Um dem Ziel einer nachhaltigen Mobilität schon mit dem Bundesverkehrswegeplan 2003 näherzukommen, ist über die Vervollständigung der Umweltkomponenten in der Kosten-Nutzen-Analyse hinaus die Möglichkeit der Prüfung von Alternativen zum ursprünglich bewerteten Projekt vorzusehen, sofern diese die verkehrlichen Funktionen effizienter erfüllen kann (Least Cost Transport Planning). Langfristig ist der Bundesverkehrswegeplan zu einem umweltorientierten Fernverkehrskonzept weiter zu entwickeln, mit dem das Erreichen vorgegebener verkehrsbezogener Umweltziele gewährleistet werden kann.

Reduktionspotenzial

Umweltorientierte Verkehrsplanung ist die Voraussetzung für die Umsetzung zahlreicher Einzelmaßnahmen wie der Förderung des ÖPNV oder des Radverkehrs. Die Gesamt-CO₂-Einsparpotenziale einer umweltorientierten Verkehrsplanung ergeben sich daher aus der Summe aller dieser Einzelpotenziale. Um eine doppelte Zählung zu vermeiden, ist es sinnvoller, diese Potenziale nur bei den zugehörigen Maßnahmen aufzuführen.

1.1 Regionaler Wirtschaftskreisläufe

Regionale Wirtschaftskreisläufe tragen dazu bei, lange Transportwege zu vermeiden, und sollten gestärkt werden. Hierzu muss eine hohe Fertigungstiefe innerhalb einer Region unterstützt und die regionale Vermarktung von Produkten gefördert werden. Die Regionalförderung muss Auswirkungen von Unternehmensansiedlungen auf Verkehrsleistungen und CO₂-Emissionen berücksichtigen. Hierzu sind die bestehenden Regionalförderkriterien um verkehrliche und umweltbezogene Auswirkung zu ergänzen und ggf. durch neutrale Fördermaßnahmen zu ersetzen. Dies betrifft vor allem das Förderkriterium der überregionalen Absatzmärkte für Ansiedlungshilfen in strukturschwachen Regionen, die dem Ziel der Verkehrsvermeidung und verkehrsarmer Siedlungs- und Wirtschaftsstrukturen zuwiderläuft.

Eine besondere Rolle spielen EU-Subventionen, die nicht EU-weit, sondern nur für abgegrenzte Regionen gewährt werden. Denn sie führen zu verkehrsintensiven „Mitnahmeeffekten“ und damit zu Güterverkehren mit langen Wegen.

Reduktionspotenzial

Eine Schätzung der CO₂-Einsparpotenziale durch die Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe ist wegen der Komplexität bisher nicht möglich.

1.2 Siedlungsstrukturen

Der seit langem zu beobachtende Suburbanisierungsprozess durch eine dezentrale Ausweitung von Wohn- und Gewerbegebieten im Umland von Siedlungen und Städten wirkt sich auf die Zunahme des motorisierten Verkehrs in zweifacher Weise aus. Zum einen werden die Wege zu vielen Zielen (Arbeit, Einkaufen, Freizeit) länger, so dass zwar nicht die Zahl der Wege wohl aber die Verkehrsleistung wächst. Zum anderen sinkt durch die längeren Wege auch die Attraktivität des nicht-motorisierten Verkehrs, so dass durch Verschiebungen beim Modalsplit zusätzliche Wege motorisiert zurückgelegt werden. Die heutige, disperse Siedlungsstruktur wäre ohne das Kraftfahrzeug nicht denkbar, da nur diese Verkehrsmittel eine derart flächige Erschließung des Raumes ermöglicht.

In der Verkehrsstatistik der alten Bundesländer zeigt sich diese verkehrserzeugende Wirkung der Siedlungsstrukturen in der Zunahme der durchschnittlich zurückgelegten Entfernungen pro Weg, die je nach Verkehrszweck zwischen 1976 und 1994 um 10% bis 20% zugenommen haben. Diese Zuwächse erscheinen noch relativ niedrig, was daran liegt, dass für diese Angaben über alle Verkehrsträger gemittelt wurde, also auch die kurzen Fuß- und Radstrecken einbezogen wurden. Bezogen auf den motorisierten Verkehr bedeutet dies z.B. für den Einkaufsverkehr eine Zunahme der Verkehrsleistung von 46,7 Mrd. Pkm auf 79,2 Mrd. Pkm, eine Steigerung von ca. 70%. Die hohen Umweltbelastungen durch Einzelhandelsstandorte auf der „grünen Wiese“, die eine besonders gute, teilweise sogar eine ausschließliche, Anbindung für den Autoverkehr bieten, konnte auch exemplarisch bei einer Untersuchung in Leipzig gezeigt werden: Ein Besucher des an einer Autobahnabfahrt gelegene Saale-Parks verursacht im Mittel ca. 7 kg/d CO₂ im Vergleich zu 0,4 kg/d eines Besuchers eines stadtteilbezogenen Einkaufsstandortes.

Durch die Siedlungsstrukturen werden sehr langfristig wirksame Weichenstellungen für die Verkehrsentstehung und für die Chancen der Verkehrsmittel des Umweltverbundes gestellt. Verkehrsarme Siedlungsstrukturen werden oftmals durch das Schlagwort „Stadt der kurzen Wege“ charakterisiert. Ziel dieser Planungspolitik ist es, durch kompakte Siedlungsstrukturen, durchmischte Funktionen, wohnungsnah Ausstattung mit Versorgungs-, Dienstleistungs- und Erholungsangeboten, Nähe von Wohnen und Arbeiten und Nutzungsverdichtung die alltäglichen Wege kurz zu halten. Für längere Wege ist darüber hinaus ein guter, d.h. kurzer Zugang zu den öffentlichen Verkehrsmitteln zu planen, indem die Regionalentwicklung an den Trassen des öffentlichen Verkehrs ausgerichtet wird.

Damit kann die Raumordnungs- und Stadtentwicklungspolitik wichtige Impulse setzen, die einer Verkehrserzeugung im Ursprung entgegenwirkt.

Seit der Novelle des Raumordnungsgesetzes von 1992 bildet das Prinzip der nachhaltigen Entwicklung eine verbindliche Richtschnur für die Raumplanung, die durch Handlungsprogramme in den Raumordnungsplänen der Länder und Gemeinden umzusetzen ist. Die darin festgelegten Ziele sind für die Gemeinden verbindliche und lösen gegebenenfalls Anpassungspflichten aus. Damit steht im Prinzip auf Landes- und Regionalebene ein wirksames Instrument zur Verfügung, um verkehrssparende Siedlungsstrukturen zu fördern. Allerdings konzentriert sich die Raumordnungspolitik unter dem Blickwinkel „nachhaltige Entwicklung“ oft vorrangig auf die Erhaltung wertvoller ökologischer Flächen und der Schaffung von Grünzügen, während verkehrserzeugende Effekte noch nicht immer adäquat berücksichtigt werden.

Die wichtigsten Instrumente zur Förderung verkehrsarmer Siedlungsstrukturen sind:

- Gebiets- und Verwaltungsreform zur Stärkung einer kommunalverfassten Region, um Siedlungsstruktur- und Verkehrskonzepte für eine Gesamtregion gegen Partikularinteressen einzelner Gemeinden durchzusetzen,
- Ersatz der Grundsteuer durch eine kombinierte Bodenwert- und Bodenflächensteuer als Anreiz zum flächensparenden Bauen,
- Wohnungsbauförderung unter Berücksichtigung von Anforderungen an eine bestehende oder eine zu errichtenden Infrastruktur zur Nutzung umweltgerechter Verkehrsträger (strukturorientierte Ansätze)

In der Praxis stehen der Umsetzung der Idee der Stadt der kurzen Wege zahlreiche Hemmnisse entgegen, z.B.:

- Standorte mit gutem ÖV-Anschluss oder in zentralen Lagen haben im Vergleich zum Umland sehr viel höhere Bodenpreise,
- mangelnde Flächenverfügbarkeit, besonders bei z.T. immer noch ungeklärten Restitutionsansprüchen in den neuen Bundesländern und
- Altlastenproblematik

Reduktionspotenzial

Eine Quantifizierung der Potenziale erweist sich als sehr schwierig, da es kaum Erhebungen gibt, in denen die Fahrleistungsreduzierungen oder Reduzierungen des Fahrleistungszuwachses untersucht wurden. Eine Ursache hierfür liegt sicher auch in der Komplexität der Wechselwirkungen und der Einflüsse von Effekten außerhalb der Planungs- und Verkehrspolitik. Dies gilt vor allem für Schätzungen der Effekte im Berufsverkehr, der stark vom Arbeitsmarkt beeinflusst wird.

Für eine Berechnung der Potenziale bis 2005 oder 2010 müssen die zukünftigen Entwicklungen in den Kommunen in Form von Szenarien modelliert werden, um realistischer Schätzungen der möglichen Veränderungen der Wegelängen zu erhalten.

Der Ausschuss für Immissionsschutz des Landes Brandenburg [BRB, 2000] errechnete bei einem Vergleich mehrerer Raumordnungsszenarien eine Fahrleistungseinsparung von 3% zwischen den schlechtesten und besten Planungskonzepten. Für die Stadt Oranienburg wurde in der gleichen Studie für eine auf die ÖPNV-Erreichbarkeit abgestimmte Ansiedlung von Wohngebieten auf ein Vermeidungspotenzial beim MIV von ca. 27% der Fahrleistung im Vergleich zu einer fehlenden ÖPNV-Anbindung angegeben.

Ein gewisses Potenzial könnte auch durch die gezielte Vergabe von Sozialwohnungen an Pendler, die vom Umland in die Stadt fahren (Einpendler), erschlossen werden. In Albertslund (Dänemark, Großraum Kopenhagen) wurden 0,5% der öffentlich geförderten Wohnungen an Einpendler vergeben. Die durchschnittliche Fahrleistungsreduzierung bei diesen Haushalten betrug knapp 70 km/Haushalt [UBA, 2000]. Geht man davon aus, dass in den letzten 10 Jahren im sozialen Mietwohnungsbau ca. 1 Mio. Wohnungen gefördert wurden, so könnten bei einer Belegung von 1% dieser Wohnungen nach Verkehrsgesichtspunkten circa 1,5 Mio. t CO₂ (bei gleichen Fahrleistungsreduzierungen pro Haushalt wie in Albertslund) eingespart werden. Dieses Potenzial wird wegen der gegenwärtig unsicheren Lage bei der Fortführung der sozialen Wohnungsbauförderung in der Zusammenfassung nicht gesondert ausgewiesen.

1.3 Ansiedlung von Unternehmen

Unternehmen sind sowohl Quelle als auch Ziel von Verkehr, sowohl für den Personenverkehr als auch für den Güterverkehr. Es sind daher alle Möglichkeiten des Raumordnungsgesetzes und des Bauplanungsrechtes auszuschöpfen, um Neuansiedlungen von Unternehmen auch unter Verkehrsgesichtspunkten zu optimieren. Unternehmen mit einer hohen Güterverkehrsleistung sollten z.B. mehr entlang von Schienentrassen angesiedelt werden und über einen eigenen Gleisanschluss verfügen.

Einen Planungsansatz, der es erlaubt, bei der Standortwahl die Verkehrsintensität des Unternehmens liefert die ABC-Planung, die vor allem in den Niederlanden seit längerer Zeit angewandt wird. Dabei werden die Erreichbarkeitsanforderungen der Unternehmen den Zugänglichkeitsprofilen verschiedener Standorte zugeordnet. ABC-Konzepte folgen dem Prinzip, Betriebe mit einer hohen Nutzungsintensität (A-Betriebe: viele Beschäftigte, großer Besucherzahl, wenig Gütertransport) an Standorte mit einer guten Erreichbarkeit mit Verkehrsmitteln des Umweltverbundes meist in der Innenstadt (A-Standorte) anzusiedeln. Demgegenüber werden Betriebe mit einer eher geringen Nutzungsintensität und einer hohen Abhängigkeit vom (Straßen-)Güterverkehr Standorten mit einer guten Auto- und einer schlechten Umweltverbund-Erreichbarkeit (C-Standorte) zugeordnet.

Reduktionspotenzial

In den Niederlanden wird angestrebt, an A-Standorten den Anteil des MIV an allen Wegen im Berufsverkehr auf weniger als 20% und an den B-Standorten auf weniger als 35% zu senken.

Eine Untersuchung in Oranienburg zeigt, dass durch eine integrierte Standortplanung nach der ABC-Methode bei der Ansiedlung von Dienstleistungs-, Handwerks- und Industriebetrieben ca. 19% der werktäglichen Autofahrten und bei Einzelhandelsbetrieben ca. 31% der Autofahrten vermieden werden können. Diese Einsparpotenziale gelten zunächst einmal nur für die neu angesiedelten Nutzungen. Allerdings können sich die Neuansiedlungen an den A- und B-Standorten positiv auf die Angebotsentwicklung für den Umweltverbund auswirken und dadurch zu weiteren Verkehrsverlagerungen führen.

2 Förderung umweltgerechter Verkehrsträger

2.1 Schienenverkehr

2.1.1 *Verbesserung der Wettbewerbsbedingungen des Güter- und Personenschienenverkehrs*

Die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Bahnen ist eine wesentliche Voraussetzung für das umwelt- und verkehrspolitisch begründete Ziel, mehr Verkehr auf die Schiene zu verlagern. Dazu hat die Bahn selbst - unterstützt durch staatliche und europäische Rahmenvorgaben und Finanzleistungen - ihre Leistungen zu verbessern. Es sind außerdem gleiche Rahmenbedingungen für die konkurrierenden Verkehrsträger Straße, Luft und Wasser zu schaffen. In den Beitrittsländern hat der Schienenverkehr noch einen hohen Anteil an den Verkehrsleistungen. Hier sind massive Anstrengungen von EU, Beitrittsstaaten und Eisenbahnen erforderlich, damit Marktanteile nicht verloren gehen. Eine Stabilisierung und Qualitätsverbesserung des Schienenverkehrs in den Beitrittsstaaten käme auch den alten Mitgliedsstaaten zugute.

Leistungsdefizite hat der Schienenverkehr vor allem im internationalen Personen- und Güterverkehr infolge fortbestehender nationaler Barrieren und in der mangelhaften Anpassung an veränderte Bedürfnisse der Wirtschaft (Zunahme zeitkritischer Transporte, „just-in-time“ etc.). Schienenverkehrsbetreiber haben die Benutzung der Infrastruktur zu bezahlen, während dies für weite Teile des Straßennetzes nicht gilt. Die Einführung der Schwerverkehrsabgabe in Deutschland zum 31.08.2003 ist daher ein wichtiger Schritt hin zur Gleichbehandlung von Straße und Schiene. Im Vergleich der Verkehrsträger hat die Schiene neben den Wasserstraßen die geringsten externen Kosten, eine Anlastung dieser Kosten würde die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene deutlich erhöhen. Auch das Steuerrecht ist für die Verkehrsträger unterschiedlich, hier ist besonders der Luftverkehr privilegiert (Befreiung von der Umsatzsteuer im internationalen Verkehr, fehlende Kerosinsteuer). Auch die Sicherheits- und Sozialvorschriften des Straßenverkehrs wären auf dem hohen Niveau des Schienenverkehrs anzupassen.

Maßnahmen im regionalen, überregionalen und internationalen Schienenverkehr zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit sind vor allem:

- *Ausbau der Infrastruktur*
 - Beseitigung von Engpässen
 - Ausbau der Bahn in der Fläche, u.a. durch Reaktivierung von un- oder teilgenutzten Strecken und Erhöhung der Gleisanschlussdichte im Güterverkehr
 - Ausbau des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes im PV
 - Trennung der Netze von Güter- und Personenverkehr

- Verbesserte Techniken für den intermodalen Verkehr
- *Abbau der Netzzugangsbeschränkungen*
 - Voraussetzung: organisatorische Trennung Betrieb – Netz
 - Öffnung der nationalen Netze für den internationalen Verkehr
 - Transparenz bei Entscheidungen über den Zugang zur Infrastruktur (Schienennetz, (Rangier-) Bahnhöfe, Werkstätten)
- *Abbau der Markt- und Grenzbehinderungen durch betriebliche und technische Interoperabilität*
 - Stromversorgung
 - Signaltechnik
 - Einheitliche europäische Informationstechnik
 - Grenzüberschreitende Zulassung von Zugpersonal, Harmonisierung der arbeitsrechtlichen Regelungen
 - Einheitliche europäische Zulassung von Schienenfahrzeugen
 - Überschaubare nationale und internationale Tarifsysteme
- *Verbesserung des Angebots durch stärkere Orientierung an den Bedürfnissen der Kunden*
 - Einheitliches Fahrplaninformationssystem
 - Differenzierte und maßgeschneiderte Transport- und Logistikangebote aus einer Hand
 - Höhere Flexibilität
 - Transportzeitgarantie und umgehende Kundeninformation bei Verspätungen
 - Attraktives Preissystem
- *Anpassung der Fahrzeugtechnik an geänderte Anforderungen der Wirtschaft:*
 - Ausbau eines Güterschnellverkehrs mit Kleinbehältersystemen
 - Verbesserte Lade- und Entladeeinrichtungen, auch für den intermodalen Verkehr

Im Schienenpersonennahverkehr sind ebenfalls deutliche Verbesserungen der Wettbewerbsfähigkeit möglich durch:

- *Schaffung dichter Netze mit hoher Bedienungsfrequenz und Integration in den übergeordneten Schienenverkehr (u. a. durch Mehrsystemfahrzeuge nach Karlsruher Vorbild)*
- *Erhöhung des Komforts und Verbesserung des Tarifsystems*
- *Erhöhung der Auslastung in den Zeiten schwacher Verkehrsnachfrage*

- *Kürzere Reisezeiten durch verbesserte Fahrzeugtechnik und Schaffung von Vorrangregelungen gegenüber dem Straßenverkehr*
- *Restriktionen und finanzielle Mehrbelastungen (wie oben begründet) für den motorisierten Individualverkehr*

Auch die Stadt- und Regionalplanung kann zur Verkehrsverlagerung beitragen, indem sie die Haltepunkte des öffentlichen Verkehrs zu Schwerpunkten weitere Siedlungsentwicklung macht.

Reduktionspotenzial

Durch Umsetzung der genannten Maßnahmen ist eine deutliche Verlagerung des Verkehrs von der Straße und vom Flugverkehr auf die Schiene zu erreichen. Die Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen werden im folgenden Abschnitten geschätzt.

2.1.2 Erhöhung des Verkehrsanteils des Schienenverkehrs

Die Verlagerung des Straßen- und Flugverkehrs auf die Schiene führt wegen der geringeren spezifischen CO₂-Emissionen zu deren Verminderung. Im Personenverkehr erzeugt der inländische Flugverkehr die 3-fache, der Straßenverkehr knapp die doppelte Menge der spezifischen CO₂-Emissionen des Schienenpersonenverkehrs [DB, 2000]. Auch das Trendszenario nach TREMOD für 2010 geht von ähnlichen Verhältnissen aus. Im Stadtverkehr erzeugen Pkw mit Ottomotor und Dieselmotor die 2,7- und 2,2-fache Menge der spezifischen Emissionen der Straßenbahnen, sofern mit einem mittleren Wert von 190 g/Pkm für Pkw gerechnet wird. Dieser Wert beinhaltet die durchschnittliche CO₂-Emissionen von Otto- und Diesel-Pkw unter Berücksichtigung der Vorkette zur Herstellung der Kraftstoffe.

Der inländische Frachtflugverkehr erzeugt das 25-fache [DB, 2000], der Straßengüterfernverkehr das 6,2-fache der spezifischen CO₂-Emissionen des Schienengüterverkehrs (TREMODO für das Trendszenario 2010).

Reduktionspotenzial

Aus den genannten Randbedingungen lassen sich die Minderungspotenziale¹ ableiten (Nettoeffekte). Der Trend für die Verkehrsleistungen und die spezifischen CO₂-Emissionen im Jahr 2010 wird nach TREMOD bestimmt, die Verkehrsleistungen des Verlagerungsszenarios nach dem Verkehrsbericht 2000 [BMVBW, 2000], dem Integrationsszenario (SZENARIO 1), gewählt (lineare Umrechnung von 2015 auf 2010). Die Zusammenfassung findet sich in Tabelle 1. Zusätzlich sind auch die geschätzten Verkehrsleistungen für ein ergänzendes

¹ Bei ca. 740 Mrd. Pkm Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr in 2000 [VIZ, 2001/2002] und einem geschätzten Anteil der Innerortverkehrsleistungen von 25% entsprechen 1% Reduktion 1,75 Mrd. Pkm Innerorts und 5,25 Mrd. Pkm Außerorts.

Szenario (SZENARIO 2) mit weitergehenden Verlagerungen zum Schienenverkehr im Verkehrsbericht 2000 angegeben [BMVBW, 2000].

Tabelle 1: Verkehrsleistungen 2010 im Güter- und Personenfernverkehr [nach BMVBW, 2000]

	Güterfernverkehr in Mrd. tkm		Personenfernverkehr in Mrd. Pkm	
	Straße ¹⁾	Schiene	Straße ¹⁾	Schiene
TREND	409	86	596	81,7
SZENARIO 1	336	127	586	91
SZENARIO 2	320	142	534	109

¹⁾ Wirkung auf die Verkehrsleistungen Außerorts und auf Autobahnen

Zur Schätzung der CO₂-Minderungspotenziale werden im Schienenverkehr die gesamten Emissionen der Vorkette berücksichtigt. So ist sichergestellt, dass auch die Elektrotraktion nicht mit Nullemissionen, sondern unter Berücksichtigung der verlagerten Emissionen errechnet werden. Gleichzeitig kann die bestehende Zuordnung der Emissionen beibehalten werden. Zur Zeit sind die Bilanzgrenzen für den Straßenverkehr so gezogen, dass die Emissionen der Vorkette, durch die die Gesamtemissionen um rund 13-17% zunehmen können, bei Minderungszielen und Emissionszenarien noch nicht berücksichtigt werden. Folgende Emissionsfaktoren werden in dieser Arbeit berücksichtigt (Tabelle 2).

Tabelle 2: CO₂-Emissionsfaktoren 2010 im Güter- und Personenfernverkehr

	Güterfernverkehr in g/tkm		Personenfernverkehr g/Pkm	
	Straße	Schiene	Straße	Schiene
TREND mit Vorkette	143	23	117	66
TREND¹⁾ ohne Vorkette Straße	126	-	100	-

¹⁾ um die bekannte Zuordnung der Emissionen nach Verkehrsträgern zu gewährleisten, wird der Straßenverkehr auch ohne Emissionen der Kraftstoffbereitstellung bilanziert.

Damit ergeben sich im Jahr 2010 durch eine Verlagerung zum Schienenverkehr Minderungen in Höhe von 8,4 (ohne Vorkette) oder 9,6 Mio. t CO₂ für den Güterfernverkehr und 0,4 (ohne Vorkette) oder 0,6 Mio. t CO₂ für den Personenfernverkehr. Die relativ geringe Minderung im Personenfernverkehr ist im wesentlichen durch die im SZENARIO 1 niedrig geschätzte Verlagerung von nicht einmal 2% bedingt. Für den Schienenpersonennahverkehr ergeben sich für das Jahr 2010 Minderungspotenziale von etwa 0,3 (ohne Vorkette) oder 0,4 Mio. t CO₂.

Mit den Verkehrsverlagerungen des SZENARIO 2 ergeben sich beim Güterverkehr 10,0 und 11,2 Mio. t CO₂ (ohne/mit Vorkette im Straßenverkehr), beim Personenfernverkehr 4,4 und 5,6 Mio. t CO₂ (ohne/mit Vorkette).

2.2 Effizienterer ÖPNV

Bei der Gestaltung der Mobilität kommt dem öffentlichen Personenverkehr eine herausragende Rolle zu. Der ÖPNV sichert einen vom Auto unabhängigen Zugang für alle Bevölkerungsgruppen und verursacht pro Personenkilometer im Durchschnitt nur rund ein Drittel der CO₂-Emissionen des Pkw.

Der ÖPNV-Anteil am städtischen Verkehrsaufkommen variiert sehr stark in Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen. Bei einem Durchschnittswert für den ÖPNV-Anteil von 15% für den städtischen Raum in Deutschland erreichen die Spitzenwerte z.B. in Frankfurt a.M. 25%, in München 24%, sowie in Hamburg, in Dresden und in Freiburg 21%. Demgegenüber liegt der ÖPNV-Anteil in Zürich sogar bei 37%. Eine Zusammenfassung nach [SCHLEY, 2002] findet sich in Abbildung 1.

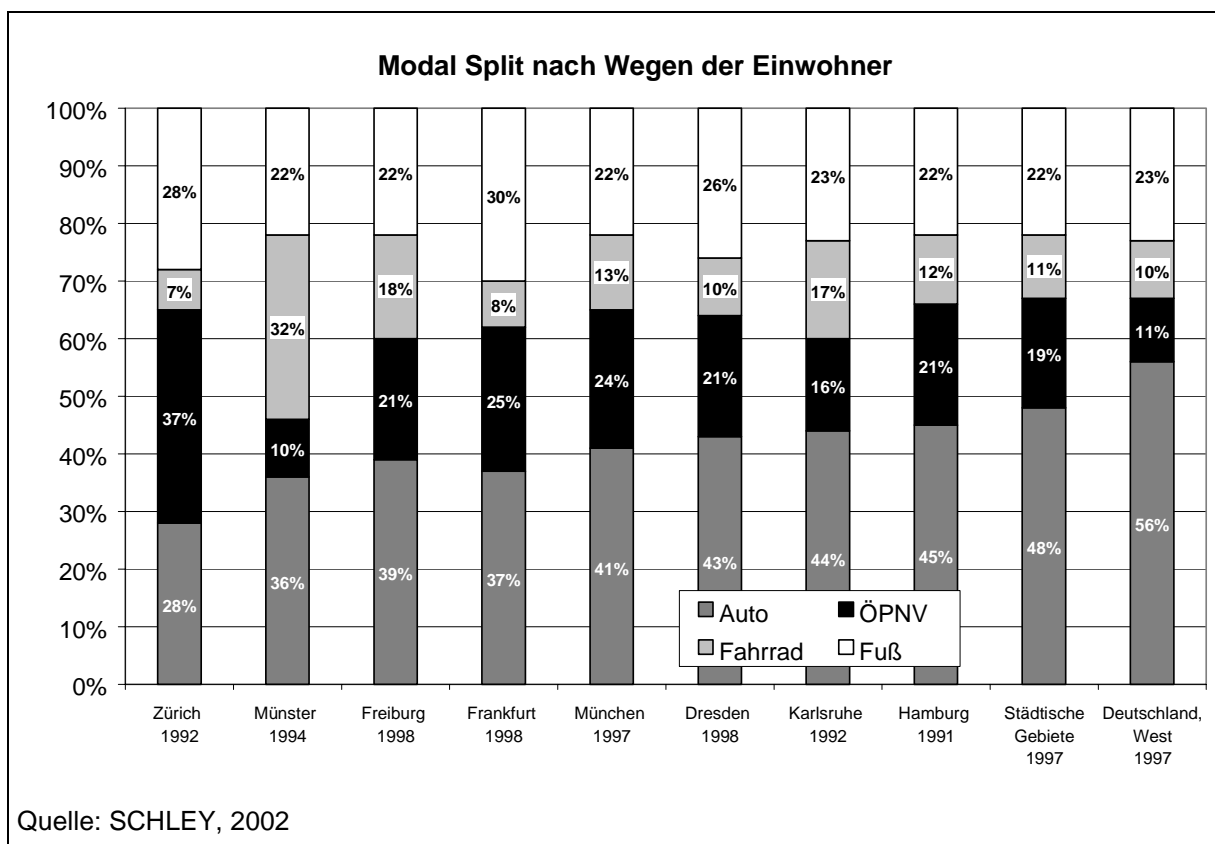


Abbildung 1: Vergleich des Modal Split in verschiedenen Städten

Voraussetzung für die Erhöhung des ÖPNV-Anteils am städtischen Verkehr ist ein gut ausgebauten Streckennetz, moderne und effiziente Fahrzeuge sowie ein kundenorientiertes Angebot an Verkehrsdienstleistungen. Ebenso wichtig, falls nicht noch wichtiger, sind Restriktionen für den städtischen Autoverkehr, vor allem ein gezieltes Parkraummanagement mit Verknappung und Bewirtschaftung von Parkflächen. Die Internalisierung der externen Kosten des Autoverkehrs trägt ebenfalls zur Verkehrsverlagerung zugunsten des ÖPNV bei.

Bund, Länder und Gemeinden fördern den ÖPNV jährlich mit Beträgen in Höhe von etwa 15 Milliarden Euro. Das Fördersystem ist wenig transparent und von seiner Systematik her am Aufwand (wer viel investiert, bekommt viel) statt an der Leistung (z.B. Kundenzahl) orientiert. Um Verkehrsverlagerungen im größeren Umfang zu erreichen, ist eine Neuordnung der ÖPNV-Finanzierung, die Anreize für möglichst hohe Verkehrsleistungen, Kundenzufriedenheit und Kosteneffizienz schafft, erforderlich.

Reduktionspotenzial

Mit jedem Prozent, das vom innerörtlichen Pkw-Verkehr auf den ÖPNV verlagert wird, lassen sich die CO₂-Emissionen um rd. 260.000 Tonnen gegenüber dem Trend reduzieren (bezogen auf das Jahr 2010). Eine Verlagerung von 5% des innerörtlichen Pkw-Verkehrs würde für den Öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV, Bus, Straßen-, Stadt- und U-Bahn) einen Zuwachs von 24% bedeuten. Das hätte unter Berücksichtigung des Kraftstoffverbrauchs der öffentlichen Verkehrsmittel im Jahr 2010 je nach Auslastungsgrad beim ÖPNV eine CO₂-Minderung von 1,3 bis 1,5 Mio. t CO₂ zur Folge.

2.3 Telematikeinsatz

Durch den Einsatz von Telematik können ebenfalls CO₂-Emissionen reduziert werden, in dem sie beispielsweise Effizienzsteigerungen im Güterverkehr ermöglichen (Auslastungserhöhung, Verminderung von Leerfahrten, Verlagerung auf Bahn/Schiff). Derartige Systeme werden aus wirtschaftlichen Interessen von den betroffenen Unternehmen zunehmend eingesetzt werden. Auch ein attraktives öffentliches Verkehrsangebot ist auf den Einsatz von Telematik angewiesen. Leitsysteme, Ampelvorrangschaltungen und Sonderspuren innerorts können Fahrzeiten verringern, Verspätungen vermeiden und - neben Kosten - auch CO₂-Emissionen reduzieren. Verstärkt sollten Verkehrslenkungssysteme eingesetzt werden, um die Parkraumbewirtschaftung zu verbessern und den Umstieg vom Pkw auf öffentliche Verkehrsmittel durch stets aktuelle Verkehrs- und Reiseinformationen zu erleichtern. Hierdurch können Parksuchverkehr vermieden, die Innenstädte von Pkw-Verkehr entlastet und somit auch die CO₂-Emissionen verringert werden. Es werden die Wohnumfeldbedingungen verbessert und die Attraktivität des städtischen Wohnens nimmt zu.

Reduktionspotenzial

Eine Studie der Prognos AG von 1999 schätzt, dass etwa 0,6% der innerörtlichen CO₂-Emissionen eingespart werden können, sofern für alle P&R-Anlagen entlang der Einfallstraßen jeweils 1 bis 2 dynamische Informationstafeln installiert werden, die auf die Anlage hinweisen und über den aktuellen Belegungszustand sowie Angebote des öffentlichen Verkehrs informieren. Die Ausrüstung aller Straßen-, S- und U-Bahnhaltestellen sowie der wichtigsten Bus-Haltestellen mit einem dynamischen Reiseinformationssystem würden die CO₂-Emissionen des Stadtverkehrs durch Verlagerung um ca. 2% vermindern. Zusammengefasst ergibt sich für das Jahr 2010 ein Emissionsminderungspotenzial für den Innerortsverkehr

(Pkw/Nfz) von etwa 2,3% oder 1,2 Mio. Tonnen CO₂. Auf Außerortsstraßen kann durch Telematik in Kombination mit verschiedenen technischen Maßnahmen die CO₂-Emission des Güterverkehrs durch Verbesserung der Logistik bis 2010 um ungefähr 2,6% (1,4 Mio. Tonnen CO₂) gemindert werden; für den Pkw-Sektor ist das Reduktionspotenzial verschwindend gering [PROGNOS, 1999]. Zusammengezogen ergibt sich ein CO₂-Emissionsminderungspotenzial durch Verkehrsinformations- und Leitsysteme im Straßenverkehr von etwa 2,6 Mio. t CO₂. Hiervon könnte bis zum Jahr 2005 unter Berücksichtigung aus finanzieller und verfahrensmäßiger Gründe etwa ein Drittel (0,9 Mio. Tonnen) ausgeschöpft werden.

Häufig werden der Telematik deutlich höhere Potenziale zur CO₂-Emissionsminderung zugeschrieben. Diese ergeben sich daraus, dass sie die Einführung und Anwendung ökonomischer Lenkungsinstrumente, wie Straßenbenutzungsgebühren und Parkraumbewirtschaftungssysteme, ermöglicht. Telematik schafft also in erster Linie die technischen Voraussetzungen für andere Maßnahmen.

2.4 Fahrrad- und Fußgängerverkehr

Zum Ziel der CO₂-Einsparung im Verkehr kann auch die Förderung des Radverkehrs beitragen. Das Potenzial des Radverkehrs wird häufig unterschätzt, da das Rad in erster Linie ein Verkehrsmittel für kurze Wege ist. Allerdings wird auch der Pkw bei etwa der Hälfte aller Fahrten nur für Strecken bis 6 km Länge eingesetzt [BREG, 2000b], einer Entfernung, bei der die Benutzung des Pkws in der Regel noch keinen Zeitvorteil aufweist. Gerade im Kurzstreckenbetrieb sind die Emissionen von Kraftfahrzeugen besonders hoch, da wegen des kalten Motors der Kraftstoffverbrauch überproportional hoch und die Wirksamkeit des Katalysators noch nicht voll erreicht ist. Aus diesen Gründen ist die Entlastungswirkung durch die Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den Radverkehr besonders groß.

Um die Emissionsminderung für Luftschadstoffe und CO₂ durch eine verstärkte Radverkehrsförderung quantitativ schätzen zu können, muss zunächst das Verlagerungspotenzial vom motorisierten Individualverkehr (MIV) zum Radverkehr bezüglich der Fahrleistungen und Wege bekannt sein. Aus den eingesparten Pkw-Kilometern und -Wegen lässt sich dann mit Hilfe der Emissionsfaktoren des TREMOD-Modells im TREND Szenario die Schadstoff- und CO₂-Reduzierung berechnen.

Reduktionspotenzial

Die Schätzung des Verlagerungspotenzials ist schwierig, da hierfür bisher kein gesichertes Verfahren vorliegt. Auf Basis der wenigen vorliegenden Daten wurden vier hypothetische Verlagerungspotenziale konstruiert. Dabei konnten nur die Verlagerungspotenziale vom Pkw auf das Rad betrachtet werden, so dass die zusätzlichen Effekte einer stärkeren Verknüpfung des Radverkehrs mit dem ÖPNV oder der Bahn nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 3: Mögliche Verlagerungspotenziale und die daraus resultierenden CO₂-Einsparungen und jährlichen Radfahrleistungen für das Jahr 2010

Szenario	Angenommene Verlagerung	CO ₂ -Einsparung	Resultierende Radfahrleistung
		[Mio. t/Jahr]	[km/Jahr u. Einwohner]
Pkw-W6	Abnahme der Pkw-Fahrten bis 6 km um 30%	6,63	998
Pkw-W10	Abnahme der Pkw-Fahrten bis 10 km um 30%	11,93	1320
Rad+32	Zunahme der Radfahrten um 32%	3,52	824
Rad+102	Zunahme der Radfahrten um 102%	8,61	1071

Mit den angenommenen Verlagerungen vom motorisierten Personenverkehr zum Radverkehr ergeben sich die in der Tabelle 3 angegebenen CO₂-Einsparungen. Sie liegen zwischen 3,5 und 12 Mio. t/a, die bei einer konsequenten Radverkehrsförderung bis 2010 umsetzbar wären. Daneben wurden auch die aus der Zunahme des Radverkehrs resultierenden Radfahrleistungen pro Einwohner und Jahr (als statistischer Mittelwert) angegeben. Heute liegt die jährliche Radfahrleistung bei circa 300 km, während in den Niederlanden und in Dänemark jeder Einwohner statistisch etwa 1000 km mit dem Fahrrad fährt. Dies zeigt, dass die Verlagerungsszenarien realistisch sind.

Für eine Realisierung dieser Potenziale ist eine umfassende, langfristige Radverkehrsförderung innerhalb einer integrierten Verkehrspolitik notwendig. Ein erster Schritt wurde durch den Nationalen Radverkehrsplan [BMVBW, 2002] gemacht, der die Möglichkeiten einer systematischen Radverkehrsförderung aufzeigt und alle beteiligten Akteure, aber auch alle Bürger zum Mitmachen aufruft.

2.5 Car-Sharing

Die Anschaffung eines Autos ist für das individuelle Mobilitätsverhalten eine wichtige Vorentscheidung. Eine gleichberechtigte Wahl der Verkehrsmittel besteht danach nicht mehr. Im Prinzip ist Car-Sharing hierzu eine Alternative, die alle Vorteile des Autos nutzt, ohne die individuelle Verkehrsmittelwahl langfristig zu Lasten umweltverträglicherer Alternativen zu binden. Gleichzeitig kann die Fahrzeugwahl wesentlich besser an den jeweiligen Transportbedarf angepasst werden und ermöglicht eine effizientere Nutzung der Transportkapazitäten des Fuhrparks als beim Vorhalten eines eigenen „Allzweck-Autos“. Car-Sharing kann auch eine rationalere Einstellung zum Auto fördern und die gesellschaftliche Durchsetzung umweltschutzbedingter Beschränkungen des Autoverkehrs (z.B. Verkehrsberuhigungen, Tempo-Limits etc.) erleichtern.

Um Car-Sharing zu fördern und seine Akzeptanz zu erhöhen, müssen vor allem ausreichend Stellflächen für Pkw von Car-Sharing Initiativen ausgewiesen und bereitgestellt werden, so dass ein dichtes Netz an Car-Sharing Angeboten entstehen kann. Hierzu können Vorrangflächen auf öffentlichen Parkplätzen, Tiefgaragen und Parkhäusern reserviert und von Parkgebühren befreit werden. Durch eine enge Verknüpfung der Tarifsysteme und Nutzerinformation mit dem Öffentlichen Personenverkehr kann eine Fahrt hinsichtlich Zeit- und Kostenaufwand gut geplant werden. Darüber hinaus ist die Akzeptanz einer gemeinsamen Nutzung von Fahrzeugen durch professionelles Marketing zur Information und Aufklärung zu erhöhen. Wie gut so etwas funktionieren kann, zeigt sich bei dem Anbieter "Mobility CarSharing" Schweiz, der bereits über 50.000 Kundinnen und Kunden hat.

Es ist aber zu berücksichtigen, dass sich die Car-Sharing Branche in Deutschland im Wandel befindet [WILKE, 2002]. In der Hoffnung, die Marktchancen von Car-Sharing zu verbessern, wird eine Zentralisierung der Anbieterstruktur und eine flexiblere Nutzung, das heißt eine möglichst weitgehende Annäherung an das eigene Automobil, angestrebt. Dies kann Veränderungen der Nutzungsweise und in der Folge auch der ökologischen Effekte mit sich bringen. Denn Car-Sharing führt nicht systembedingt zu einer CO₂-Minderung, sondern nur unter bestimmten Bedingungen. Falls also verstärkt Firmen oder Verwaltungen an Stelle oder als Verstärkung eines eigenen Fuhrparks die Dienstleistung von Car-Sharing-Organisationen in Anspruch nehmen oder die Nutzer überwiegen, die mit Hilfe von Car-Sharing zusätzliche Automobilität realisieren wollen, so ist nicht mehr gewährleistet, dass Car-Sharing zu einer CO₂-Minderung beiträgt.

Reduktionspotenzial

Auf Basis einer 1994 veröffentlichten, optimistisch prognostizierten Studie im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums, kann das Emissionsminderungspotenzial der Fahrleistung mit etwa 7 Mrd. km angegeben werden. Damit kann bis zum Jahr 2010 von einer CO₂-Emissionsminderung von maximal 1,2% des Pkw-Verkehrs oder knapp 1,2 Mio. t ausgegangen werden. Im Jahr 2005 kann davon etwa ein Drittel realisiert werden, sofern die oben angegebenen Randbedingungen erfüllt werden.

3 Monetäre Maßnahmen

3.1 Abgaben auf den Flugverkehr

Der Flugverkehr stellt ein immer größeres Problem für den Klimaschutz dar. Hauptgrund hierfür ist das starke Wachstum des Flugverkehrs. Hinzu kommt die besondere Bedeutung des Eintrags von CO₂ und NO_x in großen Höhen und die Emission von Wasserdampf, der durch die Bildung von Kondensstreifen zu einer Erwärmung beiträgt. Die Klimawirksamkeit der Emissionen des Flugverkehrs ist wegen der Emissionshöhe 2- bis 4-fach höher, als wenn die gleiche Menge bodennah emittiert werden würde [IPCC, 1999]. Daher sollten Maßnahmen zur Verringerung der klimarelevanten Emissionen im Luftverkehr schnellstmöglich getroffen werden, obwohl sie nicht zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtung beitragen, da die Klimagase des Flugverkehrs vom Kyoto-Protokoll ausgenommen sind. Diese liegen in der Zuständigkeit der ICAO (International Civil Aviation Organisation).

Seit Jahren werden verschiedene Maßnahmen diskutiert, mit denen die Emissionen des Flugverkehrs gemindert werden können. Wegen der Wachstumsraten in der Verkehrsleistung ist nicht damit zu rechnen, dass der technische Fortschritt in der Triebwerksentwicklung ausreichen wird, das heutige Niveau der Gesamtemissionen zu halten oder zu reduzieren. Daher rücken verstärkt marktwirtschaftliche Instrumente in den Blickpunkt, die neben der Schaffung von Anreizen zur Entwicklung und zum Einsatz emissionsarmer Technologien vor allem die Nachfrage bei Flugreisen mindern können. Im Luftverkehr lassen sich national und international eine Fülle von Subventionstatbeständen im weitesten Sinne nachweisen, die im Kontext einer ökologisch orientierten Luftverkehrspolitik einer besonders kritischen Überprüfung bedürfen. Die für die Einführung der Subventionen ursprünglich gewählten Begründungen sind heute nicht mehr gerechtfertigt. Eine erste Maßnahme wäre die Aufhebung der Umsatzsteuerbefreiung bei grenzüberschreitenden Flügen. Die Einführung eines Mehrwertsteuersatzes von 16% könnte einen leichten Rückgang bei den davon betroffenen Flügen hervorrufen. 40% der Flüge betreffen allerdings Geschäftsreisen, auf die eine Erhebung der Mehrwertsteuer wegen des Vorsteuerabzugs keinen Einfluss haben wird. Weiterhin sollte eine Mineralölsteuer für den Flugverkehr eingeführt werden, so wie sie auch für den motorisierten Straßenverkehr erhoben wird. Die Treibstoffkosten machen zur Zeit nur etwa 12% der Gesamtkosten der Luftfahrtgesellschaften aus. Für die Einführung einer Kerosinsteuer, die in der Endstufe die Höhe des Satzes von Dieselkraftstoff erreicht, hat eine quantitative Analyse ergeben, dass das Verkehrsaufkommen im Luftverkehr um 5% weniger wachsen wird, als das Standard-Szenario vorhersagt [UBA, 2001]. Die Fluggesellschaften würden dann auch größere und effizientere Maschinen mit höheren Transportkapazitäten einsetzen und die Emissionen pro Personenkilometer würden sinken. Vor allem aber wird die Kerosinsteuer durch die entstehende Kostensteigerung zu einer Nachfragedämpfung führen.

Weiterhin können streckenbezogene Emissionsabgaben zur CO₂-Minderung beitragen. Maschinen mit überdurchschnittlich hohen Emissionen werden mit höheren Abgaben belastet,

um die Einführung von weniger stark emittierenden Maschinen sowie die Nachfrage nach neuen Technologien inklusive Forschung und Entwicklung zu fördern. Diese Maßnahme hat damit ein hohes ökologisches Steuerungspotenzial und schafft Anreize für die Luftfahrtindustrie zu Verbesserungen im technischen und operationellen Bereich. Die Abgabe wird auf die gesamte Flugstrecke bis zur Landung auf die CO₂- und NO_x-Emissionen bezogen und kann mittels Modellsystem über die Flugsicherungsgebühr erhoben werden. Für eine Emissionsabgabe von 0,06 € je kg CO₂ und 13,7 € je kg NO_x ab dem Jahr 2010 ergibt sich in etwa die gleiche Kostenbelastung und Wirkung, wie bei einer moderaten Kerosinsteuer, also etwa 5% Minderung gegenüber dem Standard-Szenario [UBA, 2001].

Das heutige Flug-Service-Management weist eine Reihe von Ineffizienzen auf, die die Erfolge technischer und ökonomischer Maßnahmen teilweise wieder zunichte machen. Durch Verbesserungen bei der Organisation des Flugverkehrs, hierzu zählen unter anderem die Freigabe der Flugrouten und Verbesserungen der Lande- und Startmuster sowie der Luftraumkontrolle, könnten im Jahr 2010 durch operationelle Maßnahmen etwa 8% der durch den Flugverkehr erzeugten CO₂-Emissionen eingespart werden.

Reduktionspotenzial

Durch die Summe der beschriebenen Maßnahmen ließen sich bis 2010 etwa 11% der zu erwartenden CO₂-Emissionen des Flugverkehrs verringern. Dies entspricht 3,5 Mio. Tonnen CO₂.

3.2 Schwerverkehrsabgabe auf Bundesautobahnen (BAB) und Landstraßen

Mit dem „Gesetz zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen“ ist die Grundlage für den Beginn der streckenbezogenen Schwerverkehrsabgabe (SVA) im Jahr 2003 gelegt. Für Lkw ab 12 t ist eine durchschnittliche Abgabe von 15 Cent für jeden auf deutschen Autobahnen gefahrenen Kilometer vorgesehen. Durch Differenzierungen je nach Achslast und Emissionsklasse ergeben sich Abgabensätze zwischen 10 und 17 Cent / km. Im Gegenzug fällt die Eurovignette für Deutschland weg.

Die SVA soll dem Bund Einnahmen von 3,4 Mrd. € jährlich bringen. Demgegenüber stehen die Systemkosten, die mit 560-620 Mio. € / Jahr kalkuliert werden, und der Wegfall der Einnahmen aus der Eurovignette von 428 Mio. €. Es verbleiben Netto-Einnahmen für den Bund von ca. 2,2 Mrd. € / Jahr. Die Kosten für einen durchschnittlichen Lkw liegen bei etwa 15.000 € / Jahr. Dem stehen Einsparung durch Wegfall der Vignette von ca. 1.250 € / Jahr gegenüber. Die Lkw-Betriebskosten erhöhen sich um 8-10%. Güter verteuern sich dadurch nur unwesentlich, z.B. ein Kilo Bananen um 1,4 Cent, ein Becher Joghurt um 0,5 Cent, ein Paar Schuhe um 1-1,5 Cent.

Nach einer Schätzung von Rothengatter & Doll [ROTHENGATTER, DOLL, 2001] wird der Effekt der SVA in der vorgesehenen Höhe (ohne Kompensationszahlungen und ohne Straßenneubau) bezüglich der Schadstoffemissionen, nicht aber für die Klimagasemissionen,

positiv sein. Wegen der emissionsbezogenen Ausgestaltung der Abgabe werden die Abgasstandards EURO 4 und EURO 5 deutlich früher eingehalten als gesetzlich vorgeschrieben. Der Straßengüterverkehr wird nicht nennenswert zurückgehen. [ROTHENGATTER, DOLL, 2001] kommen zu dem Ergebnis, dass die „(...) negativen Wirkungen der Verkehrsverlagerung von den BAB auf das nachgeordnete Straßennetz und der positive Effekt des höheren Anteils schadstoffarmer Fahrzeuge [sich etwa ausgleichen]“. Die zu erwartenden CO₂-Einsparungen bewegen sich in einer Größenordnung von 50 Tsd. Tonnen im Jahr.

Die Einführung der SVA in 2003 ist daher ein Schritt in die richtige Richtung. Bei höheren Gebührensätzen würde die Klimaschutzwirkung auch tatsächlich ins Gewicht fallen. Nach [ROTHENGATTER, DOLL, 2001] würde eine Ausdehnung der SVA auf das gesamte Straßennetz, ein um 5 Cent höherer Gebührensatz für LKW ab 18 t sowie eine zweite Stufe ab 2010 mit 20 Cent (ab 18 t 30 Cent) bereits eine Verminderung der Fahrleistung im Straßengüterverkehr um 2,5% und eine Erhöhung der Transportleistung der Bahn um 7% bringen. Unter der Annahme, dass die Bahn die zusätzlichen Transportleistungen ohne zusätzliche Zugkilometer abwickelt, lässt sich hieraus für 2010 eine CO₂-Minderung von etwa 1 Mio. t gegenüber der Trendentwicklung errechnen. Bei gleichzeitiger Verbesserung der Transportangebote der Bahn kann die Steigerung der Schienengüterverkehrsleistung bis zu 14% und der Fahrleistungsrückgang im Straßengüterverkehr 3,3% betragen. Die CO₂-Minderung wird sich aber nicht erhöhen, da hier die Bahn zusätzliche Angebote entwickelt, die mit aller Wahrscheinlichkeit zu einem Zuwachs an Zugkilometern führen. Einen deutlich höheren Effekt hätte eine SVA nach dem Vorbild der Schweiz. Sie würde auf dem gesamten Straßennetz für Lkw ab 3,5 t gelten und von 69 Cent pro Kilometer im Jahr 2005 auf 1,05 €/ km im Jahr 2010 steigen. Der Fahrleistungsrückgang beim Straßengüterverkehr würde 12% betragen der Zuwachs im Bahngüterverkehr 60%. Eine Verlagerung zur Bahn in dieser Höhe ist jedoch ohne Verbesserung des Transportangebots nicht möglich. Der CO₂-Minderungseffekt würde bei 1,5 bis 3,2 Mio. t liegen. Die genaue Höhe ist davon abhängig, wie viel zusätzliche Zugkilometerleistung die Bahn zur Bewältigung dieser Transportmengen benötigt (ohne Berücksichtigung des Zu- und Nachlaufs). Auch bei diesem Modell ist mit Verlagerungen zum untergeordneten Straßennetz zu rechnen, da aus Kostengründen verstärkt die kürzesten Verbindungen gewählt werden. Ein Teil der Kosten würde durch Erhöhung der Auslastung und durch Verbesserung der Logistik aufgefangen. Insgesamt würden sich die Transporte durch eine SVA nach Schweizer Vorbild um 30% verteuern.

Langfristig sind Anpassungsreaktionen bei der Lagerhaltung und der räumlichen Verteilung der Produktionsstandorte zu erwarten, die die positiven Wirkungen noch verstärken.

Reduktionspotenzial

Die Zusammenfassung der Reduktionspotenziale zeigt, dass unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Randbedingungen nur geringfügige Reduktionen der CO₂-Emissionen und der Fahrleistungen zu erwarten sind. Erst mit der einer deutlichen Erhöhung der SVA sind nachweisliche positive Effekte der CO₂-Minderung zu erwarten Tabelle 4.

Tabelle 4: Mögliche Verlagerungspotenziale und die daraus resultierenden CO₂-Einsparungen durch Einführung einer SVA

Szenario	Ausprägung der SVA		CO ₂ -Einsparung ¹⁾ und Fahrleistungsänderung im Güterverkehr 2010	
	2005	2010	[Mio. t/Jahr]	[%]
I	ab 12 t: 0,13 €/km Autobahnen		0,05	-0,5% Straßengüter - Bahngüter
II	ab 12 t: 0,13 €/km ges. Netz ab 18 t: + 0,05 €/km	ab 12 t: 0,20 €/km ges. Netz ab 18 t: + 0,10 €/km	0,5-1,0	-2,3% Straßengüter +7% Bahngüter
III ²⁾	0,69 €/km ges. Netz	1,05 €/km ges. Netz	1,5-3,25	-12% Straßengüter +60% Bahngüter

¹⁾ alle Angaben ohne Berücksichtigung des Vor- / Nachlaufs bei der Verlagerung zur Bahn

²⁾ Schweizer Modell

3.3 Ökosteuer

Mit dem Gesetz zum Einstieg in die Ökologische Steuerreform wurde die Mineralölsteuer zum 01. April 1999 um 3,07 Cent je Liter teurer. Das Gesetz zur Fortführung der Ökologischen Steuerreform regelt die ansteigende Besteuerung um je 3,07 Cent pro Liter zum jeweils 1. Januar bis zum Jahr 2003. Der ÖPNV zahlte 1999 den vollen, ab 2000 den halben Erhöhungssatz.

Das Aufkommen wird für das Jahr 2010 mit dem Modell Panta Rhei auf 10,5 Mrd. € geschätzt [FROHN, et al., 2002]. Der allergrößte Teil der Einnahmen dient der schrittweisen Absenkung der Rentenversicherungsbeiträge von Arbeitgebern und Arbeitnehmern von 20,3% in 1998 auf 19,1 Prozentpunkte in 2003. Ohne Ökosteuer lägen sie im Jahr 2002 bei 20,6%.

Durch die Ökosteuer erhöht sich der Kraftstoffpreis für Benzin um ca. 15% und für Diesel um etwa 18%. Für den durchschnittlichen Autofahrer bedeutet dies Mehrkosten von 156 € im Jahr. Für ein verbrauchsgünstiges Fahrzeug reduzieren sich die Kosten (5-l-Auto: 92 €/Jahr). Wegen der Senkung der Sozialversicherungsbeiträge werden diese Mehrausgaben in der Regel mehr als kompensiert. So zahlt ein Erwerbstätiger mit einem Bruttojahreseinkommen von 40.000 € rund 240 € / Jahr weniger für die Sozialversicherung. Bei 30.000 € Jahreseinkommen werden immer noch 180 € gespart. Einseitig belastet werden allerdings diejenigen

Teile der Bevölkerung, die keiner sozialversicherungspflichtigen Tätigkeit nachgehen, neben Selbständigen vor allem Rentner, Studenten und Bezieher von Arbeitslosengeld.

Mit der Ökosteuer wird die Nachfrage nach Fahrzeugen mit niedrigem Verbrauch unterstützt und der Ersatz von Fahrzeugen mit hohem Verbrauch beschleunigt. Sie bietet einen Anreiz zum kraftstoffsparenden Fahren sowie zum Einsatz von kraftstoffsparenden Reifen und Ölen. Umweltverträglichere Verkehrsträger wie ÖPNV und Bahn oder Rad- und Fußgängerverkehr werden attraktiver.

Die Ökosteuer beeinflusst darüber hinaus die Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung in Richtung verkehrsarmer Strukturen. Allerdings ist dieser Effekt bei der derzeitigen Ausgestaltung der Steuer relativ gering.

Reduktionspotenzial

Nach einer Simulationsrechnungen mit dem Modell Panta Rhei werden durch die zur Zeit gültigen Ökosteuerstufen bis zum Jahr 2003 auf Kraftstoffe im Jahr 2010 9,44 Mio. t CO₂ weniger emittiert und rund 90.000 Arbeitsplätze zusätzlich geschaffen, als es ohne die Steuer der Fall wäre [UBA, 2002]. Dieses Potenzial ist bereits in den TREND-Szenarien berücksichtigt. Würde man die Ökosteuer für weitere 5 Jahre (2008) jährlich fortführen, ist nach ersten Schätzungen ein zusätzliches Minderungspotenzial von rund 4 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr zu erwarten.

3.4 CO₂-bezogene Kraftfahrzeugsteuer für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge

Die nach Abgaswerten differenzierte Kfz-Steuer hat sich in der Vergangenheit zur Förderung emissionsarmer Fahrzeuge bewährt und maßgeblich die Entwicklung und Nutzung umweltverträglicherer Fahrzeuge beschleunigt. Nachdem die Anforderungen an die Schadstoffemissionen für neuzugelassene Fahrzeuge EU-weit deutlich verschärft wurden, könnte die Kfz-Steuer nunmehr genutzt werden, die Markteinführung kraftstoffsparender Pkw zu fördern. Hierzu sollte sie nach der CO₂-Emission bemessen und progressiv gestaltet werden, d.h. je geringer der spezifische Verbrauch und die CO₂-Emissionen eines Fahrzeugs sind, desto weniger Kfz-Steuer muss gezahlt werden. Diese Maßnahme wirkt sowohl auf die Beschaffung als auch auf den schnelleren Austausch des Altbestandes. Eine Studie im Auftrag der EU-Umweltkommission zeigt, dass eine nach CO₂-Emissionen differenzierte Fahrzeugsteuer, die im Jahr 2000 in Deutschland eingeführt worden wäre, eine Minderung von 6% im Jahr 2008 zur Folge gehabt hätte [COWI, 2002]. Das legt nahe, zunächst die Schadstoffemissionsklassen der zur Zeit gültigen Steuer bestehen zu lassen und die Hubraumgröße, die kein konkretes Maß für den Verbrauch ist, gegen die CO₂-Emissionen pro Kilometer auszutauschen.

Reduktionspotenzial

Das Potenzial dieser Maßnahme liegt bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen in der Größenordnung von 6% innerhalb von 8 Jahren [COWI, 2002]. Die Möglichkeiten der Verbrauchsre-

duktion schwerer Nutzfahrzeuge durch eine CO₂-bezogene Kfz-Steuer sind in einem deutlich engeren Bereich angesiedelt, da wegen der Notwendigkeit niedriger Betriebskosten die Verbrauchswerte der Fahrzeuge ohnehin bereits deutlich weiter optimiert sind als bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen. Daher wird diese Maßnahme nicht auf Nutzfahrzeuge angewandt. Die bisher gültige Kfz-Steuer ist noch bis zum Jahr 2005 festgeschrieben, so dass die Einführung eines CO₂-bezogenen Elementes ab dem Jahre 2006 möglich wäre. Die resultierende CO₂-Emissionsminderung läge dann 2013 bei etwa 6,5 Mio. Tonnen für Pkw und Leichte Nutzfahrzeuge (2010: 3,8 Mio. t CO₂). Die Kosten dieser Maßnahme sind im Vergleich zu den erzielbaren Emissionsminderungen sehr gering, da sich bei einer aufkommensneutralen Gestaltung nur die Berechnungsgrundlage für die Kfz-Steuer ändert.

3.5 Abbau von Steuervergünstigungen für Pkw

Nach der bestehenden Entfernungspauschale werden als Aufwendungen für das Erreichen des Arbeitsplatzes Pauschbeträge (bis 10 km 0,36 €/km, ab 10 km 0,40 €/km) festgelegt, die einen Teil der laufenden Kosten eines Kleinwagens decken. Hierdurch wird - verstärkt durch ein oft als unzureichend empfundenen Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln - die Entscheidung zur Anschaffung eines Pkw in umweltpolitisch unerwünschter Weise beeinflusst. Zudem ist die Differenzierung der Pauschalbeträge nach der Entfernung zum Arbeitsplatz weder gerechtfertigt noch unter Klimagesichtspunkten vertretbar. Die derzeitige Regelung begünstigt lange Arbeitswege und beeinflusst die Wohnortwahl. Damit fördert sie die Zersiedlung der Landschaft und trägt zu einer erheblichen Zunahme von Berufspendlern und den damit verbundenen CO₂-Emissionen bei.

Bei privater Nutzung von Dienstwagen wird bisher monatlich 1% des Listenpreises als geldwerter Vorteil beim Nutzer (z.B. Arbeitnehmer) besteuert. Dieser Wert ist zu niedrig. Durch die in der Koalitionsvereinbarung im Jahr 2002 vorgesehene Anhebung der pauschalierten Besteuerung auf mindestens 1,5% des Listenpreises wird ein Anreiz gegeben, eher günstigere – und damit in der Regel auch kleinere und mit weniger Zusatzaggregaten ausgestattete Pkw als Dienstwagen zu nutzen.

Die kostenlose Bereitstellung von Parkplätzen für Pkw der Mitarbeiter wird nicht als geldwerter Vorteil bei der Einkommensteuer besteuert. Die Besteuerung der kostenlos bereitgestellten Parkplätze würde die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und die Bildung von Fahrgemeinschaften fördern.

Reduktionspotenzial

Die mit dieser Maßnahme erreichbaren CO₂-Emissionsminderungen können nicht direkt quantifiziert werden. Durch den Abbau von Steuervergünstigungen für Pkw werden vor allem die Verlagerung auf umweltgerechtere Verkehrsmittel und Siedlungsstrukturen mit kürzeren Arbeitswegen unterstützt.

3.6 Angleichung der Mineralölsteuer (Otto-, Dieselkraftstoff)

Die niedrigere Besteuerung von Diesel ist hauptsächlich ein Instrument zur Begünstigung des Straßengüterverkehrs. Angesichts des hohen Anteils nicht gewerblichen Dieselverbrauchs, der in Deutschland mit 48% fast die Hälfte ausmacht, ist dieses Argument allerdings zunehmend fragwürdig geworden. Ende der 80er Jahre lag der Anteil von Pkw am Dieselverbrauch in der EU etwa bei 10%, 2001 waren es bereits 22%, wobei 43% der 2001 neu zugelassenen Fahrzeuge Dieselfahrzeuge sind. Eine Angleichung der Mineralölsteuer auf Diesel erscheint daher in Deutschland, wie in allen Staaten der EU, notwendig.

Darüber hinaus ist der Unterschied der Mineralölsteuer von Benzin und Dieselkraftstoff in Höhe von 0,18 € auch aus klimapolitischer Sicht nicht gerechtfertigt. Dieselkraftstoff hat pro Liter einen höheren Energiegehalt als Benzin und erzeugt bei der Verbrennung etwa 13% höhere CO₂-Emissionen. Um zu einer Gleichbehandlung klimapolitisch gleicher Tatbestände zu gelangen, muss die Mineralölsteuer auf den Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes bezogen werden. In der Vergangenheit wurde dieses Instrument zur steuerlichen Begünstigung des Straßengüterverkehrs genutzt und im Pkw-Sektor durch eine höhere Kfz-Steuer für Dieselfahrzeuge ausgeglichen. Die höheren Spritkosten für Nutzfahrzeuge könnten bei Angleichung der Mineralölsteuersätze bei der Schwerverkehrsabgabe kompensiert werden. Auch sollte dann die Kfz-Steuer für die beiden Antriebsarten Diesel- und Ottomotor auf das gleiche Niveau gebracht werden.

Der Anteil der Dieselfahrzeuge an den Neuzulassungen 2002 beträgt bereits 37,5%. Falls es zur Angleichung von Benzin- und Dieselmineralölsteuer kommt, so wird diesem Trend entgegengewirkt. Mit der Angleichung der Mineralölsteuer für Otto- und Dieselkraftstoffe könnte eine faire Besteuerung von Benzin- und Diesel-Pkw erfolgen. Bei den Diesel-Pkw könnte bei der Kfz-Steuer dann der Mineralölsteuerausgleich entfallen. Aus technischer Sicht würden kosteneffiziente Maßnahmen einer verbrauchsbezogenen Optimierung von Benzinmotoren (Ottomotoren, Benzin-Direkteinspritzung) dann nochmals deutlich an Attraktivität gewinnen.

Reduktionspotenzial

Das Reduktionspotenzial ist schwer quantifizierbar. Durch einen Anstieg des Dieselpreises wird es zum einen zu einem Rückgang in der Fahrleistung bei den Dieselfahrzeugen kommen. Gleichzeitig steigt die Attraktivität für die Automobilhersteller, Maßnahmen der Verbrauchsreduktion nicht nur durch den Verkauf von Dieselmotoren, sondern durch technische Maßnahmen an Benzinmotoren zu erreichen. Ein Potenzial kann für diese Maßnahme nicht ausreichend genau quantifiziert werden. Um aber zu einer Gleichbehandlung klimapolitisch gleicher Tatbestände zu gelangen und das Bewusstsein für Energieverbrauch und den damit verbundenen CO₂-Emissionen zu unterstützen, sollten trotz geringem direkten Minderungspotenzial die Mineralölsteuersätze auf den Kohlenstoffgehalt des Kraftstoffes bezogen werden.

3.7 CO₂-Handel im Verkehr

Das mengensteuernde marktorientierte Instrument der Umweltzertifikate zur Emissionsreduktion basiert auf der Ausgabe oder dem Verkauf von Emissionsrechten an zertifikatspflichtige Wirtschaftsakteure. Das Instrument wird mit dem Ziel eingesetzt, ein vorgegebenes Emissionsniveau mit minimalen volkswirtschaftlichen Kosten innerhalb einer bestimmten Zeitspanne zu erreichen. Bei Einführung des Systems richtet sich die Ausgabemenge nach dem gegenwärtigen Stand der Emissionen und wird dann stetig innerhalb einer definierten Zeitspanne dem Minderungsziel angepasst. Vorteil dieses Instrumentes ist seine Innovationsfreundlichkeit. Es entsteht ein dynamischer Anreiz, nach kostengünstigen Reduktionsmöglichkeiten zu suchen. So können bei einem sektorübergreifenden System Emissionsreduktionen an den Stellen des Wirtschaftssystems erfolgen, an denen die zugehörigen Vermeidungskosten minimal sind – also gesamtwirtschaftlich ökonomisch gering. Denn klimapolitisch ist es unerheblich, in welchen Sektoren die gewünschten Einsparungen erbracht werden. Mit sektoralen Zielvorgaben kann dagegen gewährleistet werden, dass Reduktionen in bestimmten Wirtschaftssektoren garantiert durchgeführt werden. Mangels Ausweichmöglichkeiten wird ein höherer Vermeidungsdruck auf die Akteure erzeugt. Hier stellt sich jedoch die Frage nach der Kosteneffizienz. Die Zielvorgaben können absolut (in t-CO₂-Äquivalent) oder auch spezifisch (z.B. in kg CO₂-Äquivalent/Fz.-km) vorgegeben werden. Das Cap-and-trade-System basiert auf absoluten Emissionsrechten, wie sie auch im Kioto-Protokoll festgehalten sind. Spezifische Ziele sind dagegen unabhängig von der Produktionsmenge. Es besteht aber generell die Gefahr bei spezifischen Zielvorgaben, dass die Einhaltung eines absoluten Emissionsminderungsziels durch ein starkes Wachstum bei einer dynamischen Produktionsentwicklung (beispielsweise dem Verkehrsmengenwachstum) unterlaufen wird.

Es gibt drei mögliche Regulierungspunkte im Energiesystem, den Upstream-, Midstream- und Downstream-Ansatz (oberer, mittlerer und unterer Bereich der volkswirtschaftlichen Wertschöpfungskette) [DEUBER, 2001; IFEU, ZEW, 2001]. Beim Downstream-Ansatz liegt die Zertifikatspflicht direkt beim Emittenten, also dem Verkehrsteilnehmer (z.B. dem Kunden an einer Tankstelle). Der Reiz bei diesem Ansatz liegt darin, dass die Emissionen direkt bei dem eigentlichen Verursacher erfasst und überwacht werden und das Minderungsziel mit großer Sicherheit erreicht wird. Jedoch entstehen beträchtliche administrative Probleme und hohe Transaktionskosten. Beim Midstream-Ansatz wird bei den Fahrzeugherstellern und den Verkehrsdienstleistern (wie z.B. der Bahn) angesetzt. Es werden also diejenigen Wirtschaftsakteure zertifiziert, deren Produkte oder Dienstleistungen während der Nutzung durch den Konsumenten zur CO₂-Emission beitragen. Ein punktgenaues Erreichen der CO₂-Minderungsziele ist mit diesem Ansatz als Einzelmaßnahme jedoch nicht sichergestellt, da auf die Gesamtfahrleistung und das Fahrverhalten kein Einfluss genommen werden kann. Den am einfachsten in ein allgemeines Handelssystem

integrierbaren Ansatz stellt der Upstream-Ansatz dar, bei dem die Zertifikatspflicht bei den Kraftstoffherstellern (Raffinerien) liegt. Die Zertifikate würden sich auf den Kohlenstoffgehalt der Brennstoffe beziehen, durch deren spätere Verbrennung CO₂ entsteht. Vorteilhaft ist, dass die Zahl der Akteure und damit auch die Transaktionskosten gering sind und alle energiebedingten CO₂-Emissionen einfach durch das Handelssystem erfassbar sind. Die Anreize zur tatsächlichen Emissionsminderung werden durch steuerähnliche Preisüberwälzungsmechanismen geschaffen. Eine solche Maßnahme wäre in ihrer Wirkung der Erhöhung der Mineralölsteuer ähnlich. Jedoch ist die Zielerfüllung durch die absolute Gesamtemissionsmengenzielvorgabe für die Kraftstoffhersteller sichergestellt.

Reduktionspotenzial

Die Europäische Kommission hat im Oktober 2001 einen Richtlinienentwurf zum Handel mit Treibhausgasen in der EU vorgestellt, der im November 2002 letztmalig geändert wurde [KOM 2002/ 680(01)]. Darin wird angestrebt, in der EU ein Emissionshandelssystem bis zum Jahr 2005 zu starten, das direkt am Emittenten ansetzt. In das Modell einbezogen werden die energieintensiven Branchen (Eisenmetallerzeugung und -verarbeitung, Mineralverarbeitung, Zellstoff und Papier) sowie die Energiewirtschaft. Der im Richtlinienentwurf gewählte Ansatz lässt sich nicht ohne weiteres auf den Verkehr übertragen. Zum ersten dürfte die Anzahl mobiler Emissionsquellen (besonders Kraftfahrzeuge) für einen Emissionshandel nach dem Downstream-Ansatz zu hohe Transaktionskosten verursachen. Zum zweiten rechtfertigt die klimapolitische und gesellschaftliche Bedeutung besonders des Straßenverkehrs gesonderte Regelungen, die der Komplexität und Regelungsintensität im Verkehr gerecht werden. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie der Emissionshandel auch im Verkehr am wirksamsten und kosteneffizientesten CO₂-Emissionen begrenzen kann. In einem Forschungsprojekt des UFOPLANS 2003 sollen konkrete und wissenschaftlich gesicherte Empfehlungen für die Gestaltung und den möglichen Vollzug eines Emissionshandels im Verkehr erarbeitet werden. Es soll geklärt werden, wie ein Emissionshandel für den Straßen-, Schienen- und Binnenschiffsverkehr sinnvoll ausgestaltet werden kann. Vor Abschluss dieses Vorhabens können somit noch keine konkreten Minderungsziele für diese Maßnahme angegeben werden.

4 Technische Optimierungen der Verkehrsträger

4.1 Verbrauchsminderung bei Bahnen und Bussen

Neben der Verlagerung von Straßen- und Luftverkehrsleistungen auf die Schiene tragen auch technische Verbesserungen an Schienenfahrzeugen - vor allem bei der Deutschen Bahn, aber auch bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen – zu einer CO₂-Emissionsminderung bei. Die Deutsche Bahn AG hat sich das Ziel gesetzt, den auf die Verkehrsleistung bezogenen spezifischen Energieverbrauch ihrer Züge von 1990 bis 2005 um 25% zu senken.

Bis zum Jahr 2000 konnten folgende Minderungen umgesetzt werden [DB, 2000]:

- *im Güterverkehr um 19%,*
- *im Personennahverkehr um 15%,*
- *im Personenfernverkehr um lediglich 2%*

Im Personenfernverkehr sind demnach erhebliche Anstrengungen erforderlich, um das gesetzte Ziel zu erreichen, wozu allerdings auch die Erhöhung der Auslastung beitragen könnte.

CO₂-Minderungen werden durch Fahrzeugtechnik (z.B. Leichtbau) und einen effizienteren Betrieb erreicht. Bei den betrieblichen Maßnahmen handelt es sich um energiesparende Fahrweise, Rückspeisung oder Schwungrad-Speicherung (z.B. dieselektrischer Prototyp LIREX, Einsparungen bis zu 25%) von Bremsenergie, sowie die Entmischung von schnell- und langsamfahrenden Zügen.

Verbrauchsminderung ist bei der Eisenbahn neben den technischen Maßnahmen auch durch verbesserte Fahrweise zu erreichen: durch vorausschauendes Fahren ließen sich z. B. beim Metropolitan auf der Relation vom Ruhrgebiet nach Hamburg bis zu 30% Verbrauchsminderung gegenüber durchschnittlicher Fahrweise erreichen [DB, 2000]. In der Fahrerschulung liegt deshalb ein hohes Minderungspotenzial.

Technische Maßnahmen an den Stadtbusflotten können durch Verringerung des Fahrzeuggewichtes sowie durch Einsatz von rollwiderstandsgeminderten Reifen, Leichtlauföle und durch verbrauchsarme Auslegung des Antriebsstranges erreicht werden. Insgesamt liegt das Potenzial bei ca. 20-25% der CO₂-Emissionen.

Reduktionspotenzial

Das Reduktionspotenzial bei den Schienenfahrzeugen ist in den Verlagerungspotenzialen im **Abschnitt 2.1.2** enthalten, da schon im TREND-Szenario des TREMOD-Modells erhebliche Minderungen der spezifischen CO₂-Emissionen vom Jahr 2000 auf das Jahr 2010 - bezogen

auf die Verkehrsleistungen und unter Berücksichtigung der Vorkette für den Schienenverkehr - von 27% im Güterverkehr und 19% im Personenverkehr angenommen wurden.

Das technische Potenzial der CO₂-Minderungen bei Stadtbussen liegt, bezogen auf die gesamte Stadtbusflotte, bei ca. 0,2-0,3 Mio. t bis 2010. Ein zusätzliches Potenzial einer Minderung um 10% kann mindestens durch eine sinnvolle Fahrerschulung erreicht werden, so dass das Gesamtpotenzial für Stadtbusse bei 0,3-0,5 Mio. Tonnen CO₂ liegt.

4.2 Technische Maßnahmen für Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge

Unter den technischen Maßnahmen zur CO₂-Emissionsminderung von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen sind die Maßnahmen zu verstehen, die über die technischen Maßnahmen hinausgehen, die von den Automobilherstellern im Zuge der freiwilligen Selbstverpflichtungen mit der Europäischen Kommission [ACEA, 1999; JAMA, 2000; KAMA, 2000] verfolgt werden. Dabei sollen die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der verkauften Pkw im Jahr 2008 (ACEA) oder 2009 (JAMA, KAMA) bei 140 g/km liegen. In der Umsetzung handelt es sich zur Zeit hierbei im wesentlichen um den verstärkten Einsatz von Dieselmotoren und die Optimierung von Ottomotoren, wie zum Beispiel die Aufladung von Motoren, der Einsatz variabler Ventiltriebe oder der Benzin-Direkteinspritzung.

Berücksichtigt man alle bisher umgesetzten Maßnahmen, so gingen die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen von neu verkauften Personenkraftwagen in der Gemeinschaft insgesamt im Zeitraum 1995-2001 von 186 g_{CO2}/km auf etwa 167-170 g_{CO2}/km zurück. Die Gemeinschaftsstrategie zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Kraftfahrzeugen und des Kraftstoffverbrauchs hat zum Ziel, bei neu in der EU zugelassenen Personenkraftwagen bis zum Jahr 2005 (spätestens 2010) einen durchschnittlichen spezifischen CO₂-Ausstoß von 120 g CO₂/km zu erreichen. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass das Gemeinschaftsziel von 120 CO₂/km schon im Jahr 2005 erreicht wird. Realistischerweise darf jedoch davon ausgegangen werden, dass das Ziel bis 2010 erreicht wird, sofern die erforderlichen Maßnahmen getroffen und die notwendigen Anstrengungen unternommen werden. [KOM 2002/693]

Auswertungen des Kraftfahrt-Bundesamtes (Abbildung 2) zeigen, dass die mittlere CO₂-Emission der in Deutschland neu zugelassenen Pkw (Typprüfwerte nach 1999/100/EG) weiterhin rückläufig ist. Für das Jahr 2002 wurde für Deutschland ein mittlerer CO₂-Wert von ca. 177 g_{CO2}/km prognostiziert. Das Kraftfahrt-Bundesamt weist darauf hin, dass bei Pkw mit Dieselmotor im Jahr 2002 voraussichtlich kein Rückgang auftreten wird [KBA, 2002].

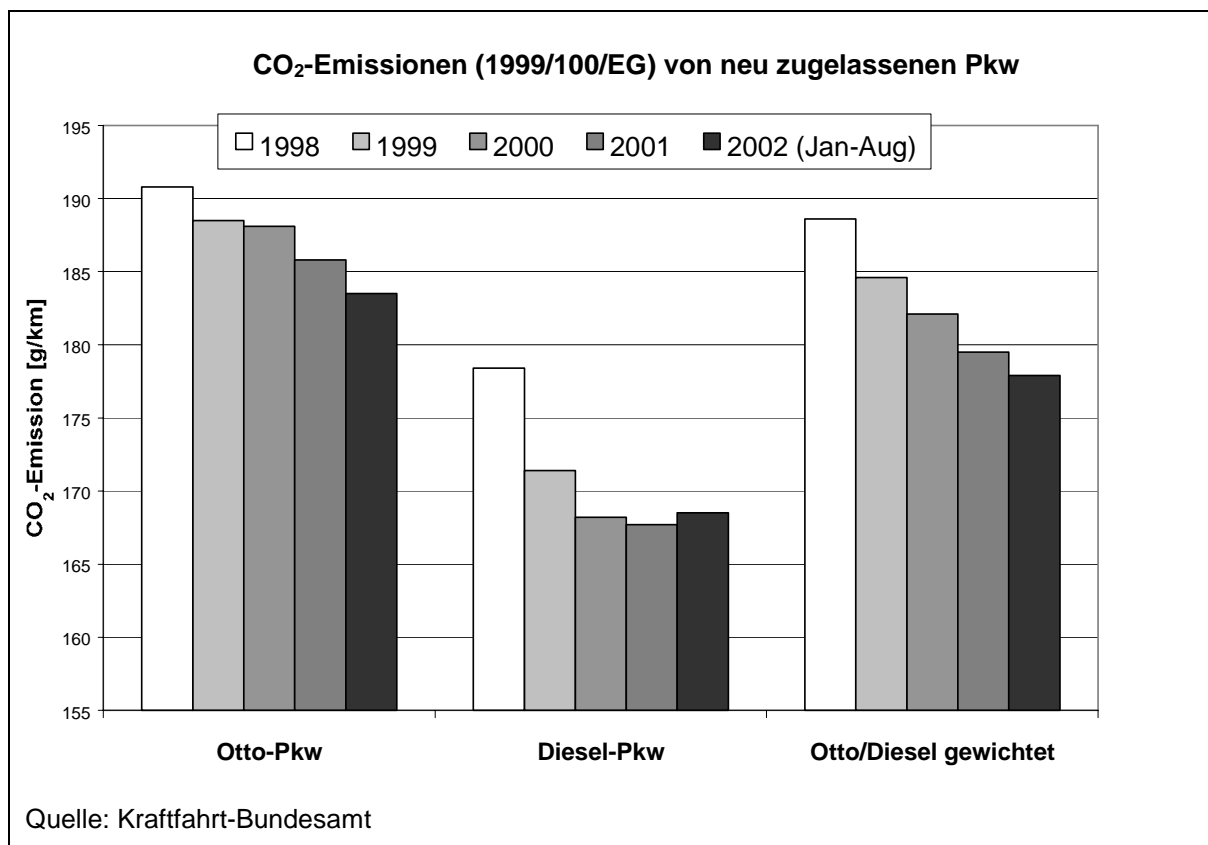


Abbildung 2: Entwicklung der mittleren spezifischen CO₂-Emissionen nach 1999/100/EG von neu zugelassenen Pkw in Deutschland im Zeitraum 1998 bis August 2002

Reduktionspotenzial

Da die Reduktionen der CO₂-Emissionen wegen der freiwilligen Selbstverpflichtung bereits Bestandteil des TREMOD-TREND-Emissionsszenarios sind, entfällt eine Quantifizierung dieses Potenzials. Die darüber hinausgehenden Potenziale der technischen CO₂-Minderung werden in den folgenden Abschnitten zusammengefasst.

4.2.1 Einsatz von Leichtlaufölen

Die wichtigste Funktion eines Leichtlauföls im Motor ist das Herabsetzen der inneren Reibung, das heißt die Schmierfunktion. Der Einfluss der Reibung an der Gesamtenergieumwandlung innerhalb des Motors ist besonders wichtig. Moderne Motoröle müssen ihre Funktionen sowohl bei hohen Temperaturen (Volllastfahrten), als auch bei niedrigsten Temperaturen (Start im Winter) erfüllen können. Kennzeichnende Eigenschaft eines Schmierstoffes ist seine Fließfähigkeit (Viskosität).

Klassifiziert werden Motoröle nach Ihrer Viskosität. Man unterscheidet verschiedene Klassifizierungssysteme. Gebräuchlich ist das SAE-System (Society of Automotives Engineers). Danach werden Motoröle wegen ihrer Fließigenschaften (Viskosität) bei Froststart und bei

hoher Motortemperatur eingeteilt. Öle der SAE-Viskositätsklassen 0W30 und 5W30 gewährleisten wegen ihrer Viskosität die beste Schmierfunktion, sie werden deshalb als Leichtlauföle bezeichnet. Ihre Komponenten sind synthetische Grundöle und Additive. Konventionelle Motoröle (15W40, 10W40) können wegen der Mischeigenschaften ihrer mineralischen Grundöle keine derartigen Viskositäten erreichen.

Leichtlauföle der Klassen 0W30 und 5W30 waren im Jahr 2001 nur zu ca. 10% am Mix der verkauften Motorenöle in Deutschland beteiligt. Diese Angaben erscheinen zunächst widersprüchlich zu den Aussagen der deutschen Automobilindustrie, die in Ihrer am 24.07.2002 gemeinsam mit dem Verkehrsministerium vorgestellten Erklärung zum Klimaschutz den Verwendungsgrad von Leichtlaufölen in der Pkw-Erstbefüllung mit über 98% angibt [VDA, 2002]. Da der Begriff „Leichtlauföl“ nicht klar definiert ist, werden gegenwärtig Öle unterschiedlicher Qualität als Leichtlauföl vermarktet. So werden z.B. 10W40-Motoröle als Leichtlauföle verkauft, obwohl man solche Öle hinsichtlich ihrer Leichtlaufeigenschaften keinesfalls als optimal bezeichnen kann.

Durch die Definition eines Qualitätsstandards (z.B. Blauer Engel) könnte die breite Verwendung von Leichtlaufölen erleichtert werden. Ein einheitlicher Qualitätsstandard könnte dann auch in den Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft gesetzlich geregelt werden.

Reduktionspotenzial

Aufbauend auf den spezifischen Minderungsfaktoren und einem Einführungszeitraum über 5-6 Jahre bis zu einer Umsetzung bei 90% der Pkw und der Nutzfahrzeuge, ergeben sich im Jahr 2005 Minderungen von 2,5 Mio. Tonnen CO₂, im Jahr 2010 Minderungen von 5,2 Mio. Tonnen und im Jahr 2020 von 4,8 Mio. Tonnen CO₂. Das technische Reduktionspotenzial durch die Verwendung von Leichtlaufölen und Leichtlaufreifen ist abschließend in Abbildung 3 zusammengefasst.

4.2.2 Einsatz von rollwiderstandsarmen und lärmarmen Reifen

Leichtlaufreifen sind Fahrzeugreifen, die sich wegen verminderter Rollwiderstände durch verminderte Geräuschentwicklung und Kraftstoffersparnis auszeichnen. Der Rollwiderstand entsteht durch die Verformung des Reifens bei Belastung. Die Größe dieses Energieverlustes ist abhängig vom Fahrzeuggewicht und der Reibung zwischen Straße und Reifen.

Ein Ziel der Reifenentwicklung der letzten Jahre war es, den Rollwiderstand zu optimieren. Das heißt, wichtige Reifeneigenschaften, z.B. die Nasshaftung und Bremsverhalten, erhalten und gleichzeitig den Rollwiderstand senken. Neue Laufflächenmischungen ermöglichten die Entwicklung von kraftstoffsparenden und lärmarmen Reifen, den so genannten Leichtlaufreifen. 1997 wurde für Leichtlaufreifen das Umweltzeichen RAL-UZ 89 (Blauer Engel) für lärmarme und kraftstoffsparende Reifen eingeführt [RAL-UF89].

Der deutsche Reifenmarkt bietet heute bereits ein breites Angebot an Reifen mit Leichtlaufeigenschaften. Untersuchungen des Umweltbundesamtes zeigen, dass in allen getesteten

Reifengrößen (Sommer- und Winterreifen) und in nahezu jeder Reifenkategorie Leichtlaufreifen von verschiedenen Anbietern zu erwerben sind. Dabei wird von den Reifenherstellern überwiegend ein eigenes Kennzeichnungssystem genutzt, so dass Leichtlaufreifen nicht als solche benannt werden, sondern z.B. unter dem Begriff „Economy“, „Energy“, „Fuelsaver“ oder ähnlichen Begriffen verkauft werden. Das Umweltzeichen (Blauer Engel) wird von den Herstellern nur in sehr geringem Umfang genutzt. Ein Preisvergleich von Leichtlaufreifen mit konventionellen Reifen ergab, dass keine oder nur geringe Preisunterschiede bestehen. Ein Grenzwert für den Rollwiderstandsbeiwert von Reifen kann den flächendeckenden Einsatz von Leichtlaufreifen ermöglichen. Eine europaweite einheitliche Kennzeichnung des Rollwiderstandes und des Lärmwertes auf der Reifenflanke kann eine zügige Umsetzung unterstützen.

Reduktionspotenzial

Der Einfluss der einzelnen Fahrwiderstände auf die Energieumsetzung ist stark vom Fahrmuster abhängig. Ein um 20% geminderter Rollwiderstand reduziert den Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit um bis zu 5%. Dabei ist das höchste Potenzial im Stadtverkehr und bei mittleren Geschwindigkeiten auf Landstraßen zu erreichen [SCHEDEL, 2002]. Bei Nutzfahrzeugen geht man davon aus, dass das Potenzial noch höher ist. Reifen mit optimiertem Rollwiderstand können im Lkw-Güterverkehr pro Fahrzeug den Kraftstoffverbrauch je nach Streckenprofil, Geschwindigkeitsniveau sowie Windverhältnissen 4-12% vermindern. Aufbauend auf den spezifischen Minderungsfaktoren und einem Einführungszeitraum über 4 Jahre bis zu einer Umsetzung bei 90% der Pkw und 60% der Nutzfahrzeuge ergeben sich im Jahr 2005 Minderungen von 4,4 Mio. Tonnen CO₂, im Jahr 2010 Minderungen von 5,8 Mio. Tonnen und im Jahr 2020 von 5,4 Mio. Tonnen CO₂.

Das technische Reduktionspotenzial durch die Verwendung von Leichtlaufölen und Leichtlaufreifen ist abschließend in Abbildung 3 zusammengefasst.

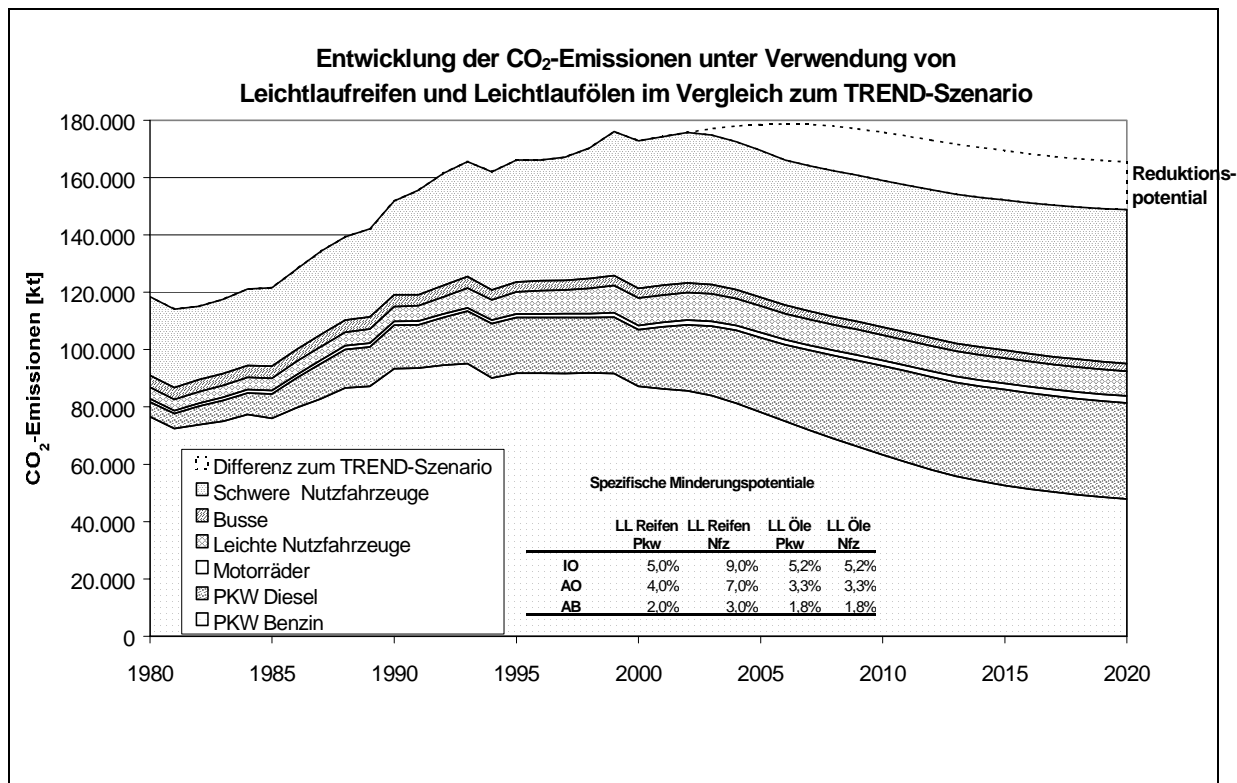


Abbildung 3: Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die Verwendung von Leichtlaufölen und -reifen im Vergleich zum TREND Szenario

4.3 Begrenzung der Flottenemissionen neu zugelassener Pkw

Die Europäische Kommission hat im Dezember 2002 zum dritten Mal den Jahresbericht über die Wirksamkeit der Umsetzung der Gemeinschaftsstrategie zur Verminderung der CO₂-Emissionen von KFZ vorgelegt [KOM 2002/693]. Die Ergebnisse für den Berichtszeitraum 1995 bis 2001 zeigen, dass bei allen drei Verbänden die durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen reduziert wurden. ACEA und JAMA haben jedoch mehr Fortschritte als KAMA gemacht. Es sind zusätzliche Anstrengungen erforderlich, um das Endziel zu erreichen, denn eine Minderungsrate im Schnitt von 2 % pro Jahr oder etwa 4 g_{CO₂}/km während des gesamten Überwachungszeitraumes ist nicht erreicht (Ist-Durchschnitt 1995-2001: ACEA: 1,9 %, JAMA: 1,5 %, KAMA: 0,9 %).

Die EU-Kommission erklärt in [KOM 2002/693]: „Die Fortschritte des KAMA (koreanischer Automobilverband) sind unzureichend, sofern auch im Jahr 2001 die bisher höchste Minderungsrate erzielt wurde. Es besteht tatsächlich die Gefahr, dass KAMA das bis 2004 gesetzte Zwischenziel nicht erreichen wird. Dies könnte das gesamte Konzept gefährden“ Schlussfolgerungen des Rates vom 16. Oktober 1999 sehen vor, dass die Kommission vom Rat aufgefordert ist, „...unverzüglich Vorschläge einschließlich Rechtsetzungsvorschläge zur Beratung vorzulegen, sollte sich auf der Grundlage der Überwachung und nach Konsultationen der

Herstellerverbände erweisen, dass ein oder mehr Verbände ihren Verpflichtungen nicht nachkommen“.

Ab dem Jahr 2005 sollte absehbar sein, ob das Ziel von 140 g/km im Jahr 2008/2009 in der Europäischen Gemeinschaft erreicht werden kann. Zur Zeit kann jedoch noch nicht abgesehen werden, ob ab dem Jahr 2008/2009 eine Fortschreibung der bestehenden Selbstverpflichtung ausreichend oder die Einführung eines CO₂-Grenzwertes notwendig sein wird. Um den bestehenden Herausforderungen der Senkung der spezifischen CO₂-Emissionen der Pkw und den möglichen Konsequenzen der Schlussfolgerungen des Rates vom 16. Oktober 1999 angemessen Rechnung zu tragen, werden in Abschnitt 4.3.1 die Fortschreibung der bestehenden CO₂-Selbstverpflichtung und in Abschnitt 4.3.2 die Einführung von CO₂-Grenzwerten für die Neuzulassung von Pkw als Maßnahmen der CO₂-Minderung dargestellt.

4.3.1 Fortschreibung der CO₂-Selbstverpflichtung der Automobilindustrie

Sofern die bestehende Selbstverpflichtung (Abschnitt 4.2) bis zum Jahr 2008/2009 erfolgreich ist, sollten die Emissionszielwerte schrittweise weiter verschärft werden. So wird für das Jahr 2012 ein Zielwert für die Neuwagenflotte von 120 g/km vorgeschlagen.

Durch diese Maßnahme kann kein direkter Einfluss auf die Gesamtfahrleistung, das Fahrverhalten und die Nachfrageorientierung genommen werden. Die Automobilhersteller haben Möglichkeiten durch Marketing und Produktangebot das Kaufverhalten der Fahrzeughalter zu beeinflussen und die technischen Voraussetzungen für eine Energieeinsparung durch Forschung und Entwicklung zu schaffen. Durch eine schrittweise Erhöhung der Mineralölsteuer als zusätzliches Instrument kann das Fahrverhalten und die Fahrleistung gesteuert werden.

Reduktionspotenzial

Da eine jährliche Fortsetzung der Reduktionsraten der CO₂-Emissionen bis auf einen durchschnittlichen Wert von 120 g/km bereits Bestandteil des TREMOD-TREND-Emissionsszenarios sind, entfällt eine Quantifizierung dieses Potenzials.

4.3.2 CO₂-Grenzwerte für die Neuzulassung von Pkw

Sofern eine Zielerreichung bis zum Jahr 2008/2009 (Abschnitt 4.2) nicht gewährleistet ist, sollte ein verbindlicher CO₂-Grenzwert im Hinblick auf eine durchschnittliche Verteilung der Verbrauchswerte ab dem Jahr 2010 eingeführt werden. Ähnlich wie bei den Abgasgrenzwerten für Luftschadstoffe sollten die Emissionsgrenzwerte schrittweise verschärft werden. So wird für das Jahr 2010 ein Grenzwert für die Neuwagenflotte von 120 g/km und für 2015 von 100 g/km vorgeschlagen (Abbildung 4). Auf die gleiche Weise sollten auch CO₂-Grenzwerte für Nutzfahrzeuge, Bahnen festgesetzt werden.

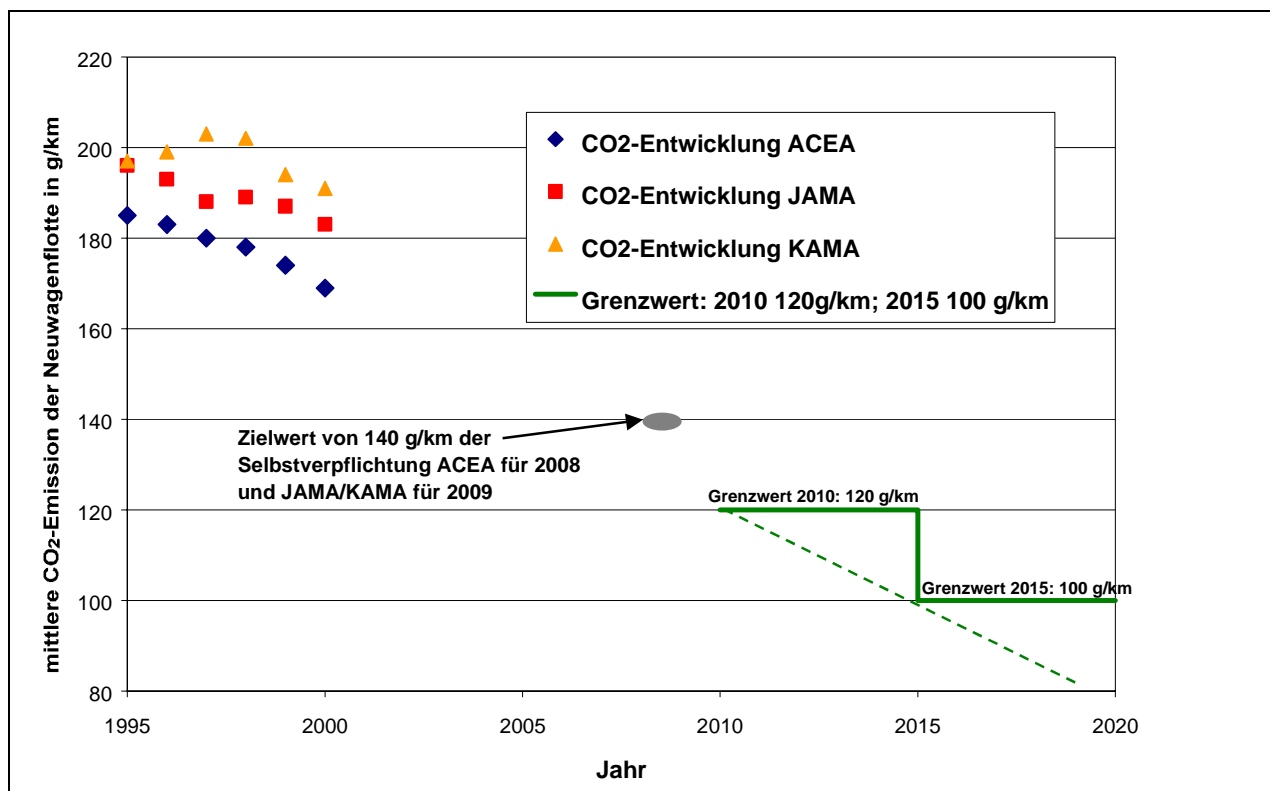


Abbildung 4: Entwicklung der CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte von ACEA, JAMA und KAMA von 1995 bis 2000 [KOM 2001/643] und bei der Einführung eines CO₂-Grenzwertes im Jahr 2010 von 120 g/km und im Jahr 2015 von 100 g/km

Reduktionspotenzial

Die Kosten für diese Maßnahme sind gering, da bei der Selbstverpflichtung die Voraussetzungen für das Monitoring bereits geschaffen wurden. Sofern vom Standard-Szenario ausgegangen wird, dann nehmen bei gleichbleibenden Neuwagen-Verkaufszahlen bei Einführung zweier Grenzwertstufen (120 g/km ab 2010 und 100 g/km ab 2015) die CO₂-Emission der Pkw um etwa 10 Mio. t zum Jahr 2020 ab, was für den gesamten Straßenverkehr eine Minderung um etwa 6% gegenüber dem TREND-Szenario bedeutet. Die Einführung von CO₂-Grenzwerten sollte von einer verbrauchsabhängigen Kfz-Steuer begleitet werden, damit gewährleistet ist, dass sich der gesamte Fahrzeugbestand in die vorgesehene Richtung entwickelt. Dies würde das CO₂-Minderungs-Potenzial eines Grenzwertes erhöhen. Durch höhere Kfz-Steuern auf Fahrzeuge, deren Verbrauch deutlich über den Grenzwerten liegt, werden für die Fahrzeugbesitzer Anreize geschaffen, Altfahrzeuge mit hohem Verbrauch abzugeben, und sie würden bei einem Neukauf verstärkt die Angebotspalette von verbrauchsärmeren Fahrzeugen nutzen.

4.4 Alternative Treibstoffe und Antriebe

Bei der Verwendung von alternativen Antrieben und Treibstoffen zur CO₂-Emissionsminderung werden zur Zeit im wesentlichen der Einsatz von Erdgas, Biokraftstoffen und Wasserstoff diskutiert.

Erdgas zeichnet sich durch schnelle Verfügbarkeit aus und ist technisch eingeführt, Biokraftstoffe haben – zumindest theoretisch – ein hohes CO₂-Minderungspotenzial und Wasserstoff ist bei der VES (Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie) als „Kraftstoff der Zukunft“ identifiziert worden. Neben diesen Dreien sind viele andere alternative Kraftstoffpfade denkbar, bieten aber nach gegenwärtigem Erkenntnisstand im Vergleich keine grundsätzlichen Vorteile.

Die Betrachtung alternativer Antriebskonzepte sei hier auf Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge beschränkt.

Auch Konzepte wie z.B. Hybridantriebe werden teilweise als „alternativ“ eingestuft. Letztlich handelt es sich hierbei aber um die Weiterentwicklung konventioneller Antriebe, mit dem Ziel Emissionen und Verbrauch – wie mit anderen technischen Maßnahmen auch – weiter zu senken. Gegenüber dem heutigen Niveau sind hiermit Verbrauchssenkungen um etwa die Hälfte möglich. Diese Fahrzeuge lassen sich vor allem auch in der bestehenden Versorgungs- und Infrastruktur betreiben. Ähnliches gilt ebenfalls für andere Energiewandler wie Dampf- oder Stirlingmotoren.

Erdgas zeichnet sich im Vergleich zu Otto- und Dieselmotoren durch einen um etwa 20% reduzierten CO₂-Emissionsfaktor aus. Dieser Vorteil wird allerdings zum Teil durch die gegenüber modernen Benzin- und Diesel-Direkteinspritzern niedrigere Energieeffizienz im Motor kompensiert.

Darüber hinaus werden mittelfristig die durchschnittlichen Transportentfernungen von Erdgas ansteigen, da die Lagerstätten deren Vorkommen im Vergleich länger reichen werden, im wesentlichen in Russland zu finden sind. Dies führt zu höheren Transport- und Leckverlusten. Erdgas oder Methan hat gegenüber CO₂ eine etwa 21-fach höhere Klimawirksamkeit, bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren.

Insgesamt bietet der Einsatz von Erdgas im Verkehr gegenüber Diesel- und Ottomotoren kaum Klimagas-Minderungspotenziale.

Biomasse kann in Vergasungs- und Aufbereitungsverfahren zu gasförmigen oder flüssigen Treibstoffen aufbereitet werden. Derzeit wird in Deutschland als Biokraftstoff nur **Biodiesel** in größeren Mengen genutzt. Bei Biodiesel handelt es sich um Rapsölmethylester (RME).

Anlässlich der Klausurtagung „Biokraftstoffe“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes am 26./27. Juni 2003 [BMU/UBA, 2003] wurde in den Schlussfolgerungen festgestellt, dass die energetische Nutzung von Biomasse aus Klimaschutzgründen sinnvoll ist. Biokraftstoffe wie RME tragen dazu bei, die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung zu erreichen und stärken die Akzeptanz

für die Verwendung nachwachsender Rohstoffe. Mittel- bis langfristig bieten weitere Biokraftstoffe (z.B. synthetische Kraftstoffe) zusätzliche Potentiale. Die Nutzung der Biomasse im Kraftstoffmarkt steht jedoch zukünftig verstärkt in Konkurrenz zur Wärme- und Stromgewinnung, weil auch in diesem Bereich ambitionierte Ziele verfolgt werden. Die politischen Rahmenbedingungen sollten daher so gestaltet werden, dass ökologisch und ökonomisch effiziente Optionen der energetischen Biomassenutzung gestärkt werden und der Wettbewerb zwischen den Anwendungsbereichen entwickelt wird.

Für Biokraftstoffe der Pflanzenölschiene und Bioalkohole (aus Fermentation) liegen für heutige Anbaubedingungen solide Ökobilanzen im Vergleich mit fossilen Kraftstoffen vor, die zu folgenden Ergebnissen kommen [BMU/UBA, 2003]:

- *Energie- und Klimagasbilanzen sind positiv, N₂O-Emissionen sind dabei berücksichtigt.*
- *Bei Versauerung und Eutrophierung ist die Bilanz der Biokraftstoffe nahezu immer negativ.*
- *Bei Photosmog, Ozonabbau und Toxizität gibt es keine einheitliche Richtung.*
- *Wenn Ressourcenschonung und Klimaschutz hohe Priorität haben, schneiden Biokraftstoffe gegenüber fossilen Kraftstoffen insgesamt positiv ab.*
- *Ökobilanzen geben Hinweise auf politische Handlungsfelder bei der Herstellung und Nutzung von Biokraftstoffen.*

Hinsichtlich der grundsätzlichen Aspekte der Biokraftstoffoptionen RME, Bioethanol und Fischer-Tropsch-Kraftstoffe wurde in [BMU/UBA, 2003] festgestellt, dass

- *RME kein weitreichendes Entwicklungspotential hat,*
- *Ethanol für Deutschland ein Problem mit der Rohstoffbereitstellung hat und*
- *Fischer-Tropsch-Kraftstoffe aus Biomasse ein hohes Mengenpotential haben, sind aber kurzfristig nicht verfügbar sind und weitere Forschung benötigen.*

Batterieelektrische Straßenfahrzeuge sind in der Vergangenheit immer wieder – auch unter Umweltgesichtspunkten – gefördert worden. Neben den unbestrittenen Vorteilen der lokalen Emissionsfreiheit haben sich die weiteren Erwartungen nicht erfüllt.

Vor allem hat sich deutlich gezeigt, dass wegen der hohen CO₂-Emissionen der Stromerzeugung in der heutigen Situation keine CO₂-Minderung gegenüber konventionellen Antrieben zu erwarten sind. Letztlich ist die Praxiseinführung dieser „reinen“ Elektrofahrzeuge aber an der unbefriedigenden Lösung der Energiespeicherung gescheitert. Hier sind besonders für

Gewicht, Preis und Lebensdauer der Akkumulatoren keine technologischen „Durchbrüche“ in Sicht.

Das Problem der Energiespeicherung im Elektrofahrzeug kann mit der **Brennstoffzelle (BZ)** gelöst werden. Diese erzeugt die benötigte Elektrizität aus chemischen Energieträgern wie Methanol oder Wasserstoff unmittelbar im Fahrzeug. Dieses Konzept zeichnet sich durch hohe Energieeffizienz (vor allem bei Einsatz von Wasserstoff), lokale Emissionsfreiheit und akzeptable Reichweiten aus.

Bei Betrachtung der gesamten Energiekette sind allerdings mit fossiler Primärenergiebereitstellung keine eindeutigen CO₂-Einsparungen gegenüber effizienten konventionellen Antrieben vorhanden. Inzwischen besteht ein breiter Konsens, dass BZ-Antriebe aus Klimaschutzsicht nur bei regenerativer Kraftstoffbereitstellung vorteilhafter sind.

Der Einsatz **regenerativer Energien** im Verkehr ist indessen im Kontext des gesamten Energiesystems zu analysieren. Gerade für regenerative Energieträger, die in Form elektrischer Nutzenergie zu Verfügung stehen², ist das Resultat eindeutig:

In [DLR, WI, 2002] wird umfassend begründet, dass die Substitution von konventionellem Strom im „Strom-Mix“ durch regenerativ erzeugten Strom 2-3 mal mehr CO₂ mindert als die Substitution fossiler Kraftstoffe im Verkehr durch z.B. Wasserstoffelektrolyse mit diesem Anteil regenerativem Strom.

In [EST, IEEP, NSCA, 2002] wird weiterführend begründet, dass hiervon regenerative Energieträger, die nicht zwangsläufig Elektrizität in der Energiewandlungskette produzieren zu unterscheiden sind, wobei in erster Linie Biomasse zu nennen ist. Hierbei stellt sich die Situation wegen der vielfältigen verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten komplexer dar. Aus Klimaschutzsicht ist jedoch die stationäre Nutzung der Nutzung zur Kraftstoffbereitstellung für den Verkehr vorzuziehen.

Der Vorteil einer stationären Nutzung gegenüber der Kraftstofferzeugung verschwindet sowohl für regenerativen Strom als auch für die Biomassenutzung erst bei einer hohen Durchdringung des stationären Sektors mit regenerativen Energieträgern (>50%). Dies wird auch in optimistischen ambitionierten Energieszenarien [DLR, WI, 2002; EST, IEEP, NSCA, 2002] nicht vor dem Jahr 2030 erwartet.

² Wie es ganz eindeutig z.B. für die Photovoltaik der Fall ist. Aber auch Wind- und solar-thermische Kraftwerke erzeugen in der Praxis fast ausschließlich elektrische Nutzenergie.

Reduktionspotenzial

Die regenerative Erzeugung von Kraftstoffen bietet naturgemäß ein hohes CO₂-Emissionsminderungspotenzial. In günstigen Szenarien mit regenerativer Stromerzeugung und Wasserstoffelektrolyse ist eine nahezu CO₂-freie Kraftstoffversorgung möglich. Aber auch bei Kraftstoffherzeugung aus Biomasse sind mit neuen Konzepten, wie z.B. der thermochemischen Ganzpflanzenvergasung, hohe Klimagas-minderungen denkbar.

Die Richtlinien-Vorgaben aus Brüssel, die zukünftig von den Mitgliedstaaten eine verstärkte Nutzung von Biokraftstoffen und anderen regenerativen Kraftstoffen verlangen, wird zu einer steigenden Verwendung dieser Energieträger im Verkehrsbereich führen. Das heute quantifizierbare Treibhausgas-minderungspotenzial für deutsche Anbauverhältnisse unter Nutzung der Pflanzenölkraftstoffe (Biodiesel) ist dabei, wie ausgeführt, sehr gering und nicht ausreichend, um das für 2010 gesetzte EU-Ziel von 5,75% Anteil von Biokraftstoffen zu erreichen. Für Gesamt-europäische Verhältnisse (EU-Osterweiterung) und neue Technologien (Ganzpflanzennutzung, thermochemische Biomassevergasung), sind erhebliche Potenziale denkbar, aber zur Zeit nicht quantifizierbar.

Eine Analyse des gesamten Energiesystems in [DLR, WI, 2002] kommt zu folgendem Ergebnis: „Heute und auf absehbare Zeit erscheint es jedoch sinnvoller, den regenerativ erzeugten Strom besser direkt einzusetzen, da hiermit auf absehbare Zeit eine deutlich größere CO₂-Minderungswirkung erzielt werden kann (...). In vergleichbarer Weise gilt dies auch für die höhere Effizienz des Einsatzes von Biomasse in der Stromerzeugung statt der Verwendung als Kraftstoff. (...) Der Wasserstoff-einsatz im Verkehr [wird] unter den Bedingungen einer insgesamt nachhaltigen Systementwicklung erst ab dem Jahr 2040 ökologisch konkurrenzfähig.“

Diese Einschätzung wird von [EST, IEEP, NSCA, 2002] bestätigt: „Even if electricity from renewable sources of electricity were contractually committed to hydrogen supply, there would be a requirement for more electricity from fossil sources for other uses. Similarly biomass can be used for heat and power as well as transport fuels and so a similar issue regarding optimum use arises. (...) Owing to the expected level of penetration of renewables into the electricity system, production of electrolytic hydrogen for transport is not likely to be an effective way of using renewables to save carbon, until at least 2030.“

5 Verbraucherverhalten

Ein nicht zu vernachlässigendes Potenzial der CO₂-Minderung ist durch ein umweltgerechtes Verhalten sowohl bei Wahl des Verkehrsmittels, der Fahrzeugbeschaffung als auch bei der Nutzung des Fahrzeuges zu erreichen. So kann der Verbraucher bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel durch individuelles Marketing unterstützt werden. Dabei sollte der finanzielle Einsatz, der im Durchschnitt bei etwa 10 € pro individueller Beratung liegt, den höheren Einnahmen im öffentlichen Verkehr gegenübergestellt werden. Auch die Nutzer von Kraftfahrzeugen können deutliche Beiträge zur Senkung der CO₂-Emissionen leisten. Neue Fahrzeugtechnologien, die ein Fahren bei hohen Gängen erlauben, und die Zunahme der Fahrzeugzahlen auf den Straßen begründen, dass ebenfalls Maßnahmen zur Unterstützung eines kraftstoffsparenden Fahrverhaltens genutzt werden sollten.

5.1 Bereitstellung von Verbraucherinformationen

Grundsätzlich ist es sinnvoll, dass der Verbraucher in der Wahl eines möglichst umweltverträglichen Fahrzeuges unterstützt wird. Der Verbraucher sollte bei der Auswahl kleine, leichte Fahrzeuge vorziehen, die an die zu erbringende Dienstleistung angepasst sind. Bewertungslisten werden jährlich aktualisiert vom Verkehrsclub-Deutschland [VCD, 2003] veröffentlicht.

Um eine einfache Zuordnung der jeweiligen Verbrauchswerte zu ermöglichen, war die Bundesregierung verpflichtet, die EG-Richtlinie 1999/94/EG zur Bereitstellung von Verbraucherinformationen über den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen von neuen Personenkraftwagen bis zum 18.01.2001 in nationales Recht umzusetzen. Diese Information muss für jeden Verbraucher leicht verständlich aufbereitet und optisch einfach zu erfassen sein, um den Verkauf verbrauchsgünstiger Fahrzeugmodelle zu unterstützen.

Als Basis für die Einführung einer Kennzeichnung für den Verbrauchsvergleich von Pkw sollte die Einführung einer Verbrauchs- oder CO₂-Kennzahl sein, die auf die Grundfläche des Fahrzeuges bezogen wird (Liter/[100km*m²] oder g_{CO₂}/[km*m²]). Dieser Wert wird in das Verhältnis zur durchschnittlichen Kennzahl, einem linear gleitenden Mittelwert, der angebotenen Fahrzeuge des vorhergehenden Basisjahres in Deutschland gesetzt.

Informationen über Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen gemäß Richtlinie 1999/94/EG		2002
Marke Modell Hubraum Leistung Kraftstoff Getriebe	AN-RK MNK 1.4 1.400 cm³ 45 kW Benzin bleifrei 5-Gang	
Kraftstoffverbrauch Messung gemäß 80/1268/EWG i.d.F. [aktuelle Version] innerstädtisch außerstädtisch	7,3 Liter/100 km 8,0 l/100 km 6,8 l/100 km	
Vergleich des Kraftstoffverbrauchs mit dem Durchschnitt aller angebotenen PKW gleicher Grundfläche im Bezugsjahr [...]		
CO₂-Emission	175 g/km	
Kraftstoffkosten bezogen auf 100.000 km ermittelt gemäß 93/116/EG und einem Kraftstoffpreis von	7.520 € 1,03 €/Liter	
<small>Hinweis nach Richtlinie 1999/94/EG: Der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen eines Fahrzeugs hängen nicht nur von der effizienten Ausnutzung des Kraftstoffs durch das Fahrzeug ab, sondern werden auch vom Fahrverhalten und anderen nichttechnischen Faktoren beeinflusst. CO₂ ist das für die Erdenwärmung hauptsächlich verantwortliche Treibhausgas. Ein Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen aller neuen Personenkraftwagenmodelle ist unentgeltlich an jedem Verkaufsort in Deutschland erhältlich, an dem neue Personenkraftwagen angeboten oder verkauft werden.</small>		

Die relativen Abweichungen zum Durchschnittswert werden nach ihrer Abweichungen von „-25% und weniger“ über „Durchschnitt“ bis „+25% und mehr“ in 7 Effizienzklassen (A, B, C, D, E, F, G) unterteilt (Abbildung 5). Im jährlichen Abstand sollte eine Anpassung der durchschnittlichen Kennzahl aller angebotenen Fahrzeuge eines Basisjahres in Deutschland und somit auch der Effizienzklassen erfolgen. Vergleichbare Kennzeichnungsverfahren sind aus der Kennzeichnung der weißen Ware in die Energieeffizienzklassen A-G bekannt und werden bereits in einigen Mitgliedstaaten verwendet. Ferner ist eine getrennte Bewertung von Benzin-Pkw und Diesel-Pkw unter Berücksichtigung getrennter durchschnittlicher Kennzahlen erforderlich. Die Bearbeitung sollte durch das

Abbildung 5: Entwurf einer CO₂-Kennzeichnung

Kraftfahrt-Bundesamt erfolgen, während der Druck und die Veröffentlichung durch die Automobilindustrie vorgenommen werden sollte.

Reduktionspotenzial

Die Einführung der Energieeffizienzklassen A-G für Pkw könnte binnen 10 Jahren zu einer vier- bis fünfprozentigen Verringerung von Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen der gesamten Pkw-Flotte führen [EVA, 2000]. Dies entspricht einer Minderung von etwa 4 bis 5 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 2013 (2010: 2,9-3,6 Mio. t). Informationen zu den Energieklassen werden gegenwärtig vom Allgemeinen Deutschen Automobilclub (ADAC) zur Verfügung gestellt [ADAC, 2003].

5.2 Förderung des kraftstoffsparenden Fahrens

Der Energieverbrauch im Verkehr kann nicht nur durch technische Produkteigenschaften eines Kraftfahrzeugs beeinflusst werden, sondern ist auch von dem individuellen Nutzungsverhalten und dem Fahrstil des Fahrers abhängig. So kann mit einer kraftstoffsparenden Fahrweise eine Verbrauchseinsparung von bis zu 25% je Fahrzeug erreicht werden. Dass der Kraftstoffverbrauch durch kraftstoffsparendes Fahren beeinflussbar ist, wird in der Öffentlichkeit nur wenig kommuniziert. Die Kenntnisse der Fahrzeughalter über den realen Kraftstoffverbrauch ihres Pkw und dessen Abhängigkeit vom individuellen Nutzungsverhalten sind vergleichsweise gering. Ein emissionsarmer Fahrstil, der an neue Motortechnologien angepasst ist, müsste verstärkt in der Öffentlichkeit kommuniziert werden, wobei ein Schwerpunkt bei der Imageverbesserung des verbrauchsarmen Fahrverhaltens liegen sollte. Gleichzeitig zu der Energieeinsparung sinken die Unfallzahlen und der Lärm wird deutlich gemindert.

Als Sofortmaßnahme wäre mit Unternehmen, die einen Fuhrpark betreiben, ein Programm zu vereinbaren, das sowohl die Fahrerschulung als auch die kontinuierliche Förderung der verbrauchsarmen Fahrweise durch Prämien oder Beteiligung der Fahrer am ökonomischen Nutzen einschließt. Um die Fahrerschulung auch für Privatpersonen zu fördern, sollten kurzfristig Förderprogramme entwickelt werden, die u. a. finanzielle Zuschüsse für die Schulungsmaßnahmen vorsehen. Mit technischen Einrichtungen am Fahrzeug wie der standardmäßigen Ausstattung mit Verbrauchsanzeige würde der Kraftfahrer beim Energiesparen unterstützt werden. Eine Verteuerung des Kraftstoffes bei der Mineralölsteuer oder als Wirkung des Emissionshandels beim Downstream-Ansatz fördert die breite Anwendung einer verbrauchsarmen Fahrweise. Die Ausgabe eines Gutscheins für ein Fahrökonomietraining beim Kauf eines neuen Fahrzeuges oder auch eine Begünstigung bei den Versicherungsprämien nach Durchführung eines Fahrökonomietrainings hätten eine positive Wirkung bei der Verbreitung dieses Fahrstils.

Reduktionspotenzial

Die Potenziale der individuellen Verbrauchs- und CO₂-Minderung betragen im Innerortsverkehr langfristig gesehen im Mittel 12,0%. Außerorts liegt das Einsparpotenzial pro Pkw bei etwa 6% und bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen bei 4%. Auf Bundesautobahnen wird von etwa 2% für jede Fahrzeugkategorie ausgegangen. Der Befolgungsgrad wird im Jahr 2005 bei den gewerblich genutzten Fahrzeugen mit 30–40% deutlich höher angenommen als bei der privaten Pkw-Nutzung mit etwa 10%. Dies würde eine Minderung von insgesamt 2,2 Mio. t CO₂ im Jahre 2005 bedeuten. Im Jahr 2010 kann bei kontinuierlicher Förderung der verbrauchsarmen Fahrweise von einem Anteil von 80-90% bei der gewerblichen Nutzung und 35% bei der privaten Pkw-Nutzung ausgegangen werden. Das entspricht einem Einsparpotenzial von etwa 5,9 Mio. t CO₂. Diese kann bis 2020 auf 6,5 Mio. t CO₂ ansteigen (Abbildung 6).

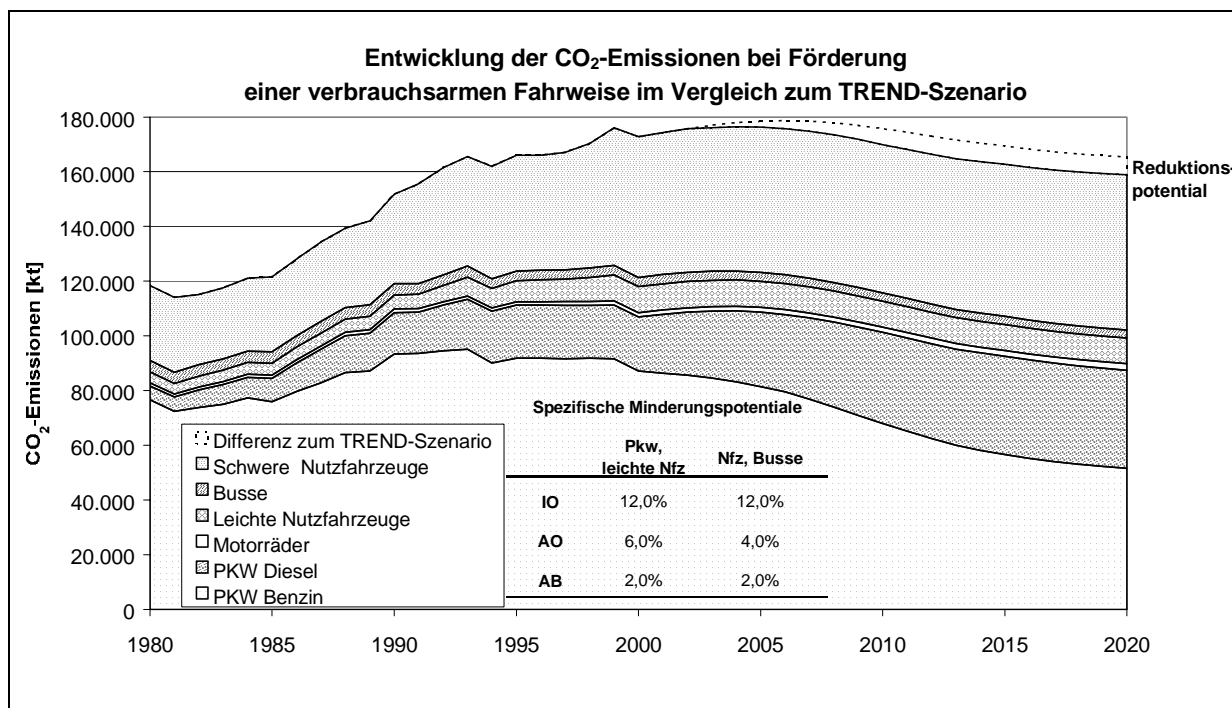


Abbildung 6: Entwicklung der CO₂-Emissionen bei Förderung der verbrauchsarmen Fahrweise

5.3 Geschwindigkeitsbeschränkungen: 80/120 und 80/100 km/h

Von der Einführung eines Tempolimits wären etwa 33% der Fahrleistungen betroffen. Die Minderungen für Pkw betragen auf Autobahnen bei Tempo 120 km/h etwa 10% und führen zu einer Gesamtreduktion des Kraftstoffverbrauchs um rund 2%. Bei Tempo 100 km/h belaufen sich die Minderungen auf etwa 20% auf Autobahnen und für den gesamten Straßenverkehr 3%.

Die positiven Auswirkungen eines Tempolimits werden aus [UBA, 1999] im folgenden kurz umrissen. Hinsichtlich der Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit liegen Auswertungen der Literatur vor. Bezüglich praktischer Erfahrungen mit einem Tempolimit in Deutschland sei auf die Tatsache verwiesen, dass die Anzahl der Getöteten und Schwerverletzten auf Autobahnen um rund 50% zurückging, als es wegen der Ölkrise von November 1973 bis März 1974 ein generelles Tempolimit von 100 km/h auf Bundesautobahnen gab. Diese Zahlen wurden durch die Unfallentwicklung auf einigen Autobahnen in Hessen, auf denen von November 1984 bis Mai 1987 ein Tempolimit von 100 km/h galt, bestätigt. Die Zahl der Unfälle mit Toten oder Schwerverletzten je Mrd. Fahrzeugkilometer sank auf den betroffenen Autobahnabschnitten in der Größenordnung von 25% bis 50% [DURTH, et al., 1989]. Auch in der Folge der Geschwindigkeitsbeschränkungen, die auf der Bundesautobahn A 2 innerhalb eines von 1992 bis 1994 durchgeführten Modellversuchs angeordnet wurden (Straßenverkehrstechnik, Heft 4/1995), konnten positive Auswirkungen auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit nachgewiesen werden. Die Unfallrate (Unfälle / Mio. Fahrzeugkilometer) sank im

betrachteten Zeitraum in etwa auf die Hälfte. Bezogen auf das gesamte Autobahnnetz quantifizierte die Bundesanstalt für Straßenwesen 1984 die sicherheitserhöhende Wirkung eines Tempolimits dahingehend, daß aus einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 130 km/h ein Rückgang der Anzahl der Getöteten um 20% und bei einer Beschränkung auf 100 km/h um 37% zu erwarten wäre [BAST, 1984]. Da sowohl das Verkehrsaufkommen als auch das Geschwindigkeitsniveau seitdem deutlich zugenommen haben, dürften die relativen Minderungseffekte heute noch höher sein. Neuere Untersuchungen hierzu liegen jedoch nicht vor.

Durch die Einführung eines flächendeckenden Tempolimits wird es möglich sein, die Lärmbelastung durch Pkw zu reduzieren. An Werktagen und bei einem Tempolimit von 120 km/h ist eine Reduktion um $\frac{1}{2}$ dB (A) und an Sonntagen von 1 dB (A) zu erwarten. Bei einem Tempolimit von 100 km/h werden die Werte bei etwa $1\frac{1}{2}$ (werktags) bis 3 dB (A) (sonntags) liegen. Weitere Auswirkungen eines Tempolimits ergeben sich aus einem möglichen reduzierten Flächenverbrauch für die Trassierung. Diese Größen sind jedoch gegenwärtig nicht quantifizierbar. Darüber hinaus wird es möglich sein, kleinere oder leistungsreduzierte Fahrzeuge einzusetzen und dem Gedanken des „Downsizing“ bei Pkw Rechnung zu tragen. Eine Leistungsreduzierung um 30% kann die CO₂-Emissionen bei Otto-Pkw um 13 bis 19% reduzieren und bei Diesel-Pkw um 5 bis 15% verringern. Eine Leistungsreduktion um 50% kann die CO₂-Emissionen um 25 bis 32% reduzieren. Darüber hinaus könnten schmalere Reifen eingesetzt werden, die zu einer zusätzlichen CO₂-Emissionsminderung und einer Verminderung von Lärm beitragen. Reifen für Geschwindigkeiten über 200 km/h sind bei Geschwindigkeiten um 100 bis 120 km/h bis zu 3 dB (A) lauter als Reifen, die für eine Maximalgeschwindigkeit von 150 km/h zugelassen sind. Damit würden die Geräuschemissionen bei Tempo 100 bis 120 halbiert werden. Darüber hinaus könnte das Tempolimit die Konkurrenzfähigkeit der Bahn stärken, da die Argumente des Zeitvorteils für den individuellen Autoverkehr gegenüber den öffentlichen Verkehr dann nur noch teilweise zutreffen. Der Einsatz von Telematik im Zusammenhang mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung durch Verkehrsanlagen würde zu zusätzlichen Investitionserfordernissen von 150.000 bis 0,5 Mio. € pro Kilometer führen. Diese Kosten berücksichtigen nicht den Betrieb und die Wartung der Verkehrsbeeinflussungsanlage. Die Vorteile einer solchen Anlage liegen in der breiten Akzeptanz. Sie beeinflusst jedoch lediglich die Sicherheitsaspekte, führt aber nicht zu dauerhaft positiven Umwelteffekten.

Die durch ein allgemeines Tempolimit erzielbaren Umweltentlastungen hängen wesentlich davon ab, in welchem Maße dieses Tempolimit von den Kraftfahrern eingehalten wird. Den hier vorgestellten Berechnungsergebnissen liegt ein relativ hoher Befolgungsgrad von 80% zugrunde. Um diesen zu erreichen, wären nach bisherigen Erfahrungen zunächst erhöhte Anstrengungen erforderlich (Informations- und Motivationskampagnen, Überwachungsaufwand). Ein direkter individueller Nutzen für die Kraftfahrer würde sich durch ein Tempolimit aus sinkenden Kraftstoffkosten wegen des niedrigeren Verbrauchs und dem geringeren Fahrzeugverschleiß ergeben.

Reduktionspotenzial

Das durchschnittliche Reduktionspotenzial wurde mit 10% bei Tempo 80 auf Landstraßen und mit 11 bis 24% bei einem Tempolimit von 120 km/h oder 100 km/h auf Basisemissionsfaktoren des Handbuch für Emissionsfaktoren ermittelt.

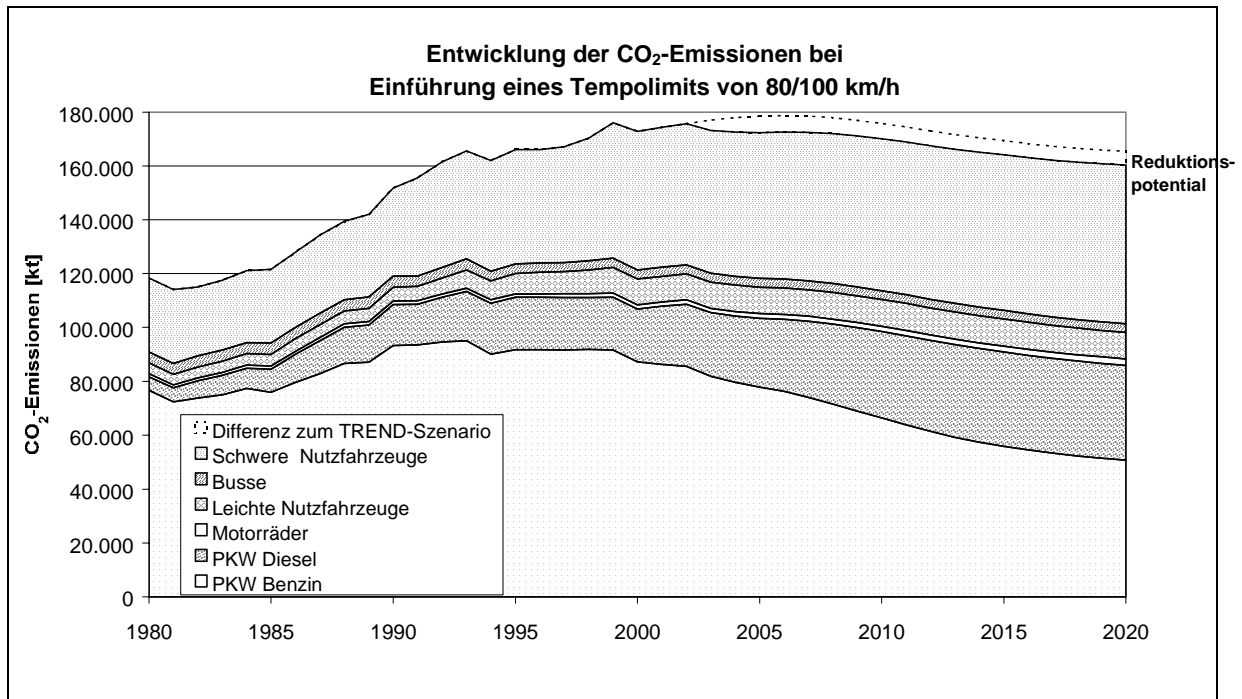


Abbildung 7: Entwicklung der CO₂-Emissionen bei Einführung eines allgemeinen Tempolimits 80/100 km/h

Unter Berücksichtigung eines relativ hoch angesetzten Befolgungsgrades von bis zu 80% können die CO₂-Emissionen Außerorts um 8% und die Emissionen der Autobahnfahrten bei Pkw um 9% (Tempo 120) oder 19% (Tempo 100) gemindert werden. Aufbauend auf den spezifischen Minderungsfaktoren und einem Einführungszeitraum über 3 Jahre bis zu einer Umsetzung bei 80% der Pkw, ergeben sich im Jahr 2005 Minderungen von 2,8 (80/120) bis 6,1 (80/100) Mio. Tonnen CO₂, im Jahr 2010 Minderungen von 2,7 (80/120) bis 5,7 (80/100) Mio. Tonnen und im Jahr 2020 von 2,3 (80/120) bis 5,0 (80/100) Mio. Tonnen CO₂ (Abbildung 7).

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In den folgenden Abschnitten werden die spezifischen Potenziale der beschriebenen Maßnahmen zusammengefasst und in Gesamtszenarien dargestellt. Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

6.1 Zusammenfassung der Einzelpotenziale

In der Tabelle 5 werden die Ziele der CO₂-Emissionsminderung in Deutschland aus dem Klimaschutzprogramm 2000 [BREG, 2000a] dargestellt. Ergänzend sind die verkehrsbezogenen Emissionen der Jahre 1990 (Ausgangsjahr) und 2005 (Zieljahr) nach Verkehrsträgern aufgeschlüsselt.

Die Tabelle enthält ferner die im TREND-Szenario im Jahr 2010 erwarteten CO₂-Emissionen in Deutschland, denen die mittelfristig erreichbaren Potenziale gegenübergestellt werden.

Tabelle 5: Zusammenfassung der CO₂-Emissionsminderungsziele (2005) und CO₂-Emissionen (1990, 2005, 2010) im TREND-Szenario in Deutschland

Emissionsminderungsziele 2005 gegenüber 1990 [BREG, 2000a]			
CO ₂ -Emissionsminderungsziel der Bundesregierung	25%		
CO ₂ -Deckungslücke gesamt	50-70 Mio. t		
CO ₂ -Deckungslücke für den Sektor Verkehr	15-20 Mio. t		
Emissionen nach TREND-Szenario (alle Angaben in Mio. Tonnen CO₂)			
	1990	2005	2010
<i>Straßenverkehr</i>	151,8	175,0	174,8
Motorisierter Individualverkehr	109,8	110,0	106,7
Bus	4,1	3,3	3,2
Leichte Nutzfahrzeuge	5,1	9,5	9,8
Schwere Nutzfahrzeuge	32,7	52,1	55,1
<i>Schieneverkehr¹⁾</i>	13,1	9,2	8,4
Schiene-Personenverkehr	8,3	6,8	6,3
Schiene-Güterverkehr	4,8	2,4	2,1
<i>Binnenschiffverkehr</i>	2,1	0,9	1,0
Luftverkehr	14,2	26,4	31,8
Gesamt	181,2	211,4	215,9

¹⁾ Schienenverkehr einschl. vorgelagerter Prozesse (Strombereitstellung)

Die Übersicht der Einzelmaßnahmen zur CO₂-Emissionsminderung werden in Tabelle 6 gezeigt. Eine abschließende Einordnung und Bewertung der Ergebnisse durch die Definition eines Gesamtszenarios findet sich in Abschnitt 6.2.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Einzelmaßnahmen und deren CO₂-Emissionsminderungspotenziale (2010) in Deutschland (Einzelpotenziale sind nicht beliebig zu addieren)

Reduktion der Emission nach Maßnahmen 2010 (alle Angaben in Mio. Tonnen CO₂)		
<i>Umweltorientierte Verkehrsplanung</i>		
Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe	k.A.	Fehlende Datengrundlage
Verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen	k.A.	Komplexe Wechselwirkungen
Verkehrsvermeidende Produktionsstrukturen	k.A.	Lokale Beispiele nicht übertragbar
<i>Förderung umweltgerechter Verkehrsträger</i>		
Güterschienenverkehr	8,4	VL Schiene +48%, VL Straße -18%
Personenschienen-Fernverkehr	0,6	VL Schiene +11%, VL Straße -2%
Personenschienen-Nahverkehr	0,4	wie Personenschienenfernverkehr
Effizienter ÖPNV	1,3	Verlagerung 5% der Pkw-Fahrten innerorts, 24% Zunahme ÖSPV
Telematikeinsatz, Innerorts	1,2	
Telematikeinsatz, Außerorts	1,4	Güter-Logistikmanagement
Fahrrad- und Fußgängerverkehr	1,8	5% Pkw-Fahrten Innerorts
	3,5	10% Pkw-Fahrten Innerorts
Car-Sharing	1,2	FL-Reduktion 7 Mrd.km
<i>Monetäre Maßnahmen</i>		
Abgaben auf den Flugverkehr	3,5	
Schwerverkehrsabgabe	0,1	15 Cent/km auf BAB
auf BAB und Landstraßen	3,3	SVA nach Schweizer Modell
Ökosteuer (Fortsetzung 2004-2008)	4,0	erste Schätzung
CO ₂ -bezogene Kraftfahrzeugsteuer		
für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge	3,8	
Abbau von Steuervergünstigungen für Pkw	k.A.	Quantifizierung nicht möglich
Mineralölsteuerangleichung (Benzin, Diesel)	+/- 0,0	Ausgleich verschiedener Effekte
CO ₂ -Handel im Verkehr	k.A.	zur Zeit noch nicht quantifizierbar
<i>Technische Optimierungen der Verkehrsträger</i>		
Verbrauchsminderung bei Bahnen	k.A.	Spez. Emissionsreduktion um 19-27% schon im TREND-Szenario
Verbrauchsminderung bei Bussen	0,3-0,5	Technik, Reifen, Öl, Fahrschulung
Verbrauchsminderung für Pkw, LNfz, SNfz		
Einsatz von Leichtlaufreifen	5,8	
Einsatz von Leichtlaufölen	5,2	
Fortschreibung der Selbstverpflichtung	k.A.	Spez. Emission von 120 g/km (2012) bereits TREND-Szenario
CO ₂ -Grenzwert ab 2010 (Neuzulassung Pkw)	0,0	Potenzial 2020: ca. 10 Mio. t CO ₂
Alternative Treibstoffe und Antriebe	<0,1	CO ₂ -Beiträge nicht vor 2030
<i>Verbraucherverhalten</i>		
Bereitstellung von Verbraucherinformationen	2,9-3,6	Nur Energieklassensystem A-G
Förderung des kraftstoffsparenden Fahrens	5,9	
Geschwindigkeitsbeschränkungen		
Außerorts/Autobahn 80/120 km/h	2,7	
Außerorts/Autobahn 80/100 km/h	5,7	

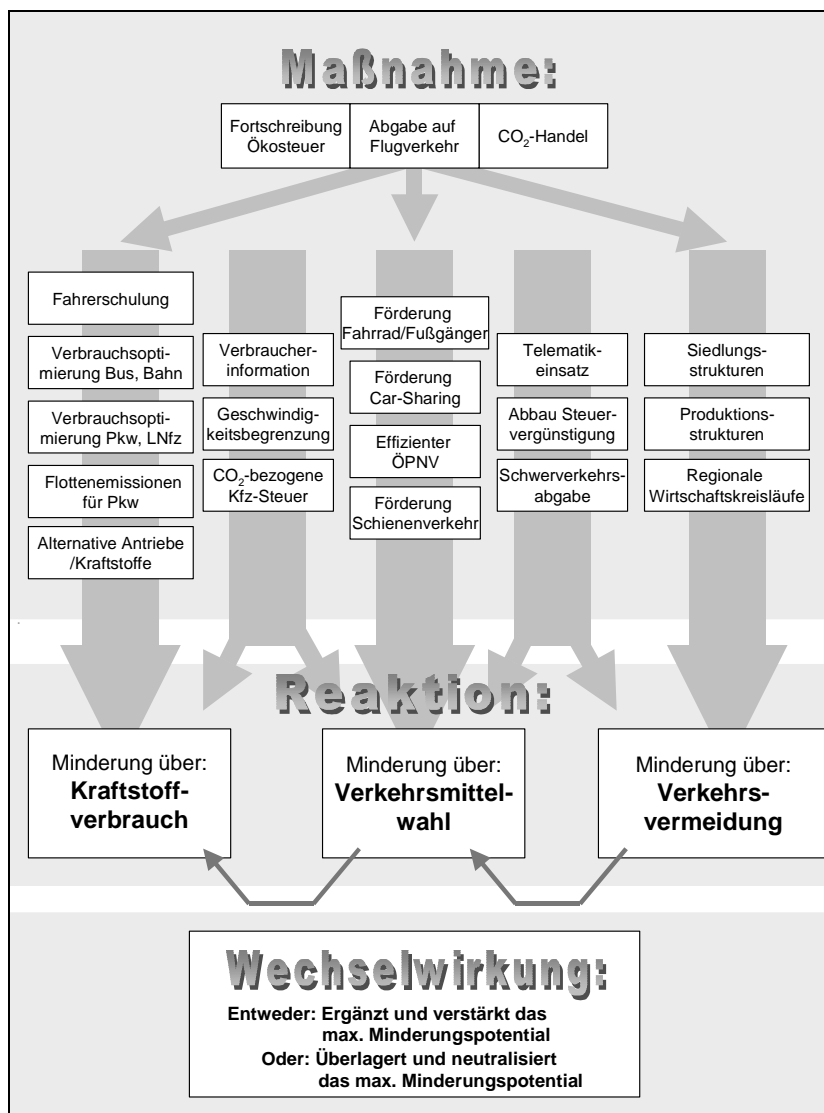
6.2 CO₂-Gesamtszenario 2010

Grundsätzlich sollte die Zusammenstellung des Maßnahmenpaketes nicht nur die quantifizierten Potenziale berücksichtigen, sondern zusätzlich die Maßnahmen bevorzugen, die das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen. Dabei lässt sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis wie folgt beschreiben:

- Der Nutzen wird durch das CO₂-Emissionsminderungspotenzial beschrieben. Der monetäre Nutzen besteht im Beitrag zur Vermeidung weltweiter volkswirtschaftlicher Schäden durch die Änderung des Klimas.
- Da die CO₂-Emissionsminderung in der Regel mit einer Verbrauchs- und Kraftstoffkostenreduktion verbunden ist, sind mit dieser Maßnahme Gewinne verbunden (Tabelle 7). Bei aktuellen Kraftstoffkosten nach [OILBULLETIN, 2003] ergeben sich vor Steuern durch Reduktion einer Mio. Tonne CO₂ Kosteneinsparungen in Höhe von 130-150 Mio. €. Unter Berücksichtigung der Steuersätze können die Belastungen des Verkehrs bei Reduktion einer Mio. Tonne CO₂ um 360-500 Mio. € gesenkt werden.
- Eine Quantifizierung der Transaktionskosten für die Maßnahmen steht noch aus. Viele Maßnahmen sind jedoch ohne Mehrkosten (z.B. Leichtlaufreifen) oder mit geringen Mehrkosten (z.B. Fahrerschulung, Geschwindigkeitsbeschränkung) umzusetzen.

Tabelle 7: Darstellung der Vermeidungsgewinne durch CO₂-Emissionsminderung [OILBULLETIN, 2003]

<i>Preisbasis</i>		Basis		Basis	
		besteuerte Kraftstoffe		steuerfreie Kraftstoffe	
		Benzin Eurosuper	Diesel	Benzin Eurosuper	Diesel
Preis je Liter	€/Liter	1,16	0,95	0,34	0,35
CO ₂ -Emission je Liter	kg/Liter	2,33	2,62	2,33	2,62
Einsparung einer Mio. Tonnen CO₂ spart Kraftstoff		496,05	362,19	146,85	132,42
		Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €



Die Maßnahmen zur CO₂-Emissionsminderung im Verkehr sind in der Abbildung 8 noch einmal zusammengefasst. In Reaktion auf die in diesem Bericht beschriebenen Maßnahmen kann eine Minderung über Verkehrsvermeidung und die Verkehrsmittelwahl – resultierend in einer Reduzierung der Verkehrsleistung im Straßenverkehr– und eine Minderung über den Kraftstoffverbrauch erreicht werden. Zu berücksichtigen sind bei der Bewertung der Einzelmaßnahmen in Gesamtszenarien die Wechselwirkungen untereinander. Denn die Maßnahmen können gegenseitig ihr Minderungspotenzial ergänzen und verstärken oder aber auch überlagern und neutralisieren.

Abbildung 8: Übersicht der Maßnahmen zur CO₂-Emissionsminderung und Einordnung der wesentlichen Reaktionen

Aus den im vorliegenden Bericht erläuterten Einzelmaßnahmen zur CO₂-

Emissionsminderung im Verkehr wird nun abschließend ein wirkungsvolles Gesamtszenario unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen erstellt.

Zusammenstellung des Maßnahmenpaketes

Bei der Zusammenstellung des Maßnahmenpaketes wurden zunächst

1. die Maßnahmen mit dem höchsten Minderungspotenzial identifiziert. Diese wurden in
 - a) wesentliche übergreifende Basismaßnahmen und
 - b) Folgemaßnahmen zur CO₂-Emissionsminderung aufgeteilt.

Die Basismaßnahmen sind notwendig, weil ohne sie die Folgemaßnahmen nicht im erforderlichen Ausmaß ergriffen werden oder weniger wirksam sind.

2. Des weiteren müssen die Folgemaßnahmen in eine logische Reihenfolge gebracht werden, um mögliche Wechselwirkungen berücksichtigen zu können.
 - a) Zunächst wurden solche Maßnahmen bilanziert, die mit einer Fahrleistungsminderung im Straßenverkehr verbunden sind.
 - b) Dann wurden die weiteren verbrauchsmindernd wirkenden Maßnahmen nacheinander in das Modell eingebracht und unter Berücksichtigung der Interaktionen quantifiziert.

Das Szenario wird in Teilpakete zusammengefasst. Es ist nicht möglich, Teilpakete beliebig weglassen zu lassen oder auszutauschen, da dann eine Neuberechnung des Gesamtszenarios notwendig wird. Im folgenden Absatz wird das Vorgehen bei der Modellierung konkretisiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Basispaket	<p>Das Basispaket umfasst die übergreifenden, reaktionsauslösenden Maßnahmen. Sie sind Anreiz für die Umsetzung der Folgemaßnahmenpakete (1-6):</p> <ol style="list-style-type: none"> I) Fortführung der Ökosteuern II) Schwerverkehrsabgabe <p>Das Basispaket umfasst außerdem die Maßnahmen, die die strukturellen Voraussetzungen für die Verkehrsvermeidung schaffen und sich besonders auf das folgende Maßnahmenpaket 1 auswirken.</p> <ol style="list-style-type: none"> III) Förderung verkehrsvermeidender Siedlungs- und Produktionsstrukturen IV) Regionale Wirtschaftskreisläufe <p>Die Potenziale der CO₂-Emissionsminderung werden für die Maßnahmen im Basispaket nicht gesondert ausgewiesen, da sie vor allem die Maßnahmenpakete durch deren Wechselwirkung unterstützen. Dadurch werden Doppelzählungen der CO₂-Emissionsminderungen vermieden.</p>
Paket 1	<p>Zunächst werden die Maßnahmen identifiziert die,</p> <ol style="list-style-type: none"> a) zu einer Fahrleistungsminderung im Straßenverkehr führen, b) ein hohes Minderungspotenzial besitzen und c) durch Addition verknüpft werden können. <p>→ Die Reduktion der Fahrleistung im Straßenverkehr und die CO₂-Emissionsminderung werden quantifiziert.</p>
Paket 2	<p>Die durch Verkehrsverlagerung reduzierten Fahrleistungen und CO₂-Emissionen im Straßenverkehr bilden die Basis für weitere grundlegende technische Maßnahmen, die gleichzeitig eingeführt werden können, Leichtlaufreifen und Leichtlauföle.</p> <p>→ Die CO₂-Emissionsminderung wird quantifiziert und ist Basis für weitere Maßnahmen.</p>

- Paket 3**
- Darauf aufbauend wird die Wirkung der Umsetzung eines Tempolimits quantifiziert. Als Maßnahme wird die Geschwindigkeitsbegrenzung mit dem maximalen CO₂-Emissionsminderungspotenzial gewählt (80/100 km/h).
- Die CO₂-Emissionsminderung wird quantifiziert und ist Basis für weitere Maßnahmen.
- Paket 4**
- Darauf aufbauend werden die Potenziale der Förderung des kraftstoffsparenden Fahrens so geschätzt, dass eine mehrfache Quantifizierung zur Maßnahme im vorhergehenden Paket 3 ausgeschlossen ist.
- Die CO₂-Emissionsminderung wird quantifiziert und ist Basis für weitere Maßnahmen.
- Paket 5**
- Nun wird die CO₂-bezogene Kfz-Steuer (Pkw) als Maßnahmen bewertet, die übergreifend auf den Fahrzeugbestand und die resultierenden CO₂-Emissionen wirkt.
- Die CO₂-Emissionsminderung wird quantifiziert.
- Paket 6**
- Abschließend werden die Maßnahmen bewertet, die unabhängig von den beschriebenen Wechselwirkungen bilanziert werden können. Hierzu gehören
- a) einfach umsetzbare technische Optimierungen an Bussen
 - b) Abgaben auf den Flugverkehr
- Die CO₂-Emissionsminderung wird quantifiziert.

Das CO₂-Gesamtszenario zeigt, dass bis zum Jahr 2010 durch eine wirkungsvolle Kombination verschiedener Maßnahmen der CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland insgesamt rund 40,5 Mio. Tonnen CO₂ reduziert werden können.

Tabelle 8: Ergebnisse des CO₂-Gesamtszenarios 2010

CO₂-Gesamtszenario 2010 (alle Angaben in Mio. Tonnen CO₂)		
Maßnahme	CO₂-Emissionsminderung	Anteil des Einzelpaketes zum Beitrag des Gesamtszenarios
<i>Basispaket:</i>		
Fortschreibung der Ökosteuer		Voraussetzung für Pakete 1-6
Schwerverkehrsabgabe		Voraussetzung für Pakete 1-6
Förderung verkehrsvermeidender Siedlungs- und Produktionsstrukturen		Voraussetzung für Paket 1
Regionale Wirtschaftskreisläufe		Voraussetzung für Paket 1
<i>Paket 1:</i>		
Förderung des Güterschienenverkehrs	8,4	21%
Förderung des Personenschienenverkehrs ¹⁾	0,7	2%
Effizienter ÖPNV ¹⁾	1,3	3%
Fahrrad und Fußgängerverkehr ¹⁾	3,5	9%
<i>Paket 2:</i>		
Leichtlaufreifen	5,1	13%
Leichtlauföle	4,6	11%
<i>Paket 3:</i>		
Tempolimit 80/100	5,4	13%
<i>Paket 4:</i>		
Förderung des kraftstoffsparenden Fahrens ²⁾	4,7	12%
<i>Paket 5:</i>		
CO ₂ -bezogene Kfz-Steuer (Pkw)	3,2	8%
<i>Paket 6:</i>		
Technische Optimierungen an Bussen ³⁾	0,1	0%
Abgaben auf den Flugverkehr	3,5	9%
CO₂-Gesamtszenario	40,5	100%

¹⁾ Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbundes

²⁾ Pkw, Nutzfahrzeuge, Busse einschl. Linienbusse

³⁾ Fahrerschulungen an Bussen (0,2 Mio. t CO₂) sind in Maßnahmenpaket 4 enthalten; Leichtlaufreifen, Leichtlauföle (0,1-0,15 Mio. t CO₂) sind in Maßnahmenpaket 2 enthalten

6.3 Schlussfolgerung

Es hat sich gezeigt, dass bei der Umsetzung verschiedener Maßnahmen die im TREND-Szenario erwarteten Emissionen im Jahr 2010 um 19% gesenkt werden können. Dadurch kann das Ausgangsniveau des Jahres 1990 erreicht und sogar um 3% unterschritten werden.

Zwar ist es kaum möglich die Deckungslücke im Jahr 2005 in Höhe von 15-20 Mio. Tonnen CO₂ [BREG, 2000] (Tabelle 5) zu schließen. Mittelfristig jedoch können Emissionsminderungen in einer Höhe von rund 40,5 Mio. Tonnen CO₂ erzielt werden, sofern folgende wesentliche Maßnahmen umgehend umgesetzt werden:

- Fortführung der Ökosteuer
- Anhebung der Schwerverkehrsabgabe auf das Niveau der Schweiz
- Förderung verkehrsvermeidender Siedlungs- und Produktionsstrukturen, Regionale Wirtschaftskreisläufe
- Verbraucherinformation
- Förderung des Güterschienenverkehrs
- Förderung des Umweltverbundes (öffentlicher Verkehr, ÖV, Fuß, Rad)
- Leichtlaufreifen und Leichtlauföle
- Tempolimit (80 km/h auf Landstraßen und 100 km/h auf Autobahnen)
- Förderung kraftstoffsparenden Fahrens
- CO₂-bezogene Kfz-Steuer für Pkw
- Abgaben auf den Flugverkehr

Das genannte Potenzial kann nur dann ausgeschöpft werden, wenn im Verkehrssektor alle identifizierten Maßnahmen gleichwertig verfolgt werden. Nur dann wird es möglich sein, die Klimagasemissionen im Verkehr mittelfristig auf ein verträgliches Maß zu mindern.

Unter der Voraussetzung, dass die Ökosteuer fortgeführt und die Schwerverkehrsabgabe auf das Niveau der Schweiz angehoben wird, leistet vor allem die intensive Förderung des Güterschienenverkehrs einen erheblichen Deckungsbeitrag von mehr als 20% zum Gesamtszenario. Dies ist auf die gegenwärtig und auch in Zukunft stark steigenden Verkehrsleistungen im Straßengüterverkehr zurückzuführen. Ein Schwerpunkt erfolgreicher Klimaschutzpolitik sollte daher auf der Förderung des Güterschienenverkehrs liegen.

Alle weiteren Maßnahmen tragen gleichermaßen mit rund 10% zu dem CO₂-Emissionsminderungspotenzial des beschriebenen Gesamtszenarios bei. Es ist daher nicht möglich, weitere einzelne Maßnahmen zur CO₂-Emissionsminderung aus dem Gesamtpaket hervorzuheben, oder diese weniger intensiv, ggf. sogar gar nicht weiter voranzutreiben.

In dem beschriebenen Gesamtszenario werden die Potenziale bezüglich des Kraftstoffverbrauchs weitgehend ausgeschöpft. Die Reduktion der Fahrleistung im Straßenverkehr durch die gewählten Maßnahmen beträgt dagegen nur 8%. Hier eröffnen sich weitere An-

satzpunkte, um die CO₂-Emissionen des Verkehrs über das Maß des beschriebenen Gesamt-szenarios hinaus zu reduzieren.

So zeigt das SZENARIO 2 des Verkehrsberichts 2000 der Bundesregierung, dass allein durch die Erhöhung der Verkehrsleistung im Schienenverkehr um weitere 12% (Güterverkehr) bis 20% (Personenverkehr) im Vergleich zum bilanzierten SZENARIO 1, mit einer Reduktion der Straßenverkehrsleistung um 5% (Güterverkehr) bis 9% (Personenverkehr), nochmals 5,6 Mio. Tonnen CO₂ eingespart werden können. Dies entspricht einer weiteren CO₂-Emissionsminderung im Verkehr um 3%-Punkte.

Mittel- bis langfristig liegen noch sehr viel höhere Potenziale in der konsequenten Anwendung einer verkehrssparsamen Siedlungsplanung, die durch kompakte Siedlungsstrukturen, durchmischte Funktionen, wohnungsnah Ausstattung mit Versorgungs-, Dienstleistungs- und Erholungsangeboten, Nähe von Wohnen und Arbeiten die alltäglichen Wege kurz hält, die Regionalentwicklung an den Trassen des öffentlichen Verkehrs ausrichtet sowie die Neuansiedlungen von Unternehmen auch unter Verkehrsgesichtspunkten optimiert. Auch müssen verkehrserzeugende Wirkungen bei der regionalen Wirtschaftsförderung stärker vermieden werden.

7 Literatur

- ADAC, 2003 www.adac.de, → Auto & Motorrad, → Kraftstoffe, → Energieeffizienzklassen
- ACEA, 1999 COMMISSION RECOMMENDATION of 5 February 1999 on the reduction of CO₂ emissions from passenger cars (notified under document number C(1999) 107), (Text with EEA relevance) (1999/125/EC), L40/49, 13.02.1999
- BAMTWA, 2001 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Mineralöldata für die Bundesrepublik Deutschland, Auskunft auf Anfrage am 14.03.2002
- BAST, 1984 Abschätzung der Auswirkungen einer Senkung der Höchstgeschwindigkeit auf das Unfallgeschehen im Straßenverkehr, BAST, 1984; Bergisch Gladbach 1984
- BMU/UBA, 2003 Schlussfolgerungen der Klausurtagung „Biokraftstoffe“ des Bundesministeriums für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes, 26./27.6.2003; Berlin 2003
- BMVBW, 2000 Verkehrsbericht 2000, Integrierte Verkehrspolitik: Unser Konzept für eine mobile Zukunft, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, November 2000, www.bmvbw.de Berlin 2000
- BMVBW, 2002 Nationaler Radverkehrsplan 2002-2012, FahrRad!, Maßnahmen zu Förderung des Radverkehrs in Deutschland, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, April 2002, <http://www.bmvbw.de/Bestellservice-und-Downloads-.370.9154/Nationaler-Radverkehrsplan-2002-2012-FahrRad-Mas...htm> Berlin 2002
- BRB, 2000 Ausschuss für Immissionsschutz des Landes Brandenburg: Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltbelastung durch Ruß, Benzol, Ozon, CO₂ und Lärm. – Ausgesuchte Handlungsfelder, März 2000
- BREG, 2000a Nationales Klimaschutzprogramm, Fünfter Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“, Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000 Berlin 2000
- BREG, 2000b Bericht der Bundesregierung über Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs", BT-Drucksache 14/3445 (2000)
- COWI, 2002 Fiscal Measures to Reduce CO₂ Emissions from New Passenger Cars, European Commission's Directorate-General for Environment, January 2002, http://europa.eu.int/comm/environment/co2/cowi_finalreport.pdf Brussels 2002
- DB, 2000 Umweltbericht 2000, Deutsche Bahn
- DEUBER, 2001 Deuber, O., Einbeziehung des motorisierten Individualverkehrs in ein deutsches CO₂-Emissionshandelssystem, Diplomarbeit TU-Berlin; Berlin 2001
- DLR, WI, 2002 Fishedick, M., Nitsch, J., et al., Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie, Forschungsprojekt für das Umweltbundesamt, UFOPLAN FKZ Nr. 200 97 104, Endbericht, April 2002; Wuppertal, Stuttgart 2002
- DURTH, et al., 1989 Fahrverhalten und Unfallentwicklung auf hessischen Autobahnen, Schlussbericht, November 1989
- EST, IEEP, NSCA, 2002 Eyre, N., Fergusson, M., Mills, R., Fuelling Road Transport, Implications for Energy Policy, Energy Saving Trust, Institute for European Environmental Policy, National Society for Clean Air and Environmental Protection, November 2002; London, Brighton 2002
- EVA, 2000 Raimund, W., Fickl, S., Energy Efficiency of Passenger Cars: Labelling and its Impacts on Fuel Efficiency and CO₂-Reduction Energieverwertungsagentur (E.V.A.), Austrian Energy Agency, 2000
- IFEU, ZEW, 2001 Projektgemeinschaft Bergmann, Hartmann, IFEU, ZEW 2001, Flexible Mechanismen der Klimapolitik im Verkehrsbereich, Ergebnisbericht der Vorstudie i.A. des Ministeriums für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg

IFEU, 2002 Knörr W., Höpfner, U., Lambrecht, U., Kullmer, K., Patyk, A., Weber, G., Aktualisierung des „Daten- und Rechenmodells: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1980-2020“, Endbericht, Im Auftrag des Umweltbundesamtes, F+E Nr. 201 45 112, 31.10.2002; Heidelberg 2002

IPCC, 1999 IPCC Special Report "Aviation and the Global Atmosphere", UNEP/WMO 1999

JAMA, 2000 COMMISSION RECOMMENDATION of 13 April 2000 on the reduction of CO₂ emissions from passenger cars (JAMA) (notified under document number C(2000)803), (Text with EEA relevance) (2000/304/EC), L100/57, 20.04.2000

KAMA, 2000 COMMISSION RECOMMENDATION of 13 April 2000 on the reduction of CO₂ emissions from passenger cars (KAMA) (notified under document number C(2000)801), (Text with EEA relevance) (2000/303/EC), L100/55, 20.04.2000

KBA, 2002 Pressebericht 2002, Kraftfahrt-Bundesamt, Dezember 2002

KOM 2001/643 Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament Umsetzung der Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen Zweiter Jahresbericht über die Wirksamkeit der Strategie (Berichtsjahr 2000) KOM (2001) 643 endg.

KOM 2002/680(01) Vorschlag für eine RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionsberechtigungen in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates

KOM 2002/693 MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, Umsetzung der Gemeinschaftsstrategie zur Verminderung der CO₂ - Emissionen von Kraftfahrzeugen: Dritter Jahresbericht über die Wirksamkeit der Strategie (Berichtsjahr 2001), KOM (2002) 693 endgültig, 9.12.2002

OILBULLETIN, 2003 Oil Bulletin, The European Commission, February, 17th, 2003
http://europa.eu.int/comm/energy/en/oil/bulletin_en.html

PROGNOS, 1999 Umweltwirkungen von Verkehrsinformations- und -leitsystemen im Straßenverkehr, Endbericht im Auftrag des UBA, F+E-Vorhaben 294 96 024

RAL-UZ 89 GRUNDLAGE FÜR UMWELTZEICHENVERGABE, Lärmarme und kraftstoffsparende Kraftfahrzeugreifen RAL-UZ 89, www.blauer-engel.de

ROTHENGATTER, DOLL 2001 Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr. UBA-Texte 71/01, Berlin 2001

FROHN, et al., 2002 FROHN, J.; MEYER, B.; HILLEBRAND, B.: Ökonometrische Modellierung der Wirkungen umweltpolitischer Instrumente, Schlussbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 299 14 155, Bielefeld, Bonn, Essen 2002

SCHEDEL, 2002 Schedel, E., Rollwiderstandsoptimierte, energiesparende Pkw-Reifen, UBA-Text 14/02

SCHLEY, 2002 Schley, F., Urban Transport Strategy Review, Experiences from Germany and Zurich. Studie im Auftrag der GTZ, Eschborn 2001

UBA, 1999 Gohlisch, G., Malow, M., et al., Umweltwirkungen von Geschwindigkeitsbeschränkungen, UBA-Texte 40/99, Juni 1999; Berlin 1999

UBA, 2000 Holz-Rau, C. et al., Quantifizierung der Verkehrsentstehung und deren Umweltauswirkungen durch Entscheidungen, Regelwerke und Maßnahmen mit indirektem Verkehrsbezug, UBA-Texte 35/00

UBA, 2001 Umweltbundesamt (Hrsg.): Maßnahmen zur verursacherbezogenen Schadstoffreduzierung des zivilen Flugverkehrs, Texte des Umweltbundesamtes 17/01, Berlin 2001

UBA, 2002 Pressemitteilung 1/02, Höhere Mineralölsteuer entlastet die Umwelt und den Arbeitsmarkt

VCD, 2003 Auto-Umweltliste 2002/2003, Über 300 Autos im Umweltcheck, Verkehrsclub Deutschland, www.vcd.org

VDA, 2002 Gemeinsame Erklärung von VDA und BMVBW zum Klimaschutzprogramm der Bundesregierung, <http://www.bmvbw.de/Anlage11733/Gemeinsame-Erklärung-von-VDA-und-BMVBW-zum-Klimaschutzprogramm-der-Bundesregierung.pdf>

VIZ, 2001/2002 Verkehr in Zahlen 2001/2002, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen

WILKE, G. Professionalisiertes Car-Sharing im Dilemma Ökologie / Ökonomie?; Überlegungen zur Zukunft des Autoteilens in Deutschland, Internationales Verkehrswesen (54) 12/2002, 608-613