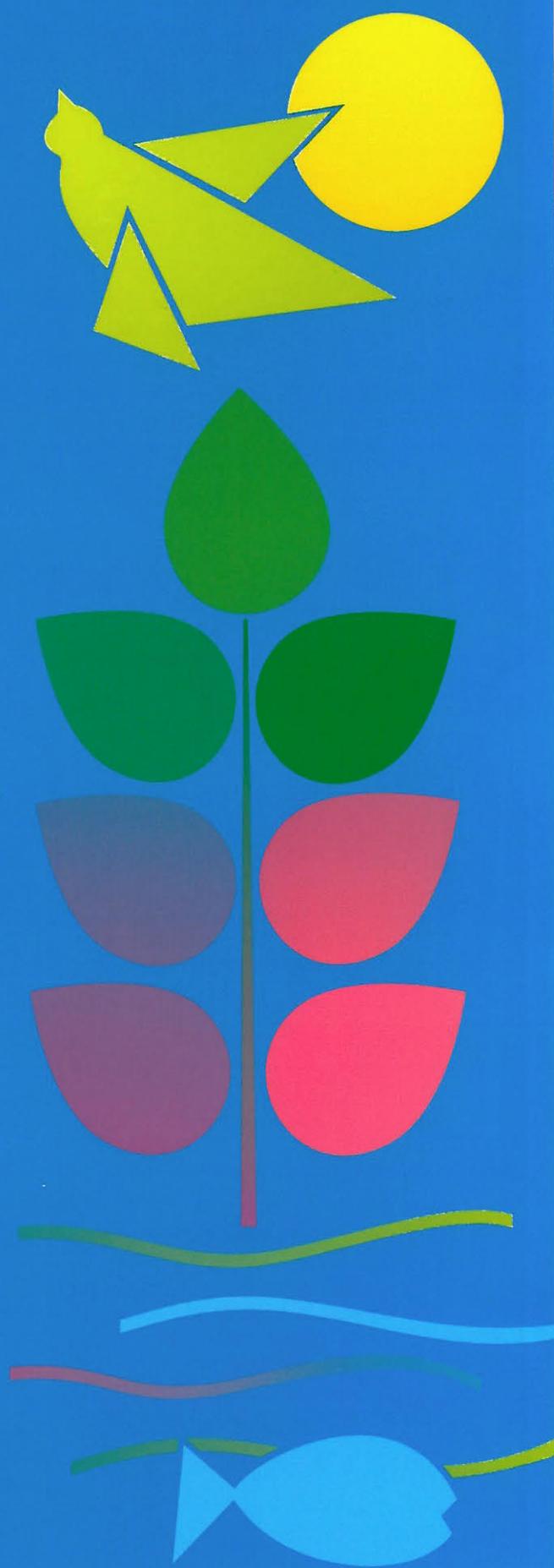


**Wege zur  
umwelt- und  
raumverträglichen  
Auto-Mobilität**

# Deutscher Rat für Landespflege



Nr. 69  
November 1998

ISSN 0930-5165

---

**Deutscher Rat für Landespflege**

**Wege zur umwelt- und raumverträglichen  
Auto-Mobilität**

Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse eines umweltpolitischen Kolloquiums  
vom 11. bis 12. November 1996 in Bonn

Das umweltpolitische Kolloquium und die Veröffentlichung wurden mit Mitteln des  
Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert.

**Heft 69 - 1998**

SCHRIFTENREIHE DES DEUTSCHEN RATES FÜR LANDESPFLEGE

---

---

ISSN 0930-5165

Herausgegeben vom Deutschen Rat für Landespflege (DRL)

Redaktion: Dipl.-Ing. Angelika Wurzel  
Dr. Kirsten Koropp

Ein Nachdruck mit Quellenangabe kann kostenlos vorgenommen werden,  
jedoch wird um Zusendung eines Belegexemplares gebeten.

Beiträge, die nicht ausdrücklich als Stellungnahme des Deutschen Rates für Landespflege  
gekennzeichnet sind, stellen die persönliche Meinung des Verfassers dar.

Herstellung und Auslieferung:  
Druck Center Meckenheim (DCM)  
Eichelnkampstraße 2 , 53340 Meckenheim

Papier dieser Ausgabe aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff

# Inhalt

Seite

Deutscher Rat für Landespflege	Wege zur umwelt- und raumverträglichen Auto-Mobilität .....	5
	1 Einleitung .....	5
	2 Mobilität heute .....	6
	2.1 Ausgewählte Kennziffern der Mobilität .....	6
	2.2 Die derzeitige Nutzung des Autos .....	8
	2.3 Zusätzliche Funktionen des Autos heute und in der Zukunft .....	10
	2.4 Verkehrssituation und -entwicklung in Stadt und Umland - am Beispiel des Personenverkehrs .....	10
	3 Wirkungen und Folgen des Verkehrs .....	12
	3.1 Auswirkungen auf Naturhaushalt und Landschaftsbild .....	12
	3.2 Auswirkungen auf den Menschen .....	16
	4 Entwicklungen der Autoindustrie und innovativer Systeme sowie verkehrs- beeinflussende Maßnahmen .....	17
	4.1 Entwicklungen in der Automobilindustrie .....	17
	4.2 Alternative Systeme .....	19
	4.3 Verkehrsvermeidung, Verkehrsverringering, Verkehrslenkung durch Siedlungsstruktur der kurzen Wege .....	20
	4.4 Anforderungen an die Straßenplanung .....	27
	4.5 Bewußtseinsbildung/Umwelterziehung .....	28
	5 Instrumente für einen umwelt- und raumverträglicheren Verkehr .....	30
	6 Zusammenfassende Empfehlungen des Deutschen Rates für Landespflege ....	34
	7 Summarised recommendations of the German Council for Land Stewardship .....	36
	8 Glossar .....	38
	9 Abkürzungsverzeichnis .....	40
	10 Literatur .....	40

## I Einleitende Referate

Ulrich Näke	Stand, Entwicklung und Bewältigung von Mobilität .....	42
Dieter Klaus Franke	Mobilität, Gesellschaft und Verantwortung .....	44
Friedrich Bihn	Verkehr von morgen in Stadt und Region - Was bietet der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV)? .....	49
Helmut Holzapfel	Hat das Auto noch eine Zukunft? .....	53
Stephan Feldhaus	Verantwortbare Wege in eine mobile Zukunft - Grundzüge einer Ethik des Verkehrs .....	57

## II Belastungen durch den Autoverkehr

Thomas Eikmann	Schadstoffbelastungen des Menschen durch Autoabgase .....	64
Matthias Schaefer und Michael Sayer	Zur Ökologie der Fauna an Straßenrändern .....	66
Lore Steubing	Verkehrsbedingte Schadstoffwirkungen auf die Vegetation .....	73
Konrad Buchwald	Belastungen von Schutz- und Erholungsgebieten durch den Straßenverkehr .....	79

## III Vorschläge für Innovationen

Reinhard Kolke	Das Auto von morgen: Darstellung und Vergleich technischer Innovationen für Antriebe des 21. Jahrhunderts - Zukunftstechnologien und alternative Antriebe im Straßenverkehr - .....	82
Andreas Manthey	Solar- und Elektromobil - ein Baustein zur umweltverträglichen Mobilität .....	87

#### **IV Beiträge der Autoindustrie zum Produktionsverfahren und zu neuen Fahrzeugtypen**

Manfred Heller	Qualitätsanforderungen an das EG-Öko-Audit . . . . .	93
Axel Riemann	Die Zukunft des Autos aus Sicht von Volkswagen . . . . .	95

#### **V Ökologisch orientierte Planungs- und Bewertungsverfahren**

Adrian Hoppenstedt	Anforderungen an eine zukunftsorientierte Prozeß-Umweltverträglichkeitsprüfung in der Verkehrs-/Straßenplanung . . . . .	102
Heiner Haßmann	Ökologisch orientierte Planungs- und Bewertungsverfahren für Straßenplanungen Umsetzung des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG) auf den verschiedenen Ebenen der Straßenplanung . . . . .	109

#### **VI Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems**

Elke Ferner	Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems - die Auffassung der SPD . . . . .	118
Dirk Fischer	Das Auto von morgen in Stadt und Region - Wege zur umwelt- und raumverträglichen Mobilität - Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems - . .	120
Jens Kurnol	Marktorientierte Instrumente im Verkehr . . . . .	122

#### **VII Mobilität der Zukunft**

Antonius Engberding	Der Wandel der Automobilindustrie aus Sicht der IG Metall . . . . .	126
Gunter Zimmermeyer	Auto mit Zukunft - mit dem Auto in die Zukunft . . . . .	129

<b>Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte . . . . .</b>	<b>133</b>
--	------------

<b>Verzeichnis der Ratsmitglieder . . . . .</b>	<b>135</b>
---	------------

*„Die Wissenschaft ist noch dabei zu ergründen, warum ein Mensch eine Woche ohne Wasser, drei Wochen ohne Essen, aber keine zwei Stunden ohne Auto auskommen kann.“  
(SWF 3, Sonnabend, 15. August 1998)*

*Kunstwerk von Wolf VOSTELL:  
„Zwei Beton-Cadillac in Form der nackten Maja“ (Foto: Kreuz).*



## Wege zur umwelt- und raumverträglichen Auto-Mobilität

### 1 Einleitung

Moderne Industriegesellschaften, wie die der Bundesrepublik Deutschland, zeichnen sich durch ein hohes Maß an Mobilität von Personen, Gütern und Informationen aus. Ursachen sind die nationale, europaweite, in Zukunft verstärkt globale Arbeitsteilung und die wirtschaftliche Verflechtung. Diese Mobilität wird als Voraussetzung für die arbeitsteilige Wirtschaft und als Motor der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung angesehen. Für alle Mobilitätsträger (Personen- und Lastkraftwagen, Eisenbahn, Schiff, Flugzeug, Kommunikationsnetze), die Personen, Güter oder Informationen befördern, werden aufgrund der Osterweiterung der EU und des zunehmenden globalen Handels in den nächsten Jahrzehnten beträchtliche Zuwachsraten erwartet, wobei deren Anteile sehr unterschiedlich sind. Die Probleme des Lastverkehrs, Flugverkehrs und Schiffsverkehrs werden nicht oder nur am Rande behandelt, weil dies den Rahmen dieser Untersuchung gesprengt hätte. Als besondere Herausforderung steht die Auto-Mobilität im Mittelpunkt, deren Anteil bisher überproportional gewachsen ist und weiter wachsen wird.

Gleichzeitig wandelt sich - gerade in den Industrieländern - die Grundeinstellung vieler Menschen zum Verkehr überhaupt und zum Auto-Verkehr im besonderen. Die durch letzteren hervorgerufenen Belastungen, wie Flächennutzung für Verkehrsinfrastruktur, hoher Energieumsatz, Schadstoff- und Lärmemissionen, Todesopfer oder Verletzte sowie Sachschäden durch Unfälle, werden verstärkt wahrgenommen und rufen Kritik hervor.

Die Agenda 21 - das Ergebnis der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1993) - fordert als oberstes Leitbild künftiger Entwicklung „Nachhaltigkeit“. Dazu gehört die umweltverträglichere Planung und Nutzung von Energie-, Verkehrs- und Informationssystemen auf allen Planungsebenen. Demzufolge werden zur Zeit auch auf regionaler oder kommunaler Ebene lokale Agenden 21 erarbeitet; hierbei zeigt sich deutlich, daß die Diskussion über die Ausgestaltung künftiger Verkehrssysteme als Voraussetzung

für die Mobilitätsansprüche der Gesellschaft einen breiten Raum einnimmt und die Kommunen vor schwer lösbare Probleme insbesondere bei der Bewältigung des gestiegenen und weiter steigenden Individualverkehrs mit dem Auto stellt.

Dies hat der Deutsche Rat für Landespflege zum Anlaß genommen, vom 11. - 12. November 1996 in Bonn-Röttgen ein umweltpolitisches Kolloquium zum Thema

#### „Das Auto von morgen in Stadt und Region - Wege zu einer raum- und umweltverträglichen Mobilität“

durchzuführen.

Obwohl in diesem Bereich in Deutschland zahlreiche Analysen, Lösungsansätze und Vorstellungen verschiedener Institutionen und Seiten vorliegen, hat sich der Rat für das Thema entschieden, weil er das Konfliktfeld Auto-Mobilität, Naturschutz, Landschaftspflege und Umweltschutz sowie wirtschaftliche und planerische Aspekte erneut<sup>1)</sup> aus seiner Sicht und seiner Betroffenheit heraus untersuchen und bewerten will. Es gilt zu fragen, was sich verändert hat, und es soll herausgestellt werden, welche Initiativen und Innovationen zur Entschärfung der bestehenden Probleme besonders nachahmenswert und unterstützungswürdig sind.

Der Deutsche Rat für Landespflege betrachtet Mobilität als ein Grundbedürfnis des Menschen; ethische Erwägungen zwingen allerdings zu der Fragestellung, ob diesem Bedürfnis einseitig mit Förderung der Auto-Mobilität nachgekommen werden darf. Angesichts der erkannten Belastungen ist über Alternativen zur Verkehrsbewältigung zu diskutieren und für ihre Akzeptanz in der Gesellschaft zu werben.

In Kreisen des Natur- und Umweltschutzes und in der Gesellschaft muß der oben ange-deutete beginnende Bewußtseinswandel hinsichtlich der Wahrnehmung der Belastungen genutzt und es müssen Handlungsanreize gegeben werden, damit Verkehr - insbesondere der Auto-Verkehr - künftig im Sinne der Agenda 21 nachhaltig abgewirkt werden können. Der Rat will mit dazu beitragen, einen Richtungswandel hin zur umwelt- und raumverträglicheren Mobilitätsformen zu bewirken.

Das Kolloquium ermöglichte Fachleuten aus Wissenschaft, Industrie, Gewerkschaft und Umweltverbänden, Fachwissen und Szenarien künftiger Entwicklungen darzulegen und sich an dem umweltpolitischen Dialog zur Mobilität zu beteiligen.

Basierend auf den Vorträgen und den Diskussionen des Kolloquiums sowie aufgrund weiterer Recherchen hat der Deutsche Rat für Landespflege die vorliegende Stellungnahme erarbeitet und stellt diese den mit der Thematik befaßten Entscheidungsträgern und Gremien zur Auswertung zur Verfügung.

Dem vorbereitenden Arbeitsausschuß gehörten an:

die Ratsmitglieder  
Prof. Dr. Klaus BORCHARD,  
Prof. Dr. Konrad BUCHWALD,  
Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang HABER,  
Dr. Siegbert PANTELEIT,  
Dipl.-Volksw. Ulrich PETSCHOW,  
Prof. Dr. Manfred RENGER,  
Prof. Dr. Dr. h. c. Lore STEUBING,  
Prof. Dr. Herbert SUKOPP,  
Prof. Dr. Eberhard WEISE,

und die Mitarbeiterinnen der Geschäftsstelle  
Dr. Kirsten KOROPP,  
Dipl.-Ing. Angelika WURZEL.

Folgende Referate wurden anläßlich des umweltpolitischen Kolloquiums zu grundsätzlichen Fragen des Themenfeldes vorge-tragen:

MinR Ulrich NÄKE, Bundesministerium für Verkehr, Bonn:  
Stand, Entwicklung und Bewältigung von Mobilität

Dieter Klaus FRANKE, ADAC, München:  
Vorstellungen eines Autoclubs

Dipl.-Volksw. Friedhelm BIHN, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Köln:  
Verkehr von morgen in Stadt und Region - was bietet der ÖPNV?

1) Bereits in den Heften Nr. 9 „Landschaftspflege an Verkehrsstraßen“ (1968) und Nr. 22 „Landschaft und Verkehr“ (1974) seiner Schriftenreihe hat sich der Deutsche Rat für Landespflege mit ähnlichen Fragen auseinandergesetzt.

Prof. Dr. Helmut HOLZAPFEL, Ministerium für Wohnungswesen, Städtebau und Verkehr, Magdeburg:  
Hat das Auto noch eine Zukunft?

Dipl.-Theol. Stephan FELDHAUS, Wissenschaftliche Redaktion, Lexikon der Bioethik, München:  
Verantwortbare Wege in eine mobile Zukunft - Grundzüge einer Ethik des Verkehrs

Prof. Dr. Thomas EIKMANN, Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Justus-Liebig-Universität, Gießen:  
Schadstoffbelastungen des Menschen durch Autoabgase

Prof. Dr. Matthias SCHAEFER, Institut für Zoologie und Anthropologie, Abt. Ökologie der Universität Göttingen:  
Zur Ökologie der Fauna an Straßenrändern

Prof. Dr. Dr. h. c. Lore STEUBING, Ordentliches Mitglied des Deutschen Rates für Landespflege, Institut für Pflanzenökologie der Justus-Liebig-Universität, Gießen:  
Verkehrsbedingte Schadstoffwirkungen auf die Vegetation

Prof. Dr. Konrad BUCHWALD, Gründungsmitglied und Ordentliches Mitglied des Deutschen Rates für Landespflege, Hannover:  
Belastungen für Natur, Landschaft und das Landschaftsbild durch den Autoverkehr

Prof. Dr. Klaus BORCHARD, Geschäftsführer des Deutschen Rates für Landes-

pflge, Rektor der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn:  
Raumstrukturelle Anforderungen in Stadt und Region im Hinblick auf umwelt- und raumverträgliche Mobilität

Dipl.-Ing. Reinhard KOLKE, Umweltbundesamt, Berlin:  
Zukunftstechnologien im Straßenverkehr (alternative Antriebe)

Dipl.-Ing. Andreas MANTHEY, Bundesverband Solarmobil, Berlin:  
Solar- und E-Mobil - ein Baustein zur umweltverträglichen Mobilität

Dipl.-Biol. Manfred HELLER, Bayerische Motorenwerke (BMW), München:  
Produktverantwortung in der Autoindustrie

Dipl.-Ing. Axel RIEMANN, Leiter der Abteilung Verkehr, Bereich Forschung und Verkehr, Volkswagen AG, Wolfsburg:  
Die Zukunft des Autos aus Sicht von VW

Dipl.-Ing. Heiner HAßMANN, Niedersächsisches Landesamt für Straßenbau, Dez. Landschaftspflege, Hannover:  
Umsetzung des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes auf den verschiedenen Ebenen der Straßenplanung

Dipl.-Ing. Adrian HOPPENSTEDT, Planungsgruppe Ökologie und Umwelt, Hannover:  
Einführung und Übersicht in Planungsinstrumente sowie Eingriffe und Umweltverträglichkeitsprüfungen

Elke FERNER, MdB, Leiterin der AG Verkehr, SPD-Bundestagsfraktion, Bonn:  
Auffassungen der SPD

Dirk FISCHER, MdB, Vorsitzender der Arbeitsgruppe Verkehr der CDU/CSU-Bundestagsfraktion, Bonn:  
Auffassungen der CDU

Dipl.-Volksw. Jens KURNOL, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Verkehrsreferat, Bonn:  
Finanzielle Maßnahmen

Toni ENGBERDING, IG Metall-Vorstand-Wirtschaftsabteilung, Frankfurt:  
Umstellung der Autoindustrie und die Folgen aus Sicht einer Gewerkschaft

Prof. Dr. Gunter ZIMMERMEYER, Geschäftsführer des Verbandes der Autoindustrie e.V. (VDA), Frankfurt:  
Auto mit Zukunft - mit dem Auto in die Zukunft.

Die Stellungnahme wurde vom Plenum des Deutschen Rates für Landespflege in der Sitzung am 8. Oktober 1998 diskutiert, überarbeitet und einstimmig verabschiedet.

## 2 Mobilität heute

Mobil sein heißt: beweglich sein, nicht an einen bestimmten Ort gebunden sein. Als Mobilität wird die Raumüberwindung mit bestimmten Mitteln (z. B. mit dem Fahrrad, mit dem Motorrad, mit dem Auto, mit öffentlichen Verkehrsmitteln, über Telekommunikationsnetze) bezeichnet. Mobilität erfolgt aus individuellen Bedürfnissen und/oder aus sachlichen Notwendigkeiten heraus; sie kann sowohl Mittel zum Zweck (der Weg zum Ziel) als auch ein Zweck an sich (der Weg ist das Ziel) sein. Die Menschen überwinden Entfernungen, um ihre sozialen, wirtschaftlichen und individuellen Bedürfnisse und Aktivitäten - Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Erholen - an den dafür vorgesehenen Orten durchzuführen. Welchen Stand Mobilität - insbesondere die Auto-Mobilität - heute hat, soll anhand einiger Kennziffern stichpunktartig dargestellt werden, weil ausführliche Beschreibungen an anderer Stelle vorliegen (z. B. Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages 1994, Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1994).

### 2.1 Ausgewählte Kennziffern der Mobilität

#### Verkehrsinfrastruktur

Eine wichtige Voraussetzung für das allgemeine Verkehrswachstum der letzten Jahr-

Die Pop-Gruppe „Kraftwerk“ widmete eine ihrer Langspielplatten der „Autobahn“ mit dem gleichnamigen Titelsong „Autobahn“ © 1974 Kraftwerk.



„Wir fahr'n fahr'n auf der Autobahn  
Vor uns liegt ein weites Tal  
Die Sonne scheint mit Glitzerstrahl  
Die Fahrbahn ist ein graues Band

Weisse Streifen grüner Rand  
Jetzt schalten wir das Radio an  
Aus dem Lautsprecher klingt es dann:  
Wir fahr'n auf der Autobahn..“

(HÜTTER, SCHNEIDER, SCHULT).

zehnte war und ist die Verkehrsinfrastruktur (z. B. Straßen, Schienenstrecken, Bundeswasserstraßen, Rohrfernleitungen). Da in der Bundesrepublik Deutschland der internationale Handel von Anfang an eine wichtige Rolle spielte, wurde dem Aufbau einer jedermann zugänglichen Verkehrsinfrastruktur als Wirtschaftsfaktor eine hohe Bedeutung zugemessen und entsprechend investiert. Im Vordergrund stand zunächst der Verkehrswegeausbau für den Güterverkehr. Die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaftswachstum und Verkehrsentwicklung waren zwischen 1950 und 1980 besonders stark und wiesen annähernd gleiche Wachstumsraten auf. Nach 1980 blieb die Verkehrsentwicklung hinter dem Wirtschaftswachstum zurück, verzeichnete aber weiterhin Zuwachsraten.

Insbesondere der steigende Wohlstand ab den 1960er Jahren eröffnete für viele Menschen neue Möglichkeiten des Wohnens, Arbeitens und der Freizeitgestaltung; das Auto wurde für viele erschwinglich und erlaubte das Zurücklegen längerer Strecken unabhängig von öffentlichen Transportmitteln (siehe Abschnitt 2.2, 2.4). Die massive Zunahme des Auto-Verkehrs führte daraufhin zu einem vorrangigen Ausbau des Straßennetzes im Verhältnis zu den anderen Verkehrsträgern. Dies wiederum hatte zur Folge, daß vor allem im ländlichen Raum das Streckennetz der Eisenbahnen zurückgenommen wurde, weil es nicht ausreichend ausgelastet war.

Nicht zuletzt aufgrund gewachsener Umweltprobleme wurde seit Mitte der 1980er Jahre auf politischer Ebene erkannt, daß Straßenbau überwiegend auf Instandsetzung und nur noch punktuell auf Ausbau auszurichten sei. Seitdem wurden vor allem Ortsumgehungen und der Bau von dritten Spuren auf den Autobahnen finanziert. Gleichzeitig wurden die Sanierung und Modernisierung der Eisenbahnstrecken gefördert. Hierzu gehört die Elektrifizierung weiterer Eisenbahnstrecken und der Ausbau des Hochgeschwindigkeitsnetzes mit Inter-City-Expresszügen (ICE).

Die Deutsche Einheit und die Grenzöffnungen zu Osteuropa gaben Anlaß für erneute Ausbaumaßnahmen. Da sich Deutschland zu einem Durchgangsland der Verkehrsströme Europas entwickelt, wurden neue und auszubauende Vorhaben des Straßen-, Schienen- und Binnenwasserstraßenverkehrs<sup>2)</sup>, die Verkehrsprojekte Deutsche Einheit, beschlossen.

Das Straßennetz des überörtlichen Verkehrs (Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen) hat inzwischen eine Länge

*Wird das Straßennetz erweitert - hier das Ahrtal, wird immer mehr Landschaft zerschnitten (Foto: Pretscher).*



von rund 231.100 km, davon entfallen mehr als 11.250 km (ca. 5 %)<sup>3)</sup> auf die Autobahnen. Deutschland verfügt damit heute nach den USA über das längste Autobahnnetz der Welt (OECD 1998).

Dieses Straßennetz ist eingebettet in das „Transeuropäische Netz“, das staatenübergreifende Verkehrsnetz der Europäischen Union, dessen Ziel die Sicherstellung aller Verkehrsverbindungen innerhalb Europas ist.

#### **Fahrzeugbestand**

Zur Zeit sind in der Bundesrepublik Deutschland rund 48,6 Mio. Kraftfahrzeuge (Pkw, Lkw, Sattelschlepper, Omnibusse, Motorräder und sonstige Krafträder) zugelassen. Der Anteil der Pkw beträgt 41,3 Mio. (Bundesverkehrsministerium 1997).

Die Abb. 1 verdeutlicht, in welchen Verhältnissen sich der Bestand an Kraftwagen seit 1950 verändert hat.

Die Autoausstattung verteilt sich in den Haushalten der alten Bundesländer wie folgt: 23 % der Bevölkerung haben kein Auto, 57 % besitzen ein Auto und 20 % betreiben zwei oder mehrere Autos. In den neuen Bundesländern sind die Prozentanteile 31 % (kein Auto), 55 % (ein Auto) und 14 % (zwei Autos und mehr). Über diesen Autobestand verfügen ständig etwa 50 % der Bundesbürger mit Führerschein (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1996).

Das Institut für Wirtschaftsforschung (1994) vertritt in einer Prognose die Auffassung, daß sich der Pkw-Bestand bis zum Jahr 2010 in Deutschland bis auf 50 Mio. Autos entwickeln wird. Erst danach werden z. B. die noch bestehenden Unterschiede in der Pkw-Ausstattung zwischen Ost und West vollständig abgebaut sein.

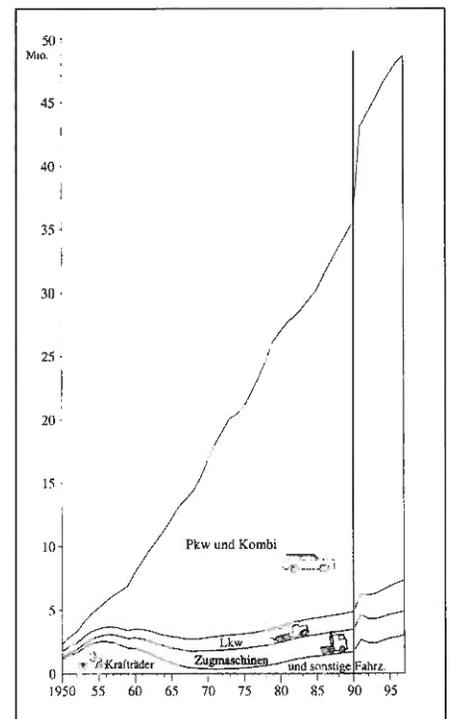


Abb. 1: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Fahrzeugart  
Quelle: Bundesverkehrsministerium 1997.

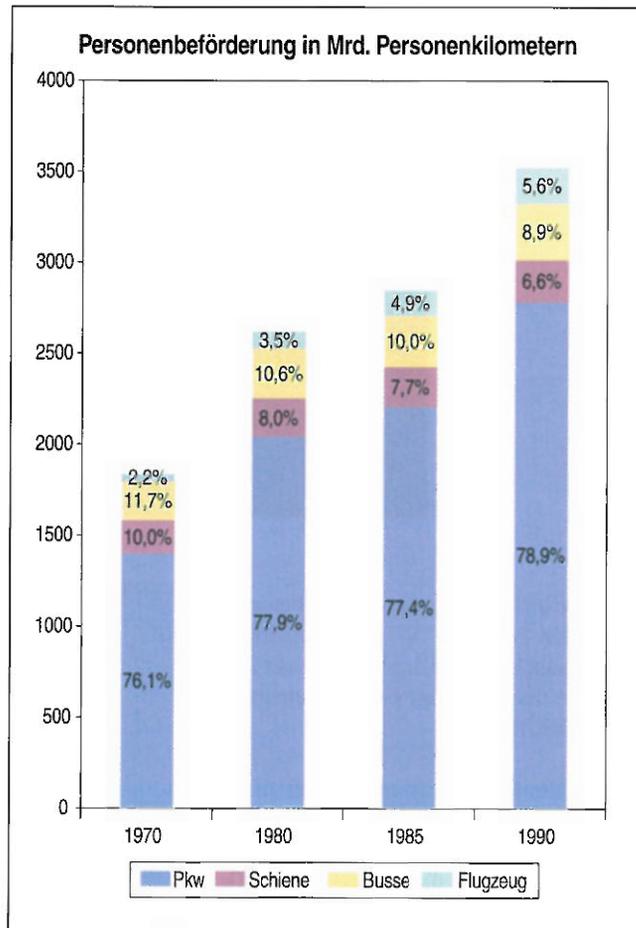
#### **Personenverkehrsleistung**

Maßeinheiten für Leistungen im Personenverkehr sind die Anzahl der Fahrten (beförderte Personen) sowie die in Personenkilometern (Pkm) gemessene Beförderungsleistung, d. h. das Produkt aus der Zahl der Fahrten und der zurückgelegten Entfernung.

Die Personenverkehrsleistung bzw. das Verkehrsaufkommen hat sich in den letzten 20 Jahren um 85 % erhöht. Das Auto hat sich

- 2) Vgl. hierzu die Stellungnahme „Konflikte beim Ausbau von Elbe, Saale und Havel“ in Heft Nr. 64 der Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege.
- 3) Bundesverkehrsministerium 1997.

Abb. 2:  
Verkehrsleistungen in  
Personenkilometern/  
Personenbeförderung in  
der EU  
(Die Ordinate gibt die  
insgesamt zurückgelegte  
Zahl an  
Personenkilometern  
[beförderte Personen x  
zurückgelegte  
Entfernung] an; in den  
Balken sind die  
prozentualen Anteile der  
verschiedenen  
Verkehrsträger an dieser  
Verkehrsleistung  
angegeben)  
Quelle: Enquete-  
Kommission „Schutz der  
Erdatmosphäre“ 1994.



dabei im Hinblick auf die Fahrleistungen zu dem am meisten genutzten Verkehrsmittel im Personenverkehr in der gesamten EU entwickelt. Seine Verkehrsleistung hat sich absolut gesehen verdoppelt. Wie sich die Verkehrsleistungen auf die verschiedenen Verkehrsträger aufteilen und zwischen 1970 und 1990 entwickelt haben, zeigt die Abb. 2.

In der Bundesrepublik Deutschland hat sich die Beförderungsleistung im Auto-Verkehr zwischen 1950 und 1990 von 88 Mrd. Personenkilometer auf 723 Mrd. Personenkilometer mehr als verachtfacht. Im früheren Bundesgebiet wurden bereits 1955 mehr Fahrten mit dem privaten Pkw unternommen als mit öffentlichen Verkehrsmitteln; heute wird das Auto für mehr als 80 % aller Fahrten genutzt.

Neuer Individualverkehr entstand vor allem durch Veränderung der Siedlungsstrukturen, Funktionstrennung, Einbeziehung des ländlichen Raumes in alle Wirtschaftsprozesse und durch entfernungsintensive Lebensweisen.

### Personenverkehrsentwicklung

Der Personenverkehr hat sich in den letzten drei Jahrzehnten grundlegend verändert. So wurden 1960 rund 15 Mrd. motorisierte Fahrten und etwa 32 Mrd. Wege nicht mo-

torisiert (zu Fuß, mit dem Fahrrad) zurückgelegt. Die Zahl der nicht motorisierten Wege ist bis zum Jahr 1990 auf 23 Mrd. gesunken, die der mit dem Auto zurückgelegten Fahrten jedoch auf 30 Mrd. gestiegen. Dabei haben sich die gefahrenen Entfernungen verdreifacht, wobei der Zuwachs nahezu ausschließlich auf den Auto-Verkehr entfiel. Besonders herauszustellen ist, daß der Freizeit- und Urlaubsverkehr über 50 % der Personenkilometer ausmachen (Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ 1994).

Auch das Fahrverhalten im Berufsverkehr hat sich stark verändert. 1961 pendelten nur 23 % der Erwerbstätigen über Gemeindegrenzen hinaus; 1988 lag diese Zahl bei 39%. Dabei erhöhte sich die durchschnittliche Entfernung, die die Pendler zurücklegten, von 9 km auf etwa 13,5 km. Aufgrund der zunehmenden Pendeldistanzen wuchs die tägliche Berufsverkehrsdistanz von rund 330 auf 560 Mio. Personenkilometer/Tag. Zusätzlich halbierte sich die Zahl der auf Wohngrundstücken beschäftigten Personen (Handwerker, Gewerbetreibende, Landwirte u. a.). Viele zu Fuß- oder mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege verlagerten sich auf den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) oder wurden durch Autoverkehr ersetzt (Enquete-Kommission 1994).

Die Anzahl der zurückgelegten Wege pro Tag (d. h. wie oft am Tag wird eine Wohnung zur Erledigung bestimmter Zwecke verlassen) und die dafür aufgewandte Zeit sind im wesentlichen unverändert, allerdings werden dabei heute größere Entfernungen bewältigt. Die jährliche durchschnittliche Fahrleistung mit dem Pkw beträgt pro Bundesbürger ca. 11.500 km.

In den neuen Bundesländern, in denen der Pkw-Bestand zunächst sehr langsam gewachsen war, verläuft diese Entwicklung sozusagen im „Zeitraffer“ in ähnlicher Form ab.

Obwohl der ÖPNV finanziell von der öffentlichen Hand erheblich gefördert wird und funktionsfähig ist, konnte bisher keine Trendwende diesen stärker zu nutzen erreicht werden. Die Prognosen gehen - wie bereits erwähnt - davon aus, daß die Dominanz des Auto-Verkehrs weiter zunehmen wird, auch wenn für die öffentlichen Verkehrsmittel zumindest in den Ballungsgebieten mit höheren Wachstumsraten gerechnet wird.

Der Bundesverkehrswegeplan 1992 geht von folgenden erwarteten Beförderungsleistungen im Personenverkehr für den Zeitraum 1991 bis 2010 aus, wobei diesen Zahlen alle Bedenken gegenüberstehen, die grundsätzlich mit Prognosen verbunden sind:

Pkw	+ 19 % Personenkilometer
Omnibusse, Straßen-, Stadt- u. U-Bahnen	+ 41 % Personenkilometer
Eisenbahn (einschl. S-Bahn)	+ 66 % Personenkilometer

Telekommunikationsnetzwerke werden aller Voraussicht nach an Bedeutung gewinnen und physische Verkehrsleistungen ersetzen, ohne aber deren Wachstum grundsätzlich zu verhindern (Statistisches Bundesamt 1997).

### 2.2 Die derzeitige Nutzung des Autos

#### Der Berufsverkehr

Nach wie vor ist das Auto für viele Menschen ein wichtiges Fortbewegungsmittel für den Weg zur Arbeit, also eine Voraussetzung für die Ausübung ihres Berufes.

In der Bundesrepublik nutzen 62 % der Erwerbstätigen ein Auto für ihren Arbeitsweg. Vielfach wird die städtebauliche Struktur dafür verantwortlich gemacht. Die Trennung von Wohnen und Arbeiten verursacht längere Arbeitswege. In den 1960er und 1970er Jahren führte die sogenannte „Flucht

ins Grüne“ zu ausgedehnten Wohngebieten außerhalb der Städte. Ursachen hierfür waren u. a. Wohnungsmangel und zu hohe Mieten in den Innenstädten. Die Entfernung zwischen Wohnort und Arbeitsplatz konnte durch die Nahverkehrssysteme technisch und wirtschaftlich oft nicht überbrückt werden. Das Auto blieb in solchen Fällen die wesentliche Alternative.

Der wirtschaftliche Strukturwandel mit seinen sich immer schneller und unterschiedlich entwickelnden Marktsegmenten hat in den letzten Jahren einen vermehrten Arbeitsplatzwechsel nach sich gezogen. Hohe Flexibilität der Arbeitskräfte bedingt in der Regel hohe Mobilität, die oft nur durch das Auto gewährleistet werden kann.

Wird das Auto für den Weg zur Arbeit genutzt, räumt der Staat dem Arbeitnehmer eine Steuerminderung ein. Zur Zeit können für jeden Kilometer DM 0,70 als Werbungskosten geltend gemacht werden. Für den Unternehmer wird der Aufwand für das Auto im Rahmen der Gewinn- und Verlustrechnung als Betriebsausgabe anerkannt.

#### **Die Bedeutung des Zweitwagens**

Nachdem bei den berufstätigen Männern der Motorisierungsbedarf gedeckt ist, hat der Zweit- und gelegentlich sogar Drittwagen für Frauen und andere Familienangehörige inzwischen hohe Bedeutung für deren Mobilität gewonnen. Gerade Frauen benötigen heute ein eigenes Fahrzeug, weil sie ihre zahlreichen Aufgabenbereiche (Berufstätigkeit, Einkäufe, Kinderbetreuung, Seniorenbetreuung, Behördengänge usw.) oft nicht mit dem ÖPNV in zumutbarer Zeit und ohne großen Aufwand bewältigen können. Darüber hinaus bietet das Auto ihnen ein höheres Sicherheitsgefühl außerhalb gängiger Tageszeiten.

#### **Die Bedeutung des Autos für Freizeit und Tourismus**

Naherholung und Tourismus sind für mehrköpfige Familien ohne Auto kaum vorstellbar. Für Familien mit schulpflichtigen Kindern ist der Urlaub mit sehr hohem Aufwand verbunden. Flugreisen zu Ferienzeilen im Süden sind mit zwei oder mehr Kindern kaum erschwinglich. Eine Alternative bietet die Reise mit dem Auto, die den Vorteil hat, Gepäck und Freizeitgeräte einschließlich Personen in einem Weg transportieren zu können, damit Reisekosten zu minimieren und die Ausgaben am Urlaubsort auf ein erträgliches Maß zu reduzieren. Die Autoindustrie hat sich mit Kombifahrzeugen, Space-Wagons und ähnlichen „Raumwundern“ auf diesen Markt eingestellt. Neben der Fahrt zum Urlaubsort ist die Mobilität vor Ort selbst vielfach Argument, mit dem eigenen Fahrzeug anzureisen.

Im Jahr 1992 haben die Deutschen für Urlaubsreisen innerhalb Deutschlands (wo 44,1 % der Bevölkerung Urlaub machen), Europas und der Welt folgende Verkehrsmittel benutzt: Auto: 62,7 %, Wohnmobil/Wohnwagen: 4 %, Eisenbahn: 6,5 %, Omnibus: 12,5 %, Flugzeug: 12,7 %, Sonstige Verkehrsmittel: 1,4 % (Bundesverkehrsministerium 1997).

Auch für die „Flucht ins Grüne“ am Wochenende ist das Auto für viele die bequemste Möglichkeit, dorthin zu gelangen. Wälder, Seen und Freizeitparks vor den Toren der Stadt sind über Nahverkehrsmittel in der Regel schwer, unbequem und häufig teuer zu erreichen. Alternativen für die Naherholung in der Stadt sind meist unzureichend vorhanden. Nach einer Befragung im Auftrag des Umweltbundesamtes (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1996) werden an sieben von zehn Wochenenden Ausflüge mit dem

Auto gemacht. Damit ist es mit mehr als 65 % das dominierende Verkehrsmittel für die Wochenenderholung.

#### **Das Einkaufsauto**

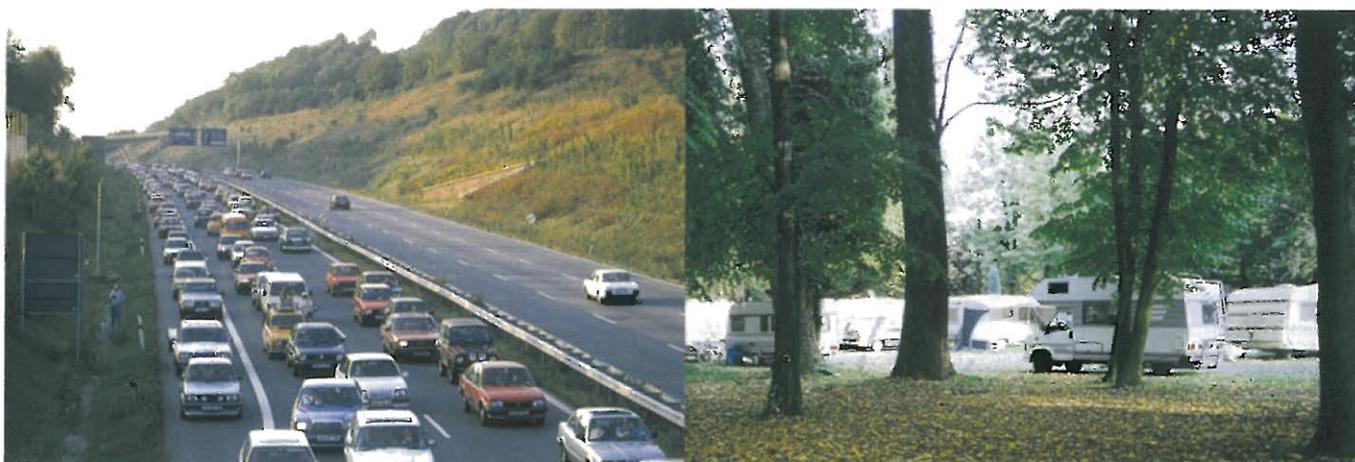
Steigende Lebenshaltungskosten veranlassen viele Familien, gebündelt Einkäufe zu tätigen. Da der Einkauf von Lebensmitteln in kleinen Mengen für den täglichen Bedarf in den Innenstädten - verbunden mit einem Einkaufsbummel - zeitlich und finanziell aufwendig ist und in der Regel nur auf einzelne Fälle beschränkt werden kann, sind Familien mit Kindern oft gezwungen, Grundnahrungsmittel in größeren Mengen in den Einkaufszentren am Rand der Städte zu kaufen. Die großflächigen Einzelhandelszentren sind auf das Einkaufem mit dem Auto eingerichtet. Bequem erreichbare Parkplätze und Häuser sowie durchdachte Zuwegungen für die Einkaufswagen sorgen für den schnellen Abtransport der Einkäufe.

Für ältere Menschen ist das Auto auch bei kleineren Einkaufsmengen ein unverzichtbares Fortbewegungsmittel. Besonders schwere Lasten sind leichter so zu transportieren.

#### **Mobilität für Senioren**

Mit zunehmendem Alter wird es immer schwieriger, Besorgungen zu erledigen, Termine wahrzunehmen oder Freunde und Verwandte zu besuchen, wenn Senioren allein auf den öffentlichen Nahverkehr angewiesen sind. Größere Entfernungen sind zu Fuß oder per Fahrrad kaum zu bewältigen. Auto und Telefon sind dann für viele Menschen häufig die einzigen Möglichkeiten, die Außenwelt zu erreichen. Ein Umzug in lagegünstige Altenwohnungen und -heime ist nicht für alle Menschen die richtige Alternative.

Während zwischen Städten und Urlaubsort Reiseverbindungen mit Bahn oder Flug-



Für viele Autofahrer gehört das schon zur alltäglichen Auto-Mobilität: Verkehrsstau auf der A 59 Römlinghofen (Foto: Preitscher).

Urlaub im Grünen mit dem Wohnmobil (Foto: Wurzel).

zeug bestehen und hier speziell für Senioren auch Serviceleistungen (Abholdienste, Gepäckservice) angeboten werden, ist in der Stadt der „seniorengerechte“ Kleinwagen das geeignetere Mittel zum Zweck.

### 2.3 Zusätzliche Funktionen des Autos heute und in der Zukunft

#### Der „pure Fahrspaß“

Der Spruch „Der Weg ist das Ziel“ trifft einen Beweggrund für Auto-Mobilität. Viele Menschen genießen das Auto- und das Motorradfahren an sich als besonderes Vergnügen, z. B. auch als Entspannung von einem streßreichen Arbeitstag. Werbetexte für Autotypen belegen dies: Spontaneität ist der Ausdruck eines Lebensgefühls.

*'Fun' ist das Zauberwort einer neuen Generation. Der Spaß steht im Mittelpunkt. Mobilität ist nicht nur Mittel zum Zweck, sondern Mobilität ist ein Stück Lebenslust. Sie ist die Freiheit mehr zu erleben, mehr zu entdecken, mehr zu erreichen: Durch die Landschaft gleiten, Kurven genießen, Dynamik erleben, die pure Freude am Fahren immer wieder neu entdecken. Die Vielseitigkeit gibt dem Fahrspaß eine neue Dimension. Heute eine kleine Landpartie, morgen durch den Großstadtdschungel; Abwechslung braucht Flexibilität.*

Offensichtlich ist das Fahren ein ganz besonderes Erlebnis. Beruhigung, Streßabbau, Abschalten sind Eigenschaften, die in der Werbung oft mit dem Fahren auf Rädern in Verbindung gebracht werden.

*Was kann schöner sein, als ins Auto zu steigen, den Gang einzulegen und loszufahren? Ein unbeschreibliches Gefühl, Familie, Job und Alltag auch einmal hinter sich zu lassen. Dynamisch beschleunigen, sicher bremsen. Heute mal entspannt dahingleiten und morgen vielleicht einen Gang schneller unterwegs sein. So schön kann Fahren sein.*

#### Die Freude an Technik und Design

Die Freude an einem schön gestalteten „Ambiente“, wie man sie von der Architektur der Wohnungseinrichtung oder der Außenraumgestaltung kennt, läßt sich auch auf das Auto als Gegenstand des täglichen Gebrauchs übertragen. Das Fahrzeug, mit dem man zu Verwandten, Freunden oder Geschäftspartnern fährt, sich also in seinem gesellschaftlichen Umfeld präsentiert, kann viel über den persönlichen Geschmack der Fahrerin oder des Fahrers aussagen. Außerhalb der Wohnung steht neben dem Auto



Der pure Fahrspaß (Foto: Schmarowski).

nur noch die Möglichkeit, dem Gegenüber die Persönlichkeit über die Kleidung darzustellen. Die vielen möglichen Lebensstile lösen den Wunsch aus, sich mit einem besonderen Profil zu versehen und sich damit zu identifizieren.

Um diesen Ansprüchen von Individualität gerecht zu werden, bietet die Fahrzeugindustrie unzählige Gestaltungs- und Ausstattungsvarianten.

Besser als in den Werbetexten kann es nicht beschrieben werden:

*Ein Traum, den man nicht nur träumt, sondern erleben sollte. Was ist es, was an dem Auto so fasziniert? Die harmonische Linienführung oder der unverwechselbare Charakter? Oder sind es die Träume und Emotionen, die dieser Anblick auslöst? Träumen von einer grenzenlosen Freiheit auf Rädern? Von Abenteuern und Sehnsucht nach der Welt? Lassen Sie sich entführen in eine einzigartige Erlebniswelt. Eine Welt, in der echte Werte zählen und authentische Materialien überzeugen.*

#### Das Auto als Statussymbol

Im Geschäftsleben ist das Auto das Mittel, mit dem das Erreichte symbolisiert wird. Bei den großen Unternehmen gibt es eine „Kleiderordnung“ für die Benutzung von Dienstfahrzeugen. Mit dem Autotyp präsentiert ein Unternehmen sein Image, und es läßt sich die Position des Fahrers im Unternehmen ablesen. Mehr noch als die Aktienzahl des Büroraums und die Ausstattung des Vorzimmers ist das Auto für jedermann, also auch für die Nachbarn am Wohnort, sichtbares Zeichen des beruflichen Erfolges. Selbst Außenseiterrollen lassen sich mit dem Auto definieren. Bewußtes Understatement bei der Wahl des Fahrzeugtyps signalisiert, daß man sich nicht einordnen lassen möchte.

Bestimmte Berufsgruppen und Branchen pflegen ein besonderes Image: Zur Banken-

welt gehören großräumige Limousinen, in der kreativen Architektenwelt sind es Kombifahrzeuge und in der Welt des Sports, der Freizeit und Unterhaltungsbranche finden sich verschiedene Sportwagentypen wieder.

#### Das mobile Büro

Durch die zunehmende Internationalisierung des Geschäftslebens steigt die Anzahl der Geschäftsreisen. Um die oft langen Reisezeiten zu nutzen, sind Flugzeug, Bahn und Auto wichtige Arbeitsplätze geworden. Das moderne Geschäftsauto entwickelt sich zu einer kleinen Kommunikationszentrale: Autotelefon, Telefax und Kleincomputer mit Anschluß an das Internet sind inzwischen durchaus übliche Ausstattungsmerkmale. Das Raumangebot in modernen Fahrerlimousinen mit Schreibtisch und Getränkebar ermöglicht auch über lange Strecken störungsfreies Arbeiten. In Zusammenhang mit Anschlüssen an leistungsfähige Verkehrsleittechnik können Staus und sonstige Behinderungen vermieden und Fahrtziele schnell erreicht werden.

#### 2.4 Verkehrssituation und -entwicklung in Stadt und Umland - am Beispiel des Personenverkehrs

Die Situation des Auto-Verkehrs in Städten und Ballungsgebieten hat sich ab Ende der 1980er Jahre besonders dramatisch entwickelt, und nicht selten wird inzwischen vor einem bevorstehenden Verkehrsinfarkt gewarnt.

Die räumliche Entwicklung nach dem Krieg verlief nach verschiedenen aufeinanderfolgenden und ineinandergreifenden Leitbildern (BORCHARD 1989) mit dem Ergebnis, daß die historischen Kernstädte oft durch völlig neue Standortmöglichkeiten im Umland ihre ursprüngliche Stellung als Orte für Beschäftigung und andere Funktionen verloren haben.

Diese Leitbilder waren:

- die gegliederte und aufgelockerte Stadt,
- die autogerechte Stadt,
- die massenverkehrsgerechte Stadt,
- die verdichtete urbane Stadt,
- Verbesserungen der Stadtgestalt und des Wohnumfeldes und
- der ökologische Stadtbau.

In der Phase des Wiederaufbaus nach dem 2. Weltkrieg wurden meist die alten Stadtstrukturen übernommen, allerdings die Grundstücksgrößen so verändert, daß Gewerbe- und Wohnblöcke entstehen konnten. Die Innenstädte waren durch Nutzungsmischungen und hohe Verdichtung gekennzeichnet, so daß sie schon bald durch Ver-

kehr- und Gewerbe-Immissionen belastet waren. Gestiegene Komfortansprüche und diese Belastungen veranlaßten schon in den 1960er Jahren eine Abwanderung der Bewohner in den Stadtrand oder ins Umland.

Als eindeutiges Leitbild gilt das Konzept der *gegliederten und aufgelockerten Stadt*, das die in der Charta von Athen 1933 geäußerten Ansätze der funktionalen Gliederung mit einer Trennung der Funktionen Wohnen - Arbeiten - Erholung - Bildung - Versorgung - Verkehr aufgriff. Seine Umsetzung besonders in den 1950er Jahren bewirkte das Anwachsen von Pendlerströmen, den Verlust von städtischer Vielfalt und die rasch zunehmende Zersiedelung des Umlandes.

Die Antwort auf die Bewältigung dieser Pendlerströme war ab etwa 1960 ein neues Leitbild, das den Autoverkehr weiter förderte: In zahlreichen Großstädten wurde die *autogerechte Stadt* durch den Bau aufwendiger Verkehrsnetze verwirklicht. Seine Folgen waren schwerwiegende Beeinträchtigungen der Lebens- und Umweltqualität der Städte und die Zerstörung vieler Stadtbilder, da der Individualverkehr einseitig gefördert wurde.

Fast zeitgleich entwickelte sich die Idee der *massenverkehrsgerechten Stadt*. Es wurden zahlreiche Vorschläge entwickelt, die den ÖPNV mit dem Individualverkehr kombinieren sollten. Da eine wirtschaftliche Auslastung flächendeckender öffentlicher Nahverkehrsmittel eine gewisse Wohndichte voraussetzt, wurden verdichtete Wohngebiete mit Zusammenballungen von Grundversorgungseinrichtungen im Umland der Städte gebaut. Das Konzept bewirkte weiter steigende Verkehre.

Ende der 1960er Jahre wurde als neues Leitmotiv die *Urbanität durch Dichte* in der Stadtplanung umgesetzt. In die Zentren der Städte wurden Großkaufhäuser, Banken, Büro- und Wohnhochhäuser, Restaurants u. ä. gebaut, ohne bei Planung und Bau das Wohnumfeld und die Gestaltung von Frei- und Grünflächen ausreichend zu berücksichtigen. Die Folgen waren weiter ansteigende Lärm- und Abgasbelastungen durch Verkehr, Staus zu den Stoßzeiten, fehlende Parkplätze, Probleme mit dem Parksuchverkehr und eine Abnahme der Wohnqualität verbunden mit weiterer Abwanderung der Bevölkerung in das Umland. Eine wirkliche Funktionsmischung wurde nicht erreicht.

So kam es ab den 1970er Jahren zu einer neuen Phase der Stadtentwicklung und zu einem neuen Leitbild, nämlich zur *Verbesserung der Stadtgestalt und des Wohnum-*

*feldes*. In dieser Phase befinden wir uns gegenwärtig. Fußgängerzonen und Verkehrsberuhigungen, Tempo 30-Zonen und Radfahrnetze wurden und werden eingerichtet, das Angebot des ÖPNV verbessert sowie gestalterische Maßnahmen zur Wiedergewinnung von städtischer Wohn- und Lebensqualität durchgeführt, Wohnungen und Arbeitsplätze werden soweit möglich in die Stadtzentren zurückgeholt. Das Problem des anwachsenden Verkehrs und besonders des Auto-Verkehrs bleibt trotzdem ungelöst, da viele der Verkehrsberuhigungen eine Verlagerung in bis dahin nicht belastete Gebiete bewirkt haben. Die in vielen Innenstädten errichteten Großparkhäuser haben die Parkprobleme nicht beseitigt, eher noch verschärft, weil weiterhin ein Anreiz besteht, mit dem Auto in die Stadt zu fahren. Einkommensschwächere Gruppen sind nach wie vor auf preiswerte Wohnungen im Umland angewiesen und erzeugen Verkehr.

Die Verkehrsprobleme sind trotz des Richtungswechsels der genannten Leitbilder geblieben. Im Gegenteil, die Entwicklung besonders des Auto-Verkehrs ist spiralförmig (Abb. 3) mit immer höherer Intensität abgelaufen und dies scheint unaufhaltbar zu sein:

Das Thema Verkehr steht in der Reihe städtischer Problemfelder weit oben, und es bleibt fraglich, ob der befürchtete Kollaps angesichts der zuvor dargestellten Prognosen mit den Ansätzen für ein neues Leitbild für die Planung von Städten und städtischer Ballungsgebiete verhindert werden kann. Der *ökologische Stadtumbau* stellt die Bedürfnisse der Menschen nach Umweltqualität sehr viel stärker in den Vordergrund, als dies die angeführten Leitbilder berücksichtigten. Seine Umsetzung durch umweltverträglichere Stadtplanung unter Beachtung der langfristigen Sicherung der natürlichen Ressourcen und der Lebensgrundlagen für Menschen, Tiere und Pflanzen ist ein wichtiger Schritt, um die Anforderungen der Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro zu erfüllen. Die knappen Kassen der Öffentlichen Hand erschweren jedoch die Verwirklichung.

Das Auto hat für viele Menschen nicht nur eine Bedeutung als Transportmittel, sondern gilt auch als Symbol für den erreichten Lebensstandard. In Zusammenhang mit den erkannten Umweltproblemen bietet die Kombination neuer Konzepte der Auto-technik, der Autonutzung, des ÖPNV zusammen mit den heutigen Telekommunikationstechniken neue Chancen, Mobili-

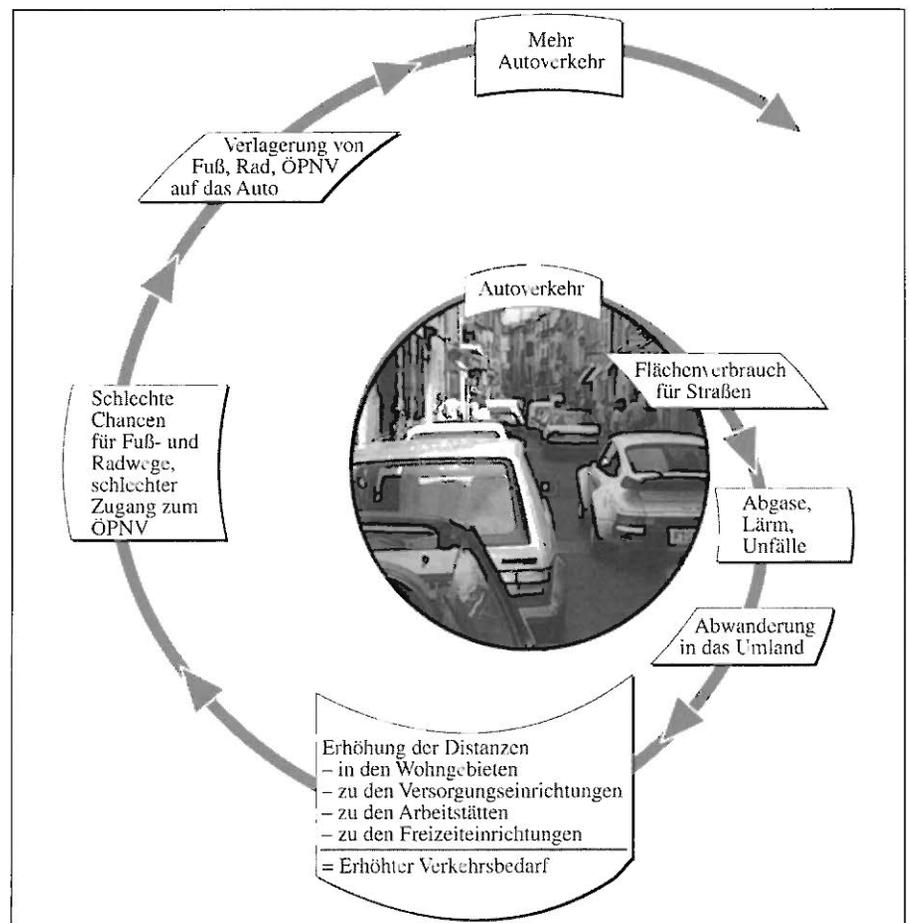


Abb. 3: Quelle: R. PETERSEN - Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH, WI-Grafik V-151.95.

tät umweltverträglicher zu gestalten, auf die in Abschnitt 4 eingegangen wird.

### 3 Wirkungen und Folgen des Verkehrs

#### 3.1 Auswirkungen auf Naturhaushalt und Landschaftsbild

Der Pkw-Verkehr führt zu tiefgreifenden Veränderungen des Naturhaushaltes.

Durch den Bau von Verkehrswegen und den Straßenverkehr werden Landschaftsräume zerschnitten, Flächen versiegelt und Böden verdichtet sowie die angrenzenden Gebiete mit Schadstoffimmissionen und Lärm belastet.

Die freigesetzten Schadstoffe können sich in Böden, im Grundwasser und in den

Oberflächengewässern sowie in Vegetation und Fauna anreichern. Die Verkehrsfläche nimmt - wie zuvor erwähnt - in Deutschland rund 5 % der Gesamtfläche ein. Die Anzahl der Kraftfahrzeuge (Lastkraftwagen, Autos) ist auf 48,6 Mio. gestiegen. Dies hat zu einer starken Zunahme des Verkehrs und damit zu einem erheblichen Belastungsanstieg der angrenzenden Flächen geführt (Abb. 4).

Im folgenden sollen die Auswirkungen des Pkw-Verkehrs auf Böden, Grundwasser und bodennahe Atmosphäre näher erläutert werden.

#### Bodenbelastungen

Durch den Kraftfahrzeugbetrieb gelangt ein breites Spektrum an gasförmigen, partiku-

lären sowie gelösten und flüssigen anorganischen und organischen Schadstoffen in die Böden<sup>4)</sup>. Die gasförmigen bodenbelastenden Schadstoffe (z. B. Stickoxide, Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe [PAK], Polychlorierte Biphenyle [PCB]) stammen überwiegend aus der Verbrennung und Verdampfung von Treibstoffen. Metallische Schadstoffe (z. B. Cadmium, Zink, Nickel, Chrom, Antimon, Palladium) werden dagegen vor allem durch Reifen-, Bremsbelag- und Fahrbahnabrieb freigesetzt. Die Schadstoffbelastung ist bei gleichem Abstand von der Fahrbahn nicht nur von der Verkehrsstärke und vom Fahrverhalten abhängig. Sie wird in hohem Maße auch von meteorologischen Bedingungen, Relief, Trassenführung, Vegetationsart und Alter der Straßen beeinflusst. Die Beziehungen zwischen Schadstoffgehalt im Boden und der Entfernung vom Straßenrand sind daher großen Schwankungen unterworfen (Abb. 5).

Während sich die Bleiimmissionen in den letzten 15 Jahren stark vermindert haben, sind durch den Einbau von Katalysatoren Immissionen von Platin und weiteren Elemente der Platingruppe (Palladium, Iridium, Rhodium) hinzugekommen.

Beim Bau von Straßen findet im Bereich der Fahrbahnen in der Regel ein tiefes Auskoffern der Böden, ein Auffüllen mit Schottern, ein Verdichten und Versiegeln mit einer undurchlässigen Decke statt, so daß kaum mehr Bodenleben vorhanden ist und der Boden seine Funktionen nicht mehr erfüllt. Aber auch am Rande der Fahrbahnen kommt es zu tiefgreifenden Veränderungen, die im urbanen Bereich stärker als außerhalb der Städte zum Tragen kommen.

#### Oberflächenwasser- und Grundwasserbelastungen

Die o. a. Stoffgruppen, die in Böden eingetragen werden, können bei unzureichenden Puffer- und Filtereigenschaften in das Grundwasser oder beim Auftreten von Oberflächenabfluß auch in die Oberflächengewässer gelangen. Die Verlagerung von Schadstoffen in das Grundwasser ist bei den einzelnen Stoffgruppen sehr unterschiedlich. Sie hängt innerhalb einer Stoffgruppe ab von

- physikalischen Eigenschaften (z. B. Wasserdurchlässigkeit, Luftkapazität und Wasserspeicherkapazität, Bodenart)
- chemischen Eigenschaften (z. B. Sorptionskapazität, Kalkgehalt, Humusgehalt, pH-Wert und Redoxpotential) und
- biologischen Eigenschaften (z. B. biologische Aktivität).

4) Boden wird hier im Sinne der Definition in §2 Bodenschutzgesetz verstanden (vgl. Glossar).

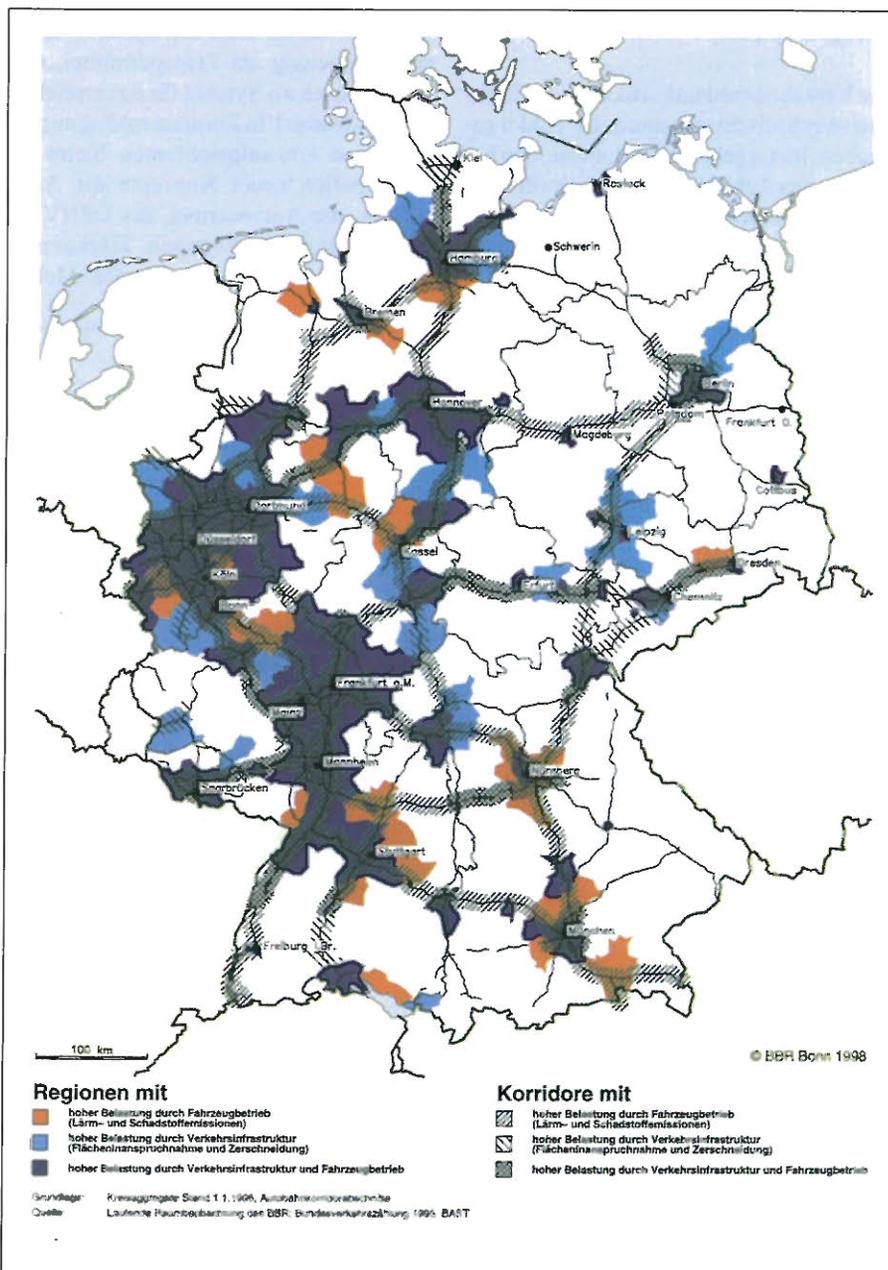


Abb. 4: Verkehrlich hoch belastete Räume - Regionen und Korridore.

Eine relativ hohe Verlagerungsgefahr und Mobilität für Schwermetalle besteht bei sorptionsschwachen, sauren, durchlässigen Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität. Bei tonigen sowie karbonathaltigen Böden ist die Mobilität von Schwermetallen dagegen stark eingeschränkt und die Gefahr der Verlagerung ins Grundwasser sehr gering.

Organische Schadstoffe (z. B. PAKs, PCB) werden in Böden von der organischen Substanz stark sorbiert. Eine Verlagerungsgefahr der organischen Schadstoffe besteht daher besonders bei humusarmen Böden.

Bei Verkehrsflächen ist der Wasserhaushalt infolge der Versiegelung stark verändert. Bei vollversiegelten Flächen ohne Fugenanteil ist die Grundwasserneubildung sehr gering. Unter versiegelten Flächen mit hohem Fugenanteil (> 30 %), z. B. Kopfsteinpflaster, kann sie relativ hoch sein und mehr als 50 % des Niederschlages betragen (s. Abb. 6).

Durch den Bau von Straßen kann die Grundwasserbewegung beeinflusst werden. Im Bereich des Grundwasserzustroms kann es durch den Straßenbau zu einem Grundwasseranstieg kommen, im Grundwasserabstrom dagegen zu Grundwasserabsenkungen.

#### Klimaveränderungen und Luftbelastungen

Durch die hohe Versiegelung der Erdoberfläche an Verkehrswegen verändern sich die mikroklimatischen Bedingungen auf und in der Nähe der Fahrbahnen. So steigt z. B. die Lufttemperatur an, die Luftfeuchte ist dagegen erniedrigt. Durch die Anlage von Straßen kann die bodennahe Windgeschwindigkeit (durch einen Düseneffekt) sowohl in dicht bebauten Bereichen als auch in Grünflächen merklich ansteigen. Derartige Straßen wirken in urbanen Räumen nicht als Belüftungsbahnen, da aufgrund des hohen Versiegelungsgrads eine Erwärmung der transportierten Luftmassen und durch die teilweise hohe Verkehrsbelastung eine Anreicherung dieser Luft durch Immissionen festzustellen ist.

Durch die Abgase des Kraftfahrzeugverkehrs gelangen Kohlendioxid und Stickstoffoxide in die Atmosphäre, die den globalen Treibhauseffekt verstärken. Stickstoffoxide sind in Verbindung mit einer Fülle gleichfalls emittierter Kohlenwasserstoffe die Vorstufen bei der Bildung des photochemischen Smogs mit der Leitsubstanz Ozon. Diese klimarelevanten Gase können von einer bestimmten Konzentration an Menschen, Tiere, Pflanzen und Böden schädigen.

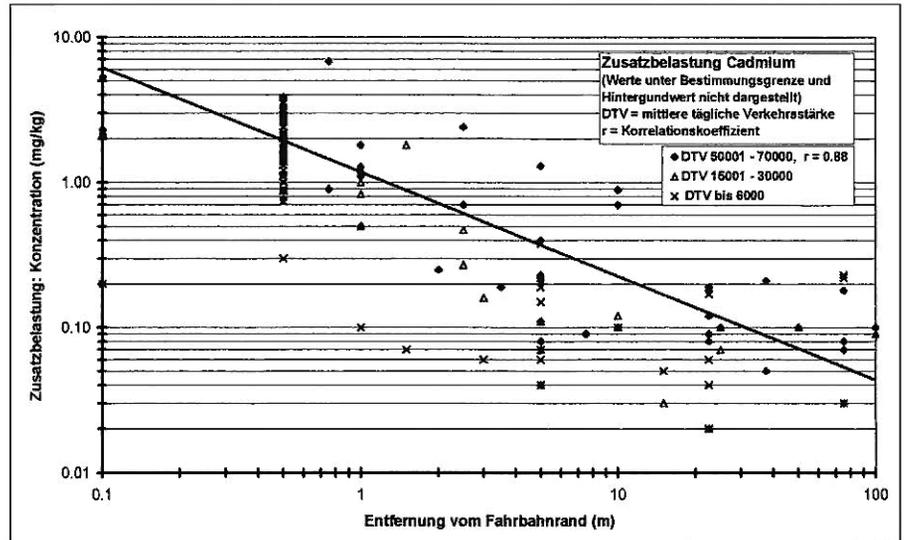


Abb. 5: Verlauf der Zusatzbelastung bei verschiedenen Verkehrsstärken (Bankett/Grünfläche, Leelage, freie Ausbreitung, Königswasseraufschluß) (n. KOCHER und PRINZ 1998). Dargestellt sind die straßenbedingten Belastungen (= Zusatzbelastung). Die Grund- und Hintergrundbelastungen a) geogene Gehalte, b) ubiquitäre/diffuse anthropogene Hintergrundbelastungen und c) emittentenbezogene anthropogene Vorbelastung) wurden von den Gesamtgehalten abgezogen.

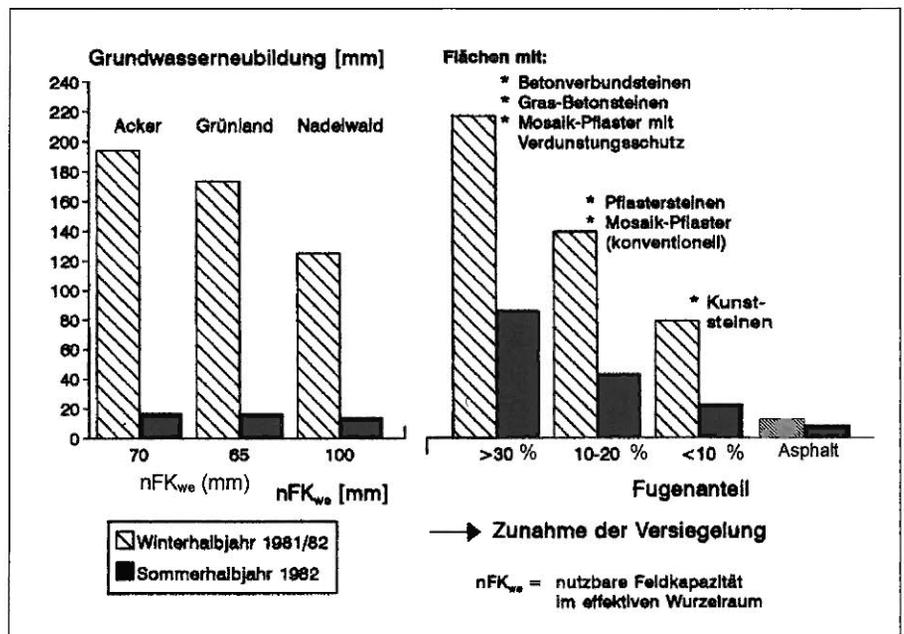


Abb. 6: Grundwasserneubildung bei unterschiedlichen Flächennutzungen und Versiegelungsmaterialien an grundwasserfernen Standorten in Berlin (in mm/Winter- bzw. Sommerhalbjahr, in Anlehnung an RENGGER et al. 1987).

#### Auswirkungen auf Organismen

Die aus dem Verkehrssektor stammenden Belastungen von Lebewesen und ihren Lebensräumen lassen sich auf Kfz-Emissionen, physikalisch charakterisiert durch Geräusch (Lärm) und Erschütterung, chemisch durch die Freisetzung von Gasen, Stäuben und Flüssigkeiten und auf räumliche Veränderungen zurückführen. Die Auswirkungen sind in der Übersicht 1 dargestellt.

#### Wirkungen von Kfz-Schadstoffen

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen wird ein breites Spektrum an organischen und anorganischen Schadstoffen emittiert.

Für alle Luftverunreinigungen sind Böden und Gewässer die großen Senken (Auffangbecken). Dies gilt für die anorganischen und ebenso für die besonders zahlreichen organischen Verkehrsimmissionen. Böden und Gewässer werden dadurch aber auch zu Quellen für die Aufnahme (Absorption) von Schadstoffen durch Organismen.

Die  $\text{NO}_x$ -Immissionen wirken - gemeinsam mit dem vornehmlich aus der Landwirtschaft stammenden Ammoniak (bzw. Ammonium) - auch düngend, was sich besonders deutlich in der beschleunigten Wüchsigkeit der Bäume (gilt allerdings nicht für die Bäume am unmittelbaren Rand von

### Mögliche Schädwirkungen Trasse-Naturhaushalt

Unmittelbare Folgen	Mittelbare Folgen	Langzeitfolgen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überbauung und Versiegelung von Lebensraumflächen</li> <li>- Zerschneidung von funktionalen (=naturhaushaltlichen) Zusammenhängen, wie der Durchtrennung von Tierwech-seln</li> <li>- Beunruhigung und Verlärmung bis-lang relativ ungestörter Bereiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbringen einer (oft) vom Umland abweichenden Mikroklimabarriere</li> <li>- Einbringen anthropogener Randzonen, Einbringen „biotopfremder“ kulturbe-günstigter Biozönosen (Lebensgemein-schaften)</li> <li>- Überdüngung und Vermüllung des engeren Trassenbereichs</li> <li>- Isolationswirkung auf Tierpopulationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dezimiertes Artengleichgewicht, ggf. lokales Erlöschen örtlicher Populatio-nen</li> <li>- Verschiebung und Trivialisierung der Artenzusammensetzung</li> <li>- Schleichende Überformung und Ver-fremdung ganzer Lebensgemeinschaf-ten weit über den Trassenbereich hinaus</li> </ul>

Übersicht 1 : Quelle: Bundesamt für Naturschutz 1997, verändert.

Verkehrsstraßen) in den beiden letzten Jahr-zehnten äußert. Diese Vermehrung an Bio-masse ist jedoch mit erhöhter Empfindlich-keit gegenüber Temperaturextremen und Trockenheit verbunden. Zugleich kommt es mit dem Stickstoffeintrag zu einer *Boden-eutrophierung*, durch die zahlreiche auf nährstoffarme Böden angewiesene Pflan-zen- und Tierarten von ihren Standorten verdrängt werden.

Eine verstärkte Rückhaltung der Stickstoff-Emissionen im Autoverkehr ist demnach aus mehreren Gründen erforderlich. Aus medizinischer Sicht ist außerdem die Ent-fernung des krebsfördernden Rußes aus den Abgasen der Dieselmotoren unerlässlich, besonders dann, wenn zukünftige 3-Liter-Autos von Dieselmotoren betrieben werden sollten. (Pro Fahrstrecke entfallen derzeit 30 % der Gesamtemissionen an Stickstoff-oxiden und 97 % der Partikelemissionen auf Dieselmotoren. Allerdings waren 1997 nur 13,5 % Diesel-Pkw am Verkehrsaufkom-men beteiligt).

Problematisch ist weiterhin der Input von *Schwermetallen* aus dem Kfz-Verkehr in die terrestrischen und aquatischen Ökosy-teme. Zwar ist dieser Eintrag durch Ver-besserungen am Fahrzeug und andere Zu-sammensetzungen des Treibstoffs rückläu-fig, zugleich werden aber durch neue Tech-niken (Katalysator-Auto) andere Schadstoffe (Platin, Palladium) freigesetzt. Da die Schwermetalle in den Böden wenig mobil sind und nicht abgebaut werden, besteht die Gefahr, daß sie über die Aufnahme durch Pflanzen in das *Nahrungsnetz* gelangen, an deren Ende der Mensch steht. Von einer Bindung der Elemente in den oberen, orga-nischen Bodenhorizonten werden die Streu-zeretzenden Tiere und Mikroorganismen betroffen. Verzögerter Streuabbau und zu-

nehmende Konzentrierung der persistenten Elemente in Böden sind die Folge. Eine weitere Minimierung der Metallemis-sionen ist daher erforderlich.

Bei gleichem Verkehrsaufkommen ist die *allgemeine Immissionsbelastung* dort be-sonders hoch, wo durch zu dichte Bebau-ung, Bepflanzung oder Tieflage einer Tras-se der Abtransport der belasteten Luft durch den Wind behindert ist. Dann konzentrieren sich die Schadstoffe am Straßenrand und im Aufwuchs. Doch läßt sich durch richtig strukturierte Bepflanzung (Parkanlagen, Grünstreifen, Sträucher, Hecken) durchaus auch eine *Verringerung der Luftver-unreinigungen* erreichen. Dies gilt beson-ders für die partikulären Verkehrs-im-missionen, die durch Blätter und Äste aus-gefiltert werden und dann mit dem nächsten Regen zum Boden gelangen, wo sie aller-dings ebenfalls Belastungen verursachen.

Eine spezielle Belastung der Straßenrand-vegetation und ihrer Fauna ergibt sich aus der winterlichen *Salzstreuung*. Wird in den Boden eingedrungenes Salzwasser von Gehölzwurzeln aufgenommen, so können sich noch mehrere Jahre hindurch Salz-schäden zeigen. Ist ein Salzeinsatz zur Ver-kehrssicherheit unvermeidbar, *sind Ge-schwindigkeitsbegrenzungen* angebracht, um wenigstens die Salzkontakt-schäden (sie bewirken Vertrocknen von Knospen und Blättern) durch aufgewirbeltes Spritzwas-ser möglichst gering zu halten.

Über das Verhalten einzelner durch den Verkehr verursachter Schadstoffe in Orga-nismen, insbesondere über die Akkumulati-on in bestimmten Organen von Mensch, Tier und Pflanze gibt es viele Informatio-nen, weniger über die Wechselwirkung zwischen verschiedenen Schadstoffkombi-

nationen unter den sich ständig ändernden Freilandbedingungen.

Auf Stoffwechseländerungen durch Luft-verunreinigungen beruht offenbar auch die erhöhte Allergenität von Gras- und Baum-pollen, die in verkehrsbelasteten Bereichen festgestellt worden ist. Diskutiert wird be-sonders über eine vermehrte Allergen-freisetzung durch Stickstoffoxide. Bei kli-nischen Studien in Japan wurde in Zedern-wäldern ohne Autoverkehr eine Polli-nosehäufigkeit (allergische Reaktion auf Pollen) von 5,1 %, in der Nähe einer Auto-bahn mit Zedernbestand dagegen eine sol-che von 13,2 % konstatiert.

Analysen von Birkenpollen an stark fre-quentierten Straßen lassen die Bildung von Streßproteinen vermuten. Die meist sehr rauhe Pollenoberfläche bietet außerdem vielen Abgaskomponenten, vor allem Dieselruß und seinen Inhaltsstoffen, eine vorzügliche Anhaftungsfläche (BEHRENDT et al. 1997, FROMME 1998). Die differie-rende Zahl an Allergikern in den alten und den neuen Bundesländern wird mit der un-terschiedlichen Exposition gegenüber Kfz-Abgasen in Verbindung gebracht (EIKMANN 1998).

Ob und welche Bedeutung solche Verände-rungen im Stoffwechsel für die Populatio-nen, Biozönosen oder gar für das Ökosy-tem haben, ist unbekannt. Es besteht hier-über noch ein *hoher Forschungsbedarf*.

#### *Flächeninanspruchnahme und Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt*

Mit dem ständig wachsenden Verkehr nimmt der Ausbau des Straßennetzes und, beson-ders in den Städten, von Flächen für den ruhenden Verkehr weiter zu. Dies bedeutet für Menschen eine *Einschränkung der Frei-*

zeit- und Erholungsmöglichkeiten (namentlich für Kinder), für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten eine *Einengung oder Isolierung ihres Lebensraumes* oder gar dessen *völliger Verlust*. Die Gefährdung wächst mit der Straßenbreite, die für bodengebundene oder wandernde Arten (z. B. Amphibien) zu einer unüberbrückbaren Barriere wegen des lebensgefährlichen Überquerens wird.

Das dichte Straßennetz Deutschlands wirft Fragen der ökologischen Bewertung der begrünten Randflächen und ihrer Pflege nach Naturschutzkriterien auf. Immerhin wird geschätzt (STOTTELE 1992), daß die Straßenrandflächen insgesamt rund 5.000 km<sup>2</sup> einnehmen.

Unter Bezugnahme auf Übersicht 1 werden die möglichen schädlichen Wirkungen von Verkehrsstrassen auf Organismen an dieser Stelle näher ausgeführt:

- Nachweislich zerschneidet ein Verkehrsband mit fester Decke funktionale Beziehungen in der Landschaft, z. B. erschwert oder unterbindet es Ausbreitungsbewegungen vieler Tierarten und engt damit deren Lebensraum ein, oft selbst unter die kritische Lebensraumfläche.
- Beispielsweise verkehrt eine Trasse, die neu durch baum- und buschgeprägte Bereiche geführt wird, die natürlichen Mikroklimabedingungen sowie die typische Situation minimaler abiotischer Schwankungen in das Gegenteil.

Während eine baumgeprägte Vegetationsschicht (vor einer Trassierung) Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Verdunstungsrate und Windgeschwindigkeit in der unteren Skala relativ konstant hält, ist eine feste Decke in solchen Bereichen durch eine große Schwankungsbreite der genannten Parameter infolge der hohen Ein- und Ausstrahlungsrate gekennzeichnet.

Eine solche totale Veränderung der Mikroklimabedingungen wird zwangsläufig zu einer relativ raschen Verdrängung der an waldartige Klimabedingungen gebundenen Arten (z. B. vieler Wald-Laufkäferarten) führen. Dabei bleiben die Auswirkungen einer solchen Mikroklimaschwelle erfahrungsgemäß keineswegs allein auf den Trassenkörper beschränkt, vielmehr sind sie oft bis zu einer Tiefe von 30 m beidseits der Trasse meßbar. Als Konsequenz eines solchen „abiotischen Einschnitts“ erhöht sich für die an waldartige Mikroklimabedingungen gebundenen Arten der Verlust an besiedelbarer Fläche (also an Lebensraumfläche) über den unmittelbaren Trassenkörper hinaus um ein Vielfaches.

- Längs der schmalen, straßenbegleitenden Bankette, die üblicherweise einheitlich mit Oberboden abgedeckt und oft auch eingesät werden, wandern eurytope, kulturbegünstigte Arten in die Biozönosen ein; die ursprüngliche Flora und Fauna wird dadurch zunehmend verdrängt. In Verbindung mit den genannten mikroklimatischen Effekten der Trasse, der direkten Zerschneidung der Biotope von durchgängigen Landschaftsgefügen bewirkt dies eine tiefgreifende Veränderung der Zönosen (Gemeinschaften) im Trassenbereich und bis zu 30 m beidseitig davon.

An Konsequenzen z. B. für die Tierwelt sind zu erwarten:

- Die Artenzahlen insgesamt und die Besiedlungsdichte der ökologisch anspruchsvolleren und empfindlicheren Arten nehmen ab.
  - Die mittlere Biomasse sinkt überproportional, d. h. größere Arten verschwinden insgesamt ungleich stärker als kleinere.
  - Die Zönosenstruktur wird einseitiger; einzelne zivilisationsbegünstigte Arten herrschen stark vor; dies wiederum gilt als Indiz für eine latent instabile Biozönose.
  - Biotopfremde, stärker hellkeitsliebende Allerweltsarten und Kulturfolger werden sich erheblich vermehren und ihrerseits - durch zwischenartliche Konkurrenz - die Trennwirkung der Trasse für die ursprüngliche Fauna zusätzlich spürbar verstärken.
- Anstelle vielfach vernetzter Beziehungen unterschiedlicher Teilbiozönosen (entsprechend der jetzigen Habitatvielfalt, Habitat = Platz mit ganz bestimmten, für die Existenz einer Tierart wichtigen Lebensbedingungen) treten auf diese Weise durch „verstärkte Fremdregulation“ deutlich vereinfachte und verarmte Beziehungen einer insgesamt „monotonisierteren“ Tier- und Pflanzenwelt.

- Eine gravierende Schrankenwirkung von Verkehrsbändern mit festen Decken bis hin - in Einzelfällen - zu einer praktisch totalen Isolationswirkung ist insbesondere für waldbewohnende, bodenlaufende Insektenarten sowie einige Kleinsängerarten nachgewiesen. Die Ursachen dieser Isolationswirkung sind in der Mikroklimabarriere und dem Einbringen „anthropogener Zonationsbiozönosen“ zu sehen. Folge einer solchen Isolationswirkung kann fallweise eine von Art zu Art unterschiedliche (dichteabhängige) Zersplitterung in auf lange Sicht ggf. nicht mehr überlebensfähige Teilpopulationen sein. Da die Anzahl der in einem Gebiet anzutreffenden Arten außerdem flächenabhängig ist, steigt umgekehrt mit der Größe der Fläche auch die Wahrscheinlichkeit, daß sich seltenerere und hinsichtlich des Flächenkriteriums anspruchsvollere Arten langfristig halten können.

- Für Biozönosen sind besonders die möglichen Langzeitwirkungen gefährlich. So droht für isolierte Biotope je nach Undurchlässigkeit der „Barriere-Trasse“ eine Artenverarmung nach Maßgabe der Flächen-Arten-Kurve. Dieser Effekt ist besonders gravierend, je kleinparzelliger die verbleibenden Restbiotope sind.

Insgesamt bewirken die drei genannten Langzeitfolgen einen Verlust stenöker Arten zugunsten von „Allerweltsarten“ (stenök = Arten, die nur eine geringe Schwankungsbreite lebenswichtiger abiotischer Faktoren vertragen können; euryök = Arten, die Schwankungen lebenswichtiger abiotischer Faktoren innerhalb weiter Grenzen vertragen können). In zunehmendem Maße kommt es zum Aussterben von Spezialisten und zur Verbreitung von Generalisten, einem Prozeß, der eine Entwicklung nachvollzieht, wie sie in den letzten Jahrzehnten in der Zivilisationslandschaft in großem Umfang abgelaufen ist und zu den großen Problemen im Artenschutz geführt hat.



*Asphalt: vereinzelt gelingt der Flora ein kleiner Durchbruch (Foto: Pretscher).*

Die Vielfalt von Arten ist abhängig von der umgebenden Landschaft und dem Artenaustausch. Die ökologische Wertigkeit der Lebensgemeinschaften von Straßenrändern kann jedoch immer nur relativ zur weiteren Umgebung (ist diese strukturreich oder strukturarm) bewertet werden. Durch differenzierte Pflege und Entwicklung (späte Mahd, längere Brache) der Straßenränder läßt sich die Vielfalt von Flora und Fauna und damit der ökologische Wert steigern.

Wenn weiterer Straßenbau unausweichlich ist, dann muß - neben Vermeidung von Biotopzerschnidungen - die Anlage eines ausreichend breiten begrünten Randstreifens als unabdingbares Strukturelement vorgesehen werden.

#### **Auswirkungen auf das Landschaftsbild**

Zusätzlich zu den Wirkungen auf den Naturhaushalt sind die Wirkungen von Straßen - wie überhaupt aller Verkehrsstrassen - auf das Erscheinungsbild und die sinnliche Wahrnehmung von Natur- und Kulturlandschaften anzuführen. Die voranschreitende Verkleinerung unzerschnittener Bereiche durch das immer engmaschiger werdende Verkehrsnetz wirkt sich auch optisch aus. Betroffene Landschaften werden oft nachteilig verändert, z. B. überprägen kompakte Brückenbauwerke ganze Täler. Dies kann vor allem die Erholungseignung und das Landschaftserlebnis nachteilig beeinflussen. Die Bewertung von Veränderungen des Landschaftsbildes durch den Bau von Verkehrsstrassen ist im Verhältnis zur Bewertung naturhaushaltlicher Belange allerdings ungleich schwieriger, weil einheitli-



Autobahnbau im Naturschutzgebiet Rottachmoos (Foto: Pretscher).

Potentielle Wirkungen einiger Schadstoffe aus dem Kfz-Bereich		
Schadstoff	Mensch	Pflanze
CO	Atmungsgift	
CO <sub>2</sub>		wachstumsfördernd
NO <sub>2</sub>	Reizstoff für Atmungsorgane	düngend, schädigend als Bestandteil des sauren Regens
O <sub>3</sub> (Photooxidantien)	Reizstoff für Atmungsorgane, verringerte Infektionsresistenz, krebsfördernd	sehr schädigend
SO <sub>2</sub>	Reizstoff für Schleimhäute (bes. bei Asthmatikern)	schädigend
Saure Aerosole (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> )	Reizstoff für Atemwege	schädigende Komponenten im sauren Regen
Benzol	krebsfördernd	
PAK	krebsfördernd	Oberflächenadsorption
Dieseleruß	krebsfördernd, allergisierend	Oberflächenadsorption
Schwermetalle	elementspezifische Wirkung, Blockierung von Enzymen	organ- und artspezifische Adsorption und Akkumulation

Tab. 1: Potentielle Wirkungen einiger primärer und sekundärer Einzelkomponenten aus dem Kfz-Bereich. PAK = polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (EIKMANN 1993, VDI 1993, RSU 1994, STEUBING et al. 1995, FROMME 1998).

che und allseits akzeptierte Beurteilungsmaßstäbe trotz des Vorliegens systematischer Verfahren fehlen.

### 3.2 Auswirkungen auf den Menschen

#### Schadstoffemissionen

Der Betrieb von Kraftfahrzeugen kann aufgrund der entstehenden Emissionen gesundheitliche Risiken für den Menschen bewirken.

Die folgenden Emissionspfade sind von grundsätzlicher Bedeutung:

- Abgase durch den Motorenbetrieb
- Handhabung und Transport der Kraftstoffe
- Ausgasungen aus den verwendeten Materialien und Werkstoffen.

Diese Emissionen können sowohl die am Kraftverkehr direkt beteiligten Personen (Fahrer, Mitfahrer) sowie unbeteiligte Personen betreffen.

Für den Personenkreis der am Kraftverkehr unbeteiligten Personen werden vorwiegend weitergetragene Emissionen in Betracht gezogen. Für die Betreiber von Kraftfahrzeugen ist die Exposition durch Ausgasungen sowie bei der Handhabung von Kraftstoffen besonders relevant. Die Emissionen können in gasförmigem Zustand (Ozon, Benzol etc.) sowie in partikelgebundenem Zustand (Dieseleruß, schwermetallhaltige

Aerosole etc.) auftreten. EIKMANN (in diesem Heft) weist darauf hin, daß Ozon, Benzol und Dieseleruß besonders herauszustellen sind. Ozon wirkt akut auf die Atemwege (Kinder, Allergiker, ältere Menschen), während Benzol und Dieseleruß als eindeutig krebsfördernde Substanzen eingestuft sind.

Wie einzelne emittierte Stoffe wirken, ist der Tab. 1 zu entnehmen.

Kraftfahrzeuge werden als *Linienemittenten* bezeichnet. Die bei ihrem Betrieb emittierten Schadstoffe sind nicht räumlich auf Städte oder Ballungsgebiete begrenzt; selbst die sog. Reinluftgebiete weisen heute Schadstoffanteile auf.

Die sekundäre Bildung von bodennahem Ozon aus der Vorläufersubstanz NO<sub>x</sub> unter Einfluß von Sonneneinstrahlung ist hinsichtlich der spezifischen Exposition der Bevölkerung umweltmedizinisch schwierig einzustufen. Aufgrund der chemisch-physikalischen Eigenschaften der aus den Fahrzeugen freigesetzten Stoffe treten in straßenabgelegeneren Bereichen (z. B. auch größere Stadtparks) und den stadtfernen Gebieten (Reinluftgebiete) häufig höhere Ozonkonzentrationen auf als in unmittelbarer Straßennähe und in den verkehrsreichen Innenstädten; dies wird durch die NO<sub>x</sub>- und die daran gekoppelte Ozonverdriftung und -umsetzung verursacht. Das Ozon wird in den sog. Reinluftgebieten sehr viel langsamer abgebaut

als in den Entstehungsgebieten. Darüber hinaus kommt es im Vergleich zu den zentralen Arealen zu einer Verschiebung der Immissions-Spitzenkonzentrationen in die Nachmittags- und Abendstunden (vgl. auch Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1993, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg und Forschungszentrum Jülich 1992).

In den Ballungsräumen sind die Einwohner den verkehrsbedingten Immissionen unterschiedlich stark ausgesetzt. Ursachen sind die niedrige Quellhöhe der Emissionen (Abgasanlagen der Kraftfahrzeuge) und die häufig sehr unterschiedlichen Verkehrsdichten in den Wohnstraßen. So kann z. B. die Benzol-Konzentration an der Straßenseite eines Hauses erheblich höher sein als auf der verkehrsabgewandten Seite. Auch in der Nachbarschaft von Tankstellen können vergleichsweise hohe Konzentrationen von Benzol und Toluol gemessen werden.

Beim Aufenthalt im Auto-Innenraum sind Insassen einer Reihe von Schadstoffen ausgesetzt, die vom eigenen Fahrzeug oder von vorausfahrenden Fahrzeugen stammen können oder bei der „Tankatmung“ und aus defekten Treibstoffschläuchen emittiert werden.

Auch wenn es für die genannten Substanzen verschiedene Auffassungen über die Wirkungsschwellen gibt, ist es aus medizinischer Sicht in jedem Fall ratsam, die Immissionsspitzenkonzentrationen zu senken.

### Lärm

Etwa 20 % der Bundesbürger fühlen sich durch den Straßenlärm stark belästigt, wobei der Lärm schwerer Lkw's an der Spitze der Lärmskala steht, bei den Pkw jedoch die Dauerbelastung durch die Menge der Fahrzeuge bemängelt wird. Ca. 12 Mio. Menschen sind tagsüber Lärmimmissionen von 55 dB (A) ausgesetzt, bei besonders belasteten Gebieten werden bis zu 80 dB (A) gemessen. Neben den Belästigungseffekten (Schlafstörungen, Konzentrationsschwierigkeiten) werden dem Lärm direkte gesundheitliche Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-System (erhöhte Herzinfarktrate, Steigerung von Blutdruck, Cholesterin und Blutfett) zugeschrieben (vgl. Tab. 2).

Der Lärm stammt nicht nur von den Motoren der Fahrzeuge, sondern wird auch, vor allem bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit, durch das Rollgeräusch verstärkt, das wiederum von der Beschaffenheit der Reifen und der Fahrbahn abhängt. Außerdem wird der Lärmpegel von der Verkehrssituation (Verkehrsdichte, Häufigkeit von

Dezibelhöhe verschiedener Geräuschquellen	
Geräuschquelle	dB (A)
Hörschwelle	0
Blätterrauschen	20
Unterhaltungssprache	40
Telefon	60
Autohupe	90
Preßlufthammer	110
startendes Flugzeug	120
Schmerzgrenze	130

Tab. 2: Übersicht über die Dezibelhöhe (dB) verschiedener täglicher Geräuschquellen.

Ampeanlagen) und der individuellen Fahrweise beeinflusst. Während der Lärm beim Menschen - wie angedeutet - von psychischen Störungen bis zu physiologischen Wirkungen reicht, scheinen viele Tiere gegenüber Geräuschen unempfindlicher zu sein. Bei manchen Arten, z. B. äsenden Nonnengänsen, sind Verhaltensänderungen durch Verkehrsgereusche beobachtet worden (KRUCKENBERG, JAENE & BERGMANN 1998; MACZEY & BOYE 1995).

Eine Minderung der Lautstärke des rollenden Verkehrs wird sich durch weitere technische Verbesserungen am Auto, an den Reifen selbst, vor allem aber durch lärm-dämpfende Straßendecken erreichen lassen. Entlang der Straßen ist durch Schallwände, Wälle oder breitere Grüngürtel eine Reduzierung des Verkehrslärms zu erreichen. Durch entsprechende Verkehrslenkung sollte ein gleichmäßiges Fahren ermöglicht werden, zumal sich durch eine gleichmäßige Fahrweise auch die Emissionen der Autos und der Treibstoffverbrauch merklich verringern.

### Straßenverkehrsunfälle

1996 ereigneten sich in Deutschland 373.100 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden, bei denen rd. 8.760 Menschen getötet und 116.500 schwer verletzt wurden (vgl. Tab. 3).

Etwa 2/3 der Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden geschehen innerhalb von Ortschaften, wobei ca. 1 % der Unfälle tödlich verlaufen. Außerhalb der Ortschaften nimmt die Schwere der Unfälle zu und etwa 5 % der Unfälle enden tödlich. Insgesamt betrachtet, hat sich die Zahl der Getöteten seit 1970 durch verkehrssicherstechnische Maßnahmen an den Fahrzeugen (auch Anschnallpflicht), durch ein verbessertes Rettungswesen und die medizinischen Fortschritte halbiert. Die immer noch mehreren tausend Toten und über einhunderttausend Verletzten mindern offensichtlich nicht die Akzeptanz des Autos in der Gesellschaft.

Straßenverkehrsunfälle waren 1996 zu 84,6 % von den Fahrzeugführern verursacht (u. a. zu schnelles Fahren, Vorfahrt, Mißachtung von Verkehrsregelungen, Einbiegen, Ein- und Ausfahren, Wenden), 0,9 % sind auf Ursachen bei den Fahrzeugen, 5,3 % auf Ursachen bei Fußgängern, 7,1 % auf Straßenverhältnisse und 2,1 % auf übrige Ursachen (hierzu zählen auch die durch Wild verursachten Unfälle) zurückzuführen (Bundesverkehrsministerium 1997).

## 4 Entwicklungen der Autoindustrie und innovativer Systeme sowie verkehrsbeeinflussende Maßnahmen

### 4.1 Entwicklungen in der Automobilindustrie

In den verschiedenen Produktionszweigen der Autoindustrie sind die Ansprüche des

Straßenverkehrsunfälle				
Jahr <sup>1)</sup>	Unfälle mit Personenschaden	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
1955	296.071	12.791	1.433.718	227.442
1960	349.315	14.406	145.439	309.521
1965	316.361	15.753	132.725	300.765
1970	377.610	19.193	164.437	367.358
1975	337.732	14.870	138.038	319.759
1980	379.235	13.041	148.952	351.511
1985	327.745	8.400	115.533	306.562
1990	340.043	7.906	103.403	344.755
1995	388.003	9.454	122.973	389.168
1996	373.100	8.758	116.500	376.700

Tab. 3: Straßenverkehrsunfälle,<sup>1)</sup> bis einschl. 1990 früheres Bundesgebiet, bis einschl. 1955 ohne Saarland und Berlin-West; 1995 Deutschland, Quelle: Statistisches Bundesamt 1997.



Tierische Opfer des Straßenverkehrs  
(Fotos: Pretscher).

Umweltschutzes zunächst ordnungsrechtlich, z. B. durch Melde- und Anzeigepflichten und durch Genehmigungsverfahren, durchgesetzt worden. Der betriebliche Umweltschutz befindet sich seitdem in ständiger Weiterentwicklung.

Die Anforderungen der EWG-Verordnung 1836/93 (Verordnung über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, kurz: Öko-Audit-Verordnung vom 29. Juni 1993) mit der Teilnahme an Zertifizierungen, Eintragungen in einem Verzeichnis der Europäischen Union und der Abgabe von Umwelterklärungen an die Öffentlichkeit tragen dem Anliegen des Umweltschutzes grundsätzlich Rechnung (vgl. HELLER in diesem Heft).

Die Automobilindustrie macht bei der Weiterentwicklung umweltverträglicherer Produktions- und Produktpolitik Fortschritte. Als Beispiele für die Verbesserung betriebsinterner Produktionsabläufe können angeführt werden: sparsamere und effizientere Verwendung von Rohstoffen, Verwendung recyclingfähiger zurücknehmbarer Materialien, Hybridtechniken/Verbundtechniken zur Einsparung von Rohstoffen und Gewicht, Verwendung umweltfreundlicher schadstoffarmer Lacke usw.

Fortschritte sind auch in der Verwendung von Bauteilen zu verzeichnen: Bereits länger auf dem Markt sind z. B. asbestfreie Bremsbeläge, inzwischen gibt es lärmvermindernde und kraftstoffsparende Reifen u. a. m. Der Anteil durch Wiederverwendung gewonnener Materialien wurde gesteigert (Batterieabdämmungen, Geräuschabschirmungen), FCKW-haltige Kältemittel wurden durch Ammoniak ersetzt.

Mobilität und Transportbedarf werden voraussichtlich weiter steigen, Ressourcen ver-

brauchen und die Umwelt durch Emissionen belasten. Daher muß die Automobilindustrie ihre ökologische Produktverantwortung noch ernster wahrnehmen. Einheitliche internationale Rahmenbedingungen, verstärkte Kooperation und marktwirtschaftliche Prinzipien sind sicherlich eine wesentliche Voraussetzung für wirtschaftliches Handeln, ihr Fehlen darf jedoch nicht als Entschuldigung für die Verschleppung der Lösung von Umweltproblemen vorgeschoben werden. Dieser Aspekt ist besonders wichtig, weil immer mehr einzelne Teile von Fahrzeugen (Module) zwar auch immer noch in Europa, aber verstärkt in anderen Teilen der Welt gebaut werden.

Die deutsche Automobilindustrie hatte sich Ende der 1970er Jahre gegenüber der Bundesregierung verpflichtet, für neu entwickelte Wagen eine Kraftstoffverbrauchsminderung von 10 - 15 % zu erzielen. Diese Zusage hat sie eingehalten und im Zeitraum 1979 - 1985 sogar eine Verbrauchsminderung von 20 - 25 % erreicht. Der Schwerpunkt umweltbezogener Forschungsanstrengungen in der Autoindustrie liegt darin, weiter Fahrzeugemissionen sowie den Kraftstoffverbrauch (bis zum Jahr 2005 weitere 20 - 25 %) durch unterschiedliche Antriebe zu reduzieren und die Lebensdauer von Fahrzeugen zu erhöhen sowie Produkte wiederzuverwerten.

Durch die Einführung des Dreiwegekatalysators konnten bestimmte Schadstoffemissionen vermindert werden. Seit 1993 fordert die EG-Abgasrichtlinie, daß alle in der Europäischen Union neu in den Verkehr kommenden Autos Schadstoffgrenzwerte einhalten. Dieser Auflage wird bei Benzinmotoren durch den Einbau eines geregelten Katalysators (EURO I) entsprochen. Ab Januar 1997 verschärfen sich die Bestimmungen, die zu einer nochmaligen Emissionsminderung von ca. 50 % führen

(EURO II). Die ab dem Jahr 2000 geltenden Grenzwertstandards für Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge (EURO III und IV) werden weitere Reduzierungen der Emissionen für das Einzelfahrzeug bringen.

Die bisher erreichten Reduzierungen sind durch die Zunahme der Fahrzeuge und der Verkehrsleistungen mehr als kompensiert worden. Dieser Trend wird sich angesichts der prognostizierten Verkehrsleistungen mit hoher Wahrscheinlichkeit fortsetzen. Als problematisch erweisen sich Kundenwünsche wie Klimaanlage, ABS, Servolenkung, Navigationssysteme, Wärmeschutzverglasungen, Zentralverriegelung, Fensterheber, holzverkleidete Armaturenbretter. Die Summe aller dieser Extras ist dafür verantwortlich, daß das Durchschnittsgewicht der Fahrzeuge in den letzten Jahren erheblich gestiegen ist (ein Mittelklassewagen hat 1969 etwa 30 % weniger gewogen als heute) und sich auch steigend auf den Kraftstoffverbrauch auswirkt.

Das „Drei-Liter-Auto“ wird seit Jahren von den Natur- und Umweltschutzverbänden gefordert und die Realisierung ist näher gerückt. Die Umweltschutzorganisation Greenpeace hat den Renault-Kleinwagen „Twingo“ zu einem Drei-Liter-Auto-Prototyp „Smile“ umbauen lassen. Dieser wurde inzwischen vorgestellt, verbraucht allerdings etwa 3,5 l/100 km Kraftstoff und ist noch nicht serienreif. Daimler-Benz und Swatch haben sich bei der Entwicklung des „Smart“ zusammengenommen, der ebenfalls etwa 4 l/100 km Kraftstoff verbraucht und im Herbst 1998 auf den Markt gekommen ist, Volkswagen hat den „Lupo“ herausgebracht. Alle Autotypen sind kompakte, handliche und für Stadtfahrten besonders geeignete Fahrzeuge. Sie sind vor allem für 1-2 Personen gut nutzbar.

In Hybrid- und gasbetriebenen Fahrzeugen sind zwei Antriebssysteme miteinander kombiniert, und zwar ein Dieselmotor mit einem Elektromotor. Die Technik wird bei Lastkraftwagen bereits angewendet. Durch eine spezielle Blei-Säure-Batterie wird die beim Bremsen erzeugte Bewegungsenergie (kinetische Energie) in elektrische Energie umgewandelt und dadurch die Batterie immer wieder geladen. Dies geschieht gerade beim Fahren in der Innenstadt auf kurzen Strecken, wo der elektrische Antrieb genutzt wird. Der Dieselmotor wird hauptsächlich für die Fahrten über Land gebraucht. Durch dieses kombinierte System läßt sich eine Kraftstoffeinsparung von bis zu 50 % erreichen, was vor allem die Immissionsbelastung der Innenstädte reduziert.

## 4.2 Alternative Systeme

Es ist notwendig, die Forschungsanstrengungen im Bereich der Kraftstoffeinsparung, der Emissionsverminderung und neuer Antriebstechniken fortzusetzen.

Als mögliche zukünftige Energieträger für den Antrieb von Kraftfahrzeugen werden neben Benzin- und Dieselmotoren Versuche mit elektrischem Strom, Solartechniken, verflüssigtem oder komprimiertem Erdgas, Biogas, Flüssiggas, Wasserstoff, Pflanzenölen oder Alkohol durchgeführt.

Das Umweltbundesamt hat hierzu vergleichende Untersuchungen vorgenommen (vgl. Beitrag von KOLKE in diesem Heft).

Danach werden Fahrzeuge, die mit Ottomotoren angetrieben werden, langfristig als am umweltfreundlichsten eingeschätzt, da weitere technische Möglichkeiten der Kraftstoffeinsparung durch neue Antriebstechniken und der Abgasreduktion absehbar sind. Maßnahmen wie Abgasrückführung, Aufladung, Zylinderabschaltung, Hochaufladung oder Direkteinspritzung, Gewichtsreduzierung, Verringerung der Querschnittsfläche und Optimierung des Luft- und Rollwiderstandes sowie vor allem die Einführung der Super-Katalysator-Technologie werden hier angeführt. Es kann davon ausgegangen werden, daß eine Halbierung des Kraftstoffverbrauches heutiger Kraftfahrzeuge durch diese Maßnahmen zu erreichen ist.

Dieselmotoren geben zwar im Vergleich zu Ottomotoren erheblich weniger Kohlenmonoxid und weniger Stickoxide und Kohlenwasserstoffe ab. Die Abgase enthalten jedoch mehr Festpartikel, z. B. Ruß, auf dessen Gesundheitsschädlichkeit (Abschnitt 3.2) bereits hingewiesen wurde.

### Elektroantrieb

Diese Fahrzeuge werden in der Regel über eine Batterie angetrieben. Sie muß regelmäßig aufgeladen werden; bisher haben Elektrofahrzeuge noch eine relativ kurze Reichweite. Vorteil von Elektrofahrzeugen ist, daß sie keine Abgase erzeugen, leise sind und weniger Wartung erfordern (MANTHEY in diesem Heft).

In einem Feldversuch 1992 -1995 auf der Insel Rügen wurden die Energiebilanzen von Elektrofahrzeugen getestet. Als Energiequelle dienten die regenerativen Quellen Sonne und Wind. An dem Versuch waren fünf deutsche Automobilhersteller mit 60 Elektrofahrzeugen beteiligt.

Nach den vorliegenden Studien des Umweltbundesamtes ist die ökologische Gesamtbilanz (von der Produktion über den Gebrauch bis zum Recycling) eines Elektro-

fahrzeugs nicht günstiger zu beurteilen als die eines sehr modernen Dieselfahrzeugs (vgl. Beitrag KOLKE in diesem Heft).

Der lokalen Emissionsfreiheit von Elektrofahrzeugen stehen die eingeschränkte Reichweite und die Verlagerung der Emissionen auf die Stromerzeuger gegenüber; daher werden sich Elektrofahrzeuge nur in Nischenbereichen (z. B. geschlossene Räume, Kurgebiete) sinnvoll einsetzen lassen.

### Solarantrieb

Solarbetriebene Elektrofahrzeuge beziehen ihre Antriebsenergie aus regenerativen Energiequellen, was grundsätzlich ein erhebliches Potential zu Verminderung von Umweltbelastungen bedeutet (vgl. Beiträge MANTHEY und KOLKE in diesem Heft). Restriktiv wirkt sich jedoch aus, daß diese Energie zur Zeit nur teuer und aufwendig produziert und genutzt werden kann.

### Erdgas- und Flüssiggasantriebe

Erdgas wird als alternativer Kraftstoff positiv beurteilt; es kann komprimiert und unter Druck gespeichert werden. Partikel-, Stickstoffoxid- und auch Lärmemissionen sind im Vergleich zum Dieselantrieb weit aus niedriger. Gasbetriebene Busflotten und Kleintransporter im innerstädtischen Bereich leisten mit Emissionsminderungen von 84 % Stickstoffoxiden und mehr als 90 % Partikeln einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität. Der Nachteil der Erdgastechnologie liegt in der geringen Speicherdichte des Kraftstoffes, der bezogen auf den gleichen Energiegehalt im Vergleich zu Dieselmotoren einen 3-5fachen Tank benötigt. Dies setzt zwar die Reichweite herab, schränkt aber die Nutzbarkeit im städtischen Bereich nicht ein.

*Als Roger Bacon im Jahre 1270 vorhersagte, daß „eines Tages Streitwagen mit unglaublicher Geschwindigkeit ohne Hilfe von Tieren fahren werden“, wurde er vom Franziskanerorden, dem er angehörte, 14 Jahre lang eingesperrt, weil er im Bunde mit dem Teufel sei. 500 Jahre lang schien diese Entscheidung völlig korrekt. Die Vorhersagen Bacons beruhten übrigens zum großen Teil auf Berichten über lenkbare Fahrzeuge mit eigenem Antrieb, die in China unter der Westlichen Zhou-Dynastie etwa 800 v. Chr. in Betrieb gewesen sein sollen.*

*Vorhersagen und Entwicklungen im Mobilitätssektor hatten schon immer ihre Kritiker, hier ein Zitat aus „Die Geschichte der Straße“ von M. G. LAY, 1994, S. 153.*

Flüssiggas besteht aus Propan und Butan; es fällt auch als Nebenprodukt bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung sowie der Verarbeitung von Erdöl an. Es wurde und wird noch immer auf den Erdölfeldern abgefackelt oder zurückgepreßt. So sind z. B. 1987 Gaskondensate von 130 Mio. Tonnen Öl verloren gegangen bzw. vernichtet worden. Nach Ansicht des Umweltbundesamtes stellt es einen guten Kraftstoff für städtische Fahrzeuge dar und eignet sich wegen der höheren Speicherdichte auch gut für Autos. Das Emissionsniveau von Flüssiggas-Autos entspricht dem von Benzin-Autos mit geregelterm Drei-Wege-Katalysator.

### Wasserstoffantrieb

Angesichts der Endlichkeit der Öl-, Kohle- und Gasvorräte erscheint Wasserstoff als idealer Energieträger, weil er in gebundener Form unbegrenzt vorhanden ist. Das Wasserstoffauto emittiert nur Wasserdampf. Die Herstellung und Aufbereitung von Wasserstoff ist jedoch mit erheblichen Energieverlusten verbunden. Darüber hinaus ist solar erzeugter Wasserstoff bis zu 60fach teurer als Benzin. Die Nutzung von Wasserstoff als Alternativkraftstoff ist daher aus ökonomischen Gründen für den Verkehrsbereich zum jetzigen Zeitpunkt nicht sinnvoll.

### Brennstoffzellenantrieb

Der Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen (mobile Anwendungen, z. B. „Necar 3“ von Daimler-Benz) und ihren Wirkungen ist noch nicht abschließend untersucht. In den Brennstoffzellen wird durch die Reaktion von Sauerstoff und Wasserstoff Strom für den Antrieb erzeugt. Sie werden entweder mit Wasserstoff oder mit Methanol betrieben, aus dem dann während des Fahrens Wasserstoff freigesetzt wird. Die Anwendung des Brennstoffzellen-Konzeptes scheint jedoch mit hohen Energieverlusten und erheblichen Kosten verbunden zu sein. Die Kohlendioxidemissionen sind zwar verringert, entsprechen aber immer noch denen vergleichbarer Benzinfahrzeuge.

### Fahrzeuge mit Alkoholantrieb

Hier sind im wesentlichen die Kraftstoffe Methanol und Ethanol anzuführen. Methanol wird aus Erdgas hergestellt. Da sein Energiegehalt volumenbezogen etwa halb so hoch ist wie der von Benzin, müssen bei energetisch gleichem Kraftstoffverbrauch die Lager- und Tankvolumina verdoppelt werden. Die direkte Nutzung des Erdgases ist somit energetisch günstiger und bietet auch bei den klimarelevanten Gasen deutlich positivere Bilanzen.

In Europa wird Ethanol vor allem aus Weizen und Zuckerrüben hergestellt. Die zu

deren Produktion notwendigen Energien sind höher als der Energiegehalt des gewonnenen Ethanol, und die Kosten für die Herstellung sind noch höher als die für Rapsöl. Auch hier ist die Energiebilanz negativ.

#### **Rapsöl- und Rapsölmethylesterantrieb**

Die Verwendung dieser Antriebsstoffe ist aus ökonomischen Aspekten nicht zu befürworten, weil ihre Herstellung nur mit Hilfe hoher Subventionen möglich ist, um die Stoffe gegenüber z. B. Dieselöl wettbewerbsfähig zu machen.

Aus ökologischer Sicht spricht gegen den zur Gewinnung der Treibstoffe notwendigen großflächigen Rapsanbau, daß er möglicherweise einen intensiven Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln erfordert, dadurch die Umwelt belastet und der Anbau solcher Monokulturen auch unerwünschte Auswirkungen auf das Landschaftsbild hat.

Es wird über alternative Antriebstechniken hinaus an der Entwicklung neuer Fahrzeugtypen gearbeitet:

#### **Einspurfahrzeuge**

Neue Entwicklungen, wie Einspurfahrzeuge (z. B. BMW C 1), tragen der Tatsache Rechnung, daß das Gros der Fahrzeuge im Stadtverkehr nur von einer Person genutzt wird. Der C 1 z. B. sieht motorradähnlich aus, wobei der Fahrer angegurtet wird und von einer steifen Sicherheitsfahrgastzelle umgeben ist. Ein Notsitz für einen Beifahrer ist auf dem Heck aufsteckbar. Für diese Kombination aus Motorrad und Pkw wird keine Helmpflicht bestehen.

Derartige Modelle vereinigen somit Wendigkeit und „Fahrspaß“ eines Zweirades mit Komfort- und Sicherheitsaspekten eines Automobils.

Ob Einspurmodelle Fahrzeugdichten in Ballungszentren oder sogar den herkömmlichen Fahrzeugbestand insgesamt reduzieren helfen könnten, ist fraglich. Es scheint vorhersehbar, daß sie eher zusätzlich zum bestehenden Fuhrpark angeschafft werden oder sogar für diejenigen eine reizvolle Alternative bieten, die bisher selbst unmotorisiert im Stadtverkehr mobil waren und jetzt komfortabler kurze Strecken überwinden könnten.

#### **Fazit:**

An der Formulierung von Zielvorgaben für die Forschung sind so viele verschiedene Stellen beteiligt (Gesetzgebung, Wirtschaft, Politik, Gesellschaft), daß eine Konsensfindung nur auf sehr allgemeinem Niveau und in langen Zeiträumen möglich ist. Daher sind alle angeführten Forschungsbemühungen insoweit wichtig, als sie die vorhande-



*Raumordnung und Landesplanung sollen die raumbedeutsamen Aktivitäten der öffentlichen Hand, wie Städtebau, regionale Wirtschaftsförderung, Agrarpolitik, Freiraumsicherung und Verkehr, aufeinander abstimmen und zu einem widerspruchsfreien Konzept zusammenfügen. Das Ahrtal bei Heimerzheim (Foto: Pretscher).*

nen Antriebssysteme in bezug auf Ressourcenverbrauch, Emissionsreduzierung und Wiederverwendung von Materialien verbessern, weiterentwickeln und dazu beitragen können, grundsätzliche Alternativen im Forschungsfeld Mobilität zu finden.

#### **4.3 Verkehrsvermeidung, Verkehrsverringerung, Verkehrslenkung durch Siedlungsstruktur der kurzen Wege**

##### **Raumordnung, Landesplanung**

Raumordnung und Landesplanung sollen die raumbedeutsamen Aktivitäten der öffentlichen Hand, wie Städtebau, regionale Wirtschaftsförderung, Agrarpolitik, Freiraumsicherung und Verkehr, aufeinander abstimmen und zu einem widerspruchsfreien Konzept zusammenfügen. In der Bundesrepublik Deutschland konnte ein Raumordnungsgesetz erst 1965 erlassen werden, weil sich sowohl die Bundesländer als auch die Wirtschaft und ihre Verbände lange dagegen sperrten. Sie befürchteten Eingriffe in ihre Planungszuständigkeiten und in die freie Marktwirtschaft.

Eines der obersten raumordnungspolitischen Ziele ist seit 1965 die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse in allen Teilräumen des Bundesgebietes. Diesem Zweck diente vor allem der Aufbau einer wirkungsvollen Verkehrs-, Transport- und Kommunikationsstruktur, um die Auseinanderentwicklung von Stadt und Land aufzuhalten und die Ungleichheiten zwischen den städtischen und den ländlichen Räumen abzubauen. In diesem Bereich sind Raumordnung und Landesplanung relativ erfolgreich gewesen. Dies hat aber auch zu den heute beklagten Problemen, wie Zersiedelung, Zerschneidung durch Verkehrsstrassen, Emissionsausbreitung geführt, die bereits angesprochen wurden.

Die Leitvorstellungen sind mit der Novellierung des Raumordnungsgesetzes 1997

ergänzt worden. Als wichtige neue Leitvorstellung ist die „nachhaltige Entwicklung“ hinzugekommen. Im Sinne der Beschlüsse der „Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung“ 1992 in Rio de Janeiro, sollen die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang gebracht und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung führen. Der Begriff der „Nachhaltigkeit“ muß nach Ansicht des Deutschen Rates für Landespflege - entsprechend den Vorstellungen der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung 1987 - die Verantwortung gegenüber kommenden Generationen umfassen. Raumordnerische Konzepte in Deutschland sind mit den europäischen Vorstellungen in Einklang zu bringen.

Wichtige Grundsätze zur Erfüllung raumordnerischer Aufgaben, sind in Zusammenhang mit dem hier behandelten Thema Schutz, Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft, sparsame Inanspruchnahme von Naturgütern, Schutz der Allgemeinheit vor Lärm, Reinhaltung der Luft und Sicherstellung der guten Erreichbarkeit aller Teilräume durch Personen- und Güterverkehr. Vor allem in verkehrlich hoch belasteten Räumen und Korridoren soll der Verkehr soweit möglich auf umweltverträglichere Verkehrsträger, wie Schiene und Wasserstraße, verlagert werden. Die Siedlungsentwicklung soll so gestaltet werden, daß die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird.

Die Grundsätze sind durch Landesentwicklungspläne auf der Ebene der Bundesländer und durch Regionalpläne auf der Ebene von Regionen umzusetzen.

In der Raumordnung ist längst erkannt, daß es zu einer Trendwende in der Verkehrspolitik kommen muß (z. B. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1993, Bundesministerium für Raum-

ordnung, Bauwesen und Städtebau 1994, Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1995), und daß die Verkehrs-, Umwelt- und Raumordnungspolitik besser als bisher zusammenzuführen und aufeinander abzustimmen sind.

Das Leitbild für den Verkehr im raumordnungspolitischen Orientierungsrahmen (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1993) deckt sich weitgehend mit folgenden Grundsätzen, die teilweise im Bundesverkehrswegeplan bereits Niederschlag gefunden haben:

- Neustrukturierung des großräumigen Verbindungsnetzes, in dem Ost-West-Verbindungen geschaffen werden (Herstellung der Einheit Deutschlands und Anschluß der osteuropäischen Länder).
- Bessere Vernetzung und Entzerrung des groß- und kleinräumigen Verkehrs (Vorrang für Verkehrsträger mit Massenleistungsfähigkeit in Ballungsräumen, Anschluß von Umlandgemeinden durch leistungsfähige ÖPNV-Schnellverbindungen, Regionalisierung des Personennahverkehrs).
- Neuausrichtung großräumiger Verkehrsströme (Verlagerung der Gütertransporte von der Straße auf die Schiene).
- Ausbau der Raum- und Siedlungsstruktur nur bei gleichzeitiger Verkehrsentlastung (Verknüpfung von räumlichen Funktionen, bessere Zuordnung von Arbeitsplätzen und Wohnstandorten).
- Ausbau des Hochgeschwindigkeitsverkehrsnetzes und seiner Verzahnung mit West- und Osteuropa, auch zur Entlastung des Luftverkehrs.
- Entzerrung großräumigen Verkehrs (vor allem Verlagerung von europäischem Transitverkehr auf die Schiene).

Die Ministerkonferenz für Raumordnung sieht in der Entlastung verkehrlich hochbelasteter Räume vom Kraftfahrzeugverkehr einen unverzichtbaren Beitrag zur Sicherung der Standortqualität der Verdichtungsräume Deutschlands und zur Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit. Sie hält dies für wesentliche Inhalte der künftigen Verkehrsplanung und für die Aufstellung integrierter Siedlungs- und Verkehrskonzepte, die daher in die Grundsätze des Raumordnungsgesetzes aufgenommen werden sollten (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1995).

Diese Weichenstellungen sind nach Auffassung des Deutschen Rates für Landespflege richtig; es braucht jedoch langen Atem, bis sie auf allen Planungsebenen umgesetzt sind und wirksam werden. Der Umsetzung steht entgegen, daß die *vorhandenen*, über viele Jahrzehnte auf Grund früherer - heute z. T. als falsch erkannter - oder gar fehlender

Leitbilder entstandenen Raum- und Baustrukturen, Siedlungs- und Verkehrsflächen praktisch nicht grundsätzlich verändert oder gar „beseitigt“ werden können. Sie werden daher ihre nachteiligen Wirkungen oder Einflüsse noch längere Zeit weiter ausüben. Alle hier vorgestellten und erörterten Vorschläge gelten also hauptsächlich für *künftige* Entwicklungen. Diese wiederum sollen jedoch gemäß der vorher erwähnten Leitvorstellung der „Nachhaltigen Entwicklung“ gerade hinsichtlich weiterer Überbauung und Flächeninanspruchnahme nur in eingeschränktem Umfang erfolgen - so daß der Spielraum der Verwirklichung neuer Konzepte eher gering erscheint.

### Bauleitplanung

Auf der Ebene der Gemeinde als der konkreten Planungsebene sollen die Bauleitpläne (Flächennutzungsplan und Bebauungsplan) flächendeckend in Anpassung an die Ziele der Raumordnung und Landesplanung aufgestellt werden. Bei der Aufstellung dieser Pläne soll die nachhaltige städtebauliche Entwicklung und die dem Wohl der Allgemeinheit entsprechende sozial gerechte Bodennutzung gewährleistet werden. Zugleich sollen eine menschenwürdige Umwelt gesichert und die natürlichen Lebensgrundlagen geschützt und entwickelt werden.

Die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie des Naturschutzhaushaltes, des Wassers, der Böden, der Luft und des Klimas sollen besonders berücksichtigt werden. Diese *besondere* Be-

rücksichtigung gilt jedoch gleichermaßen für die Belange der Wirtschaft, ihrer mittelständischen Struktur im Interesse einer verbrauchernahen Versorgung der Bevölkerung, der Land- und Forstwirtschaft, des Verkehrs einschließlich des öffentlichen Personennahverkehrs, des Post- und Fernmeldewesens, der Versorgung mit Energie und Wasser, der Abfallentsorgung und der Abwasserbeseitigung sowie der Sicherung von Rohstoffvorkommen und der Erhaltung, Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen. Diese nicht vollzählig aufgeführten Belange sind gegen- und untereinander abzuwägen.

Um den umweltschützenden Belangen in der Abwägung Genüge zu tun, enthält das Baugesetzbuch den Hinweis, daß mit Grund und Boden sparsam umgegangen und Bodenversiegelungen begrenzt werden sollen. Darüber hinaus sind die Darstellungen von Landschafts- und anderen Plänen mit umweltrelevantem Inhalt zu berücksichtigen. In der Abwägung ist ebenfalls zu beachten, daß bei der Entscheidung über Eingriffe die Vermeidbarkeit geprüft und bei Unvermeidbarkeit der Ausgleich zu regeln und Flächen dafür bereitzustellen sind.

Der kurze Abriß einiger Grundsätze der Bauleitplanung läßt den Schluß zu, daß auf der Gemeindeebene gute Handlungsmöglichkeiten zur Umsetzung eines umweltverträglichen Leitbildes der Stadtentwicklung existieren.

In den Großstädten und den Ballungsgebieten hat die kommunale Planung für die Lösung der Verkehrsprobleme eine Schlüsselrolle. Das räumliche Muster der Nutzungen ist entscheidend für die Verkehrsentwicklung. Die innerstädtische Gemengelage, lange Zeit als Problem der Stadtplanung angesehen, hatte zumindest den Vorteil, daß ein Großteil der Verkehre, z. B. das Pendeln zwischen Wohn- und Arbeitsort unterblieb. Arbeitsstätten im heutigen Kommunikationszeitalter haben lange nicht mehr die Störungseffekte, wie sie handwerkliche oder gewerbliche Produktionsbetriebe mit sich brachten.

Um die Jahrhundertwende standen den Arbeitnehmern in der Regel kaum individuell nutzbare Verkehrsmittel zur Verfügung. Handwerkliche und industrielle Produktion fanden in der Nähe der Wohnorte statt, bzw. die Wohnorte wurden ringartig um die Produktionsstandorte angelagert. Störungen durch Lärm und Luftverunreinigungen nahm man in Kauf. Viele dieser Flächen stehen heute noch zur Verfügung und könnten über geeignete Aufbereitung wieder genutzt werden.



Straßenbauarbeiten (Foto: Wurzel).

*Die Stadtentwicklung ist vor allem ein Thema unserer Zeit und untrennbar mit der Frage der Verkehrswege verbunden. Warum dieses Thema neueren Datums ist, zeigt ein Blick auf den Anteil der Weltbevölkerung, der in großen oder kleinen Städten wohnt: 1885 3 %, 1965 30 %, 1985 50 %. Selbst wenn man die Definition von „Stadt“ auf Dörfer ausdehnt, stellt sich heraus, daß vor dem 19. Jahrhundert weniger als 20 % der Bevölkerung in solchen Siedlungen wohnten. Es ist wichtig, zu erkennen, daß die Struktur von Städten sich seit den fünf Jahrtausenden ihrer Existenz erst in jüngster Zeit stark verändert hat (Blumenfeld 1965).*

Zum Thema Stadtentwicklung ein Zitat aus „Die Geschichte der Straße“ von M. G. LAY, 1994, S. 241.

Da die Revitalisierung von Flächen langwieriger und oft kostenaufwendiger ist, wird wegen des schnellen Ansiedlungserfolges von den Gemeinden häufig eher auf Freiflächen vor der Stadt ausgewichen. Die Wiedernutzung ehemaliger Gewerbe- und Industriestandorte in den Großstädten und Ballungsräumen könnte ein wesentlicher Beitrag zur Verkehrsverminderung sein.

Allerdings prallen auf der untersten und konkretesten Planungsebene die Ansprüche und Forderungen der verschiedensten Interessen und Egoismen am härtesten aufeinander und erschweren Verwaltungen und Politik deutliche Entscheidungen. Die Kommunen stehen meist unter finanziellem Druck; die Finanzzuweisungen von Bund und Ländern sind rückläufig und der Bedarf nach Steuereinnahmen steigt. Forderungen von Gewerbe und Wirtschaft nach der Ausweisung von Standorten erhalten hohe Bedeutung, weil dadurch - leider manchmal nur vermeintlich - Arbeitsplätze geschaffen oder gesichert werden können. Die Umsetzung umweltverträglicher Leitbilder gerät dabei ins Hintertreffen. Die Diskussionen von Bürgern im Rahmen der Erarbeitung der Lokalen Agenden 21, die ebenfalls dazu dienen könnten, tragfähige Konzepte für die Stadtentwicklung zu finden, bei denen gleichermaßen soziale, ökonomische und ökologische Belange berücksichtigt sind, finden nicht selten ohne Beteiligung der Wirtschaft und ihrer Vertreter statt. Darüber hinaus ist meist noch ungeklärt, wie diese Agenden in die konkrete Planung der Kommunen eingehen und umgesetzt werden sollen.

Gleichwohl ist auch auf der kommunalen Ebene im Prinzip erkannt, daß dem wach-

senden Autoverkehr in den Innenstädten nicht länger mit verstärktem Neu- oder Ausbau von Straßen begegnet werden kann. Zur Lösung der Probleme werden verschiedenen Konzepte verfolgt.

Hierzu gehören:

- Verkehrsverringerung und -vermeidung durch Stadt- und Regionalplanung (Siedlungsstruktur der kurzen Wege, verstärktes Angebot von Radwegen)
- Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl (Verkehrsverlagerungen, Veränderungen im „Modal split“)
- Verkehrsraumbewirtschaftung (bessere Ausnutzung des knappen Verkehrsraumes zu möglichst realistischen Kosten, Unterstützung durch elektronische Verkehrsleitsysteme).

#### **Verkehrsverringerung und -vermeidung durch eine Siedlungsstruktur der kurzen Wege**

Siedlungen müssen zukünftig vorrangig unter dem Aspekt der Vermeidung von Autoverkehr geplant und strukturiert werden. Beispiele von kompakten, „auto-sparsamen“ Siedlungsstrukturen (dicht bebauten, dichtgenutzten und citynahen Wohn- und Mischgebieten) belegen, daß die Autonutzung bis zu einem Drittel unter derjenigen im Stadt-Umland liegen kann (vgl. hierzu u. a. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung 1995). In Altbauquartieren zahlreicher Ballungszentren wird das Auto halb so oft genutzt wie in Stadtrand-siedlungen. In Frankfurt beispielsweise kann ein Viertel aller Haushalte die Innenstadt zu Fuß erreichen, in Dortmund sogar ein Drittel (BORCHARD 1997).

Schon Anfang dieses Jahrhunderts wurden verschiedene Modelle für die Siedlungsstruktur entwickelt, die in Zusammenhang mit der Lösung von Verkehrsbeziehungen stehen. Nach wie vor diskutiert werden punkt-axiale und Bandstadt-Konzepte, weil diese am ehesten die Möglichkeit bieten, Siedlungen so auszudehnen, daß die Beziehungen *Wohnen und Arbeiten*, *Wohnen und zentrale Einrichtungen* und *Wohnen und Freizeitstätten/Erholungsflächen am besten* berücksichtigt werden können.

#### • *Wohnen und Arbeiten*

Wohnen und Arbeiten werden im allgemeinen folgendermaßen zugeordnet:

- a) Konzentration aller Arbeitsstätten abseits von Wohngebieten; dies setzt leistungsfähige Verbindungen für den Individualverkehr und den öffentlichen Personennahverkehr voraus (funktionale Trennung).

b) Verknüpfung von Wohn- und Arbeitsstätten (Bandstadtmodell); hierbei werden einerseits geringere Fuß- und Radfahrdistanzen erreicht, zugleich existieren gute Verbindungen über das bandförmige Verkehrssystem. Letzteres hat hohe Bedeutung, weil nicht erwartet werden kann, daß bei jedem Arbeitsplatzwechsel auch ein Umzug einschließlich eines Wechsels des sozialen Umfeldes erfolgen kann. Arbeitsstätten müssen also über das ganze Stadtgefüge verteilt und über ein leistungsfähiges Verkehrssystem erreichbar sein, das vorrangig durch Angebote des ÖPNV geprägt sein soll.

- *Wohnen und zentrale Einrichtungen*  
Wohnstätten und zentrale Einrichtungen werden nach Aspekten der schnellen Erreichbarkeit und optimaler wirtschaftlicher Auslastung einander zugeordnet. Zur Vermeidung von Verkehr würde dies andere Einwohnerdichten voraussetzen, als sie zur Zeit bestehen. Geht man von etwa 1 km Fußweg und Tragfähigkeitsschwellen für zentrale Einrichtungen von etwa 40.000 Einwohner aus, so ergeben sich für bebaute Bereiche Dichten von etwa 300-330 Einwohnern/ha. Die tatsächlichen Wohndichten liegen heute jedoch bei etwa 150 Einwohner/ha in den citynahen Wohngebieten und in den bevorzugten Stadtrandgebieten bei 35 Einwohnern/ha. Es müßte massiv den Wohnwünschen der Menschen entgegengewirkt werden. Bauliche Verdichtungen müßten an den Stellen erreicht werden, wo fußläufig oder bei Benutzung evtl. bereits vorhandener Strukturen des öffentlichen Verkehrs die Erreichbarkeit zentraler Einrichtungen verbessert würde. Großstädte und Ballungsgebiete sind durch mehr als ein Zentrum geprägt. Diese Zentren sind einerseits so zu entwickeln, daß sie für sich tragfähig und verkehrlich zu Fuß, mit dem Fahrrad oder ÖPNV gut erreichbar sind, andererseits sind sie auch untereinander mit öffentlichen Beförderungsmitteln zu vernetzen (dezentrale Konzentration).

Bezüglich der Realisierungsmöglichkeiten dieser Vorschläge muß jedoch vor zuviel Optimismus gewarnt werden. Die Schaffung oder Wiederherstellung der „Stadt der kurzen Wege“ wird u. a. aufgrund abnehmender Wahlmöglichkeiten für Arbeitsplätze und deren künftig häufigerem Wechsel sowie wegen des Einflusses von Miet- und Bodenpreisen erschwert. Ferner stehen den „kurzen Wegen“ oft auch die überkommenen, radial auf die Zentren ausgerichteten Verkehrsachsen entgegen. Wird die Erreichbarkeit der Zentren durch verbesserten ÖPNV er-

leichtert, so mag die Pkw-Benutzung zwar abnehmen; aber zugleich kann dies auch den Verzicht auf Fußwege zu nahegelegenen Einkaufsmöglichkeiten („Tante Emma-Läden“) zur Folge haben.

- *Wohnen und Freizeitstätten/Erholungsflächen*

Diese Beziehung stellt ein besonderes Problem dar, weil die Menge der zurückgelegten Personenkilometer nicht durch den Berufsverkehr, sondern durch den Erholungsverkehr verursacht wird. Dessen starke Zunahme ist von der Verkehrsplanung lange Zeit kaum wahrgenommen worden.

Die richtige Zuordnung von Wohn- und für die Erholung nutzbarer Freifläche, die zu Fuß oder mit dem Fahrrad erreichbar ist, stellt gerade konzentrisch ausgerichtete Städte vor Probleme. Diese Städte können sich schwer ausdehnen, weil die Wege in die umgebende Landschaft zu weit würden, zum anderen können sie nicht nachverdichtet werden, weil dann vorhandene wichtige wohnungsnahe Erholungsflächen verlorengehen. Auch hier scheint das Bandstadtmodell am ehesten direkte und schnelle Zugangsmöglichkeiten, auch zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem ÖPNV zu erlauben.

Durch planerische Maßnahmen können überwiegend nur Aspekte der Naherholung beeinflusst werden. Für Wochenend- und Urlaubsreisen, bei denen weite Entfernungen überbrückt werden, wird das Auto vorläufig das attraktivste Verkehrsmittel bleiben.

Typische urbane, aber viel Lärm und Verkehr erzeugende Freizeitstätten (große Sportanlagen, Großkinos, Diskotheken) stehen in wachsendem Widerspruch zum Ruhebedürfnis der Stadtbewohner und den daraus abgeleiteten Ansprüchen. Daher werden sie meist auf Stadtrandstandorte oder auf Gewerbegebiete im Umland verwiesen, wo aber in der Regel eine leistungsfähige, attraktive ÖPNV-Bedienung fehlt. Abgesehen davon werden gerade Diskotheken von ihrem überwiegend jugendlichen Publikum vorzugsweise mit Pkws oder Motorrädern aufgesucht. Solche Tendenzen wirken den Bestrebungen einer kleinteiligen urbanen Nutzungsmischung sowie den Eigeninteressen einzelner Einwohnergruppen entgegen.

Die nebenstehende Abb. 7 illustriert die Aussagen zur Stadt der kurzen Wege:

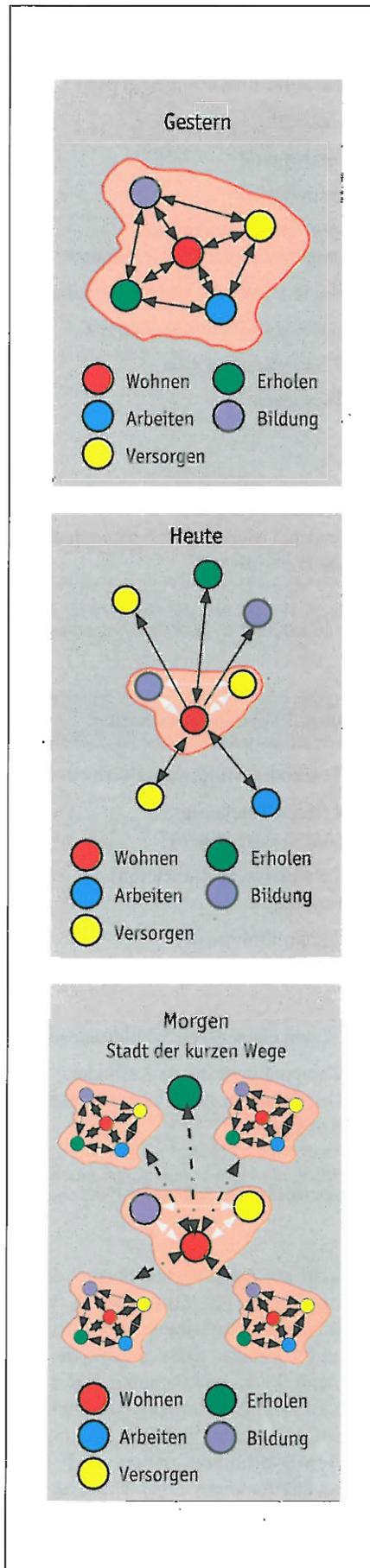


Abb. 7: Schematische Darstellung der Beziehungen von Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Erholen und Bildung gestern, heute und morgen (Quelle: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1996).

### Projekte „Wohnen ohne eigenes Auto“ und „Ökosiedlung“

Hinzuweisen ist auf neue Wege in der Städteplanung, die sich in den Bundesländern zunächst noch in experimentellen Phasen befinden. Hierbei handelt es sich um sog. „autofreie Siedlungen“ oder auch „Ökosiedlungen“, d. h. sich nach Verkehr, Struktur, Baustoffen, Grünflächennutzung und Entsorgung für Bewohner und Umland umweltverträglicher auswirkende Wohnbereiche.

Die „autofreie Siedlung“ und Projekte „Gemeinschaftsauto“ (s. u.) gehören meist zusammen. Ihre Kombination könnte einen Beitrag für die zukünftige Minderung des Kraftfahrzeugverkehrs und der mit ihm verbundenen negativen Auswirkungen leisten.

Ein interessantes Beispiel für die Kombination von Umwelt- und Sozialverträglichkeit stellt das Hamburger Wohnprojekt *Stadthaus Schlump* dar. Das denkmalgeschützte ehemalige Krankenhaus wurde nach hohen ökologischen (hierunter sind Regenwassernutzung, Solarzellentechnik, Verwendung umweltfreundlicher Baustoffe zu verstehen) und sozialen Standards unter Einbeziehung eines umweltverträglichen Mobilitätskonzeptes 1995 umgebaut. Hierzu gehört die im Mietpreis enthaltene Benutzung gemeinschaftseigener Autos und Fahrräder. Geplant ist, Jahrestickets für den ÖPNV einzubeziehen. Verschiedene soziale Schichten werden in diesem Haus wohnen: Studenten, Familien, Selbständige, Senioren, Behinderte. Das Haus sieht ein Kommunikationszentrum, eine Kindertagesstätte, ein Café und auch Gästeapartements vor. Den Stadthausmietern stehen drei Kleinwagen, ein Kleinbus, eine Großraumlimousine, ein Mittelklassewagen sowie Fahrräder direkt vor der Tür zur Verfügung. 15 Mieter teilen sich ein Auto. Jeder Mieter erhält eine Chipkarte mit einem Geheimcode, die den Zugang zu den Autoschlüsseln ermöglicht. Bei Abgabe des Schlüssels speichert ein Computer die genutzte Zeitspanne. An Kosten entstehen je nach genutztem Autotyp DM 5,- bis DM 9,-. Eine Vollkaskoversicherung, die Wartung der Autos und der Kraftstoffverbrauch sind im Mietpreis enthalten. Die Volkswagen AG unterstützt dieses Projekt, da sie hieraus wesentliche Erkenntnisse über die Nutzung von Fahrzeugen und für den Einsatz technischer Abrechnungssysteme erwartet, mit denen der Fuhrpark verwaltet wird. Bordcomputer, Wegfahrsperr, elektronischer Schlüsseltesor, Chipkarten und Mobilfunk sind miteinander verknüpft (Grünstift, Nr. 10, 1996).

Mögliche Substitution von Verkehr durch Telekommunikation	
Private Aktivität im Verkehr	Telekommunikationsalternative
Fahrten zur/von der Arbeit	Telearbeit
Fahrten zum Einkauf	Teleshopping
Fahrten zur Bildung/Ausbildung	Fernunterricht
Fahrten zur Sportausübung	(Sportfernsehsendungen) Computersimulation, Heimtrainer
Fahrten zur Bank	„Phone-Banking“, Online-Banking
Fahrten zu Freunden und Bekannten	Telefonieren/Telefonkonferenz
„Spazierenfahren“	?/Computersimulation
„Kleiner“ Urlaub	?/Fernsehen
„Großer“ Urlaub	?
Fahrten zum Essen	?
Fahrten zu kulturellen Veranstaltungen	„Besseres Fernsehen“ Museen, Galerien präsentieren ihre Inhalte im Internet

Tab. 4: Gegenüberstellung wichtiger privater Aktivitäten im Verkehr und der Optionen für eine Substitution durch fortgeschrittene Telekommunikation (HAEFNER & MARTE 1994, ergänzt).

Mögliche Substitution von Verkehr durch Telekommunikation	
Berufliche Aktivitäten	Telekommunikationsalternative
Besprechungen mit Geschäftspartnern	Telefon/Telekonferenz (Audio oder Video)
„Kundenbesuche“	Telefon (auch Bildtelefon) Fax, eMail
Transport von Waren/ Materialien (Lieferverkehr/ Zulieferverkehr)	?/ („Großrohrpost“)
Landwirtschaftlicher Verkehr	?/ (zum kleinen Teil Satellitensteuerung)
Seminar/Ausbildung	Computerunterstützte Ausbildung vor Ort, Fernunterricht, Computergestützte Konferenz

Tab. 5: Gegenüberstellung wichtiger beruflicher Aktivitäten, die Verkehr induzieren, und der Alternativen bei intensiver Nutzung der Telekommunikation (HAEFNER & MARTE 1994, ergänzt).

Als positive Auswirkungen für die Umwelt lassen sich bei diesem Projekt in erster Linie Flächeneinsparungen an Parkraum anführen; ob sich auch die gefahrenen Personenkilometer reduzieren, bleibt abzuwarten.

#### Telekommunikative Netze

Ein künftiger Beitrag zur Verkehrsvermeidung wird im Aufbau telekommunikativer Netze gesehen.

Die Tab. 4 und Tab. 5 stellen wichtige private und berufliche Aktivitäten, die Verkehr induzieren, den möglichen Telekommunikationsalternativen gegenüber.

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik hat berechnet, daß bei Verlagerung von

Verkehr auf die „Datenautobahn“ das gesamte Einsparpotential rund 8 % der Personenverkehrsleistung in Deutschland betragen könnte. Dies entspräche über 75 Mrd. Personenkilometern oder auch 7,5 Mrd. Liter Treibstoff pro Jahr. Die Volkswagen AG schätzt, daß sich bis zum Jahr 2005 ein Substitutionsumfang von 193 Mrd. Personenkilometern ergeben würde. Das wiederum könnte die bundesdeutschen Kohlendioxid-Emissionen um mehr als 4 % und bis zum Jahr 2020 bis zu 10 % reduzieren. Das Berliner Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung erwartet in den nächsten 10 Jahren durch Telematik 20 - 30 % weniger Berufsverkehr. Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie und

der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau rechnen in ihrer Studie „Herausforderungen für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft“ bis zum Jahr 2000 bereits mit 800.000 Telearbeitsplätzen in Deutschland, was den Berufsverkehr um 3,2 Mrd. Auto-Kilometer im Jahr entlasten würde.

Es liegen jedoch auch Untersuchungen vor, die vor zuviel Euphorie warnen und bezweifeln, daß durch den vermehrten Einsatz elektronischer Medien nennenswerte Verlagerungen von Verkehr erreicht werden könnten.

#### Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl (Verkehrsverlagerungen, Veränderungen im Modal split, Verkehrsleitsysteme)

Die Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl ist ein Aufgabe von Kommunen und den Trägern des öffentlichen Personenverkehrs. Hier sind zum einen der Ausbau von sicheren und bequemen Fuß- und Radwegeverbindungen und zum anderen die Verbesserung der Konkurrenz- und Leistungsfähigkeit des Öffentlichen Personennahverkehrs anzuführen.

Über Förderprogramme der Länder wird zur Zeit viel Geld in den Ausbau sicherer Radwegenetze investiert. Diese können vor allem im Nahbereich einen Beitrag dazu leisten, daß der Kurzstreckenverkehr (ein großer Teil der mit dem Auto gefahrenen Strecken liegt unter 3 km) eingedämmt wird. Bei günstigen Abstellmöglichkeiten für Fahrräder an Bahnhöfen (am Hauptbahnhof in München entsteht z. Z. durch die Bauherren Deutsche Bahn und Stadtverwaltung ein Fahrradabstellplatz für 800 Fahrräder) oder Haltestellen oder Mitnahmemöglichkeiten mit dem Öffentlichen Personennahverkehr könnten auch längere Strecken zurückgelegt werden.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen hat 1995 „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen“ herausgegeben, die hohe Standards vorgeben. Leider zeigt sich in der Praxis oft, daß die Anlage von Radwegen in vielen Städten schon aufgrund von Platzmangel auf erhebliche Schwierigkeiten stößt; sie sind dann zu schmal, häufig nur durch Strichmarkierungen von Fußgängerwegen oder auch Fahrstraßen abgetrennt, was nicht selten zu Konflikten führt. Fahrradwege sind häufig nicht durchgängig und werden durch viele Hindernisse (Bordsteine, Ampeln) unterbrochen. Oft können Radwege auch nicht unterhalten werden und sind aufgrund zahlreicher Fahrbahnverwerfungen schlecht befahrbar. Das Umsteigen auf das Fahrrad fällt daher vielen Menschen schwer. Vielfach schränken die beruflichen Bedingungen die regelmäßige Fahrradbenutzung für bestimmte Berufs-

gruppen ein; es ist mehr Aufwand zu betreiben, weil z. B. mehr Kleidung oder Schuhe mitzunehmen oder zu säubern sind. Auch die Oberflächengestalt (Steigungen, Gefälle) sowie regnerisches, stürmisches oder winterliches Wetter hindern viele Menschen, das Fahrrad zu benutzen. Herauszustellen sind daher Initiativen zur Förderung des beruflichen Radverkehrs, wie der Wettbewerb des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs NRW (ADFC) und der Stadt Köln 1995 „Der Fahrradfreundliche Arbeitgeber“. Gesucht wurden Unternehmen mit besonders guter Fahrradinfrastruktur. Dieser Wettbewerb wird fortgesetzt.

Anhand der Kriterien Erreichbarkeit, Attraktivität, Sicherheit und Fahrradklima hat die Zeitschrift Stiftung Warentest (1997) die Fahrradfreundlichkeit von Städten beurteilt: nach wie vor werden die immer zitierten Städte Freiburg, Erlangen und Münster als gut benotet, während Städte wie Berlin, Bremen, Dessau, München, Potsdam nur die Note zufriedenstellend erhalten und Erfurt, Essen oder Leipzig gar als *mangelhaft* beurteilt werden.

Städte mit einem guten Radwegenetz haben entsprechend sehr hohe Anteile an Radfahrern am Gesamtverkehr der Stadt. Hier wird der Modal split mit deutlichen Reduzierungen des Autoverkehrs verändert:

- Bis zu 35 % aller täglichen Fahrten werden im langjährigen Mittel mit dem Rad gefahren. Diese Sommerwerte gehen im Winter - mit höherer ÖPNV-Nutzung - selten unter 25 % zurück.
- Der Fußgängerverkehr verringert sich durch den höheren Radfahreranteil auf ca. 15 %.
- Der Anteil des ÖPNV am Gesamtverkehr vermindert sich durch ein gutes Radwegenetz auf ca. 15 - 20 %. Menschen aller Altersklassen können bis in die Innenstädte Radwege nutzen.
- Auf 30 - 35 % kann der Anteil des Pkw.-Verkehrs am Gesamtverkehr zurückgehen, während in den meisten Städten Deutschlands (in denen der Radfahreranteil heute noch unter 20 % liegt) immer noch 50 - 55 % des Gesamtverkehrs vom Auto bestimmt werden.

Als wesentliche Defizite des ÖPNV werden meist genannt: geringe Angebotsqualität, unzureichende Bedienungshäufigkeit, langes Warten an Haltestellen, Zeitaufwand für Zu- oder Abgänge, zu geringe Geschwindigkeit, Überfüllung in Spitzenzeiten, Unübersichtlichkeit der Tarifgestaltung, unzureichende Koordination beim Umsteigen auf andere Verkehrsträger, der oft ungepflegt wirkende Zustand, für Frauen, Jugendliche und ältere Menschen auch die Angst vor Belästigung, u. a. m.

Die Träger des ÖPNV bemühen sich, die Defizite abzubauen und die Attraktivität dieses Verkehrsträgers zu steigern (siehe auch den Beitrag von BIHN in diesem Heft). Dazu gehören z. B. der Aufbau von Verbundnetzen (Bus, Straßen- oder U-Bahn, Nahverkehr der Bundesbahn), die Gewährleistung der Erreichbarkeit in verkehrsarmen Zeit durch Ruftaxis, die Mitnahmemöglichkeit von Fahrrädern, die Erprobung von „Wunschhaltestellen“, der Verkauf von Zeitungen und Imbissen in den Fahrzeugen, eine übersichtliche und attraktive Tarifgestaltung, die Erprobung von Chipkarten zur Bezahlung, ein besseres Marketing, qualifizierte Kundenberatung und in Zusammenarbeit mit den städtischen Planungsämtern die Erleichterung von Übergängen eines Verkehrsträgers auf einen anderen durch Anlage von Park-and-ride-, Kiss-and-ride- oder Bike-and-ride-Plätzen und die Anlage von Sonderspuren für Busse.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen, die noch in den Anfängen steckt, kann besonders in Großstädten und Ballungsgebieten den Fahrgaststand halten und sogar vermehren.

Zu bedenken gilt es, daß der öffentliche Verkehr meist als zu teuer empfunden wird, obwohl er über das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz bereits zu 40-60 % subventioniert wird. Wenn diese Subvention entfiel, müßten sämtliche Kosten an die Verbraucher weitergegeben werden und der Personenkilometer wäre dann genauso teuer, wie der des privaten Autos. Bei den derzeitigen kommunalen und staatlichen Finanzierungsengpässen sind daher die Aussichten auf einen Ausbauschub in entlegene Gebiete und der entsprechende Betrieb wenig realistisch, es sei denn, der motorisierte Individual- und Güterverkehr würde mit seinen tatsächlichen Kosten belastet. Erst danach würden sich wirksame Lenkungsmöglichkeiten ergeben.

**Gemeinschaftsautos, Car-sharing, Teil-Autos, StattAutos, Car-pooling, Cash-car**  
Dies sind die Bezeichnungen für eine andere Art von Fahrzeugausnutzung. Der Grundgedanke von Gemeinschaftsautos ist einfach: Da jedes der z. Z. 41,3 Mio. Autos in Deutschland statistisch gesehen nur etwa eine Stunde am Tag benutzt wird, ist es eher ein „Stehzeug“, als ein Fahrzeug, das den ohnehin knappen Parkraum verstopft. Dies geht meist zu Lasten der für Gesundheit und soziales Leben erforderlichen Grünflächen, Wege und Plätze für Fußgänger, Radfahrer, Kinder, Sportler.

Zu Beginn der neunziger Jahre gründeten sich daher in mehreren Städten Deutschlands Vereinigungen (Gemeinschaftsautos, Teil-Autos, Car-sharing, StattAutos), die einen Pool von verschiedenen Autotypen anschaffen und ihren Mitgliedern zur Nutzung zur Verfügung stellen.

Die Nutzungsbedingungen sind folgende (Stiftung Warentest 1997): Neben einer einmaligen Aufnahmegebühr von durchschnittlich DM 90,- (variiert in den ca. 200 städtischen Initiativen zwischen DM 0 und DM 400,-) ist beim Eintritt außerdem eine Kapitaleinlage von im Mittel DM 900,- zu zahlen. Diese Einlage erhält das Mitglied bei Austritt (wird bei einigen Vereinigungen verzinst) zurück. Der Monatsbeitrag für Gemeinschaftsautos beträgt im Durchschnitt DM 10,- (zwischen DM 0 und DM 60,-). Die tatsächlichen Kosten sind nutzungsabhängig: Abgerechnet werden meist sowohl die gebuchten Stunden oder Tage (Zeitart) als auch die gefahrene Strecke (Kilometertarif). Die Fahrzeuge können an bestimmten Stationen (Berlin hat z. B. inzwischen 45 Stationen mit insgesamt 160 Fahrzeugen bei rund 3.500 Mitgliedern) nach telefonischer Anmeldung und Absprache entgegengenommen werden. Um Versicherung und Werkstattbesuche müssen sich die Nutzer nicht kümmern.



*Da jedes der z. Z. 41,3 Mio. Autos in Deutschland statistisch gesehen nur etwa eine Stunde am Tag benutzt wird, ist es eher ein „Stehzeug“ (Foto: Kreuz).*

Seit Juni 1998 sind die rund 200 Gemeinschaftsauto-Unternehmen zu einem Dachverband zusammengeschlossen; dieser vertritt inzwischen mehr als 25.000 Mitglieder und hat einen Fahrzeugpool von mittlerweile rund 1.200 Stück. Bislang hat sich das Konzept Gemeinschaftsauto als Wachstumsbranche gezeigt: Seit 1994 hat sich die Zahl der Nutzer und Mitglieder verdoppelt (Natur, H. 8, 1998, Stiftung Warentest 1997).

Wer ein Auto täglich benötigt (vgl. Abschnitt 2.2) oder zum Fahrspaß nutzt (Abschnitt 2.3), kommt als Nutzer für Gemeinschaftsautos weniger in Frage.

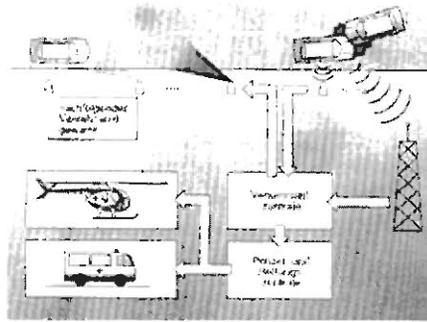
Gemeinschaftsautos sind dagegen interessant für diejenigen, die ohnehin schon viel mit Bahn, Bus, Fahrrad oder zu Fuß unterwegs sind oder auch für Personen, die nur gelegentlich einen Zweitwagen nutzen würden. Gemeinschaftsautos könnten aber auch für Personen interessant sein, für die das Auto Statussymbol ist; bietet es doch die Möglichkeit, je nach Lust und Laune oder Fahrtzweck entsprechende Autotypen zu leihen.

Inzwischen gehören Landesregierungen (z. B. in Nordrhein-Westfalen), kommunale Einrichtungen (Bremen, Niedersachsen) und Firmen zu den Mitgliedern von Gemeinschaftsautofirmen und sind so nicht auf die Unterhaltung eines aufwendigen eigenen Fuhrparks angewiesen.

Gemeinschaftsautos leisten möglicherweise einen Beitrag zum Umweltschutz. Ob gemeinsamer Autobesitz notwendigerweise Fahrzeug-Kilometer reduziert, steht in Frage. Ggf. würden Personen, die keinen Zugriff auf ein gemeinsames Fahrzeug haben, ganz auf die Nutzung des Fahrzeuges verzichten und den öffentlichen Verkehr nutzen. Nach einer Umfrage für European Car Sharing (PETERSEN 1993) werden unter der Voraussetzung, daß sich 5 Personen ein Auto teilen, jährlich etwa 42.000 km weniger gefahren; damit sinkt der Energieverbrauch für die Mobilität eines bisherigen individuellen Autobesitzers auf 48 % des früheren Wertes. Ein Gemeinschaftsauto ersetzt fünf bis zehn Autos und verringert auf diese Weise die Belastung der Umwelt bei Produktion (Verbrauch an Energie und Rohstoffen rd. 25 t/Pkw<sup>5</sup>) und Entsorgung von Fahrzeugen.

In städtischen Agglomerationen stellt Car-sharing eine gute Alternative zum eigenen Pkw dar, in ländlichen Regionen und kleinen Gemeinden führt es eher zur Ablösung des Zweitwagens.

Das Angebot der Gemeinschaftsautos wird ständig verbessert; in Planung sind Kooperationen mit dem Öffentlichen Personen-



Verkehrsleitung

nahverkehr, der Deutschen Bahn und mit Taxiunternehmen sowie Erleichterungen im Zahlungsverkehr (Mobilcard nutzbar für den bargeldlosen Zahlungsverkehr beim Umsteigen in Taxis, Bahn oder bei Nutzung von Autos in anderen Städten). In einer vom Bundesministerium für Verkehr 1995 vorgelegten Untersuchung wurde geschätzt, daß sich die Zahl der möglichen Gemeinschaftsautonutzer auf 2,5 Mio. Autofahrer erhöhen ließe. Der Dachverband der Gemeinschaftsauto-Unternehmen bemüht sich, daß die Fahrzeuge hinsichtlich der Einrichtung von Stationen und Standplätzen die gleichen Sonderrechte erhalten wie Taxis. Diese Forderung ist aus Sicht des Rates zu unterstützen.

Eine Form des Gemeinschaftsautos wird auch vom ADAC gefördert: er bietet z. B. Car-sharing-Verträge für die gemeinsame Nutzung privater Fahrzeuge an (ADAC motorwelt, H. 1, 1997).

Mit *Car-pooling* werden Fahrgemeinschaften bezeichnet, die sich selbst organisieren und bei denen die Beifahrer entweder eine Kilometerpauschale zahlen oder sich die Fahrer abwechseln, in diesem Fall zahlen die Beifahrer nichts.

*Cash-car* ist eine Erweiterung des Angebotes von Car-sharing. Private Autobesitzer bekommen beim Kauf eines Fahrzeuges das volle Verfügungsrecht darüber, erhalten aber gleichzeitig die Option, bei Nichtgebrauch dieses Fahrzeug der örtlichen Car-sharing-Flotte zur Verfügung zu stellen und hierfür einen Bonus zu erhalten. *Cash-car* befindet sich noch im Aufbau, die Fa. Audi und StattAuto Car-sharing Berlin sind an diesem Projekt gemeinsam beteiligt.

Auch traditionelle Autovermietungen passen sich den veränderten Marktbedingungen durch günstige Tarife für die verschiedenen Autotypen für Einzelpersonen oder Firmen an.

## Verkehrsraumbewirtschaftung, Verkehrsleitsysteme

Alle Maßnahmen zur Verkehrslenkung haben das Ziel, den knappen Verkehrsraum in Städten und Ballungsgebieten unter marktwirtschaftlichen Aspekten besser und vernünftiger zu nutzen. Zu den verkehrslenkenden Maßnahmen gehören Zufahrtsbeschränkungen oder Fahrverbote für Innenstädte und Einrichtung von Fußgängerzonen, Verkehrsberuhigungen und Geschwindigkeitsbeschränkungen in den Wohnquartieren abseits von Haupterschließungsstraßen (Tempo-30-Zonen, Einbahnstraßenregelungen, Einbau von Schwellen und die „Straßenmöblierung“ mit Hindernissen, Ausgabe von Anliegerausweisen mit alleiniger Berechtigung zum Parken), der Einsatz von elektronischen Verkehrsleit- und -informationssystemen/Telematik und eine über den Preis gesteuerte Bewirtschaftung des Verkehrsraums.

Mit Hilfe von Telematik (Wortschöpfung aus den Begriffen Telekommunikationstechnik und Automatik) sollen logistische Systeme aufgebaut werden, die den Verkehr und den Verkehrsfluß vor allem „reibungsloser“ und „unfallfreier“ machen. In vielen Städten liegen gute Erfahrungen mit dem Einsatz von elektronischen Verkehrsleitsystemen vor, die sich bislang auf die Lenkung des Parksuchverkehrs in die Parkhäuser der Innenstädte, Hinweise für Baustellen u. ä. beziehen.

Mit Telematik erschließen sich jedoch auch andere Möglichkeiten der Verkehrslenkung, etwa indem elektronisch eine City-Maut für Pkw oder Lkw erhoben wird oder auch die Auslastung von bestimmten Fahrspuren gesteuert werden könnte (z. B. nur vollbesetzte Autos dürfen links fahren).

Elektronische Leitsysteme sollen künftig verstärkt dazu eingesetzt werden, die verschiedenen Verkehrsträger besser zu verknüpfen und den Benutzer auf Schautafeln und über die idealen Zugangsmöglichkeiten zu seinem Fahrziel zu informieren. Auf Autobahnen ermöglicht Telematik eine verbesserte Verkehrsinformation durch Warn- und Leitdienste bei Staus oder Unfällen, Wegweiser für Umleitungen, flexible Tempobeschränkungen und kann dadurch die Sicherheit im Verkehr erhöhen. Fernziel ist es, ein gezieltes Verkehrsmanagement durch die elektronische Vernetzung aller Verkehrsträger zu erreichen.

Mit Hilfe von elektronischen Leitsystemen in Kombination mit bordeigenen Rechnern

5) Darauf wird differenziert in dem Beitrag von Marcus HESSE „Autoindustrien“ in Bd. 15 des Handbuchs von BUCHWALD, K. & ENGELHARDT, W.: Umweltschutz-Grundlagen und Praxis eingegangen.

läßt sich Verkehr so steuern, daß Stau- bildung, Parksuchverkehr und Verkehrs- spitzen vermieden und der Verkehrsfluß gewährleistet wird. Damit sind zu bestimm- ten Zeiten und an bestimmten Orten weni- ger Fahrzeuge unterwegs, was sich auf die Emissionsbelastung günstig auswirkt. Es muß jedoch damit gerechnet werden, daß insbesondere beim Auto-Verkehr Umwege gefahren werden und er sich an andere bis- her wenig belastete Orte verlagert. Ob sich also insgesamt Emissionsminderungen ein- stellen, bleibt abzuwarten. Das Bundesmi- nisterium für Verkehr läßt zur Zeit untersu- chen, inwieweit sich Telematik tatsächlich auch auf eine Verbesserung der Reisezeiten und eine Reduzierung der ökologischen Belastungen auswirken wird.

#### Perspektiven

Der Ideenwettbewerb „Mobilität in Bal- lungsräumen“ des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Tech- nologie (BMBF) 1997 spiegelt die Neuori- entierung der Mobilitätsforschung der Bun- desregierung wider: Es geht nicht länger um die Erforschung von Einzelentwicklungen, wie z. B. den Bau von Straßen oder den umweltverträglichsten Straßenbelag. Es geht vielmehr um komplexe, intelligente und umweltverträglichere Lösungen im Bereich der steigenden Mobilität. Im Rahmen dieses Wettbewerbs sind zahlreiche zukunftsori- entierte Projekte gemeldet worden, von denen fünf Leitprojekte ausgewählt wurden, die jetzt erprobt<sup>6)</sup> werden sollen.

Hierzu gehören die Projekte

- „WAYflow“ aus der Region Rhein-Main,
- „mobilst“ aus der Region Stuttgart,
- „Stadtinfo Köln“ aus der Region Köln,
- „Mobinet“ aus der Region München in Verbindung mit „CashCar“ aus Berlin,
- „Intermobil Dresden“ aus der Region Oberes Elbtal.

Die Teilnehmer des Wettbewerbs stehen für die Kooperation zwischen privaten und öf- fentlichen Unternehmen, Nutzern und Wis- senschaftlern verschiedener Fachgebiete sowie regionalen Gebietskörperschaften. In diesen Netzwerken wird die Voraussetzung für funktionsfähige Mobilitätskonzepte ge- sehen, die sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch effizient sind. Deutsche Bahn, ÖPNV, Taxi- und Gemeinschaftsauto-Unternehmen, aber auch private Autos, sind die Verkehrsmittel, die vernetzt und sinn- voll genutzt werden sollen. Bei den o. g. Projekten geht es immer darum, die moder- nsten Informations- und Kommunikati- onstechniken sowie Multimedia auszu- schöpfen. Ziel ist es, dem Kunden durch Mobilitätsmanagement maßgeschneiderte „Reiseinformationen“ für sein Verkehrsziel

zu erschwinglichen Preisen und in günstiger Reisezeit zur Verfügung zu stellen. Ein zu- sätzlicher Aspekt ist die Schaffung neuer Arbeitsplätze im Rahmen von Mobilitäts- beratung u. ä. Nicht zuletzt wird von allen Projekten erwartet, daß die Umweltbelastung in den Ballungsräumen deutlich reduziert wird.

#### 4.4 Anforderungen an die Straßenplanung

Bei der Planung von Verkehrswegen wer- den Alternativen insbesondere durch ande- re Verkehrsträger zu wenig berücksichtigt. Grundlage für die Planung von Bundesfern- straßen, -schiene Wege und -wasserstraßen ist der Bundesverkehrswegeplan. Alle Ver- kehrswege sind in typischen, historisch ge- wachsenen Netzen aufgebaut, die miteinan- der durch Schnittstellen verbunden sind. Die vorgegebenen Netze wurden ursprüng- lich für die Verkehrsträger unabhängig von- einander geplant, so daß bei der Ausgestal- tung des Netzes andere Träger wenig Be- rücksichtigung fand. An dieser Grundkon- zeption hat sich wenig geändert. Bundes- verkehrswegepläne sind langfristig ange- legt (10-20 Jahre, Überprüfung alle 5 Jahre). Der jüngste Bundesverkehrswegeplan 1992 bezieht - wie unter Abschnitt 2.1 erwähnt - die Verkehrsentwicklung im Zusammen- hang mit der deutschen Einheit und das Zusammenwachsen innerhalb der Europäi- schen Union sowie mit Osteuropa ein. Um- weltpolitisch soll eine CO<sub>2</sub>-Reduktion er- reicht werden, indem verstärkt in Schienen- und Wasserstraßen ausgebaut wird.



Umschlagseite des Ideenwettbewerbs „Mobilität in Ballungsräumen“ des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 1997.

Der Bedarf für die wesentlichen Verkehrs- verbindungen in der Bundesrepublik Deutschland wird durch das jeweilige Verkehrswegeausbaugesetz festgelegt. Schon durch die Trennung in eigene Geset- ze für den jeweiligen Verkehrsträger wird deutlich, daß Grundlage der Bedarfsanalyse eine weitgehend sektorale Betrachtung ist. Fragen der Substitution eines Verkehrsträger durch einen anderen spielen kaum noch ein Rolle. Dieser Ansatz zieht sich durch die weiteren Planungsstadien der Verkehrsträger durch. Verkehrswegeplanungen werden zwar von Umweltverträglichkeitsunter- suchungen begleitet (vgl. Beiträge von HASSMANN und HOPPENSTEDT in die- sem Heft): Beim Bundesverkehrswegeplan als Umweltrisikoeinschätzung zur Feststel- lung thematischer und räumlicher Konflikt- schwerpunkte, bei der Linienbestimmung und bei Landesstraßen als Umwelt- verträglichkeitsstudien und im Planfeststel- lungsverfahren als landschaftspflegerischer Begleitplan zur Trassenoptimierung und Ermittlung der erforderlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Diese Umwelt- verträglichkeitsuntersuchungen beziehen sich jedoch isoliert auf den jeweiligen Verkehrsträger. Die einzelnen Untersu- chungen sind von hoher technischer Quali- tät, wie zahlreichen Richtlinien, Merkblät- ter und Arbeitshilfen belegen, die die For- schungsanstalt für Straßen- und Verkehrs- wesen - teilweise im Auftrag des Bundesmi- nisteriums für Verkehr - herausgibt. Der Deutsche Rat für Landespflege stellt in die- sem Zusammenhang fest, daß in seinen frü- heren Stellungnahmen<sup>7)</sup> gegebene Empfeh- lungen und Hinweise aufgegriffen und wei- terentwickelt worden sind. Die Verengung des Blicks auf einen Verkehrsträger wird dadurch aber nicht aufgehoben; sie ist um- weltpolitisch ein gravierender Nachteil, wird aber durch die Vorschriften des Planungs- rechts gedeckt.

Praktisch ist das aber nicht möglich, schon weil der Träger des Vorhabens ein anderer ist, ggf. der Bedarf der Straße bereits gesetz- lich feststeht und ein entsprechender lan- desplanerischer Bescheid den Träger des anderen Verkehrsnetzes nicht ver-

- 6) Die Erprobungsphase beträgt ab Sommer 1998 fünf Jahre; das BMBF hat 150 Mio. DM vorgesehen.
- 7) Z. B. Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1968): Landschaftspflege an Verkehrs- straßen. Schr.-R. d. Deutschen Rates für Landespflege H. 9. Bonn, 56 S. Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1974): Landschaft und Verkehr. Schr.-R. d. Deut- schen Rates für Landespflege H. 22. Bonn, 102 S. Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1988): Zur Umweltverträglichkeitsprüfung. Schr.- R. d. Deutschen Rates für Landespflege H 56. Bonn, 453-554.

pflichtet, der dort gefundenen Alternative zu folgen. Im Linienbestimmungsverfahren wird nur noch die Trasse des einzelnen Verkehrswegs betrachtet. Das Planfeststellungsverfahren als rechtsverbindlicher Endpunkt des gesamten Planungsverfahrens setzt sich im Rahmen der Planrechtfertigung für einen Verkehrsweg mit andersartigen Verkehrsträgern als Alternativen nicht auseinander, da eine entsprechende Rechtspflicht nicht gegeben ist. Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist inzwischen als echte Alternativenprüfung ungeeignet, da dort andere Verkehrsträger ebenfalls keine Rolle spielen. Im Gegenteil, selbst Varianten innerhalb des gleichen Verkehrsträgers sind nicht mehr Gegenstand einer Umweltverträglichkeitsprüfung<sup>8)</sup> und auch nicht der Planrechtfertigung.

Auf kommunaler Ebene hingegen können solche Überlegungen berücksichtigt werden. In Bauleitplänen kann anstelle einer gut ausgebauten Straße eine Straßenbahn- anbindung in die Innenstadt und zu überregionalen Verkehrsträgern vorgesehen werden. Busse können eigene Fahrspuren erhalten, so daß sie nicht im Verkehrstau stecken bleiben. Diese lokalen Möglichkeiten werden leider zu wenig genutzt, nicht zuletzt, weil Bürger und Politiker zu stark am Auto hängen, obwohl es für den Kurzstreckenverkehr eher ungeeignet ist.

Alle Instrumente zur umweltgerechteren Gestaltung von Verkehrswegen sind wenig effektiv, solange sie jeweils nur ein Projekt betrachten, ohne die Entwicklung des gesamten Verkehrssystems (Straße, Schiene, Wasserstraße u. a.) mit allen seinen Komponenten zu berücksichtigen. Angesichts der zu erwartenden Entwicklung des Kraftfahrzeugverkehrs (vgl. Abschnitt 2) und den daraus resultierenden Umweltauswirkungen (vgl. Abschnitt 3) haben die Umweltverträglichkeitsuntersuchungen fast nur eine Alibifunktion: Jede einzelne Straße, Wasserstraße oder Bahntrasse erhält das Gütesiegel „umweltverträglich“, auch wenn die Anzahl und Dichte der Verkehrswege insgesamt, vermutlich schon die des Straßennetzes für sich gesehen, beim besten Willen nicht mehr als umweltverträglich eingestuft werden kann.

Es sind daher Lösungen zu suchen, die die Umweltverträglichkeit eines Projekts global beurteilen. Erwähnt sei der Entwurf einer EU-Richtlinie über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme, die im Dezember 1996 vorgelegt wurde. Vor der heute üblichen „Plan- oder Projekt-Umweltverträglichkeitsprüfung“ soll danach eine „Prozeß-Umweltverträglichkeitsprüfung“ stehen. Künftig sollen dann bereits verkehrspolitische und raumordnerische Leitbilder im Hinblick auf

ihre Umweltauswirkungen geprüft werden. Dabei sind u. a. Verkehrsträger untereinander zu vergleichen und in ihrem Zusammenwirken (Netzstrukturen, Schnittstellenverknüpfungen, Zerschneidungseffekte) zu beurteilen.

Das Raumordnungsgesetz sieht vor, daß raumbezogene Planungen und Maßnahmen in Raumordnungsverfahren aufeinander und untereinander abzustimmen sind (§§ 14, 15); hierunter könnte auch die Untersuchung von Verkehrsalternativen und der Vergleich der Verkehrsträger untereinander fallen; aufgrund fehlenden oder schwachen politischen Willens ist dies in der Vergangenheit aber kaum geschehen.

#### 4.5 Bewußtseinsbildung/ Umwelterziehung

Das Spannungsfeld zwischen Verkehr und Naturschutz, Landschaftspflege sowie Umweltschutz ist alt, wie der Blick auf einen Beitrag des Dritten Deutschen Naturschutztages 1929 in Dresden zeigt. Auch damals wurde das Bedürfnis nach Mobilität nicht grundsätzlich in Frage gestellt und als wichtiger Ansatz zur Lösung bestehender Konflikte zielgerichtete Erziehung und Bildung gefordert.

##### *Entschließung des Dritten Deutschen Naturschutztages:*

*Der Dritte Deutsche Naturschutztag erkennt keineswegs die Bedürfnisse des Verkehrs. Es muß aber gefordert werden, ihn so zu gestalten, daß durch ihn die Erholungsgebiete nicht ihrer natürlichen Vorzüge beraubt werden. Dies gilt ganz besonders für den Kraftverkehr, der, solange es nicht gelungen ist, außer staubfreien Straßen auch möglichst geräuschlose Fahrzeuge zu erzielen, sich besondere Fahrbeschränkungen mindestens an Sonn- und Feiertagen gefallen lassen muß. Das wichtigste Mittel, den Zwiespalt zwischen Verkehrs- und Erholungsgebiet zu beseitigen, ist Erziehung im Sinne der Naturschutzbewegung, die in ihrem Endziel zum Verantwortlichkeits- und Pflichtgefühl gegenüber den Mitmenschen führt.*

Der Deutsche Rat für Landespflege hat in seinen „Betrachtungen zur ‘Grünen Charta von der Mainau’ im Jahre 1997“ festgestellt, daß das Umweltbewußtsein der Bevölkerung für Anliegen von Naturschutz und Landschaftspflege sowie Maßnahmen des Umweltschutzes durch Informations-

und Öffentlichkeitsarbeit - also auch durch Erziehungsmaßnahmen - von Politik, staatlicher Verwaltung und nicht zuletzt den zahlreichen Natur- und Umweltschutzverbänden im allgemeinen gut entwickelt ist.

Trotzdem klafft zwischen dem Erkenntnisstand und dem notwendigen Handeln eine Lücke.

Zum Thema Autoverkehr lassen sich einer Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1996) folgende Ergebnisse entnehmen:

Mehr als 50 % der befragten Bürger sind der Auffassung, daß von den Umweltschützern das Auto einseitig als „Sündenbock“ dargestellt werde. Nur knapp die Hälfte der Befragten glaubt, daß das Auto zu den wichtigen Umweltsündern gehört. Für das in den 1980er Jahren heftig diskutierte Thema „Geschwindigkeitsbegrenzung“ auf Autobahnen ist die Akzeptanz seit 1991 zurückgegangen und auch Befürworter haben ihre Vorstellungen bezüglich der Höhe eines Tempolimits nach oben verändert.

Hohe Zustimmung findet mit etwa 80 % das Angebot von mehr Fußgängerzonen in größeren Städten und mehr Tempo-30-Zonen in Wohngebieten. Die Akzeptanz für die Sperrung von Innenstädten für den Autoverkehr ist seit 1991 deutlich gesunken. Mit einer Erhöhung von Parkgebühren sind weniger als 30 % der Bevölkerung einverstanden. Für den Vorschlag, das Autofahren zu verteuern, ist die Akzeptanz ebenfalls von 1991 mit mehr als 30 % auf jetzt weniger als 25 % gesunken. Zustimmung finden Vorschläge, den ÖPNV und das Radwegenetz auszubauen sowie den Güterverkehr von der Straße weg auf die Schiene zu verlagern. Ein Verzicht auf das Auto aus reinen Umweltgründen ist trotz hoher ökologischer Sensibilisierung nur etwa bei 1 % der Befragten bewußt gewollt.

Darüber hinaus ist der Befragung des Umweltbundesamtes zu entnehmen, daß mehr als ein Drittel der Bevölkerung zumindest versuche, aus Umweltschutzgründen so wenig wie möglich mit dem Auto unterwegs zu sein und etwa 50 % bereit seien, sich einer Fahrgemeinschaft anzuschließen, wenn die Autobenutzung unvermeidbar sei. Tatsächlich ist jedoch die Zahl der Alleinfahrer seit 1991 mit 52 % auf 1996 mit 61 % gestiegen und die Teilnahme an Fahrgemeinschaften von 1991 mit 16 % auf 1996 mit 12 % gesunken. Die Zahl derjenigen, die nicht

8) BVerwG, U.v.19.5.1998, 4 C 11.96, Umwelt- und Planungsrecht 1998, 388 ff.

mit dem Auto fahren, ist von 1991 mit 32 % auf 1996 mit 27 % ebenfalls gesunken. Für die neuen Bundesländer fallen die Zuwächse bzw. Abnahmen noch drastischer aus. Je weiter die Entfernung zum Arbeitsplatz, desto stärker steigt indessen das Interesse an Fahrgemeinschaften.

Die zurückgelegte Strecke für die Fahrt zum Arbeitsplatz liegt im Westen bei durchschnittlich 13,8 km und im Osten bei 15,5 km. Von den Befragten gaben 23 % im Westen und 29 % im Osten an, eine Wegstrecke bis 5 km zurückzulegen; zwischen 5 km und 15 km fahren im Westen 32 % und im Osten 24 %. Das Auto wird in erster Linie bevorzugt, weil man sich Zeitvorteile gegenüber der Nutzung eines ÖPNV verspricht.

Die Tab. 6 gibt Auskunft darüber, wie das Umlenkungspotential auf andere Verkehrsmittel einzuschätzen ist.

Vor diesem Hintergrund wird die Diskrepanz zwischen dem Wissen über die Probleme und dem tatsächlichen umweltverträglichen Handeln besonders deutlich.

Bei einer anderen Befragung (GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH 1997) von Bürgern der Städte Freiburg und Schwerin stellte sich heraus, daß Orientierungen bezüglich der Mobilität eng mit dem jeweiligen Lebensstil zusammenhängen. Eine Abkehr vom Auto ist für viele Befragte keine pragmatische Problemlösung, sondern eher der „Ausstieg aus der Gesellschaft“. Das Auto ist ein Zeichen des Dazugehörens, des Habens oder Nicht-habens, ein Verzicht auf das Auto wird oft als „gesellschaftliches Herausfallen“ empfunden. Auf die Forderung nach ökologisch verträglicher Mobilität finden sich zwei Reaktionsmuster: Der Verzicht wird als Verschlechterung der eigenen Position im gesellschaftlichen Konkurrenzkampf gesehen, zum anderen gibt es inzwischen auch Anzeichen, daß die Stadtbewohner konkrete Verbesserungen der Umweltqualität als Erhöhung von Lebensqualität betrachten und somit Veränderungen des eigenen Verhaltens als Gewinn wahrnehmen.

Es gibt eine Fülle von Initiativen verschiedener Institutionen, die durch Aufklärung und Information Mitbürger umweltbewußter machen und dazu bewegen wollen, sich umweltverträglicher zu verhalten und dies sowohl mit als auch ohne Auto. Einige Beispiele sind:

Der bundesweite *Aktionstag „Mobil ohne Auto“* wird seit 1994 jedes Jahr durchgeführt. Im ersten Jahr hatte er etwas weniger

Umfrageergebnisse zum berufsbedingten Mobilitätsverhalten				
Befragte	ABL		NBL	
	%		%	
<b>(1) Auto wird auch für Fahrten während der Arbeitszeit gebraucht</b>				
ja	25		30	
teils/teils	12		16	
nein	63		54	
<b>(2) Möglichkeit der Verwendung Öffentlicher Verkehrsmittel</b>				
ganz und gar unmöglich	38		44	
möglich unter größten Schwierigkeiten	26		30	
möglich mit Einschränkungen	17		14	
möglich	19		12	
<b>(3) Autonutzung auch bei Verdoppelung der Benzinpreise</b>				
ja	54		69	
nein	20		9	
weiß nicht	26		22	

**Fragen:**  
 (1) Brauchen Sie Ihr Fahrzeug auch für Fahrten während der Arbeitszeit, also für berufsbedingte Fahrten (für ausbildungsbedingte Fahrten)?  
 (2) Für den Weg zu Ihrer Arbeit (zu Ihrer Ausbildungsstätte), inwieweit wäre es da für Sie möglich, ausschließlich öffentliche Verkehrsmittel zu verwenden? Was vom folgenden trifft auf Sie am ehesten zu?  
 (3) Wenn sich der Benzinpreis verdoppeln würde, würden Sie dann auch weiterhin das Auto für den Weg zu Ihrem Arbeitsplatz (zu Ihrer Ausbildungsstätte) benutzen?

Tab. 6: Rahmen- und Handlungsbedingungen der Personen, die allein mit dem Auto zu ihrem Arbeitsplatz fahren (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), ABL = Alte Bundesländer, NBL = Neue Bundesländer.



Informationsblatt des Verkehrsclubs Deutschland zum Wettbewerb: „Königliche Verhältnisse in Bus und Bahn“.

als 300.000 Teilnehmer. Veranstalter sind der Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND), der Verkehrsclub Deutschland (VCD), ProBahn-Ortsgruppen und Gemeinden der Evangelischen Kirche sowie verschiedene Kooperationen. Mit dieser Aktion soll eine Wende in der Verkehrspolitik erreicht werden, die dem öffentlichen Verkehr und den Belangen von Fußgängern und Fahrradfahrern mehr Priorität einräumt.

Am Aktionstag 1998 haben 500.000 Menschen in Deutschland an Vortragsveranstaltungen und Aktivitäten ohne Auto teilgenommen. Die Deutsche Bahn und öffentliche Verkehrsträger haben mit Sonderan-

geboten autofreie Ausflüge unterstützt. Bürger sollen über Möglichkeiten mobilen Verhaltens ohne Auto informiert werden; gleichzeitig soll Druck auf die Verkehrspolitik ausgeübt werden, andere Schwerpunkte zu setzen.

Der 1998 erstmals ausgelobte Wettbewerb des Verkehrsclubs Deutschland „Königliche Verhältnisse in Bus und Bahn“ richtet sich gleichermaßen an Bus- und Bahnfahrer und Verkehrsunternehmen, Kommunen sowie Tourismusverbände. Es sollen Projekte honoriert werden, die das Fahren mit Bus oder Bahn besonders attraktiv gestalten.

Gesucht sind entsprechende Beispiele, wie etwa

- aus der Sicht der Fahrgäste:  
kurze Reisezeiten, Sicherheit, Fahrgastinformationen, Angebote für die Freizeit, Fahrgastservice (Frühstücken im Nahverkehrszug), Komfort und Atmosphäre, Bike & ride, Tarifsystem, Fahrgastbeteiligung, Linienangebot, Haltestellen, Zusatzangebote zum Linienverkehr (Bürgerbusse);
- aus der Sicht der Unternehmen:  
verbesserte Fahrgastinformation, verständliche Tarifgestaltung, neue Tarifangebote, gute Angebotsformen (Nachtbetrieb, Haustürbedienung), Angebote für Freizeitmobilität, Transportangebote (Gepäckservice), Mitwirkungsmöglichkeiten für Fahrgäste (Fahrgastbeirat, Beschwerdemanagement), Vernetzung mehrerer Verkehrsträger, innovative Werbung für alle Zielgruppen von Mitfahrern.

Dieser Wettbewerb lief bis Ende August 1998; die Ergebnisse werden Anfang 1999 der Öffentlichkeit übergeben.

Das Heidelberger Umwelt- und Prognose Institut (UPI) hat ein *PC-Programm WinMobil* herausgebracht, das dem Benutzer zum einen die Berechnung der Kosten seiner Mobilität mit dem Auto (350 Pkw-Typen) erlaubt. Zum anderen lassen sich persönliche Ökobilanzen für die Benutzung von Bus, Bahn, Fahrrad, Taxi, Car-sharing und zu Fuß Gehen erstellen. Darüber hinaus enthält WinMobil Tips und Informationen zu Tarifen, Reservierungen, Fahrradmitnahme durch die Bahn und wichtige Anschriften und Hinweise. Das Programm klärt den Nutzer über umweltfreundlicheres - und kostensparendes - Fahren mit dem Auto auf und versucht gleichzeitig, Anreize für die Nutzung anderer Verkehrsmittel zu schaffen.

### **Maßnahmen zur Förderung umweltverträglichen Verhaltens im Verkehr**

Die Information der Bürger über umweltfreundliches Verkehrsverhalten bedarf der weiteren Verbesserung. Zu begrüßen sind die in einigen Städten (z. B. Köln) im Aufbau befindlichen Zentralen zur gezielte Mobilitätsberatung von potentiellen Fahrgästen über alternative Verkehrsmittel. Bei den ÖPNV und der Deutschen Bahn muß mehr Werbung gemacht werden, z. B. für die Vorteile von Autoreisezügen. Dies müßte sicherlich mit Beratungen über günstige Tarife kombiniert werden.

Die Attraktivität des ÖPNV läßt sich sicherlich durch Maßnahmen wie die Einrichtung von Frühstücksbuffets und Zeitungskios-

ken (z. B. Zugverbindung Euskirchen), transparente Tarife, vereinfachten Fahrkartenverkauf, Schnittstellenverbesserung (Ruf-taxis, z. B. Bonn), sichere Bahnhöfe, bessere Taktzeiten in Stoßzeiten, Niederflerbusse, individuellere Gestaltung der ÖPNV, mehr Sauberkeit in den Fahrzeugen deutlich steigern.

Die Anreize für umweltschonendes Verkehrsverhalten, wie Jobticket, Transport des Fahrrades im ÖPNV, Familientickets, Verbundtickets (Oper, Theater), Sondertarife, könnten erweitert werden durch bessere Abrechnungsmöglichkeiten für Fahrräder bei der Steuer, Prämien für die Abwicklung von Dienstgängen und Dienstreisen auf umweltfreundliche Art und Weise (im öffentlichen Dienst muß die Pkw-Benutzung begründet werden, normalerweise wird nur das Bahnfahren erstattet!) u. a. mehr.

Die Einführung eines Umwelttrainings in der Fahrschule und evtl. als Voraussetzung für das Bestehen der Fahrprüfung (Fahrverhalten übt enormen Einfluß auf die Emissionen aus) könnte vorgeschrieben werden. Darüber hinaus könnten Autofahrer verpflichtet werden, in regelmäßigen Abständen im Hinblick auf umweltverträgliche Fahrweisen nachgeschult zu werden.

An Volkshochschulen und Bildungswerken wären Kurse für umweltfreundlichen Fahren anzubieten (Beispiel Bildungswerk Bonn/Rhein Sieg; hier wird ein „Ökoführerschein“ angeboten: Auf dem Weg zum „Fünf-Liter-Fahrer“). Ein solchen Eco-Training wird auch von Daimler-Benz seit 1996 angeboten; für viele teilnehmende Fahrer ist es erstaunlich, daß bei geändertem Fahrverhalten sich bis zu 40 % Benzin einsparen lassen.

### **Tips zum Benzinsparen:**

- Motor nie unnötig laufen lassen,
- Schubabschaltung nutzen,
- höchstmöglichen Gang einlegen,
- ohne Gas starten, sofort losfahren,
- gleichmäßiges Tempo fahren,
- hohe Geschwindigkeiten meiden,
- keine unnötigen An- und Aufbauten am Fahrzeug,
- richtiger Reifendruck (maximale Herstellerangabe),
- keine unnötige Zuladung mitnehmen,
- nicht unnötig bremsen.

Quelle: KOCH 1998, FISCHER 1997.

## **5 Instrumente für einen umwelt- und raumverträglicheren Verkehr**

Im Verkehrssektor ist in Teilbereichen weiterhin eine Zunahme der Umweltbelastungen zu erwarten. Das macht eine umweltpolitische Steuerung notwendig, um diese Umweltbelastungen zu reduzieren. Für eine entsprechende Steuerung kommt eine Reihe von Instrumenten in Frage, von denen eine Auswahl dargestellt wird. Sie können nach ordnungsrechtlichen und fiskalpolitischen Instrumenten unterschieden werden. Zunächst soll ein Überblick über die Umweltziele im Verkehrsbereich und danach über mögliche Instrumente zur Reduzierung seiner Umweltbelastungen gegeben werden. Der Einsatz der jeweiligen Instrumente ist dabei zum einen abhängig von dem Umweltproblem und zum anderen von der Belastungsquelle.

### **Ordnungsrechtliche und fiskalpolitische Instrumente**

#### **Umweltziele im Verkehr**

Tab. 7 zeigt die wesentlichen Umweltqualitätsziele, deren Erreichung dazu beitragen würde, um die in Abschnitt 3 genannten Belastungen zu vermindern. Durch den Einsatz eines „Instrumentenmixes“, also planerischer, ordnungsrechtlicher und fiskalpolitischer Instrumente, könnten sie erreicht werden.

Vorab werden die unterschiedliche Ebenen zur Steuerung der Entwicklung aufgeführt, bevor auf die entsprechenden ordnungsrechtlichen und fiskalpolitischen Instrumente eingegangen wird. Die Tab. 8 zeigt - hier am Beispiel des Güterverkehrs -, auf welchen Ebenen Einflußmöglichkeiten zur Steuerung des Verkehrs bzw. der Verkehrsbelastungen existieren.

Es wird deutlich, daß eine Vielzahl von Handlungsebenen im Güterverkehrsbereich Einfluß auf die Reduktion der Belastungen nehmen kann. Daraus ist zugleich abzuleiten, daß das Ziel einer umwelt- und raumverträglichen Verkehrsentwicklung nicht durch den Einsatz von einem oder wenigen Instrumenten im Verkehrsbereich erreicht werden kann, vielmehr muß eine Einbettung der ordnungsrechtlichen, fiskalpolitischen und sonstigen Instrumente in die Raumordnung und Landesplanung sowie die Stadtentwicklungsplanung erzielt werden. Auch ein fiskalpolitisches Instrument, wie die Ökosteuer, ist alleine nicht hinreichend.

Im Verkehrsbereich kommen eine Vielzahl von ordnungsrechtlichen und fiskalpolitischen Instrumente zur Anwendung, die al-

lerdings nur zu einem gewissen Teil zu einer Steuerung in Richtung eines umwelt- und raumverträglichen Verkehrs beitragen. Obgleich nicht zu dem genannten Ziel direkt eingesetzt, sind sie jedoch in der Lage, die Erreichung des Zieles zu unterstützen.

Der Einsatz von Steuerungsinstrumenten im Verkehrsbereich erweist sich vielfach als schwierig, da Verkehr und vor allem Verkehrsinfrastrukturen als entscheidende Voraussetzung für die Standortwahl von Unternehmen und die wirtschaftliche Entwicklung angesehen werden. Darüber hinaus sind Mobilität und vor allem das Auto auch integrale Bestandteile der entwickelten Industriegesellschaften. Entsprechend hoch sind die Hürden des Einsatzes dieser Instrumente, insbesondere wenn es um Versuche der Verkehrsverringering geht.

Die Instrumente unterscheiden sich nach ihren Wirkungshorizonten. So führt eine Reihe von preispolitischen Instrumenten vielfach zu einer technischen Weiterentwicklung und damit zu einer Emissionsreduktion je Verkehrsleistung. Eine Reduktion des Verkehrs wird allerdings nicht oder nur begrenzt erreicht, wenn z. B. die Kostenhöhung durch effizientere Techniken lediglich aufgefangen werden kann. Die Umweltwirkungen des Verkehrs können nur dann verringert werden, wenn es nicht zugleich zu einer Zunahme des Verkehrs kommt.

Die Instrumente müssen außerdem dahingehend differenziert werden, inwieweit sie auf Brennpunkte orientiert sind und konkrete Probleme lösen sollen. In diesem Fall werden vorrangig ordnungsrechtliche Instrumente zum Einsatz kommen, ggf. sind aber auch preispolitische Instrumente, wie Maut, Road-pricing oder auch Zertifikatslösungen, denkbar.

Allgemeine finanzpolitische Instrumente, wie Benzinpreiserhöhungen, die Einführung von Ökosteuern etc., sind hingegen generell auf Verkehrsreduktion bzw. Verbesserungen der Antriebstechniken, ausgerichtet.

Insofern ist eine Strategie, Verkehr zu reduzieren, nicht allein durch „negative“ Instrumente zu lösen, sondern erfordert auch „positive“ Instrumente, wie stadt- und raumplanerische Maßnahmen (Stadt der kurzen Wege, vgl. Abschnitt 4) und die Entwicklung des Angebots umweltfreundlicher Verkehrsmittel.

#### **Zum Zusammenhang von ordnungsrechtlichen und fiskalpolitischen Instrumenten**

Ordnungsrechtliche Instrumente sind in der Regel darauf ausgerichtet, konkrete Tatbe-

<b>Eckpunkte zur Reduktion verkehrsrelevanter Umweltbelastungen</b>	
<b>Bereich</b>	<b>Umweltziel</b>
Sommersmog	- 80 % VOC bis 2005 (bezogen auf 1987) - 80 % NOx bis 2005 (bezogen auf 1987)
Treibhausgase	VOC und NOx vgl. Sommersmog CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> und CO analog Enquete-Kommission VSE, 1990 - 30 % CO <sub>2</sub> bis 2005 (bezogen auf 1987) - 30 % CH <sub>4</sub> bis 2005 (bezogen auf 1987) - 60 % CO bis 2005 (bezogen auf 1987)
Toxische Stoffe	Senkung des Gesamtkrebsrisikos - 90 % bis 2005 (bezogen auf 1987) - 99 % langfristig
Lärm	langfristig: Planungsrichtlinien der DIN 18005 - für allgemeine Wohngebiete: 55 dB(A) tagsüber und 40-45 dB(A) nachts - für reine Wohngebiete: 50 dB(A) tagsüber und 35-40 dB(A) nachts
Natur und Landschaft	- Erhaltung großer unzerschnittener und verkehrsarmer Räume - Erhaltung und Entwicklung von Naturvorrangflächen und eines Biotopverbundes bis hinein in den Siedlungsbereich - Verminderung des Flächenverbrauchs - Entwicklung verkehrsvermeidender Siedlungsstrukturen - Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes - Ressourcensicherung

Tab. 7: Eckpunkte zur Reduktion verkehrsrelevanter Umweltbelastungen.

*Zu Ozon: Eine Reduzierung der Ozonkonzentration wird erreicht durch gemeinsame Senkung von NO<sub>x</sub> und organischen Verbindungen um mindestens 50 %, damit eine merkliche Senkung der Ozonbelastung (15-20 %) eintritt. „Nach Abschätzungen der Niederlande und der Schweiz senken erst drastischere Emissionsreduzierungen der Ausgangswerte um 70- 80 % den Ozonpegel so weit, daß keine höheren Spitzenwerte (120-150 mg/m<sup>3</sup>, Stundenmittelwerte) mehr vorkommen.*

*Zu kancerogenen Stoffen:*

*„Für den Verkehrssektor schlägt der Umweltrat als mittelfristiges Ziel (bis 2005) eine Senkung der Emission von Kancerogenen um den Faktor 10, bezogen auf Fahrzeuge mit Ottomotor ohne Katalysator und nicht optimierte Dieselmotoren (Stand '89, Tab.III 7) vor.“*

*Quelle: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1994, ergänzt.*

stände zu regeln. Sie sind treffsicher, vielfach aber weniger effizient als z. B. fiskalpolitische Maßnahmen. Dennoch bewirken die ordnungsrechtlichen Instrumente in der Regel auch eine Kostenanlastung, indem bestimmte Tatbestände verteuert werden. So führt die ordnungsrechtliche Maßnahme, die den Katalysator zur Pflicht macht, auch zu zusätzlichen Kosten.

Darüber hinaus muß festgehalten werden, daß die unterschiedlichen Verkehrsarten (Motorisierter Individualverkehr = MIV, Gütertransport) unterschiedlichen Handlungslogiken folgen und dementsprechend durch unterschiedliche Instrumente beeinflußt werden können.

Nachfolgend werden einige ordnungsrechtliche und fiskalpolitische Instrumente vorgestellt, die einen Beitrag zur Verringe-

rung der Umweltwirkungen des Verkehrs leisten können.

#### **Vorrangig fiskalpolitische Instrumente**

Da sich ein Instrument jeweils optimal auf die Erreichung eines bestimmten Ziels abstellen läßt, müssen für unterschiedliche Ziele auch verschiedene Instrumente zum Einsatz kommen. Schon allein im Bereich der umweltpolitischen Ziele kann es zum „Trade-off“, also unterschiedlicher Zielerreichungsgrade kommen, wenn die Ziele gleichzeitig mit einem Instrument erreicht werden sollen. Ein optimales System von Abgaben im Straßenverkehr würde nach Ansicht von EWERS (1991) folgende Gebühren umfassen:

- einen Beitrag zu den Kosten der Wegebereitstellung (bzw. zur Abdeckung des bei den Wegekosten entstehenden Defi-

zits). Dies kann zum einen als fixe Gebühr, unabhängig von der Nutzung, zum anderen auch als differenzierte Gebühr, in Abhängigkeit von der Nutzung, ausgestaltet werden,

- eine Rationierungsgebühr, die von der aktuellen Belastung des jeweils genutzten Weges abhängig ist und
- eine Umweltabgabe, deren Höhe von der emittierten Schadstoffmenge abhängig ist.

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen hat in seinem Gutachten 1994 auf dieser Grundlage eine Systematik für ein solches Abgabensystem vorgeschlagen, bei dem jedem Verkehrsträger mit unterschiedlichen Instrumenten folgende Kosten angelastet werden sollen:

- Wegekosten,
- Rationierungsgebühren und
- Umweltkosten.

#### *Instrumente im einzelnen*

Übersicht über die vorgeschlagenen Maßnahmen für den Straßengüterverkehr (vgl. Tab. 9):

#### *Ökologische Steuerreform*

Eine ökologische Steuerreform hat im Grundsatz zum Ziel, diejenigen Handlungs-

weisen zu belasten, die zu Umweltbelastungen beitragen. Es existieren in diesem Zusammenhang eine Reihe von Vorschlägen, u. a. eine Bodenversiegelungsabgabe, eine Naturschutzabgabe etc. In Deutschland wird die Diskussion um die ökologische Steuerreform aber zumeist verengt auf den Energiebereich geführt, z. B. im Rahmen des Greenpeace/Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung<sup>9)</sup>-Modells einer ökologischen Steuerreform. Die Bemessungsgrundlage dieser Modelle stellen zumeist die CO<sub>2</sub>-Emissionen dar.

Allerdings ist die steuerliche Belastung aufgrund einer CO<sub>2</sub>-Steuer nicht hinreichend, um im Verkehrsbereich wesentliche entlastende Wirkungen zu erzielen, da diese dort finanziell nicht genügend spürbar werden. Aus der Sicht des Klimaschutzes ist darauf hinzuweisen, daß die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich weiterhin zunehmen und von daher weiterer Handlungsbedarf angezeigt ist. Dies führte entsprechend zu Vorschlägen der Erhöhung der Mineralölsteuer mit dem Ziel, eine Senkung der Emissionen im Verkehrsbereich zu erreichen (so z. B. der SRU, der einen Mineralölpreis von bis zu 5,- DM (nominal) in mittlerer Frist anregt).

#### *Schwerverkehrsabgabe*

Darüber hinaus wird für den Schwerverkehr und dessen besondere Umweltbelastungen (Lärm, besondere Belastung der Infrastruktur) die Einführung einer Schwerverkehrsabgabe gefordert.

#### *Subventionen*

Subventionen können die Preis-/Angebotsgestaltung im Schienenverkehr (Personen und Güter) beeinflussen. Die Subventionierung, also die Verbilligung ökologisch vorteilhafter Transportmittel, kann z. B. im Personenverkehr, positive Umweltwirkungen haben. Nach Aufhebung der Tarifhoheit des Bundes werden die Preise für alle Verkehrsträger in jeweils eigener Verantwortung der Länder und Kommunen kalkuliert.

#### *Road-pricing*

Mittels des „Road-pricing“ (Erheben von Gebühren für Straßenbenutzung) soll eine Veränderung des Verkehrsmittelwahlverhaltens, eine umweltverträglichere Verteilung des Verkehrsaufkommens im Straßennetz und eine Anlastung der (Umwelt-)Kosten erreicht werden. Das Instrument kann in hochfrequentierten und emissionsbelasteten Verkehrsräumen eingesetzt werden: es soll die zeitliche und räumliche Verteilung des Verkehrs steuern und auf die fahrleistungsabhängigen Kosten wirken. Durch die Staffelung der Gebühren (z. B. Gesamtgewicht) kann darüber hinaus Einfluß auf die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte genommen werden. Konkrete Maßnahmen können in der Einführung einer Maut bestehen, beispielsweise beim Alpen transit oder im innerstädtischen Bereich. Je nach eingesetztem System ist die Weiterentwicklung elektronischer Verfahren mit der Einführung von Post-pay-Methoden bzw. Pre-pay-Verfahren (Smart cards, Chip cards) erforderlich, wozu EDV-Zugangskontrollen eingeführt werden müssen.

#### *Senkung der Emissionsgrenzwerte durch Einführung einer emissionsbezogenen Fahrzeugsteuer*

Mit diesem Instrument kann die Entwicklung von emissionsarmen Fahrzeugen und deren Verkauf gefördert werden. So können die Emissionen von Lärm und Abgasen verringert werden. Emissionsbezogene Kfz-Steuern können durch die Einbeziehung der jährlichen Emissionen der jeweiligen Fahrzeugtypen in die Berechnungsgrundlage der Steuer eingeführt werden.

9) Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (1994): Wirtschaftliche Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform. Gutachten im Auftrag von Greenpeace e.V. Berlin, 278 S.

Ebenen der Steuerung des Verkehrs	
Ebene	Maßnahme
Europäische Union	- Weiterentwicklung der EU-weiten Umweltstandards/-Normen - Einführung EU-weiter Mindestlöhne im Transportgewerbe - Revision der Planungen für die Transeuropäischen Netze - Anwendung der strategischen UVP für Verkehrsprojekte
National	- Erweiterung und Modifikation der Bewertungsverfahren im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung - Abstimmung der überörtlichen Planungen mit den Kommunen - Anwendung der strategischen UVP für Verkehrsplanungen
Lokal/regional	- Korridorplanungen - Einführung von Road-pricing - Gewährung von Benutzervorteilen - Regelmäßige ordnungsrechtliche Überprüfungen - Integration des Güterverkehrs in die Stadt- und Verkehrsplanung (BauNVO, Anpassung der technischen Regelwerke) - Freihaltung eines Nachtkorridors (Bsp. Zeitfenster von 22.00 - 6.00 Uhr) von der städtischen Belieferung - Interkommunale Kooperation bei der Ausweisung transportintensiver Flächennutzungen sowie der Planung von Schnittstellen für den (Straßen-) Güterverkehr
Mikropolitik/ Unternehmensebene	- Erweiterung des Geltungsbereichs der EG-Verordnung über die freiwillige Umweltbetriebsprüfung (Öko-Audit) auf die transportrelevanten Umweltnutzungen von Unternehmen bzw. auf Transportunternehmen - Verbindung dieser freiwilligen Umweltschutzleistung von Unternehmen mit lokalen Planungsansätzen, etwa dem Erlaß örtlicher Benutzervorteile (s. o.)

Tab. 8: Selektive Steuerung auf unterschiedlichen Handlungsebenen, Quelle: HESSE, M. & MEYERHOFF, J. 1997.

Maßnahmen für den Straßengüterverkehr		
Wirkungsbereich	Instrument	Ausgestaltung
Wegekosten	Trennung von Kfz- und Mineralölsteuer; vorübergehend Abgabe auf Fahrzeugkilometer; Ziel ist die Einführung von Road-pricing	Im ersten Schritt nach Fahrzeugklassen gestaffelt, beginnend ab 12 t vollständige Anlastung, Federung und Achszahl werden berücksichtigt; Ziel ist, daß auch Fahrzeuge in der Klasse ab 3,5 t ihre Wegekosten vollständig decken
CO <sub>2</sub> -/Energiesteuer	Mineralölsteueranhebung	Anhebung der Kraftstoffpreise (real) auf DM 2,40 innerhalb von 15 Jahren
Lärm- und Schadstoffemissionen	Standards verknüpft mit Kraftfahrzeugsteuer	Frühzeitige Formulierung weitgehender EURO III und IV; Verdreifachung bisheriger Kfz-Steuer für EURO II mit einem Mindestsatz von 2.000,- DM; Reduzierung um ein Drittel bei EURO III; für Nicht-EURO Fahrzeuge wird eine Übergangsfrist von fünf Jahren nach Inkrafttreten dieser Maßnahme gesetzt

Tab. 9: Ökonomische Instrumente (Ansatzpunkt ist das Fahrzeug). HESSE, M & MEYERHOFF, J. 1997.

#### **Fahrleistungs-/emissionsabhängige Kraftverkehrsabgabe**

Grundlage der Abgabe können die realen jährlichen Fahrleistungen und die je Fahrzeugtyp ermittelten Emissionswerte sein. Notwendig ist die technische Ausrüstung der Fahrzeuge, um Manipulationen der Höhe der Fahrleistung zu vermeiden. Damit wird die Fahrleistung beeinflusst, indem umweltfreundliche Fahrzeuge bevorzugt und entsprechende technische Entwicklungen angestoßen werden. Es muß allerdings problematisiert werden, inwieweit die mit einer solchen Herangehensweise erforderliche Kontrolle nicht ein Übermaß an Überwachung nach sich zieht.

#### **Erhöhung des Kraftstoffpreises**

Hierdurch werden die externen Kosten des Verkehrs in den Kraftstoffpreis internalisiert. Es werden Anreize für die Entwicklung verbrauchssparender Antriebstechniken, die Verringerung der Transportweiten, eine Verbesserung der Transportlogistik und eine Verlagerung auf andere Verkehrsträger ausgelöst.

#### **Zertifikate**

Durch die Vergabe bzw. die Versteigerung von Zertifikaten können mengenmäßige Beschränkungen erreicht werden. Mit den Zertifikaten würde eine Obergrenze z. B. der Emissionen oder auch der Verkehrsmenge festgelegt. Wird z. B. bestimmt, wieviel Pkw's in einem besonders durch Verkehr belasteten Gebiet zugelassen werden, müßten diejenigen Verkehrsteilnehmer, die diesen Bereich befahren wollen, für die Zufahrtsberechtigung einen Preis bezahlen. Dieser setzt sich aus dem Zusammentreffen

von Nachfrage und dem begrenzten Angebot zusammen.

#### **Vorrangig ordnungsrechtliche Instrumente**

##### **Benutzervorteile:**

Durch die gezielte Vergabe von Zufahrtserlaubnissen läßt sich die Benutzung von lärm- und abgasarmen Fahrzeugen des Wirtschaftsverkehrs in den Innenstädten regeln. In die 8. Verordnung zu Änderung der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom November 1984 wurde der Begriff „Lärmarme Kraftfahrzeuge“ aufgenommen. Damit liegt ein Ansatzpunkt zur Förderung vor.

##### **Öffentliches Beschaffungswesen**

Durch das öffentliche Beschaffungswesen können vorrangig solche Fahrzeuge erworben werden, die die gängigen Grenzwerte (Verbrauch, Emission, Lärm) unterschreiten. So gestattet die Novellierung der VOL (Verdingungsordnung für Leistungen) die Aufnahme von Umweltschutzaspekten, dementsprechend können die Ausschreibungen diese berücksichtigen. Damit lassen sich Anreiz-Effekte auslösen, die eine umweltorientierte Ausstrahlung haben.

##### **Optimierung der Flächennutzung durch planerische Maßnahmen**

Im Rahmen der Entwicklungs- und Bauleitplanung ist die Ausweisung von Industrie- und Gewerbegebieten beeinflussbar; so können eine Verringerung der Umweltbelastungen durch kurze und leistungsfähige Anbindungen an die erforderliche Verkehrsinfrastruktur erreicht und damit die Quelle-Ziel-Beziehungen zur Vermeidung von Transportleistungen optimiert werden.

Die Rahmenbedingungen für vermehrte Bahntransporte sind durch Anbindung von Gewerbestandorten zu verbessern, um damit eine Veränderung des Modal splits zu erreichen. Eine Möglichkeit besteht in der Entwicklung von Güterverteilungskonzepten.

Maßnahmen zur Erhöhung des Auslastungsgrades und zum Abbau von Leerfahrten Maßnahmen mit diesem Ziel setzen auf eine Verringerung der Fahrzeugflotten und den Aufbau logistischer Dienstleistungskonzepte. Diese können nicht durch direkte Vorschriften erreicht werden; es bestehen aber indirekte Möglichkeiten, indem die Zufahrten von Lkw in bestimmte Stadtgebiete beschränkt werden. Im Ausland werden z. B. Ausschreibungen mit dem Ziel der Versorgung der Innenstadt bei optimaler Auslastung der Fahrzeuge durchgeführt. Dies kann ebenfalls durch die Aufhebung von vorhandenen Einschränkungen für optimal ausgelastete Fahrzeuge gefördert werden.

Wesentlich dürften darüber hinaus organisatorische Verbesserungen der Logistik, z. B. durch Güterverteilungszentren, sein sowie die Förderung von Kooperationen, z. B. durch „Runde Tische“ zum Thema Leerfahrtenverringering.

##### **Reduktion der Fahrgeschwindigkeit**

Durch ein allgemeines Tempolimit auf den Autobahnen, aber auch im innerstädtischen Verkehr, bei gleichzeitig verstärkter Kontrolle, können die Verringerung der Emissionen sowie des Ressourcenverbrauches und darüber hinaus eine Verbesserung des Verkehrsflusses erreicht werden.

Geschwindigkeitsbegrenzungen können generell oder in besonders belasteten Gebieten durch technische, juristische und

administrative Maßnahmen gemäß Straßenverkehrsordnung, Beschilderungs- und bauliche Maßnahmen etc. durchgesetzt werden.

#### **Kraftstoffverbrauchsgrenzwerte**

Diese zielen auf die Einführung von fahrzeugtypangepaßten Kraftstoffverbrauchsgrenzwerten. Damit werden Fahrzeughersteller dazu veranlaßt, technische Entwicklungen für verbesserte Antriebs- und Fahrparameter verstärkt zu berücksichtigen.

### **6 Zusammenfassende Empfehlungen des Deutschen Rates für Landespflege**

Ein völlig neues „integriertes Verkehrskonzept der Zukunft“ kann der Deutsche Rat für Landespflege nicht vorlegen, weil - wie oben gezeigt wurde - die zum Themenbereich Verkehr gehörenden gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Belange vielschichtig und komplex sind. Nachfolgend sollen daher vor allem die wesentlichen Aspekte aufgeführt werden, die auf eine „Verkehrswende“ zielen, und eine grundlegende Richtungsänderung der Verkehrsentwicklung mit anstoßen können.

Mobilität ist ein Grundbedürfnis des Menschen. Der Deutsche Rat für Landespflege sieht als Kernproblem an, daß in der Gesellschaft der Begriff „Mobilität“ ganz überwiegend mit Verkehr - und hier vor allem mit dem Auto-Verkehr - gleichgesetzt wird. Die in Abschnitt 2 gegebene Definition bedarf folglich einer Erweiterung. Mobil sein kann nicht nur heißen, sich möglichst viel und frei im Raum zu bewegen und Verkehr zu verursachen. Aus Sicht des Rates ist

genauso derjenige mobil, der soziale, wirtschaftliche und kulturelle Angebote in unmittelbarer räumlicher Nähe auf kurzen Wegen erreichen kann. Strecken verkürzen bedeutet daher auf jeden Fall, Mobilität zu gewinnen, die unabhängig von physischen Verkehrsmitteln ist. Gleichzeitig muß ein Hauptanliegen der Gesellschaft sein, das transportverbundene Ausmaß an Umweltbelastungen zu beschränken sowie die Effizienz zu erhöhen.

Schäden, wie Störung und Zerstörung von Naturräumen und schutzwürdigen Biotopen, Ressourcenverbrauch, Abfallbelastung, Klimaveränderungen, Veränderungen des Landschaftsbildes, Immissions- und Lärmbelastungen, Verlust an Wohn- und Lebensqualität u. v. m. sind durch die Auto-Mobilität wesentlich mitverursacht. Mobilität ist nur dann vertretbar, wenn es gelingt, die in Abschnitt 3 genannten Wirkungen und Schäden auf Dauer zu verringern bzw. zu vermeiden.

Hervorzuheben ist, daß die Mobilitätsbedürfnisse von Bewohnern von Städten und Ballungsräumen anders erfüllt werden können als die der Bevölkerung ländlicher Räume. Letztere haben deutlich weniger Ausweichmöglichkeiten auf Öffentliche Personennahverkehrssysteme und sind deshalb stärker auf das Auto angewiesen. Daher gibt es keinen *alleinigen* Königsweg, um die Probleme des Verkehrs zu verringern oder gar zu lösen. Es muß sehr genau betrachtet werden, welche Maßnahme für welchen Raum sinnvoll sein und greifen könnte. Zahlreiche Abwägungsprozesse und Kompromisse sind daher unumgänglich; viele kleine Schritte sind zu gehen.

Die wichtigsten Handlungsfelder lassen sich unter folgende Oberbegriffe zusammenstellen:

- Verkehrsvermeidung und räumliche Strukturen,
- Verlagerung von Verkehr auf möglichst umweltfreundliche Verkehrsträger,
- technische Optimierungen (Recycling, Verbesserung der Autotechnik),
- Verringerung von Flächeninanspruchnahme sowie
- Maßnahmen im psychosozialen Bereich.

Der Deutsche Rat für Landespflege hält es für notwendig, an einzelnen Faktoren anzusetzen, die in ihrer Summe für die bisherige Form umweltunverträglicher Mobilität mitverantwortlich sind, wie das individuelle Verhalten, gesellschaftliche Entwicklungen, Gesetzgebungen, Planungen, Technik, industrielle Produktionen usw.

Neu hinzukommender *Individualverkehr* ist wesentlich für den starken Anstieg der Nutzung des Autos verantwortlich. Er entsteht vor allem durch die Veränderung der Siedlungsstrukturen, durch die Einbeziehung des ländlichen Raumes in alle Wirtschaftsprozesse und durch einen entfernungsintensiven Lebensstil. Der Rat unterstützt daher alle Forderungen, eine Siedlungsentwicklung nach dem Leitbild „Stadt der kurzen Wege“ mit stärkerer Funktionsdurchmischung, höheren baulichen Dichten, einem leistungsfähigen Nah- und Fernverkehrssystem, mit gutem Fuß- und Radwegenetz stärker voranzutreiben. In städtischen Kernzonen kann eine sinnvolle Parkraumbewirtschaftung in Kombination mit leistungsfähigem Öffentlichem Personennahverkehr (ÖPNV) einen wirkungsvollen Beitrag zur Vermeidung von Auto-Verkehr leisten. Solche Siedlungsstrukturen könnten helfen, die steigenden täglichen Entfernungen im Berufsverkehrs langfristig zu senken.

Etwa 50 % der jährlich gefahrenen Personenkilometer sind vom *Freizeit- und Urlaubsverkehr* verursacht. Einen Prozentsatz zu verringern, kann die Bereithaltung stadtnahen Freiraums in Wohnungsnähe für die tägliche Erholung und Freizeitgestaltung und stadtnahen Erholungsraumes für das Wochenende sein. Diese Flächen müssen günstig zu Fuß erreichbar sein, sollten untereinander durch Radwegesysteme verbunden und in Ballungsräumen auch mit dem ÖPNV angefahren werden können. Auch Urlaubsgebiete sollten gut durch Bahnverbindungen erreicht werden können. Der Rat erkennt allerdings nicht, daß alternative Verkehrsträger häufig nicht nur teurer, sondern auch unkomfortabler sein können - davon werden besonders u. a. Familien mit Kindern und Senioren betroffen.



Leitbild sollte die „Stadt der kurzen Wege“ sein: mit stärkerer Funktionsdurchmischung, höheren baulichen Dichten, einem leistungsfähigen Nah- und Fernverkehrssystem, mit gutem Fuß- und Radwegenetz (Foto: Pretscher).

Rund 62 % der Erwerbstätigen benutzen für ihren *Arbeitsweg* das Auto. Die Ursachen sind zwar einerseits in der zuvor angesprochenen Siedlungsstruktur und Entwicklung der Verkehrsträger zu sehen, andererseits wird dieses Verhalten durch Steuerminderungen begünstigt. Es müssen zusätzliche Anreize geschaffen werden, die umweltverträgliche Mobilität (z. B. zu Fuß, Fahrrad, ÖPNV) zu belohnen.

An diesem Punkt könnte auch die öffentliche Wohnungsbauförderung vermehrt ansetzen, die so ausgerichtet sein sollte, daß bauliche Verdichtungen an den Stellen vorgenommen werden, wo eine umweltverträgliche Erreichbarkeit gewährleistet ist.

Können Ziele mit unterschiedlichen Verkehrsträgern in vertretbarer Zeit erreicht werden, so sollte steuerlich derjenige anerkannt werden, der am umweltschonendsten ist. Die Anwendung der Kilometerpauschale in der jetzigen Form sollte geändert werden.

Der ÖPNV würde attraktiver, wenn bestehende Tarifstrukturen und das Zahlungssystem reformiert würden. In Städten, Verbundregionen, bis in ländliche Räume hinein, sind die z. T. bereits begonnenen Vereinfachungen fortzusetzen. Am Ende ist die „Mobilitätskarte“ zu verwirklichen, die dem Prinzip der Telefonkarte folgend, gutgeschriebene Mobilitätseinheiten enthält und im Optimalfall bundesweit bei gleichzeitig beliebiger Übertragbarkeit abgefahren werden könnte. Die Chance, daß mehr Menschen das ÖPNV-System nutzen, erhöht sich auch dadurch, daß Schnittstellen der verschiedenartigen Verkehrsnetze optimiert werden. Momentan muß sich der Anteil des ÖPNV weitgehend darauf beschränken, die Mobilitätsbedürfnisse abzudecken, die mit dem Auto nicht oder nur bedingt erfüllt werden können.

Über die unterschiedliche Bedeutung, die das Auto hat, ist in Abschnitt 2 berichtet worden. Zu betonen bleibt, daß negative Umweltbelastungen, die durch den *Fahrzeugbetrieb* gegeben sind, zumindest teilweise durch die Fahrweise verringert werden können. So regt der Rat an, verpflichtend für den Erwerb einer Fahrerlaubnis ein sog. Eco-Training mit theoretischem Hintergrund einzuführen. Unabhängig von bestehenden Rahmenbedingungen (z. B. Benzinpreis, Fahrzeugtyp) könnte dadurch die Umweltbelastung durch Pkw-Nutzung mit einfachen Handhabungstricks und bewußterer Fahrweise sofort gesenkt werden. Als Motivationsantrieb für den Einzelnen hat die direkte Kostenersparnis sicherlich eine hohe Bedeutung.

Ein weiterer wesentlicher Schritt auf dem Weg zu einer umweltverträglicheren Mobi-

lität ist, die Zunahme des *Gesamtfahrzeugbestandes* - mindestens von Zweit- und Drittwagen - zu stoppen oder wenigstens deutlich abzumenschen. Durch Öffentlichkeitsarbeit und Erziehung muß in der Bevölkerung soviel Einsicht geweckt werden, daß einerseits die psychosoziale Bedeutung des Autos (vgl. Abschnitte 2.2 und 2.3) und damit seine bisherige gesellschaftliche Wertschätzung verändert wird. Andererseits müssen die entsprechenden Entscheidungsträger die erforderlichen Grundlagen für einen Lebensstil mit weniger Auto-Mobilität schaffen (z. B. durch Planungen, vgl. Abschnitt 4.3, Gesetze usw.).

Eine Möglichkeit, den Fahrzeugbestand nicht unnötig zu vergrößern, bieten Modelle, wie das Gemeinschaftsauto (vgl. Abschnitt 4.3). Diese müssen in der Öffentlichkeit noch stärker bekannt gemacht werden; z. Z. beschränken sich erfolgreich laufende Projekte meist auf Großstädte mit einem noch ausbaufähigen Teil an Nutzern. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit des ÖPNV steht hiermit im engen Zusammenhang.

Eine Richtungsänderung im Bereich Auto-Mobilität ist als ständiger Prozeß zu verstehen, der von fortschreitender technischer Optimierung (z. B. niedrigem Benzinverbrauch, hohem Wirkungsgrad, geringen Emissionen) und neuen Entwicklungen der Industrie (z. B. alternative Energiequellen u. Antriebssysteme) und seiner Produktionsweisen (ressourcenschonend mit dem Ziel einer Kreislaufwirtschaft) zu begleiten ist (siehe hierzu Abschnitt 4.2).

Der Rat ist der Auffassung, daß das *Verkehrsnetz* für den Kraftfahrzeugverkehr im wesentlichen hinreicht und nur an bestimmten Engpässen der Ergänzung bedarf.

Es ist notwendig, das bisherige Verfahren der Bedarfsplanung und der politischen Fest-

stellung zu verändern. Es müssen beim Ausbau künftig vorab die einzelnen Verkehrsträger (z. B. Straße, Schiene, Wasserstraße) untereinander nach ökonomischen und umweltverträglichen Aspekten verglichen und in ihrem räumlichen Zusammenwirken (Netzstrukturen, Schnittstellenverknüpfungen, Bündelung von Verkehrswegen, Zerschneidungseffekte) untersucht werden. Es kann tarifpolitisch nicht sinnvoll sein, alle Verkehrsträger gleichzeitig zu fördern, sondern es ist zu entscheiden: Wo ist eine Straße, wo sind Schienen oder ein Wasserweg als Infrastruktur ökonomisch und ökologisch vertretbar.

Bei unter allen Umständen notwendigen Aus- oder Neubauten sind die inzwischen hohen Standards der Flächensicherung für Naturschutz und Landschaftspflege (Umweltverträglichkeitsprüfung, Eingriffsregelung) einzuhalten. Hierzu gehören

- Voruntersuchungen über den ökologischen Wert von Gebieten,
- Untersuchung alternativer Trassenführungen einschließlich einer Null-Variante,
- sind Eingriffe unausweichlich, ist Ausgleich entsprechend den Anforderungen des Naturschutzrechts vorzunehmen,
- Anlage genügend breiter begrünter und differenziert gepflegter Randstreifen als unabdingbare Strukturelemente,
- Vermeidung von unnötiger Flächenversiegelung durch nutzungsbezogene Wahl der Versiegelungsmaterialien (z. B. Verbundsteine, Pflastersteine oder Asphalt).

Der Rat unterstützt darüber hinaus das von der Länderarbeitsgemeinschaft für Naturschutz (1995) veröffentlichte Handlungskonzept „Naturschutz und Verkehr“.

Für den Fahrzeugbetrieb gilt es, weiterhin die Schadstoffemissionen - insbesondere die des Dieselmotors - abzubauen und



Bei unter allen Umständen notwendigen Aus- oder Neubauten von Verkehrswegen sind die inzwischen hohen Standards der Flächensicherung für Naturschutz und Landschaftspflege (Umweltverträglichkeitsprüfung, Eingriffsregelung) einzuhalten (Foto: Pretscher).



Mobilität: Ein Stück Lebenslust - auch mit dem Fahrrad (Foto: Kreuz).

Lärmemissionen zu verringern (z. B. durch Flüsterasphalt, geräuscharme Reifen usw.). Trotz verschiedener Auffassungen über Wirkungsschwellen, muß schon aus medizinischer Sicht angestrebt werden, die Immissionsspitzenkonzentrationen weiter zu senken.

Der Deutsche Rat für Landespflege vertritt die Auffassung, daß der *Forschung* im Bereich Mobilität eine große Bedeutung zukommt. Über die bereits zuvor angesprochenen Ansätze hinaus müssen praktikable Konzepte, die die Umwelt- und Sozialverträglichkeit kombinieren, gefunden werden. Erste erfolgversprechende Projekte gibt es bereits. Weitere Vorreiterprojekte und Technologien sind zu erschließen und nachahmungsfähig zu entwickeln. Ein weiteres Forschungsbestreben muß auf das eher lückenhafte Wissen über die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Schadstoffkombinationen unter sich ständig ändernden Freilandbedingungen auf unterschiedliche Organismen gerichtet sein.

Der Ausbau von *Telekommunikationsnetzen* kann einen Beitrag dazu leisten, Autoverkehr zu vermeiden. Der Deutsche Rat für Landespflege warnt jedoch vor zu großen Erwartungen an die Möglichkeiten der Telekommunikation, das Fahrtenaufkommen erheblich zu verringern. Ähnliche Erwartungen wurden ursprünglich an die Verbreitung des Telefons geknüpft und nicht erfüllt. Der Rat erkennt jedoch nicht, daß

bestimmte private Aktivitäten im Verkehr, beispielsweise Fahrten zur Bank, aber auch zu öffentlichen Einrichtungen, durch die entsprechende Telekommunikationsvariante effektiv ersetzt werden könnten. An anderen Stellen befürchtet er dagegen eher eine weitere Zunahme von Fahrten, die erst durch den Wunsch ausgelöst werden, sich wirklich „Face-to-face“ zu begegnen (vgl. hierzu Abschnitt 4.3 Telekommunikative Netze).

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß Chancen, Empfehlungen umzusetzen, um so höher sind, je mehr es gelingt, über eine Betroffenheit hinaus, aktiv Handelnde im Sinne einer umweltverträglicheren, menschenfreundlicheren Mobilität zu gewinnen.

### 7 Summarised recommendations of the German Council for Land Stewardship

The German Council for Land Stewardship cannot present an entirely new „integrated traffic concept for the future“ because – as shown above – of the many-faceted and complex social, economic and ecological interests involved in the area of traffic. Therefore in the following we shall primarily list the important aspects that aim for a „traffic turnabout“ and can help to stimulate a fundamental change in direction for traffic development.

Mobility is a basic human need. The German Council for Land Stewardship regards the

core problem in the fact that our society primarily associates the term „mobility“ with traffic – particularly automobile traffic. Hence, the definition offered in Section 2 must be supplemented. To be mobile should not only mean to be able to move about as much and freely as possible and cause traffic. In the Council's view, those persons can also be considered mobile who are able to take advantage of social, economic and cultural opportunities in their direct vicinity using short routes. Shortening routes hence means, in any case, gaining mobility independently of physical means of transport. At the same time, limiting the extent of pollution caused by traffic as well as increasing efficiency should be among society's chief concerns.

Damages such as the disturbance and destruction of natural areas and biotopes deserving of protection, resource consumption, waste pollution, climate changes, changes in the landscape, nuisances caused by pollution and noise, the loss of residential and living quality and much more are primarily a result of our „auto-mobility.“ Mobility can only be justifiable if we are able to lessen or avoid the effects and damages listed in Section 3 in the long term.

It must be emphasised that the mobility requirements of inhabitants of cities and conurbation areas are different than those of inhabitants of rural areas. The latter have distinctly fewer options in local public

transport systems and are therefore more dependent upon automobiles. There is thus no *single* ideal way to decrease or even solve traffic problems. One must very precisely consider what measures could be reasonable and effective for each region. Much must be weighed and many compromises are therefore inevitable, many small steps will have to be taken.

The most important fields of action can be compiled under the following headings:

- Traffic avoidance and spatial structures,
- Shifting traffic to the most environmentally friendly traffic means possible,
- Technical optimisation (recycling, improvement in automobile engineering),
- Decreasing the use of areas as well as
- Psychological and social measures.

The German Council for Land Stewardship deems it necessary to start by targeting individual factors that are, altogether, jointly responsible for the present form of environmentally harmful mobility, such as individual behaviour, social developments, legislation, planning, engineering, industrial production etc.

Chiefly responsible for the intense rise in the use of the automobile is new additional *individual traffic*. This is the result, particularly, of the change in housing structures, of the inclusion of rural areas in all economic processes and of distance-intensive lifestyles. The Council therefore supports all demands to more strongly push ahead housing development according to the „city of short routes“ model with increased function blending, more dense building development, an efficient local and long-distance transport system and a good pedestrian and bicycle network. In urban core zones, good parking area management combined with efficient local public transport can offer an effective contribution to the avoidance of automobile traffic. Such residential structures can help to lower the increasing daily distances travelled in commuter traffic in the long term.

About 50 percent of the individual kilometres travelled annually are driven by *recreational and holiday traffic*. Offering more urban open areas close to residential areas for daily relaxation and recreational activities and recreational areas close to cities for weekends could lower this percentile. These areas must be easily reachable by pedestrians, should be linked to one another by bicycle route systems and, in conurbation areas, accessible with local public transport means as well. Holiday destinations should also be easily accessed by rail. Nonetheless, the Council is aware that alternative means of

transport are often not only more expensive, but also less comfortable; families with children and senior citizens are particularly affected by this.

Approximately 62 percent of the employed use automobiles to *commute to work*. This is caused, on the one hand, by the above-mentioned housing structure and development of traffic means; on the other hand this behaviour is encouraged through tax cuts. Additional incentives must be created to reward environmentally sound mobility (i.e. on foot, bicycle, public transport).

Public promotion of housing construction could also have more positive effects here by being planned so that construction is denser in those places where environmentally sound accessibility is ensured.

If destinations can be reached with various means of transport in a reasonable time, the most environmentally friendly means should be promoted with tax incentives. Use of the mileage allowance in its present form should be amended.

Local public transport would be more appealing if the existing fare structures and payment systems were reformed. The simplifications that have already been initiated in part in cities, regional traffic systems and even rural regions should continue to be pursued. They should culminate in a „mobility card“, which would, like telephone cards, contain prepaid mobility units and, optimally, could be used and freely transferred nation-wide. The chances that more people would use local public transport systems could also be increased if overlaps between the various transport networks were optimised. At present the share of local public transport is largely limited to mobility demands that are not or insufficiently met by automobile use.

Section 2 discussed the significance of the automobile in its various forms. We continue to stress that the pollution caused by the *operation of motor vehicles* can at least be somewhat decreased by the driving style. Therefore, the Council proposes that so-called eco-training with theoretical background be introduced and required for obtaining a driving license. Regardless of the existing overall conditions (such as the petrol price or type of vehicle driven), this could immediately decrease the pollution caused by passenger vehicles through simple operating techniques and a more conscious driving manner. The immediate savings involved would surely be a high factor for motivating individual drivers.

Another considerable step towards more environmentally friendly mobility is to halt

or distinctly curtail the rise in the *overall number of vehicles* – at least second and third cars. With the use of public relations work and educational measures, the population should be led to an awareness that can change the psychological-social significance of cars (cf. Sections 2.2 and 2.3) and thus their social value. On the other hand, the relevant decision-makers must create the necessary foundations for a lifestyle with less auto-mobility (for example through planning, cf. Section 4.3, laws etc).

Models such as jointly owned cars (cf. Section 4.3) offer one possibility to stall the unnecessary increase in the number of vehicles. Such models must be made more public; at present successful projects are chiefly limited to large cities and the number of users could yet be expanded. Improvement in the efficiency of local public transport is closely related to this.

A turnaround in auto-mobility must be seen as a continual process that should be accompanied by progress in technical optimisation (e.g. lower petrol consumption, high degree of effectiveness, low emissions) and new industrial developments (e.g. alternative energy sources and drive systems) and their production (saving resources with the aim for closed-cycle management) (see Section 4.2).

The Council is of the opinion that the existing *roads network* for motor vehicles is sufficient on the whole and requires expansion only at certain bottlenecks. It is necessary to change the procedure for demand planning and its political determination. In future, before expansion measures are begun, first the individual traffic carriers (such as roads, rails and waterways) should be compared with one another according to economical and environmental aspects and be examined according to their spatial compatibility (network structures, intersection links, consolidation of traffic routes, dissection effects). It is not a reasonable fee policy to promote all traffic means equally, but decisions must be made: where is a road, where are rails or a waterway as infrastructure more economically and ecologically justifiable.

Expansion or new construction that are absolutely necessary should comply with the present high standards for securing areas for nature conservation and landscape management (environmental impact assessment, intervention regulation). This includes:

- Preliminary evaluation of the ecological value of regions,

- Evaluation of alternative routes, including a variation zero,
- If intervention cannot be avoided, compensation should be made in accordance with the demands of nature conservation law,
- Planning sufficient broader green and differently cultivated border areas as essential structural elements,
- Avoidance of unnecessary ground area sealing through selecting sealing materials according to use (e.g. interlocking paving stones, cobblestones or asphalt).

In addition, the Council supports the action concept „Nature Conservation and Traffic“ published by the States' Study Group for Nature Conservation (1995).

With regard to vehicle operation, pollutant emissions – especially from diesel engines – should continue to be reduced and noise emissions decreased (for example through the use of noise-reducing asphalt, low-noise tyres etc.). Despite differing opinions about the thresholds of effects, efforts must be made, just from a medical point of view, to continue to reduce the permissible concentrations of pollutants.

In the opinion of the German Council for Land Stewardship, *research* is very important for the area of mobility. Practicable concepts going above and beyond those approaches already discussed must be found that combine environmental and social tolerability. Already, initial promising projects have been begun. More path-finding projects and technologies that can be emulated must be developed and evolved. Further research work must aim to close the gaps in our knowledge about the interaction between various pollutant combinations on different organisms under continually changing outdoor conditions.

The expansion of *telecommunications networks* can contribute to a reduction in automobile traffic. The German Council for Land Stewardship warns, however, against exaggerated expectations that the possibilities of telecommunications will considerably decrease the traffic volume. Similar expectations were originally linked with the distribution of telephones and not fulfilled. Nevertheless the Council is aware that specific private activities in traffic, such as drives to the bank and to public institutions can be effectively substituted by appropriate telecommunications options. In other areas it fears rather a further increase in automobile excursions, triggered by the desire for face to face encounters (cf. Section 4.3 Telecommunications Networks).

In summary we can say that the chances of implementing recommendations are all the higher the more we are able to win over not only people's concern but their willingness to take action for a more environmentally friendly mobility that caters to human needs.

Insel Mainau, den 8. Oktober 1998

Der Sprecher



Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Haber

## 8 Glossar

**Abrieb:** Oberflächenverschleiß von Materialien (z. B. von Autoreifen, Straßenbelägen). Bei A. können umweltgefährdende Substanzen (z. B. Asbest und Blei aus Bremsbelägen) freigesetzt werden.

**Additive:** Zusatzstoffe, die in geringen Mengen einem Produkt zugesetzt werden, um bestimmte Eigenschaften zu erreichen (z. B. Tetraethylblei in Benzin zur Erhöhung der Klopfestigkeit, Quecksilberverbindungen in Lacken zum Schutz vor biologischer Zersetzung). Viele A. können auf den Menschen und die Umwelt schädigende Wirkungen ausüben.

**Akkumulation:** Anreicherung von Chemikalien in Organismen od. Umweltkompartimenten, die zu einer Konzentrationserhöhung gegenüber der Nahrung oder der umgebenden Umwelt führt.

**Allergene:** Stoffe, die als *Antigene* nach Berührung mit der Haut, nach Inhalation oder nach Resorption in den Körper (Mensch oder Tier) zur Sensibilisierung und *Antikörper*-Bildung führen. Als A. können z. B. \*Pollen, Tierhaare, Hausstaub, Schimmelpilze, Medikamente, Kosmetika, Chrom-Verbindungen und viele Chemikalien wirken. Über den Antigen-Antikörper-Mechanismus können die unterschiedlichsten Krankheitssymptome (z. B. Ekzeme, Heuschnupfen, Schockzustände) ausgelöst werden; der Organismus kann gegen ein oder mehrere A. sensibilisiert sein.

**Anthropogen:** Durch menschliche Einwirkung verursacht oder ausgelöst.

**Bebauungsplan:** Rechtsverbindlicher Bauleitplan, der räumliche Einzelfestsetzungen für die städtebauliche Ordnung enthält (Baublöcke oder Standorte).

**Biozönose:** Eine *Lebensgemeinschaft* von Organismen, die sich aus der interaktiven Wechselwirkung mit ihrer engeren Umgebung, dem Lebensraum (Biotop), entwickelt hat. Sie ist das Ergebnis der Anpassung an die Bedingungen, die in ihrem gewöhnlichen Habitat vorherrschen. Dabei kann es sich um eine Population aus Klonen einer Art oder mehrerer verschiedener Arten handeln.

**Boden:** Boden ist nach § 2 Bodenschutzgesetz die oberste Schicht der Erdkruste einschließlich der flüssigen (Bodenlösung) und der gasförmigen (Bodenluft) Bestandteile, ohne Grundwasser und Gewässerbetten.

Der Boden erfüllt

1. natürliche Funktionen als
  - a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
  - b) Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
  - c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,
2. Funktionen als -Archiv für Natur- und Kulturgeschichte sowie
3. Nutzungsfunktionen als
  - a) Rohstofflagerstätte,
  - b) Fläche für Siedlung und Erholung,
  - c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
  - d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

**Drei-Wege-Katalysator:** Katalysator zur Schadstoffverminderung, bei dem gleichzeitig Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide zu Kohlendioxid, Wasser und Stickstoff umgesetzt werden. Der Betrieb eines D. setzt eine genaue Regelung des Kraftstoffgemisches mit Hilfe einer Lambda-Sonde voraus. Dadurch werden Schadstoffverminderungen von über 90 % erreicht. Ein D. besteht aus einem Keramikkörper, auf dem über einer Zwischenschicht Platin/Rhodium aufgetragen ist. In den USA, wo bereits seit mehreren Jahrzehnten D. zur Abgasentgiftung eingesetzt werden, ist vorgeschrieben, daß die Lebensdauer von D. mehr als 80.000 km (50.000 Meilen) betragen muß - zukünftig 160.000 km. Für den Betrieb von D. ist bleifreies Benzin erforderlich. Serienreif sind inzwischen sogenannte „Super-Kat“ mit wesentlich verbesserter Reinigungsleistung.

**Emissionen:** Im Sinne des Bundesimmissionschutzgesetzes sind Emissionen die von einer Anlage ausgehenden \*Luftverunreinigungen, \*Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen u. ä. Umwelteinwirkungen. Als E. werden auch die austretenden Stoffe selbst bezeichnet. Durch Transport u. Ausbreitung in der Luft verteilen sich E. u. können als \*Immissionen auf die Umwelt einwirken, unverändert oder verändert (physikalisch, chemisch), als Gas, Flüssigkeit oder Staub.

**Flächennutzungsplan:** Vorbereitender Bauleitplan für das gesamte Gemeindegebiet. Darstellung der beabsichtigten Art der Bodennutzung in ihren Grundzügen, unter Berücksichtigung der vorausschbaren Bedürfnisse der Gemeinde. Aus dem F., der für die .Verwaltung verbindlich ist, müssen die \*Bebauungspläne entwickelt werden. Der F. bildet die Grundlage für die städtebauliche Entwicklung. Anders als beim Bebauungsplan kann der einzelne Bürger aus dem F. keine Rechtsansprüche ableiten.

**Externe Effekte:** Auswirkungen des Handelns eines Wirtschaftssubjekts (Unternehmen, Haushalte usw.) auf ein anderes, die nicht durch eine Entschädigung/Vergütung über den Markt ausgeglichen sind.

**Gemengelage:** Historisch überkommenes, dichtes Nebeneinander von Wohnen und Gewerbe. Problematisch können die Beeinträchtigungen der Wohnnutzung durch \*Emissionen und die geringen Entwicklungsmöglichkeiten für das Gewerbe sein.

**Geräusch:** Als Geräusch bezeichnet man Schall, der nicht vorwiegend zur Übertragung von Informationen erzeugt wurde. In bezug auf seine Frequenzzusammensetzung bezeichnet man als Geräusch Schallereignisse, die sich aus einem Rauschen und einem Tonschall- oder Klang-

schall-Anteil zusammensetzen. Die Verwendung der Begriffe Geräusch, Schall und Lärm ist in der deutschen Umgangssprache nicht immer sauber differenziert. Schall ist der physikalische Oberbegriff für bestimmte Schwingungen und Wellen, Geräusch ist die neutrale Bezeichnung für das einzelne Schallereignis ohne subjektive Bewertung. Hat dieses Geräusch eine Störwirkung auf den Menschen, so wird es zum Lärm.

**Immissionen:** Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz sind I. auf Menschen, Tiere u. Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie sonstige Sachgüter einwirkende \*Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen u. ähnliche Umwelteinwirkungen. Das Ausmaß der Schadstoffeinwirkung hängt von der Verweildauer und Konzentration der Schadstoffe am Einwirkungsort ab. Meßgröße ist v. a. die Konzentration eines Schadstoffes in der Luft bzw. bei Staub die Menge, die sich auf einer bestimmten Fläche pro Tag oder Jahr niederschlägt; beim Lärm wird der frequenzbewertete Schallpegel angegeben.

**Individualverkehr:** Fortbewegung mit freier Wahl der Fortbewegungsart, der Fortbewegungszeit und der Fortbewegungsstrecke. Zum I. zählen Fußgänger, Fahrradfahrer, Personenkraftfahrzeuge u. a.

**Internalisierung externer Effekte:** Einbeziehen der externen Effekte in den Preismechanismus; damit ist gewährleistet, daß das Wirtschaftssubjekt, das die externen Effekte verursacht, die vollen Konsequenzen seines Handelns trägt.

**Katalysatoren:** Stoffe, die in geringen Mengen chemische Reaktionen auslösen oder beschleunigen, ohne sich dabei selbst zu verändern. So werden z. B. für Synthesen in der Großtechnik Metalle in feiner Verteilung eingesetzt, an deren Oberfläche die chemische Reaktion abläuft.

#### **Königswasseraufschluß:**

Ein Verfahren zur Bestimmung der Elementgehalte von Feststoffproben mit sog. Königswasser, einer Lösung aus 3 Teilen Salzsäure und 1 Teil Salpetersäure.

#### **Kohlenmonoxid:**

Geruchloses Gas, das bei unvollständiger Verbrennung organischer Verbindungen (Hauptquellen: Kraftfahrzeug-Motore, Schwerindustrie, Hausheizung) entsteht. Eingeatmetes K. blockiert die Sauerstoffaufnahme in das Blut, verursacht so Sauerstoffmangel im Gewebe und führt je nach Konzentration zu Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Ohrensausen, Bewußtlosigkeit, Atemlähmung oder Tod. Durch hohe Spitzenkonzentrationen bei Verkehrsstoßzeiten oder bei Smog-Wetterlagen sind insbesondere Herz-/Kreislaufkranke gefährdet.

#### **Kohlenwasserstoffe:**

Aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehende Verbindungen, die die Grundkörper der organischen Chemie bilden. K. sind Hauptbestandteile von Erdöl und Erdgas u. v. m., sie sind Begleiter anderer fossiler Quellen. Sie dienen als Brennstoffe, Motorkraftstoffe, als Lösemittel, Schmierstoffe und vieles mehr. Sie gelangen sowohl natürlich als auch durch Gewinnung und Verwendung von Erdöl und den daraus gewonnenen Produkten in die Umwelt. Durch photochemische Prozesse sind sie mitverantwortlich an der Entstehung von Ozon und Photooxidantien.

#### **Kraftstoffverbrauch:**

Der K. üblicher Serienfahrzeuge ist in starkem Maße vom Fahrzeuggewicht abhängig. Darüber hinaus richtet sich der K. nach einer Reihe weiterer Faktoren wie z. B. Art des Fahrzeuges, Motor, Wartungszustand, Fahrverhalten, Geschwindigkeit u. a. Der statistische Verbrauch von Kfz und Kombi im Verkehr mit Ottomotorenantrieb lag

im Jahre 1992 bei 9,9 l je 100 Kilometer, 1982 bei 10,9 l je 100 Kilometer. Mit Dieselmotorenantrieb ist der Durchschnittsverbrauch von 9,1 l je 100 Kilometer im Jahre 1982 auf 8,3 l je 100 Kilometer im Jahr 1992 zurückgegangen. Bei Kurzstreckeneinsatz von Kfz ist der K. besonders hoch.

#### **Leitbild:**

Darstellung einer wünschenswerten, auf bestimmte Ziele ausgerichteten Entwicklung, die bei zweckmäßigem Handeln auch verwirklicht werden kann. Leitbilder im Natur- und Umweltschutz ergeben sich meist aus der vorherrschenden Ideologie, dem jeweils feststellbaren Natur- und Gesellschaftsempfinden oder der politischen Gestaltungsidee.

#### **Luftverunreinigungen:**

L. im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe. Auch Wasserdampf oder Schadstoffe, die erst durch chemische oder physikalische Umwandlung der L. in der Atmosphäre entstehen, zählen als Luftverunreinigungen. Das Merkmal der L. - also der Veränderung des Naturzustandes - ist im Gegensatz zum Begriff der schädlichen Umwelteinwirkungen noch frei von jeder qualitativen Bewertung.

#### **Modal split:**

Verkehrsmittelwahl, Anteil der einzelnen Verkehrsarten - zu Fuß, Fahrrad, motorisierter Individualverkehr, öffentlicher Verkehr - am Verkehrsaufkommen (Wege bzw. beförderte Personen) und an der Verkehrsleistung (Wegekilometer bzw. Personenkilometer).

#### **Motorisierter Individualverkehr (MIV):**

Gesamtheit des z. Z. nicht organisierten Kfz-Verkehrs, der allein durch individuelle Interessen gesteuert, und im Rahmen der Straßen-Verkehrsordnung auf dem vorhandenen - d. h. begrenztem - Verkehrsnetz abgewickelt wird.

#### **Ozon:**

Aus drei Sauerstoffatomen bestehendes Molekül; chemisches Zeichen O<sub>3</sub>. Die Hauptmenge des atmosphärischen O<sub>3</sub> befindet sich in der Stratosphäre zwischen zwölf und vierzig Kilometer Höhe und wird hier durch photolytische Spaltung von Sauerstoff (O<sub>2</sub>) gebildet. Die Ozonmenge in der Troposphäre repräsentiert etwa ein Zehntel der Ozongesamtheit. Das troposphärische O<sub>3</sub> wird bei starker Sonneneinstrahlung (photochemisch) aus der Spaltung von Stickstoffoxiden bei Anwesenheit von Kohlenwasserstoffen gebildet, aber bei Vorkommen oxidierbarer Substanzen (z. B. Staub) rasch wieder verbraucht. Während O<sub>3</sub> in der Troposphäre stark negative Auswirkungen hat (giftig für Tiere, Menschen und Pflanzen; Verstärkung des Treibhauseffektes), wirkt das O<sub>3</sub> in der Stratosphäre als lebensnotwendiger UV-B-Filter.

#### **Personenkilometer (Pkm):**

Von einer Person zurückgelegte Kilometer. Dies ist im Personenverkehr die Beförderungsleistung. Sie ist in der Regel höher als die Fahrzeug-Kilometer-Leistung (Verkehrsaufkommen), da der mittlere Besetzungsgrad von Pkw im Bereich von 1,2 bis 1,5 liegt; im öffentlichen Bus ist - im Mittel - jeder fünfte Sitzplatz besetzt.

#### **Photochemisch:**

unter Einwirkung von UV-Strahlung ablaufende chemische Reaktion.

#### **Photooxidantien:**

Atmosphärische Spurenbestandteile wie Wasserstoffperoxid, \*Ozon, Sauerstoff-Radikale u. Peroxyacetylnitrat (PAN), welche durch Sonnenlichteinwirkung auf Luftverunreinigungen, insbesondere im \*Smog entstehen bzw. wirksam werden und potentiell die Vegetation schädigen können.

#### **Pollen:**

Allgemeine Bezeichnung für die Masse des von höheren Pflanzen gebildeten Blütenstaub, im speziellen die männlichen Gametophyten der Blütenpflanzen. Bei windblütigen Pflanzen ist der P. mehlig, die insektenblütigen durch P.-Kitt klebrig. P. weisen eine hohe Verwitterungsfestigkeit auf und sind in fossilen Sedimenten haltbar. Der in Ablagerungen vorkommende P. ermöglicht eine Analyse der z. Z. der Ablagerung verbreiteten Vegetation. P. können als \*Allergene bei Menschen Allergien auslösen, insbesondere Heuschnupfen und Asthma, in Mitteleuropa v. a. die P. einiger Gräser, Bäume u. Wildkräuter.

#### **Redoxpotential:**

Verhältnis von oxidierend zu reduzierend wirkenden Stoffen oder Tendenz eines chemischen Elementes oder einer Verbindung, Elektronen abzugeben. Je höher das R., desto stärker ist die reduzierende Wirkung des Stoffes, um so leichter gibt er Elektronen ab und um so eher wirkt er als Reduktionsmittel. Ein Stoff mit niedrigem R. wird als Oxidationsmittel bezeichnet. In einem Redoxsystem werden die Elektronen vom Stoff mit dem höheren R. (Reduktionsmittel) auf den Stoff mit dem niedrigerem R. (Oxidationsmittel) übertragen. Bei diesem Vorgang wird Energie gegen einen willkürlichen Nullpunkt, der Normal-Wasserstoffelektrode gemessen.

#### **Reinluftgebiet:**

Gebiet mit einer bodennahen \*Atmosphäre, deren Zusammensetzung der natürlichen Zusammensetzung der Luft entspricht. Diese Bedingungen sind nach dem heutigen Wissensstand in keinem Gebiet der Erde erfüllt. Zudem ist die Definition der natürlichen Zusammensetzung der Atmosphäre schon allein wegen der z. T. starken räumlichen u. zeitlichen Variationen vieler Spurengase problematisch. Der Begriff wird heute vielfach für die Bezeichnung von Gebieten mit einem vergleichsweise geringen Gehalt von \*Luftverunreinigungen in der bodennahen Atmosphäre verwendet.

#### **Ruhender Verkehr:**

Bezeichnung für die auf öffentlichen und privaten Flächen abgestellten Kraftfahrzeuge.

#### **Schlanker Verkehr:**

Der Begriff wurde in Analogie zu „Lean Production“ oder „Lean Management“ neu gebildet. Er soll sehr bewusst den Kontrast zwischen dem derzeitigen opulenten, ineffizienten System und einem umweltfreundlichen und effizienten Transportsystem charakterisieren.

#### **Smog:**

Bezeichnung für eine aus dem Engl. stammende Wortkombination aus smoke = Rauch u. fog = Nebel. S. bezeichnet starke Anreicherungen von \*Luftverunreinigungen in Ballungsgebieten. S. kann entstehen, wenn die in der Luft enthaltenen Verunreinigungen aufgrund austauscharmer Wetterlagen nicht mehr in die höheren Luftschichten entweichen können. Die Konzentration der Verunreinigungen kann schnell ein gesundheitsgefährdendes Ausmaß erreichen u. zu Beeinträchtigungen der Atmung, zur Reizung der Schleimhäute oder zu Kreislaufstörungen führen. Je nach Jahreszeit und Art der emittierten Stoffe kann es zu unterschiedlichen S.-Typen kommen: Hohe Konzentration von Schwefeldioxid u. Staub führen hauptsächlich im Winter zum sog. *London-Typ*, während es im Sommer durch Konz. von \*Photooxidantien zum *Los-Angeles-Typ* (photochem. S., Sommer-Smog, s. dort) kommt.

#### **Sommersmog:**

Starke Luftverschmutzung, die bei austauscharmer Witterung (z. B. bei Inversionen) über Ballungsgebieten auftritt. Beim Sommersmog entstehen unter Einwirkung von Sonnenstrahlung giftige Stickstoffverbindungen, aber auch Ozon.

Dies führt bei Menschen insbesondere zu Reizungen der Atemwege und der Augen.

#### Sorbieren:

An Grenzflächen (z. B. Bodenoberfläche) austauschbar aufgenommene Moleküle oder Ionen.

#### Stickstoffoxide:

NO wird fast ausschließlich in Form von NO<sub>2</sub> an die Atmosphäre abgegeben. Da sich sehr schnell ein photochemisches Gleichgewicht zwischen NO und NO<sub>2</sub> einstellt, spricht man im allgemeinen von NO<sub>x</sub> als der Summe von NO und NO<sub>2</sub>. NO entsteht bei Verbrennungsprozessen mit hohen Temperaturen - vor allem durch Kraftfahrzeuge und Kraftwerke (Saurer Niederschlag, Ozon).

#### Super-Kat:

siehe \*Dreiwegkatalysator.

#### Synergie:

kombiniertes Zusammenwirken.

#### Umweltqualitätsziele:

Gesellschaftliche Vorgaben zur Vermeidung mittelbarer und langfristiger Schäden für den Menschen wie auch für Tiere, Pflanzen und Sachgüter sowie zur Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes in Form von operationalisierten Aussagen (Standards):

- a) mit Orientierung an der Vermeidbarkeit von Ausstoßen (Emissionsstandards),
- b) mit Orientierung an Normalwerten und Schädlichkeitsschwellen (Qualitäts-; Schutz-, Immissionsstandards).

#### Umweltticket:

Spezieller Fahrscheintarif (i. d. R. übertragbare Zeitfahrtausweise) der öffentlichen Verkehrsbetriebe mit dem Ziel, mehr Autofahrer zum Umsteigen auf öffentliche Verkehrsmittel zu bewegen und somit zur Entlastung der Umwelt beizutragen.

Eine Sonderform des U. stellt das Semesterticket für Studenten dar. Mit den Semestergebühren wird obligatorisch von den Studenten ein gewisser Geldbetrag entrichtet und dadurch eine Option für die Benutzung des ÖPNV erworben.

Eine weitere Variante ist das Job-Ticket. Arbeitgeber oder Organisationen erwerben pauschal für Mitarbeiter, Mitglieder, etc. Zeitfahrtausweise (nicht übertragbar), um einerseits die Preisvorteile ausnutzen zu können, andererseits aber das Umsteigen auf den ÖPNV zu erleichtern.

#### Umweltverbund:

Verbund von umweltfreundlichem Fuß-, Rad- und Öffentlichen Verkehr.

#### Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP):

Prüfung durch staatliche Institutionen, inwieweit von öffentlichen Maßnahmen (z. B. Bauplanungen, Vorbereitung von Gesetzen) und privaten Maßnahmen (Produktionsanlagen, Verkauf neuer Produkte) schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind. Die U. bezweckt, bei öffentlichen Maßnahmen Menschen, Tiere, Pflanzen und schutzwürdige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen. Hilfsmittel für die U. können Risikokataster und Risikoanalysen sein.

#### Verkehrsleistung:

Die in Tonnenkilometer gemessene Verkehrsleistung ist das Produkt von Verkehrsaufkommen (t) und zurückgelegter Transportentfernung (km).

#### Versiegelung:

Maßnahmen zum wasserdichten Abschluß von Oberflächen (insbesondere im Straßenbau) und Bezeichnung für den dann erhaltenen Zustand. V. führt im wesentlichen dazu, daß das Regenwasser nicht im Boden versickern kann, sondern in Regenwasserkanälen aufgefangen wird, wo es schnell abgeleitet wird und über Flüsse schließlich direkt in die Meere strömt. Dies führt insbesondere zu einer Senkung des Grundwasser-

niveaus. Die verkehrsbedingte V. findet in Deutschland im wesentlichen zugunsten eines „reibunglosen“ Kfz-Verkehrs statt.

## 9 Abkürzungsverzeichnis

**ABS:** Antiblockiersystem  
**BVWP:** Bundesverkehrswegeplan  
**MIV:** Motorisierter Individualverkehr  
**ÖPNV:** Öffentlicher Personennahverkehr  
**PAK:** Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe  
**PCB:** Polychlorierte Biphenyle  
**StVO:** Straßenverkehrsordnung  
**UVP:** Umweltverträglichkeitsprüfung

## 10 Literatur

Arbeitsgemeinschaft für Umweltfragen e.V. (Hg.) (1980): Aktuell: Umwelt Forum '80. - Auto und Umwelt -. Bonn, 107 S.

ASCHERL, R. (1995): Sicherheitsbewertung bautechnischer Maßnahmen zum Grundwasserschutz an Straßen in Wassergewinnungsgebieten auf probabilistischer Grundlage. - Forschungsberichte des Bundesministeriums für Verkehr, Abt. Straßenbau, Heft 726.

BAIRLEIN, F. & SONNTAG, B. (1994): Zur Bedeutung der Straßenhecken für Vögel. - Natur u. Landschaft 69, 43 - 48.

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Dachverband wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e.V. (Hg.) (1994): Begriffe aus Ökologie, Landnutzung und Umweltschutz. - Reihe Informationen 4, Laufen, Frankfurt. 4. Auflage, 139 S.

BECKER, U. (1995): Ansätze für eine bewußte Mobilität - Versuch einer Gliederung. - Fachinformationszentrum Karlsruhe, Europäische Kommission, Generaldirektion Energie (DG XVII), THERMIE & Verkehrsministerium Baden Württemberg (Hg.): Europäisches Seminar Mobilität und Gesellschaft - Wege zur Bewußtseinsbildung und neue Dienstleistungen. Eine Aktion des THERMIE Programms. Proceedings. 201-217.

BEHRENDT, H., BECKER, W. M., FRITZSCHE, C., SLIWA-TOMCZOK, W., TOMCZOK, J., FRIERICH, K. J., & Ring, J. (1997): Air pollution and allergy: Experimental studies on modulation of allergen releases from pollen by air pollutants. - Int. Arch. Allergy Immunol. 113, 69-74.

BORCHARD, K. (1989): Städtebauliche Leitbilder. - Deutsche Bauzeitschrift, H. 10, S. 1317 ff.

BORCHARD, K. (1997): Siedlungsstrukturen der kurzen Wege. - ExWoSt - Informationen zum Forschungsfeld „Städtebau und Verkehr“. 06.14. 10-14.

Bundesamt für Naturschutz (Hg.) (1997): Erhaltung der biologischen Vielfalt. Wissenschaftliche Analyse deutscher Beiträge. Bonn., 352 S.

Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (1995): Verkehrsvermeidung, Siedlungsstrukturelle und organisatorische Konzepte. - Materialien zur Raumentwicklung, H. 73. Bonn, 123 S.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Hg.) (1998): Leitprojekte „Mobilität in Ballungsräumen“. Der Wettbewerb. Bonn, 58 S.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hg.) (1993): Raumordnungspolitische Orientierungsrahmen. Bonn, 32 S.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hg.) (1994): Raumordnungsbericht 1993. 236 S.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hg.) (1995): Raumordnungspolitische Handlungsrahmen. Bonn, 44 S.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hg.) (1996): Raumordnung in Deutschland. Bonn, 100 S.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (1993): Agenda 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Dokumente -. Bonn. 289 S.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (1993): Umweltschutz und Straßenverkehr. Bonn

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (1996): Umweltbewußtsein in Deutschland 1996. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage im Auftrag des Umweltbundesamtes. Bonn, 86 S.

Bundesverkehrsministerium (Hg.) (1997): Verkehr in Zahlen 1997. 26, Köln, 379 S.

Deutscher Bundestag (Hg.) (1997): Konzept Nachhaltigkeit - Fundamente für die Gesellschaft von morgen - Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages. Bonn, 192 S.

Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1968): Landschaftspflege an Verkehrsstraßen. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege H. 9. Bonn, 56 S.

Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1974): Landschaft und Verkehr. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege H. 22. Bonn, 102 S.

Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1988): Zur Umweltverträglichkeitsprüfung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege H. 56. Bonn, 453-554.

Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1997): Betrachtungen zur „Grünen Charta von der Mainau im Jahre 1997“. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege H. 68. Bonn, 57 S.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (1994): Pkw-Bestandsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010, Wochenbericht 22/94.

DLR - Verkehrsforschung Köln, VDI Technologiezentrum Düsseldorf, VDI/VDE Teltow (Hg.) (1997): Informationen zur Technikfolgenabschätzung, 12 S.

ECKARDT, J. D. & SCHÄFER, J. (1996): Emissionen aus Kfz-Abgaskatalysatoren. - Angewandte Geochemie MATSCHULAT/TOBSCHALL/VOIGT (Hg.), Springer-Verl., Heidelberg.

Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (1994): Mobilität und Klima. Bonn: Economica, 1994, 390 S.

EWERS, U. (1991): Wirkungen von Emissionen des Kfz-Verkehrs auf den Menschen. - Dortmund Beiträge zur Umweltplanung. Kfz-Verkehr und Luftbelastung. Ergebnisse des Werkstattgespräches vom 7. u. 8. Februar 1991. Dokumentation durch Waning Consult GmbH, Bochum, I. A. des Umweltamtes der Stadt Dortmund.

EU-Kommission (1992): Die künftige Entwicklung der gemeinsamen Verkehrspolitik. Globalkonzept einer Gemeinschaftsstrategie für eine auf Dauer tragbare Mobilität. Kommission der Europäischen Gemeinschaften KOM (92) 494 endg., Brüssel.

FISCHER, G. (1997): Tips zum Benzinsparen. - DAUER, T.: Wer zu oft bremsen muß, fährt zu schnell. Natur, H. 2, S. 106.

- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1988): Straßen und Verkehr 2000. Internationale Straßen- und Verkehrskonferenz, Berlin. Bd. 5: Konferenzberichte. Thema 5: Verkehrsökologie.
- 5A: Entstehung und Auswirkungen von Umweltbelastungen.
- 5B: Methoden, Prüfung und Bewertung von Umweltbelastungen.
- 5C: Geeignete Maßnahmen zur Reduktion der Umweltbelastungen. Köln.
- , Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit (1988): Merkblatt für den Unterhaltungs- und Betriebsdienst. Teil: Grünpflege. Köln, 19 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenplanung, Arbeitsausschuß „Sonderfragen des Stadtverkehrs“ (1989): Aktuelle Hinweise zur Radverkehrsplanung. Köln, 35 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1990): Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung. Köln 22 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1991): Merkblatt für einfache landschaftsgerechte Sicherungsbauweisen. Köln 16 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1991): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs. EAR 91. Köln, 67 S.
- , Arbeitsgruppe Verkehrsplanung - Arbeitsausschuß Netzgestaltung (1991): Auswirkungen von Verkehrswegenetzen auf die Umwelt. - Straßenverkehrstechnik, Nr. 4, 179-182.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1991): Empfehlungen zur Straßenbepflanzung in bebauten Gebieten. Köln, 42 S.
- , Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit (1992): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen. Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. MLuS-92. Köln 46 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1993): Richtlinien für die Anlage von Straßen. Teil: Landschaftspflege. Abschnitt 2: Landschaftspflegerische Ausführung. RAS-LP 2. Köln 67 S.
- (1995): Die Straßen in der siedlungsnahen Landschaft. Eingriff - Ausgleich - Gestaltung. Landschaftstagung 1995 in Darmstadt. Köln, 192 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1995): Empfehlungen für die Gestaltung an Straßen. Köln, 53 S.
- (Hg.) (1995): Harmonie von Straße und Landschaft - Wunschtraum oder Wirklichkeit? Landschaftstagung 1995. Köln, 101 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1996): Richtlinien für die Anlage von Straßen. Teil: Landschaftspflege. Abschnitt 1: Landschaftspflegerische Begleitplanung. RAS-LP 1. - Köln, 30 S.
- , Arbeitsgruppe Straßenentwurf (1996): Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete. ESG 96. Köln, 117 S.
- Forschungsinstitut der Friedrich-Ebert-Stiftung, Abt. Wirtschaftspolitik (Hg.) (1997): Zukunftsfähige Mobilität - Alternative Verkehrskonzepte auf dem Prüfstand - Reihe „Wirtschaftspolitische Diskurse“ Nr. 97. Bonn, 74 S.
- FROMME, H. (1998): Komplexe Umweltwirkungen. Teil 1: Kraftfahrzeugverkehr und Gesundheit. - Praktische Umweltmedizin. April 1998, 1-44.
- GIESINGER, T. (1993): Auf dem Weg zu einer umweltverträglichen Mobilität II - Ein Beitrag zur Arbeitsgruppe 2. Evangelische Akademie Baden (Hg.) - Herrenalber Protokolle Bd. 96, 56-58.
- GDF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg und Forschungszentrum Jülich (1992): Auswirkungen von Dieselmotor-Abgasen auf die Gesundheit. München.
- GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH / Projektträger für Umwelt und Klimaforschung des BMBF (1997): Stadtökologie - Berichte aus der ökologischen Forschung. München. 50 S.
- HAEFNER, K. & MARTE, G. (1994): Der schlanke Verkehr. Handbuch für einen umweltfreundlichen und effizienten Transport von Personen und Gütern. Berlin: Erich Schmidt, 568 S.
- HESSE, M. & MEYERHOFF, J. (1997): Preispolitische Instrumente der Güterverkehrspolitik. IÖW SR 121/97.
- HOLZAPFEL, H. (1992): Verkehrsentwicklung und Verkehrspolitik aus wissenschaftlicher Sicht. Evangelische Akademie Baden (Hg.) - Herrenalber Protokolle Bd. 89, 30-41.
- Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS) (Hg.) (1994): Urbanität, Mobilität, Kriminalität - Sicherheitsprobleme im öffentlichen Verkehrsraum. ILS-SCHRIFTEN 92. Dortmund, 52 S.
- KOCH, P. (1998): Energiesparendes Autofahren. Erstes Mainauer Mobilitätsgespräch der Lennart-Bernadotte-Stiftung 1998 „Wege zur bewußten Mobilität“. 29-31.
- KOCHER, B. & PRINZ, D. (1998): Herleitung von Kenngrößen zur Schadstoffbelastung des Schutzgutes Boden durch den Straßenverkehr. - Schlußbericht des F+E-Projektes 02.168 R 95 L, Inst. für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Univ. Karlsruhe.
- KRUCKENBERG, H., JAENE, J. & BERGMANN, H.-H. (1998): Mut oder Verzweiflung am Straßenrand? Der Einfluß von Straßen auf die Raumnutzung und das Verhalten von äsenden Bleß- und Nonnengänsen am Dollart, NW-Niedersachsen. - Natur u. Landschaft 73, 3-8.
- LANDGREBE, H. & ROEMER, L. (1966): Landschaftliche Gestaltung moderner Schnellstraßen. Gutachten im Auftrag des Deutschen Rates für Landespflege. - Schr.-R. des Deutschen Rates für Landespflege, H. 9, 40-49.
- LAY, M. G. (1994): Die Geschichte der Straße. Vom Trampelpfad zur Autobahn. Frankfurt/New York: Campus. 305 S.
- MACZEY, N. & BOYE, P. (1995): Lärmwirkungen auf Tiere - ein Naturschutzproblem. - Natur u. Landschaft 70, 545-549.
- MADER, H.-J. (1979): Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen, untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozöosen. - Schr. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 19, 1-130.
- MADER, H.-J. (1980): Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht. - Natur u. Landschaft 55, 91-96.
- MADER, H.-J. (1981): Der Konflikt Straße - Tierwelt aus ökologischer Sicht. - Schr. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 22, 1-104.
- OECD Organisation for Economic Co-operation and Development (1998): Towards sustainable development. Environmental indicators. Paris. 130 S.
- PETERSEN, M. (1993): Ökonomische Analyse des Car-sharing. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. (=Diss. an der Technischen Universität Berlin).
- RENGER, M., WESSOLEK, G., KASCHANIAN, B. & PLATH, R. (1987): Boden- und Nutzkarten als Grundlage für die Bestimmung der Grundwasserneubildung mit Hilfe von Simulationsmodellen am Beispiel von Berlin (West). - Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Gesellsch. 53, 213-236.
- SIMONIS, S., JUNKER-BORNHOLDT, R., WAGNER, M., ZIMMERMANN, M., SCHMIDT, K.-H., WILTSCHKO, W. (1997): Der Einfluß einer Autobahntrasse auf die Mobilität von Singvögeln. Natur und Landschaft, 72, H. 2, 71-77.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (1998): Datenreport 1997 - Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik Deutschland - Schriftenreihe Band 340. Verlag Bonn Aktuell, München und Landsberg/Lech, 639 S.
- Stiftung Warentest (1997): Fahren und sparen. So senken Sie Ihre Kosten. - Test Spezial. Berlin, 114 S.
- SAYER, M. (1992): Ökologische Bedeutung der Straßenränder für die Tierwelt. - STOTTELE, T. & STOLLMANN, A.: Ökologisch orientierte Grünpflege an Straßen. Hess. Amt für Straßenbau. Wiesbaden. 85-108.
- STOTTELE, T. (1992): Gründe für eine ökologische Betrachtung der Straßenränder. - STOTTELE, T. & STOLLMANN, A.: Ökologisch orientierte Grünpflege an Straßen. Hess. Amt für Straßenbau. Wiesbaden. 23-34.
- Studiengesellschaft für Nahverkehr (SNN) u. Inst. f. Ökologie Berlin (1988): Verringerung der Bodenbelastung durch städtische Straßen, Wege und Plätze. - Zwischenbericht eines F+E-Vorhabens, BMFT, FKZ 0339148 A, 174 S.
- SUKOPP, H. (1990): Stadtökologie - Das Beispiel Berlin. Berlin: Reimer, 455 S.
- SUKOPP, H., H.-P. BLUME, H. ELVERS & M. HORBERT (1980): Beiträge zur Stadtökologie von Berlin (West). - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schr.-R. des Fachbereiches Landschaftsentwicklung der TU Berlin, 3,225 S.
- TEUFEL, D. (1995): Energie und Umweltbilanz der Mobilität mit fossilen Energieträgern - Externe Kosten des heutigen Kfz-Verkehrs - Evangelische Akademie Baden (Hg.) - Herrenalber Protokolle Bd. 106, 32-59.
- THIELE (1929): Erholungsgebiete und Verkehr. Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen (Hg.): Dritter Deutscher Naturschutztag in Dresden vom 23. bis 26. Mai 1929. Beiträge zur Naturdenkmalpflege, Bd. XIV, H. 1. Nachdruck der Sächsischen Akademie für Natur und Umwelt aus Anlaß des 24. Deutschen Naturschutztages in Dresden 1998. 49-56.
- Umweltbundesamt (Hg.) (1995): Glossar der raumbezogenen Umweltplanung. Berlin, 64 S.
- Umweltbundesamt (Hg.) (1996): Fachgebiet „Umweltaufklärung“. Was Sie schon immer über Auto und Umwelt wissen wollten. Berlin: Kohlhammer Verlag, 208 S.
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hg.) (1995): Beschlüsse Naturschutz und Verkehr. Im Auftrag der LANA, Stuttgart, 15 S.
- VDI Verein Deutscher Ingenieure VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (Hg.) (1993): Memorandum Verkehr. Düsseldorf, 8 S.
- Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht Hg. v. Volker HAUFF. Grevén: Eggenkamp, 421 S.

Ulrich Näke

# Stand, Entwicklung und Bewältigung von Mobilität

## 1 Ausgangslage

Deutschland steht als Wirtschaftsstandort im integrierten EU-Binnenmarkt und nach dem Ende der Spaltung Europas vor einem verkehrspolitischen „Problembündel“ besonderer Art. Der Zielkonflikt zwischen Verkehr und Umwelt droht sich insbesondere im Kern Europas weiter zu verschärfen. Die täglichen Staumeldungen auf Bundesautobahnen - und hier im besonderen Maße auf den Transitstrecken - belegen dies ebenso wie die alltägliche Situation in Stadt und Region:

- An Werktagen ist der Nahverkehrsbereich dadurch geprägt, daß in der Rushhour die Pkws nur selten mit mehr als einer Person besetzt aus der Region in das Ballungsgebiet bzw. in umgekehrter Richtung fahren.
- An Sonn- und Feiertagen wird von dem Auto reger Gebrauch gemacht, um in der Freizeit Mobilität auszuleben.
- Knapper Parkraum in den Ballungsgebieten führt zu erheblichen Kapazitätsengpässen.
- Fast problemlos sind Parkplätze nur noch bei den Einkaufszentren auf der „Grünen Wiese“ zu erhalten.

Ein funktionierendes Wirtschaftsleben hängt aber ganz maßgeblich davon ab, daß Güter und Dienstleistungen für den Produzenten und den Verbraucher jederzeit verfügbar und die vielfältigen Mobilitätswünsche der Bürger erfüllbar sind. Es ist deshalb konsequent, daß die umweltgerechte Sicherung der Mobilität von Personen und Gütern das oberste Ziel der Verkehrspolitik der Bundesregierung darstellt. Sie hat dabei die Wechselwirkungen von Verkehr, Umwelt und Wirtschaft miteinander in Einklang zu bringen.

Die Ausgangslage, an der die Verkehrspolitik mit strategischen Überlegungen ansetzen muß, ist schnell beschrieben und läßt sich an folgenden Zahlen festmachen: 1995 wurden in Deutschland über 3,31 Mio. Pkw neu zugelassen. Die „Schallmauer“ von 40 Mio. Fahrzeugen ist durchbrochen. Bis Mitte des Jahres 1996 ist der Pkw-Bestand auf fast 41 Mio. Fahrzeuge angewachsen. Die Anzahl an Krafträdern liegt aktuell bei rd. 2,5 Mio. Der Trend zum motorisierten Gefährt hält an.

80 % der Urlauber nehmen jedes Jahr das Auto für ihre Ferienreise. Auch für die Fahrt zur Arbeit entscheiden sich die Bürger überwiegend für das Auto: Über 80 % der im Berufsverkehr zurückgelegten Kilometer entfallen auf das Auto. Von den mit dem Pkw insgesamt zurückgelegten Wegstrecken entfallen ca. zwei Drittel auf den Freizeitverkehr. Nur etwa zu einem Drittel wird das Auto im Berufsverkehr benutzt.

Diese Zahlen belegen deutlich: Persönliche Mobilität mit dem Auto ist zum Allgemeinut geworden. Bei allen Klagen über die Belastungen durch die Zunahme des Verkehrs sind nur wenige bereit, heute auf diese individuelle Mobilität zu verzichten.

## 2 Prognostische Entwicklung

Die weitere Entwicklung - jedenfalls die prognostizierte Entwicklung - läßt bislang keinen anderen Trend erkennen: Nach den für den Bundesverkehrswegeplan 1992 erstellten Prognosen wird auf der Basis von 1988 bis zum Jahre 2010, bezogen auf alle Verkehrsträger im Güterverkehr ein Wachstum von ca. 78 % und im Personenverkehr von ca. 32 % erwartet. In der tatsächlichen Entwicklung war im Personenverkehr bis 1993 eine Zunahme von 12 %, im Güterverkehr eine Abnahme von 9 % zu beobachten.

In einer im Jahre 1995 erstellten Prognose des Institutes für Wirtschaftsforschung (ifo-Institut) wird die gesamte Entwicklung im Personenverkehr etwas expansiver gesehen. Ifo erwartet auf der Basis von 1988 bis zum Jahre 2010 eine Zunahme von 42 %, was bezogen auf das Jahr 1993 allerdings nur noch eine Zunahme des Personenverkehrs um 27 % bedeuten würde. Im Güterverkehr werden dagegen die Erwartungen etwas zurückgenommen. Ifo rechnet in diesem Bereich 1988 bis 2010 nur noch mit einem Anstieg um 45 %, was allerdings gegenüber 1993 einen Zuwachs von 65 % bedeuten würde.

Die Verkehrspolitik ist nicht darauf angelegt, eine Strategie zu verfolgen, die das prognostizierte Verkehrswachstum auch eintreten läßt. Im Gegenteil - die Verkehrspolitik ist darauf ausgerichtet, dieser Entwick-

lung entgegenzusteuern, um den Zielkonflikt zwischen Verkehr und Umwelt weiter zu entschärfen.

## 3 Bewältigung der Mobilität von morgen

Neue Wege zur umweltgerechten Mobilität müssen bei der Reduktion von Schadstoffen ansetzen. Dazu ist es erforderlich, gerade im Nahverkehrsbereich den Autofahrer zum Umsteigen vom Individualverkehr auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zu bewegen. Es muß aber auch der Blick dafür geöffnet werden, daß die Mobilität von morgen nicht nur mit dem eigenen Pkw einerseits und dem ÖPNV andererseits zu bewältigen ist.

### 3.1 Technische Maßnahmen

Zur Verminderung der Schadstoffe im technischen Bereich ist die Verkehrspolitik bereits ein gutes Stück vorangekommen. In diesem Jahr sind verschärfte, europaweit geltende Abgasgrenzwerte für Pkw und Lkw in Kraft getreten. Ab 1. Januar 1997 dürfen keine Pkw mehr neu zugelassen werden, die nicht diese neuen Schadstoffnormen erfüllen. Bei Benzin-Pkw reduzieren sich Kohlenwasserstoffe und Stickoxide um weit über 50 %, bei Diesel-Pkw um fast 40 %. Bei Diesel-Pkw verringert sich zudem der Ausstoß von Staub- und Rußpartikeln um mehr als die Hälfte. Mit diesen Grenzwerten ist der Verkehrsbereich auf dem richtigen Weg; die Diskussion über die bodennahe Ozonbildung in Ballungsgebieten wird hierdurch entschärft werden können.

1994 hat Deutschland als erstes Land in Europa die emissionsorientierte Kfz-Steuer für Lkw eingeführt und damit einen neuen Anstoß zur Entwicklung und Anschaffung geräusch- und abgasarmer Lkw's gegeben. Ein Gesetzentwurf für die emissionsbezogene Umgestaltung der Kfz-Steuer für Pkw ist im November 1996 vom Deutschen Bundestag verabschiedet worden und ist im April 1997 in Kraft getreten. Gerade von der emissionsbezogenen Umgestaltung der Kfz-Steuer für Pkw wird ein Anreiz gegeben, neue abgasarme Fahrzeuge zu kaufen. Nur 10 % der Fahrzeuge, die sich heute auf unseren Straßen bewegen, sind für einen

Großteil der vom Straßenverkehr ausgehenden Schadstoffemissionen verantwortlich.

Hinsichtlich der Reduktion von CO<sub>2</sub> hat sich die Automobilindustrie gegenüber der Bundesregierung verpflichtet, bis zum Jahr 2005 auf der Basis von 1990 den Kraftstoffverbrauch um jährlich 2 % zu vermindern und dies auch anhand eines Monitorings zu dokumentieren. Eine ähnliche Diskussion wird z. Z. von der Europäischen Kommission mit dem Europäischen Verband der Automobilindustrie geführt.

Im Interesse des Klimaschutzes werden jedoch langfristig vollkommen neue Technologien erforderlich sein. Das emissionsfreie Auto ist gefordert. Das Elektroauto, das seine Kraft aus einer sogenannten Brennstoffzelle zieht, könnte die Technik von morgen sein. Das Bundesverkehrsministerium hat hierüber einen Dialog mit der Industrie begonnen.

### 3.2 Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Personennahverkehrs

Der Umstieg vom Individualverkehr zum öffentlichen Personennahverkehr wird nur gelingen, wenn der ÖPNV attraktiver als bisher wird. Mit der im Zuge der Bahnreform durchgeführten Regionalisierung des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs ist Bewegung in „eingefahrene Gleise“ gekommen: Kommunen können jetzt auch bei anderen Unternehmen als der Deutschen Bahn AG Leistungen einkaufen. Dies bedeutet Wettbewerb auf der Schiene. Wettbewerb wird zum Nutzen der Fahrgäste sein.

Darüber hinaus muß der ÖPNV moderne Informations- und Kommunikationssysteme (Telematik) nutzen, um seine Fahrgäste besser über die aktuellen Fahrzeiten zu informieren, Anschlüsse beim Umsteigen si-

cherzustellen und vor allem durch ein einheitliches Tarifsystem mit Hilfe bargeldloser Zahlungsmöglichkeiten den Zugang zum ÖPNV zu erleichtern. Der ÖPNV sollte sich im übrigen öffnen und die Zusammenarbeit mit Dritten suchen, die keine Betriebe des öffentlichen Personennahverkehrs sind. Sammeltaxis oder die Bestellung von Taxis aus der Straßenbahn oder dem Bus heraus sind erste Ansätze. Sie sollten weitergeführt werden. Hierzu gehört auch die Zusammenarbeit zwischen den Betrieben des ÖPNV und Mietwagenfirmen. Insgesamt muß sich der ÖPNV stärker an den Bedürfnissen des einzelnen ausrichten, und er muß dabei „ausloten“, inwieweit er die Vorzüge des Individualverkehrs im öffentlichen Personennahverkehr aus- und fortbilden kann.

### 3.3 Neue Mobilitätsformen

Die Attraktivität des ÖPNVs ist die eine Seite, die andere Seite ist ein bewußter Umgang mit der individuellen Mobilität. Die gesellschaftliche Entwicklung hat dazu geführt, daß heute fast zu jedem Haushalt *mindestens* ein Fahrzeug, häufig mehrere, gehören. Angesichts der oben beschriebenen Entwicklung im Personenverkehr stellt sich die Frage, ob die Nutzung des Fahrzeugs vom Eigentum des Fahrzeugs abhängig sein muß, oder ob es möglicherweise andere, auch ökonomisch sinnvollere Mobilitätsformen gibt. Viele erkennen schon jetzt, daß es ökonomischer ist, ein Fahrzeug zu leasen, als es zu kaufen.

Daneben gibt es bereits alternative Mobilitätsformen, wie z. B. Car-Sharing. Mit Car-Sharing wird die Möglichkeit eröffnet, eine ganze Palette unterschiedlicher Fahrzeugmodelle zu nutzen, ohne sie als Eigentum zu besitzen. Die effiziente Nutzung und Auslastung dieser Fahrzeuge spart einerseits Raum für Abstellflächen, andererseits überlegt der

einzelne zwangsläufig, ob er einen Pkw benutzen soll oder - ökonomisch gedacht - es im Einzelfall schneller und praktischer ist, auf den ÖPNV umzusteigen.

Während Car-Sharing in erster Linie für den Freizeitverkehr als alternative und attraktive Mobilitätsform gesehen werden kann, muß vor allem im Berufsverkehr stärker daran gearbeitet werden, dem Pkw-Besetzungsgrad mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Das Bundesministerium für Verkehr hat im November 1996 ein Forschungsauftrag mit dem Ziel vergeben zu untersuchen, welche Strategien und Maßnahmen dazu beitragen können, um den Pkw-Besetzungsgrad zu erhöhen. Aller Voraussicht nach dürften auch hier ökonomische Instrumente von Bedeutung sein.

## 4 Infrastruktur

Unabhängig von der Mobilität des einzelnen wird die Bewältigung von Mobilität in der Stadt und Region mit dem Auto von morgen nur dann möglich sein, wenn die öffentliche Hand ihrer Infrastrukturverpflichtung nachkommt. Deswegen muß der Bundesverkehrswegeplan, der zuletzt im Jahre 1992 aufgestellt worden ist, konsequent umgesetzt werden: ohne vernünftige Verkehrswege wäre es wenig sinnvoll, über die Bewältigung von Mobilität in Zukunft nachzudenken.

### Anschrift des Verfassers:

MinR Ulrich Näke  
Bundesministerium für Verkehr  
Postfach 20 01 00  
53170 Bonn



Die meisten Urlauber fahren mit dem Auto in die Ferien - für sie beginnt die Reise häufig im Stau (Foto: Pretscher).

Dieter Klaus Franke

## Mobilität, Gesellschaft und Verantwortung

Der nachfolgende Beitrag zeigt auf, wie sich in Zukunft unsere Mobilität unter Berücksichtigung der Verantwortung für Umwelt, Umfeld und damit für unsere Gesellschaft darstellen kann. Es wird davon ausgegangen, daß gesellschaftliche Inhalte einem ständigen Wandel unterliegen, und so gibt es im deutschsprachigen Raum einen hohen Bevölkerungsanteil, der besonders umweltsensibel ist.

Ein Beweis dafür ist die scheinbar unendliche Themenfülle.

In letzter Zeit wurde ein neues Umweltphänomen entdeckt: die sogenannte „Horizontverschmutzung“ in Verbindung mit der Errichtung einer Eisenbahn. Solche publicity trächtigen Themenfelder werden von „selbsternannten Umweltschützern“ gerne aufgegriffen. Unsere Wohlstandsgesellschaft kann sich wohl auch einige oder mehrere Umweltprobleme leisten und muß dies auch.

Es ist gesamtgesellschaftlich darauf zu achten, daß die Auseinandersetzungen auf dem Gebiet des Umweltschutzes nicht noch mehr verrohren. Beispiele einer derartige Verschärfung der Konflikte sind:

- Es wurde sogar bereits auf einen Tankwart geschossen oder dessen Tankstelle angezündet;

- Eine Planierdraupe an einer Autobahnbaustelle ging in Flammen auf;
- Als Protest gegen eine Bahntrasse oder den Bahntransport bestimmter Güter werden sogar Eisenträger auf die Schienen gelegt.

Vor einer Vertiefung dieser Art des Kampfes für den Umweltschutz muß eindringlich gewarnt werden, denn diesen würde unsere Gesellschaft in der Form nicht überstehen. Das bezieht sich auch auf die teilweise „kriegerische Sprache“ von Umweltschützern. Echte und überzeugte Umweltschützer werden sich natürlich von jedweder Gewalttat distanzieren, denn die Erfahrung zeigt, daß man auf diese Weise dem Umweltschutz meist einen „Bärendienst“ leistet.

Nach dem Ende der Konfrontation zwischen den großen Machtblöcken besteht nun keine Gefahr umfassender kriegerischer Auseinandersetzungen mehr. Wie anerkannte Gesellschaftswissenschaftler bestätigen, stoßen in dieses so entstandene Macht- und Betätigungsvakuum neue Interessengruppen. Sie wenden sich mehr und mehr Fragen der Weltbevölkerung sowie des Natur- und Umweltschutzes zu.

Dies ist gut so. Jedoch sollte die in zwei Jahrhunderten gewonnene und über viele Generationen erarbeitete gesellschaftliche Stabilität ebensowenig in Frage gestellt werden wie mehrheitsfähige und demokratische Strukturen. Anzuerkennen wäre in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, daß diese Stabilität heute in allererster Linie von den Industrienationen der Welt ausgeht. Es ist selbstverständlich, daß diese Nationen dann im Gegenzug auch in besonderer Weise an der Umweltbelastung und an dem Ressourcenverbrauch beteiligt sind. In der Weiterentwicklung wird es wichtig sein, diese Probleme wissenschaftlich zu bewerten, um für künftige Generationen neue Lösungsansätze zu schaffen. Es ist dabei vollkommen entbehrlich, Umweltphänomene fehlerhaft oder einseitig darzustellen, nur um partei- oder verbandspolitische Interessen voranzutreiben. Bei aller Sorge um unsere Umwelt und aller Bereitschaft zum Handeln: Öko-Lügen oder gar eine Öko-Diktatur sind konsequent abzulehnen.

Zunächst sollen einige Rückblicke und eine Vorschau auf die Entwicklung unserer Mobilität gegeben werden.

Heute ist diese Mobilität das besondere Kennzeichen einer technisch orientierten Gesellschaft (Abb. 1). Mobilität in ihren unterschiedlichsten Formen gilt als selbstverständlich. Sie ist als Grundrecht in der allgemeinen Handlungsfreiheit enthalten. Nachrichtenverbote, ein Warenembargo oder aber die Begrenzung der physischen Mobilität gelten nicht nur als Maßregelung, sondern als harte Strafe.

Diese Mobilität hat in den letzten 200 Jahren in den wichtigsten Industrienationen der Erde, besonders aber in der sog. Triade, eine Stufe der technischen Kultur entstehen lassen. Der Maschinenbau - darunter die Automobilindustrie - war einer der wichtigsten Motoren dieser Entwicklung. In dieser Kulturstufe kann niemand auf die Mobilität und ein funktionsfähiges Transportsystem verzichten. Die nächsten Jahre einer weiteren Entwicklung werden neue gesellschaftliche Stufen entstehen lassen, bei denen ein ausgeprägter Wertewandel (Paradigmenwechsel) bemerkbar wird.

Die ersten Ansätze dieser Entwicklung in der Mikroelektronik, in der Informatik, aber auch in der Medienwelt sind vorhanden. Ob

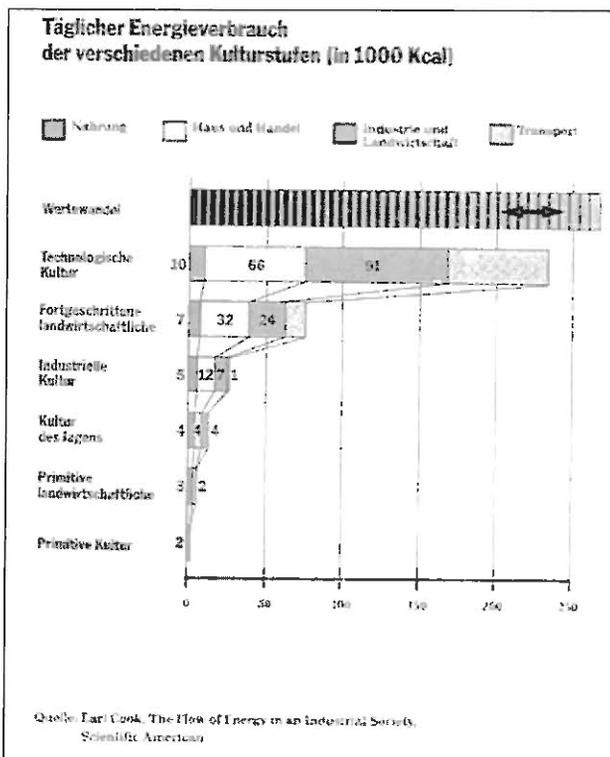


Abb. 1: Energieverbrauch.

es dabei gelingt, Mobilität - und den damit verbundenen Energieverbrauch - wesentlich zu senken, hängt von der Frage eines von der Gesellschaft gewünschten Wohlstandes ab. Denn, daß dabei ein hohes Maß an Ressourcen verbraucht werden, und daß dabei besonders in der Vergangenheit dramatische Fehler im Umweltschutz passiert sind, ist richtig. Als Gegenleistung konnten die wichtigsten Industrienationen in über 100 Jahren - beginnend mit den preußischen Sozialgesetzen - stabile Wirtschaftssysteme darstellen, in denen die soziale Frage für weite Kreise der Gesellschaft als geklärt gilt.

Die soziale Frage wird heute mehr und mehr verdrängt und es gilt nun Lösungen zu finden, wie wir Ökonomie und Ökologie in Einklang bringen. Dabei können nationale Lösungen den notwendigen Fortschritt auslösen. Mehr und mehr nimmt aber die internationale Verknüpfung zu. Auch die Länder außerhalb der Triade fordern nun ihr Recht auf gleiche Chancen. Dabei könnten gerade die reichen Industrienationen ihre CO<sub>2</sub>-Emission - um nur ein Beispiel zu nennen - durchaus um bis zu 70 % zurückfahren.

Im internationalen Vergleich werden diese Vorteile für die Umwelt aber durch Zuwächse in den aufkommenden Industrienationen in den nächsten Jahren zunehmend aufgezehrt. Dies gilt auch für den Energiebedarf der Mobilität. Wenn in diesem Zusammenhang gesagt wird, daß die Mobilität unserer Menschen - was die Erledigung ihrer Aufgaben und Wege angeht - gar nicht zugenommen hat, so ist dies falsch.

In einer primitiven Kultur konnte auf jede Mobilität verzichtet werden, denn Nahrung und Brennmaterial fand man um die eigene Hütte herum. Bereits in der zweiten Kulturstufe einer sich entwickelnden Landwirtschaft, die notwendig wurde, weil die nahen Ressourcen längst verbraucht waren, gesellte sich der Handel hinzu. Wer dann auch noch das Glück hatte, ein besonders begabter Jäger zu sein, konnte zwangsläufig den Handel aufnehmen und verstärkte Häuser bzw. neue entfernte Siedlungen bauen. Handwerkliche Fähigkeiten, die weitgehend in Manufakturen bis hin zur Industrie entwickelt wurden, erforderten ein sich allmählich steigerndes Transportsystem.

Ähnliches gilt auch für die nun im Überfluß produzierende Landwirtschaft, deren Produkte häufig über die ganze Welt verteilt wurden und werden. Die heutige Stufe der technologischen Kultur benötigt rund ein Drittel des täglichen Energieverbrauchs für das Transportsystem. Dabei darf nicht übersehen werden, daß wir uns in dieser Zeit von

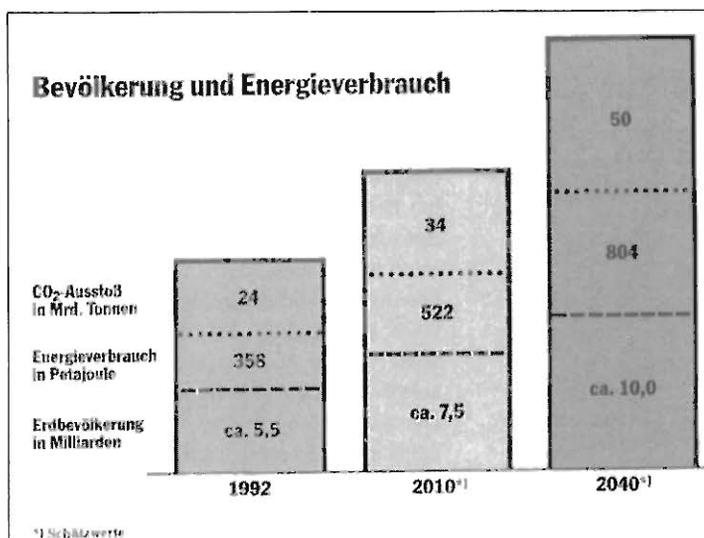


Abb. 2

rund 5 Mio. Erdenbürgern auf 5,5 Mrd. vermehrt haben. Vermutlich ist es der wohlverstandene Egoismus eines jeden einzelnen, jeder Volksgruppe und jedes Berufsstandes, daß er sich menschliche Bedürfnisse - darunter auch zunehmende Freizeitaktivitäten - erfüllen will, und diese Strategie ist - zumindestens für die wirtschaftliche Seite - sehr effektiv und erfolgreich. Auf die Folgen für die Ressourcen und für die Umwelt wurde zuvor bereits hingewiesen.

Wer die Umweltfrage qualifiziert diskutieren und lösen will, muß diese Diskussion eigentlich bei der Welt-Bevölkerungskonferenz von Kairo im September 1994 beginnen. Abb. 2 zeigt, welche dramatische Entwicklung im Hinblick auf die Zunahme der Erdbevölkerung, deren Energieverbrauch und dem sich ergebenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu erwarten ist.

Unter Berücksichtigung heutiger Erkenntnisse geht man davon aus, daß 20 Mrd. Menschen auf unserem Planet nicht mehr zu ernähren sind. Wobei bereits heute 1 Mrd. Menschen in Armut leben. Um mögliche Klimafolgen abzufedern, gehen kritische Wissenschaftler davon aus, daß bis zum Jahre 2050 je Mensch nur noch eine Tonne CO<sub>2</sub>/Jahr zu akzeptieren ist. Heute erzeugen die Menschen in Europa etwa 10 Tonnen CO<sub>2</sub> je Person und Jahr; in den USA liegt dieser Wert bei 20 Tonnen. Die vom Menschen ausgelöste CO<sub>2</sub>-Emission in der ganzen Welt liegt nach Schätzungen und Berechnungen bei etwa 22 Mrd. Tonnen pro Jahr.

Einige wesentliche technische Verbesserungs- und Minderungspotentiale - bezogen auf den heute vorzufindenden Zustand - sollen hier genannt werden:

- bei den Gebäuden liegen sie in einer Größenordnung bis 90 %,

- bei den Elektrogeräten und Kleinverbrauchern in der Größenordnung bis 70 %,
- bei den Pkw, Flugzeugen und der Warmwasser-Bereitung im Bereich von 50 und 60 % sowie
- bei den Kraftwerken und Stromerzeugern, hier liegt die Größenordnung allerdings nur noch zwischen 10 und 15 %.

Wesentliche Ursachen und Folgen von Mobilität sind in Abb. 3 dargestellt. Sie werden besonders in den Industrienationen und hier in den unterschiedlichsten Interessengruppen sehr differenziert diskutiert. Kann man sich über die Ursachen noch halbwegs einigen, werden die Folgen der Mobilität bei den „selbsternannten Umweltschützern“ meist extrem negativ bewertet. Die Vorteile für die Gesellschaft und die Wirtschaft werden dabei gerne unterschlagen. Bereits zu

Ursachen für Mobilität
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geburt</li> <li>• Schule</li> <li>• Ausbildung</li> <li>• Beruf</li> <li>• Wohnen</li> <li>• Einkaufen</li> <li>• Freizeit/Urlaub</li> </ul>
Folgen von Mobilität
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressourcenverbrauch</li> <li>• Abgas/Schadstoffe</li> <li>• Lärm</li> <li>• Siedlungs-/Wohnungsbau</li> <li>• Trennwirkung</li> <li>• Kosten/Nutzen</li> <li>• Wohlstand, Wohlbefinden, Wohlverhalten</li> </ul>

Abb. 3

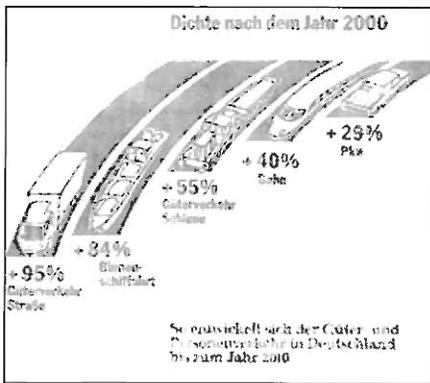


Abb. 4: Die großen Staus kommen erst, Quelle: Bundesministerium, ADAC.

Beginn dieses Beitrages wurde auf die besonders wichtige, soziale Komponente und damit auf Wohlstand, Wohlbefinden und Wohlverhalten unserer Mitmenschen eingegangen.

Die hochgerechnete Entwicklung des Güter- und Personenverkehrs in Deutschland noch vor Öffnung der Grenzen im Osten ist Abb. 4 zu entnehmen. Gleichgültig, ob diese Zahlen eintreffen werden oder nicht: Mit Sicherheit brauchen wir in Zukunft jedes Verkehrsmittel, um diese Mobilitätsmengen überhaupt noch bewältigen zu können. Dabei wird sich die Frage, ob nun die Schiene oder die Straße das Rennen gewinnt, nicht stellen. Richtig ist, daß heute bis zu 90 % der Mobilität im Personenverkehr auf Straßen durch motorisierte Fahrzeuge abgewickelt wird. Allerdings steckt dabei der Pkw gelegentlich im Stau seines eigenen Erfolges.

Abb. 5 verdeutlicht, daß Umweltschutz zunehmend auch als Chance erkannt wird, nicht nur vorhandene Probleme zu lösen,

sondern Marktchancen zu nützen. Ein Beispiel dafür ist der Automobilbau. Mehr und mehr Fahrzeuge werden heute nach anerkannten Regeln des Umweltschutzes gebaut und betrieben. Weiterhin besteht allerdings das Problem des Energieverbrauches bei Betrieb und Herstellung. Es ist richtig, die umweltethische Entwicklung im Verbund mit gesellschaftlich akzeptierten Lebensformen voranzutreiben. Wobei es kaum noch konfliktfreie Handlungsfelder gibt; diese sollten allerdings sozial-ethisch und ausgewogen dargestellt werden. Auch die Dampfmaschine des James Watt um 1765 - zunächst als Freund des Bergmannes gefeiert - geriet in dieses sozialkritische Feld und der dampfbetriebene Webstuhl löste wahre Revolten aus. Die in den Städten ab 1825 verstärkt zu sehenden Pferdeomnibusse und Pferdedroschken gerieten in den Verruf einer bösen Umweltbelastung und erzeugten um 1900 in New York bereits 1.100 Tonnen Mist und 270.000 Liter Urin im Jahr. Auch die Eisenbahn - in England 1825 eingeführt - war ein Umweltphänomen, denn sie stand im Verruf, bei höherer Geschwindigkeit Menschen schwer zu schädigen.

Heute ist unser Wissen über diese Ursprungsstufen der Industrialisierung hinausgewachsen. Niemand wird Produkte, die nicht nach dem momentanen Stand des Umweltschutzes hergestellt sind oder über ein schlechtes Umweltimage verfügen, gerne kaufen oder bevorzugen. Dabei unterliegen nicht umweltgerechte Produkte der ständigen Gefahr, aus dem Markt auszuschneiden. Als Beispiel sei hier das in der Bundesrepublik Deutschland entwickelte Auto-Recycling zu nennen, dessen Ziel es ist, die Abfall- und Schadstoffmengen so zu behandeln, daß die von der Natur gegebene Assimilationsrate nicht überschritten wird. Dabei sind die Renten aus dem Einsatz endlicher Ressour-

cen für die Entwicklung alternativer Technologien zu verwenden. Auf diese Weise kann auf relativ einfachem Weg eine nachhaltige Entwicklung erreicht werden, die uns einerseits die Mobilität gewährleistet, andererseits aber auch die Ressourcen und die Umwelt schont.

Dazu ein Beispiel aus der Geschichte. Im Mittelalter gab es - abgesehen von der Salzbehandlung - keine Möglichkeit, Lebensmittel zu konservieren. Salz war deshalb ein äußerst gefragtes Produkt und wurde zum Symbol für Wohlstand. Jede Saline brauchte zur Salzgewinnung aber dringend Holz. Um die Salzproduktion zu gewährleisten, mußten sog. Sudwälder gehegt und gepflegt werden. Diese Wälder sind bis heute z. B. in Süddeutschland erhalten, auch wenn die Salzproduktion dort heute nur noch eine Außenseiterrolle spielt. Hingegen mußte in vielen Regionen die Salzproduktion frühzeitig eingestellt werden, weil kein Holz mehr zur Verfügung stand. Viele Heidegebiete sind auf diese Weise entstanden. Überhaupt ist die Waldwirtschaft bis heute ein Lehrstück für nachhaltiges Wirtschaften geblieben.

Für viele unserer Mitmenschen bedeutet heute Mobilität mehr Lebensqualität (Abb. 6). Sie ist als Grundrecht zu erhalten. Dort, wo Mobilität weniger Lebensqualität auslöst, müssen nachhaltige Lösungen geschaffen werden, und dies gilt z. B. bei der Verbesserung des Abgasverhaltens von Fahrzeugen und der Senkung des Treibstoffverbrauchs.

Mobilität bedeutet mehr Lebensqualität.  
 Mobilität bedeutet weniger Lebensqualität.  
 Mobilität gilt als Grundrecht.

Abb. 6

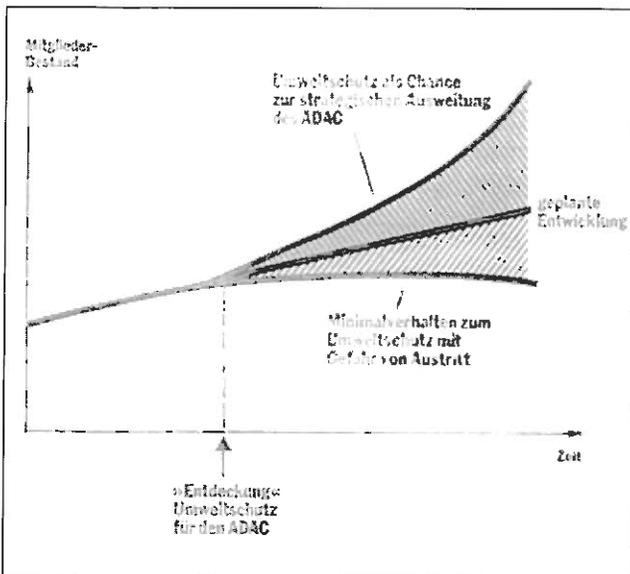


Abb. 5: Ohne Umweltschutz folgt der Marktaustritt.

Konkret soll bei den Emissionen abschließend auf bodennahe Ozon und Fahrverbote gemäß des überarbeiteten Bundes-Immissions-Schutz-Gesetzes (BImSchG) eingegangen werden.

Abb. 7 zeigt die Entstehungskette des dreiatomigen Sauerstoffs, Ozon (O<sub>3</sub>). Wenn Ozonkonzentrationen gesenkt werden sollen, müssen die Vorläufersubstanzen - nämlich die reaktiven Kohlenwasserstoffe und die Stickoxid-Verbindungen - reduziert werden. Dadurch ergibt sich ein doppelter Vorteil. Die beiden Schadstoffe, deren negative Wirkungen durchaus bekannt sind, werden reduziert, und die Entstehung von Ozon wird wirksam unterbunden. Analog dazu gab es im Rahmen des Bundes-Immissions-Schutzes eine ergänzende Ver-

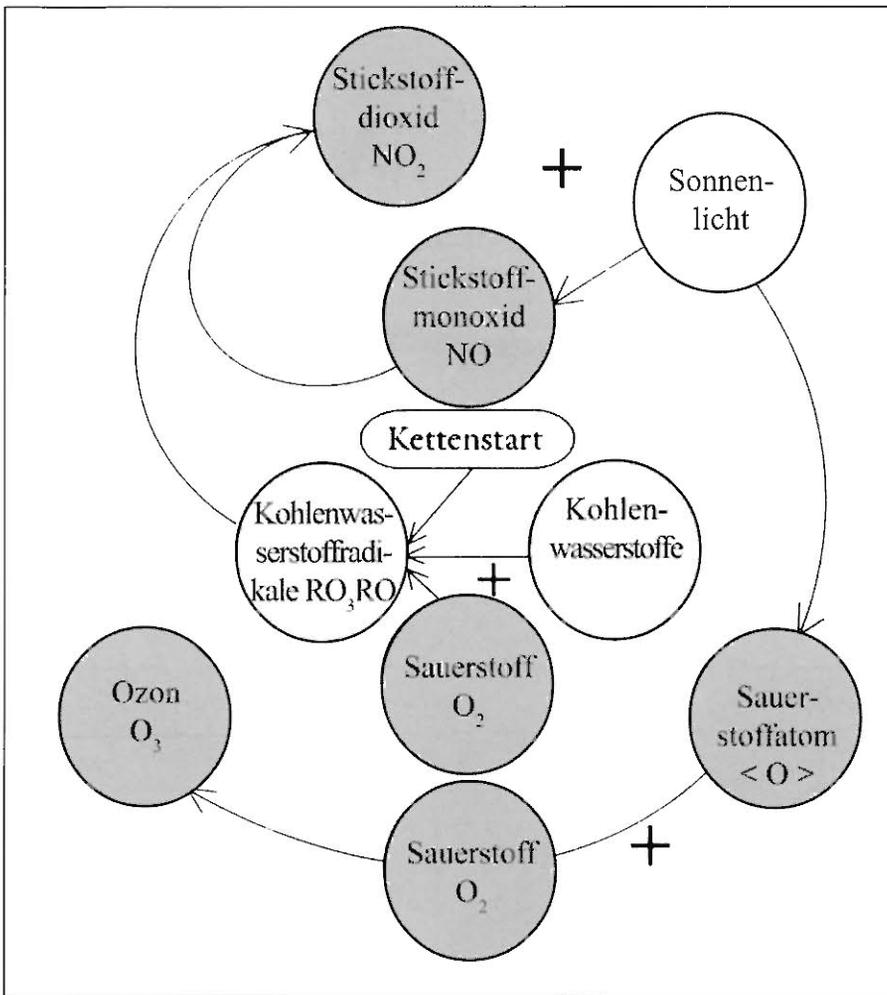


Abb. 7

gehbehindert oder hilflos zu bezeichnen sind.

Außerdem sind Fahrten

- von Pendlern zu und von den Arbeitsstätten, die anders in zumutbarer Weise nicht durchgeführt werden können sowie
- vom und zum Urlaubsort, wenn die Reise nicht zumutbar auf andere Weise durchgeführt werden kann, zulässig.

Eine Ordnungswidrigkeit kann in diesem Zusammenhang mit einer Geldbuße geahndet werden. Hier gehen die Länder bis heute sehr unterschiedlich vor. Der Freistaat Bayern führt lediglich nach einem Verstoß eine Belehrung durch.

Da das Bundes-Immissionsschutzgesetz bisher nicht zu Fahrverboten geführt hat, ist über bußgeldbewehrte Fälle nichts bekannt geworden.

Unstrittig ist, daß dieses Gesetz keinen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität in unserem Lande leisten kann. Wesentlich besser wäre es, eine Strategie zu entwickeln, wie die rund 16 Mio. Fahrzeuge des Altbestandes aus dem Verkehr genommen werden können. 20 % dieser Fahrzeuge emittieren 80 % der Vorläufersubstanzen, die ursächlich an der Entstehung von bodennahem Ozon beteiligt sind. Hier ist der Hauptansatzpunkt. Auch bei der Kraftstoffqualität sind Lösungsansätze zu erkennen, denn mittlerweile haben sich zwei Mineralölhersteller bereit erklärt, den Benzolgehalt im Benzin, der heute noch bis zu 5 Volumenprozent betragen darf, auf 1 Prozent verbindlich abzusenken. In Zukunft brauchen wir verstärkt solche benzol- aber auch schwefelarmen Treibstoffe, deren Einführung durch eine steuerliche Förderung, ähnlich wie bei der Einführung bleifreier Kraftstoffe, dem Verbraucher sehr viel leichter vermittelbar wäre.

Ab Herbst 1996 ist zum ersten Mal mit Verkehrsbeschränkungen bzw. Verkehrsverboten nach § 40 Abs. 2 BImSchG für den Individualverkehr zu rechnen. Mit einer weiteren Verschärfung der Grenzwerte ist im Jahre 1998 zu rechnen. Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift über Straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen bei Überschreitung von Grenzwerten nach der 23. BImSchV ist überarbeitet und in ihren Einzelheiten nun endlich bekannt. Hier wurden Instrumentarien zur Verkehrslenkung geschaffen, die langfristig tiefe Einschnitte in unsere Industrielandschaft bedeuten können, und damit müssen sie an strenge Vorschriften sowie an die Verhältnismäßigkeit der Mittel gebunden sein.

### Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (BImSchG)

Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) 160  $\mu g/m^3$

(Diesel-)partikel 14  $\mu g/m^3$

Benzol 15  $\mu g/m^3$

Abb. 8

ordnung, die genau diese Schadstoffe - zusammen mit Dieselruß - auf eine Grenzwertliste gebracht hatte (Abb. 8). Unter der Voraussetzung, daß die wissenschaftlich abgesicherten Grenzwerte in Ballungszentren überschritten werden, sollte es dann Einschränkungen des Individualverkehrs mit Nutzervorteilen für die Besitzer schadstoffarmer Fahrzeuge geben. Eine Strategie, der der ADAC rechtzeitig zugestimmt hat; aber Fahrverbote lösen in aller Regel unsere Mobilitätsprobleme nicht. Grundsätzlich ist es aber richtig, Schadstoffe an den Quellen zu stoppen. Wer Stickoxide und Kohlenwasserstoffe reduziert, der baut auch bodennahes Ozon ab.

Im Zuge der Diskussion über bodennahes Ozon und dessen Wirkungen, kam es zur sog. Sommersmog-Verordnung. Ab August 1995 treten Fahrverbote für nicht schadstoffarme Pkw in Kraft, wenn der Wert von 240  $\mu g$  Ozon/ $m^3$  an drei Meßstellen, die zwischen 50 und 250 km auseinander liegen, überschritten wird. Diese Ozonkonzentration gilt als Mittelwert einer Stunde. Das Fahrverbot beginnt am Folgetag der Bekanntgabe um 6 Uhr und dauert 24 Stunden. Falls meteorologische Gründe für eine Fortsetzung derartig hoher Ozonmengen sprechen, gilt dieses Fahrverbot auch am folgenden Tag. Die Bekanntgabe erfolgt durch die oberste Straßenbehörde eines Landes insbesondere über Hörfunk, Fernsehen und Tageszeitungen.

Für die Fahrverbote gibt es zahlreiche Ausnahmeregelungen. Sie gelten nicht:

- für Fahrzeuge mit geregelter Katalysator,
- für Pkw mit Dieselmotor, die als schadstoffarm eingestuft wurden,
- für Taxis, Arzt- und Rettungsfahrzeuge im Einsatz sowie Hilfs- und Versorgungsfahrzeuge öffentlicher Einrichtungen und
- für Fahrten von Personen mit Schwerbehindertenausweis, die als ungewöhnlich

Obwohl heute 25 moderne Pkw gerade noch soviel Schadstoffe emittieren wie ein nicht abgasgereinigtes Fahrzeug des technischen Standards von 1983, sind in Ballungszentren gelegentlich Immissionswerte nachweisbar, die nicht den Vorstellungen einer modernen Luftreinhaltepolitik entsprechen. Die Entwicklung der Immission hinkt naturgemäß den Fortschritten bei der Emissionsentwicklung nach. Die Abb. 9 und Abb. 10 zeigen, daß moderne Technik beim Pkw durchaus in der Lage ist, Luftschadstoffe deutlich zu reduzieren.

Dieser technische Weg ist weiterzugehen, und möglichst schnell sollte der neue Superkatalysator in Serie übernommen werden. Damit fallen endlich auch die kritischen Kaltstart-Emissionen weitgehend weg, denn heutige Katalysatoren funktionieren unmittelbar nach dem Kaltstart eines Verbrennungsmotors nicht ausreichend. Abb. 10 zeigt die Emissionsentwicklung beim besonders problematischen Benzol. Auch hier ist eine deutlich sinkende Tendenz erkennbar und dies, obwohl die Kfz-Zulassungszahlen in den letzten Jahrzehnten genauso gestiegen sind wie die Fahrleistung unserer Kraftfahrzeuge.

### Ausgewählte Literatur

Bayerische Staatsregierung (Hrsg.) (1990): Bericht der Bayerischen Staatsregierung, Umweltpolitik in Bayern.

Bundesministerium für Verkehr (BMV): Berichte, Bonn.

Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1994): Mobilität und Klima, Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik, Economica Verlag, Bonn, 390 S.

Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (1997): Konzept Nachhaltigkeit - Fundamente für die Gesellschaft von morgen, Bonn.

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1992): Umweltpolitik: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Dokumente - Agenda 21, Bonn, BMU, 289 S.

Umweltbundesamt Berlin (1997): Nachhaltiges Deutschland, Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Erich Schmidt Verlag, 355 S.

Umweltbundesamt (Hrsg.): Jahresberichte des Umweltbundesamtes 1982-1995, Berlin, UBA.

Verband der Automobilindustrie (Hrsg.) (VDA): Jahresberichte 1991-1996, Frankfurt.

Verein Deutscher Ingenieure (1996): VDI-Berichte Nr. 1330, Umwelt- und Klimabeeinflussung durch den Menschen.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (1993): Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen, Jahresgutachten, Economica Verlag, Bonn, 224 S.

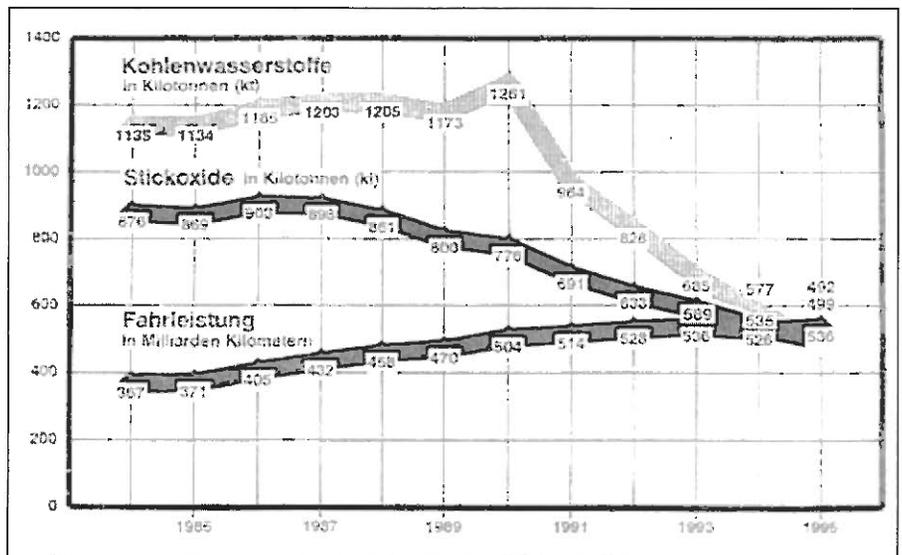


Abb. 9: Schadstoff-Emissionen des Pkw-Verkehrs in Deutschland, Quelle: IFEU Heidelberg.

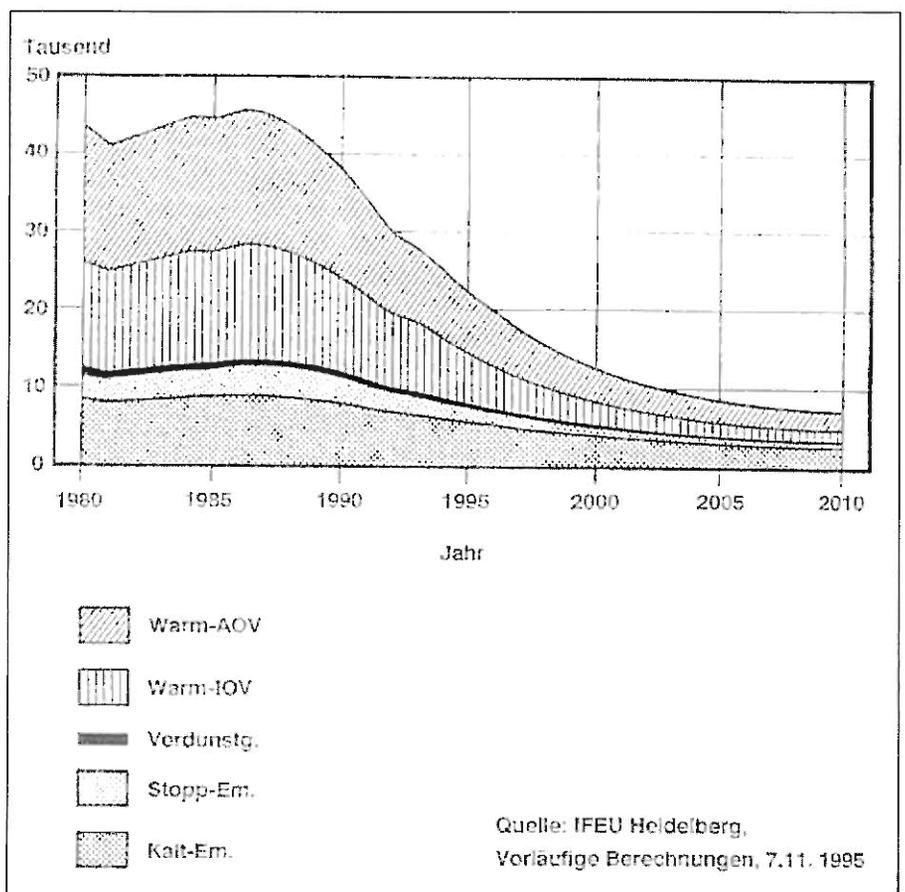


Abb. 10: Benzol-Emissionen aus Kfz in Westdeutschland 1980 bis 2010 in kt/a.

### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Dieter Klaus Franke  
 ADAC Umweltreferent  
 Leiter Umweltschutz  
 Leiter Information und Kommunikation  
 Am Westpark 8  
 81373 München

Friedhelm Bihn

# Verkehr von morgen in Stadt und Region - Was bietet der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV)?

Die verkürzte Modal Split-Betrachtung zeigt, daß bei den Personenverkehrsleistungen 1992 der motorisierte Individualverkehr 81,7 %, der öffentliche Straßenpersonenverkehr 9,1 % und der Eisenbahngüterverkehr 6,5 % umfaßte. Diese Betrachtung führt regelmäßig dazu, die Bedeutung des motorisierten Individualverkehrs erheblich zu überschätzen. Bei einer Gesamtübersicht der Verkehrsmittel-Wahl (Abb. 1) ergibt sich für die Verteilung der Ortsveränderungen ein deutlich anderes Bild, bei dem sich die Schwerpunkte nachhaltig verändern. Dies belegt, wie mit Zahlen Politik gemacht werden kann.

Die Anteile des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) sind in den verschiedenen Bereichen - Großstadt, Mittelstadt, Region - zumeist unterschiedlich. Dabei haben Untersuchungen als Regelmäßigkeit ergeben (Abb. 2), daß die ÖPNV-Anteile bei den Wegen in die Innenstadt doppelt so hoch und bei den Einkaufsfahrten sogar 2,5 mal so hoch liegen wie allgemein. Diese Größenordnung bestätigt auch die Untersuchung „Kundenverkehr“ der BAG Bundesarbeitsgemeinschaft der Groß- und Mittelbetriebe des Einzelhandels (Abb. 3).

So ist es nicht weiter verwunderlich, daß neben der Fehleinschätzung der Bedeutung des ÖPNV auch wichtige Kennziffern des Pkws falsch beurteilt werden (Abb. 4). Verkehrsexperten haben in den alten Bundesländern geschätzt, daß Pkw im Schnitt 90 Minuten pro Tag gefahren werden; in Wirklichkeit sind die Fahrzeuge nur 40 Minuten unterwegs. Dabei sind nur 2 % der Fahrten weiter als 50 km und nicht 20 %, wie die Experten meinen. Auch bei der Durchschnittsgeschwindigkeit liegen Meinung und Realität weit auseinander. Anstatt geschätzter 70 % überschreiten tatsächlich nur 30 % der Fahrten die Geschwindigkeit von 30 km/h. Mehr als die Hälfte der zurückgelegten Wege liegt auch im Entfernungsbereich bis 3 km (Abb. 5). Wenn man sich dann vor Augen hält (Abb. 6), daß auch ein Drittel der mit dem Pkw zurückgelegten Wege nicht weiter als 3 km führt, ist sicher die Frage erlaubt, ob für alle diese Fahrten das Fahren mit dem Pkw notwendig ist. In der Fläche werden 74 % der privaten Pkw täglich genutzt; sie werden im Schnitt für 2,5 Fahrten eingesetzt, sind 44 Minuten pro Tag unterwegs und nicht mehr als mit durchschnittlich 1,3 Personen besetzt (Abb. 7).

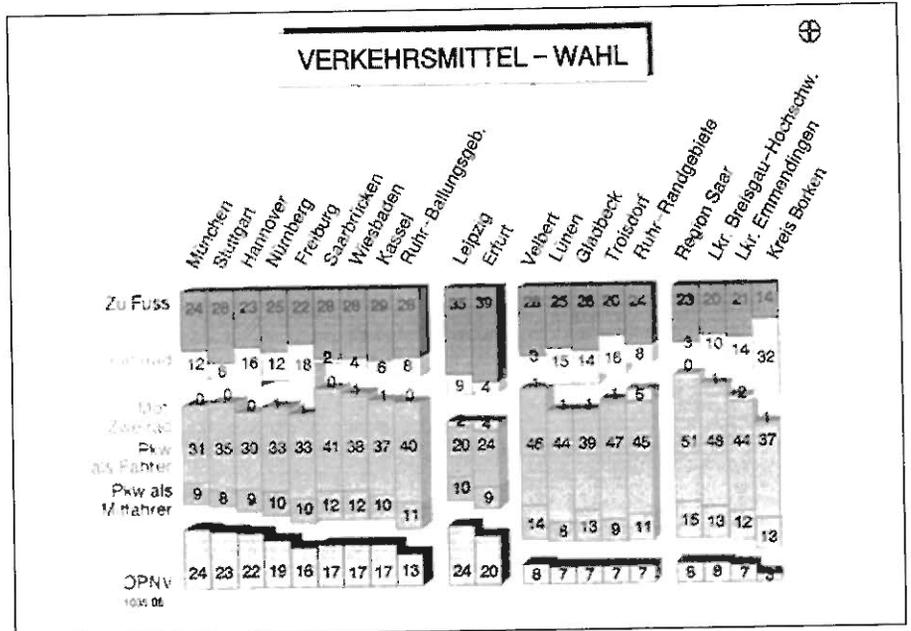


Abb. 1: Wird die gesamte Mobilität betrachtet, so zeigt sich: fast 40 % aller Wege und Fahrten werden mit nichtmotorisierten Verkehrsmitteln (zu Fuß, Fahrrad) zurückgelegt; der Anteil der Pkw-Fahrer liegt in der Regel (deutlich) unter der 50 %-Marke; die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel variiert ganz erheblich je nach Raumstruktur und Angebotsqualität (Quelle: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) Socialdata GmbH, Köln 1991 „Mobilität in Deutschland“).

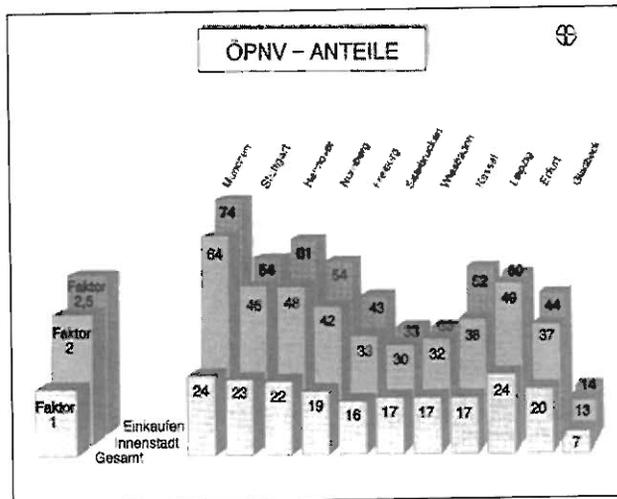


Abb. 2: Seine höchsten Anteile erreicht der ÖPNV bei Fahrten in die Innenstadt - insbesondere zum Zweck Einkauf. Nach einer Faustregel ist der ÖPNV-Anteil bei Wegen in die Innenstadt doppelt so hoch wie im Gesamt. Dienen diese Wege dem Zweck Einkauf, so erreicht der ÖPNV-Anteil oft das 2,5fache (und mehr) des Gesamt-Durchschnittes. In den Städten ist somit der öffentliche Nahverkehr die tragende Säule des Einkaufsverkehrs in die Innenstadt (Quelle: VDV/ Socialdata GmbH, Köln, 1991 „Mobilität in Deutschland“).

Die Lösung kann nach den Vorstellungen des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) aber weder in der „autofreien City“ liegen, noch kann es sinnvoll sein, die letzten Kapazitätsreserven des Straßennetzes für den motorisierten Individualverkehr zu mobilisieren. Eine „verkehrsentspannte City“ sollte vielmehr eine Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs und dadurch mehr Lebensqualität in den Städten, besseren Umweltschutz und

eine höhere Verkehrssicherheit bringen. Die hierfür einzusetzenden verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen müssen, um Sinn zu machen, gleichermaßen auf Angebot und Nachfrage ausgerichtet sein (Abb. 8). Die Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs sind sich darüber im klaren, daß sie letztlich nur erfolgreich sein können, wenn die Strategie der Verbesserungsmaßnahmen auf den gesamten Marketing-Mix ausgerichtet ist: Das at-

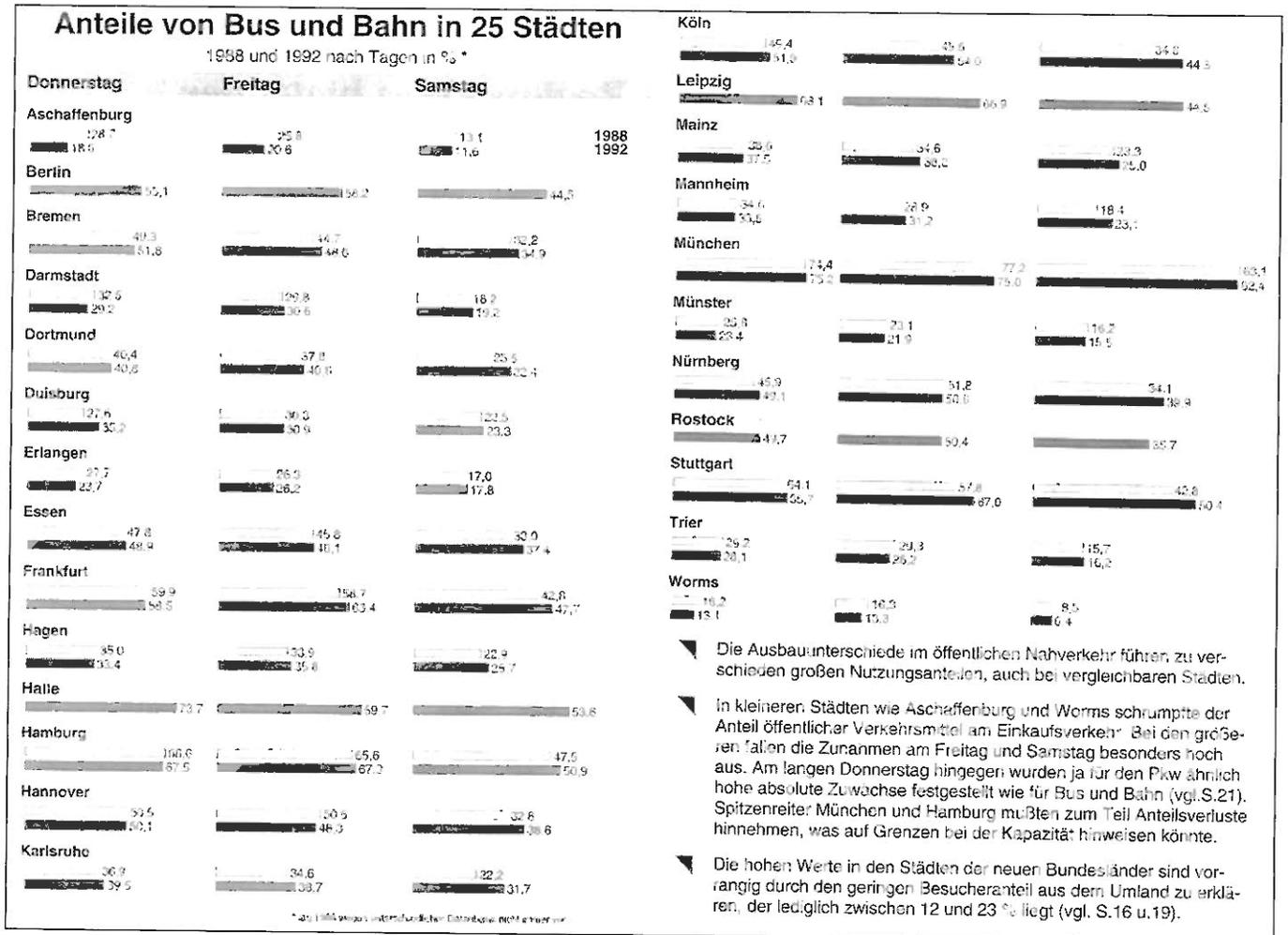


Abb. 3: Bundesarbeitsgemeinschaft der Mittel- und Großbetriebe des Einzelhandels (BAG)-Untersuchung Kundenverkehr 1992 (Quelle: BAG, Köln 1993 „Einkaufsverkehr - Gewinner und Verlierer“).

Abb. 4: Im Vergleich: tatsächliche und von Verkehrsexperten geschätzte Pkw-Kennziffern (Quelle: VDV Socialdata GmbH, Köln 1991 „Mobilität in Deutschland“).

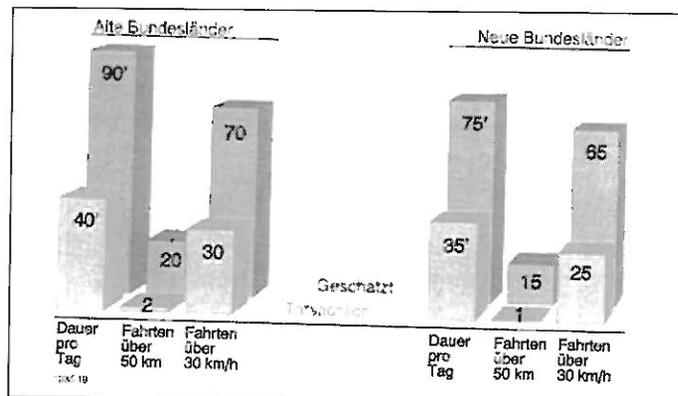
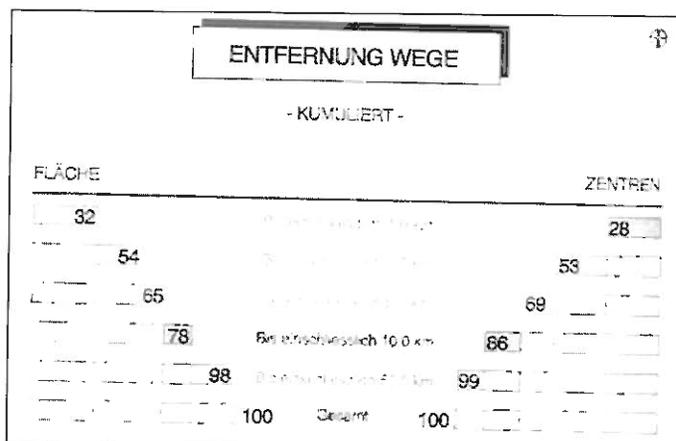


Abb. 5: Mehr als die Hälfte der zurückgelegten Wege liegt auch im Entfernungsbereich bis 3 km (Quelle: VDV/Socialdata GmbH, Köln 1994 „Nahverkehr in der Fläche“).



traktive Verkehrsangebot muß zu einem günstigen Preis auf kundennahen Vertriebswegen und bestmöglicher Information bereitgestellt werden.

Das Verkehrsangebot wird von den Unternehmen durch eine Fülle verschiedenster Maßnahmen verbessert. So sind bei den Fahrzeugen etwa inzwischen 75 % aller Neubeschaffungen bei Bussen Niederflurfahrzeuge, mit denen die Zugangsmöglichkeiten für alle Fahrgäste wesentlich verbessert werden. Beschleunigungsprogramme zur Erhöhung der Geschwindigkeit, aber auch der Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit sind in zahlreichen Unternehmen des VDV in Planung bzw. Realisierung. Die Haltestellen als Visitenkarten der Unternehmen vor Ort sind in über 100 Städten mit mehr als 25.000 - auf Werbebasis finanzierten - Fahrgast-Unterständen attraktiver gestaltet worden. Die Verknüpfung des motorisierten Individualverkehrs mit dem ÖPNV wird mittlerweile in über 90 Städten mit Park-and-Ride-Anlagen für den Berufs- und Einkaufsverkehr realisiert. Für Zeiten und Räume schwacher Nachfrage schließlich wird das Verkehrsangebot in mehr als 50 Verkehrsunternehmen durch Einsatz von An-

rufssammeltaxis ergänzt. In über 30 Verkehrsunternehmen kann auch beim Fahrer von Bus und Bahn ein Taxi für den Rest des Weges von der Haltestelle bis zur Haustür bestellt werden.

Neue Tarifideen haben das Ziel, eine höhere Attraktivität und gleichzeitig möglichst eine Vereinfachung für den Kunden zu erreichen. So bringt bei Job- oder Semestertickets der Mengenrabatt teilweise deutlich günstigere Konditionen. Über Angebote mit variablen Laufzeiten werden verschiedene Zielgruppen angesprochen. Bei bestimmten Fahrscheinen können oftmals weitere Personen mitgenommen werden oder sie sind wiederum auf andere Personen übertragbar. Schließlich schafft die Idee, daß Fahrscheine mehr sein können als nur die Berechtigung zum Fahren, über Kombitickets verschiedenster Art die Verknüpfung der Eintrittskarte zu Messen, Theatern, Konzerten oder Museen mit dem Ticket für die Hin- und Rückfahrt mit Bussen und Bahnen. Dies wird auch praktiziert, indem etwa Flugtickets die Reise vor und zum Flughafen beinhalten oder Zimmerausweise in Hotels das Fahren mit Bussen und Bahnen vor Ort ermöglichen.

Dies sind Beispiele, durch Kooperation mit Dritten die Verkaufsstrategie zu erweitern. Das Motto der Verkehrsunternehmen ist dabei: Verkaufen ist „Bringschuld“ und nicht „Holschuld“. Dazu werden die Verkaufsstellen erweitert z. B. durch Geschäfte, Postschalter, Hotels und Gaststätten, um eine größtmögliche Kundennähe zu erreichen.

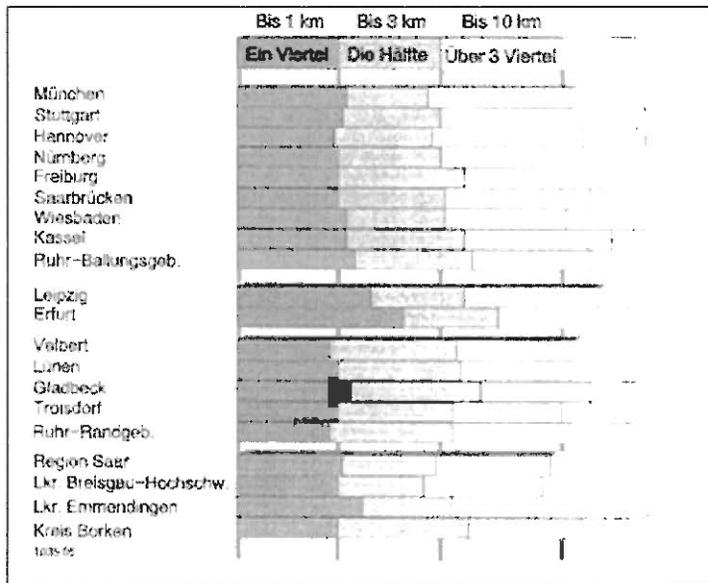


Abb. 6: Wege-Entfernung (Quelle: VDV/Socialdata GmbH, Köln 1991 „Mobilität in Deutschland“).

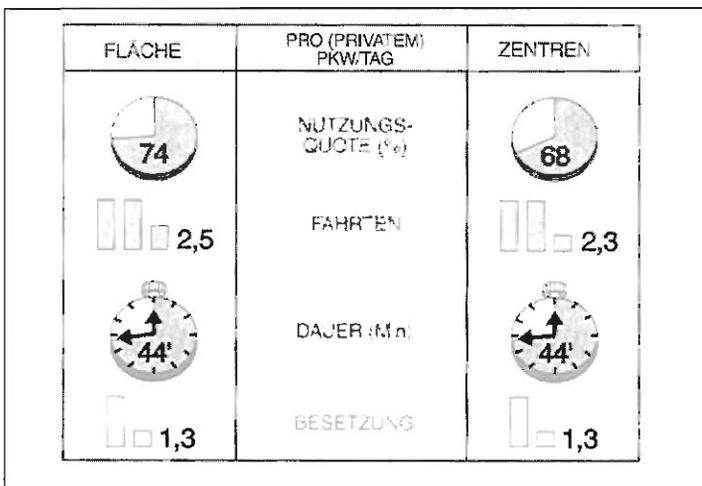


Abb. 7: Pkw-Nutzung (Quelle: VDV/Socialdata GmbH, Köln 1994 „Nahverkehr in der Fläche“).

Maßnahmen zwecks Verkehrsbeschränkung, insbesondere in Innenstädten		Verbesserungen für den nicht-motorisierten Verkehr (Fußgänger, Radfahrer)		z.B: Erlangen, Münster		
		ziehende Maßnahmen	ÖPNV-angebotsorientiert	attraktiver ÖPNV: - Angebot und Leistung - Preis und Tarif - Verkauf und Aquisition - Marktkommunikation und -information		
schiebende Maßnahmen		administrativ	Park-and-Ride/Kiss-and-Ride		z. B. Verkehrsverbünde und Verkehrsgemeinschaften	
			speziell auf die Innenstadt wirkend	Fahren	Parken (Parkraumbewirtschaftung)	Parkraumverknappung generell für Dauerparker z. B. Kiel, Saarbrücken
Parkgebühren	fest zeitlich variabel räumlich gestaffelt					
schiebende Maßnahmen		administrativ	speziell auf die Innenstadt wirkend	Fahren	Verkehrsberuhigung in der Innenstadt verkehrberuhigte Bereiche Spielstraßen Fußgängerbereiche	z. B. Freiburg
					Einteilung der Innenstadt in Sektoren (Schleifenlösung, Taschenlösung)	z. B. Besançon, Bremen Göteborg, Groningen, Nottingham
					Sperrung der Innenstadt	generell für Kfz dauernd umschichtig Vorschlag Athen z. B. Aachen Bologna, Erfurt, Lübeck, Salzburg
					ÖPNV-Monatskarte an Auto-Scheibe	für bestimmte Kfz schwach besetzte Pkw Vorschlag Rom Kfz ohne Kat Vorschlag Berlin Pkw ohne Parkplatz
					road pricing	ÖPNV-Monatskarte an Auto-Scheibe Vorschlag Stockholm
					congestion pricing	fester Straßenzoll wegebabhängige Benutzungsgebühr Vorschlag Graz z. B. Cambridge, Richmond
schiebende Maßnahmen		generell auf das Auto wirkend	auf die Autobenutzung	Stau-Vignette	Vorschlag Niederlande	
				Mineralölsteuer		
				Autobahn-Vignette	z. B. Schweiz	
				Kfz-Steuer	z. B. Hongkong, Singapur	
schiebende Maßnahmen		generell auf das Auto wirkend	auf den Autobesitz	Abgabe auf Autokauf	z. B. Griechenland	
				Parkplatz-Nachweis	z. B. Tokyo	

Abb. 8: Systematischer Überblick über die Vielfalt der Maßnahmen, die im In- und Ausland zwecks Verkehrsbeschränkung in den Innenstädten ergriffen werden (Quelle: VDV 1997).

Im Bereich Marktkommunikation und Information schließlich haben die Befragungen von Experten und Bevölkerung ergeben, daß der öffentliche Personennahver-

kehr besser ist als sein Ruf. Beispiele dafür wurden dargestellt. Konsequenz aus dieser Feststellung ist es, Werbung so zu gestalten, daß die Einstellungen und Fehleinschät-

zungen zum ÖPNV verändert und das Image von Bussen und Bahnen verbessert werden. Dies macht der VDV in seiner Gemeinschaftswerbung zusammen mit der Deutschen Bahn AG seit vielen Jahren (vgl. hierzu als Beispiel Abb. 9). Daneben ist es unerlässlich, daß die Unternehmen vor Ort für ihr konkretes Angebot werben und über die Leistungen der Verkehrsunternehmen informieren. In vielen Fällen ist beim Bürger, der z. B. das Auto nutzt, keine (ausreichende) Information über das Alternativangebot mit Bussen und Bahnen vorhanden.

Diese zahlreichen Beispiele belegen nachdrücklich die vielfältigen und umfangreichen Anstrengungen der Verkehrsunternehmen, den Fahrgästen ein noch attraktiveres Angebot zu bieten. Daß dies von den Kunden honoriert wird, zeigen die Fahrgastzahlen der letzten Jahre: In den westlichen Bundesländern ist die Zahl der Fahrgäste seit 1988 kontinuierlich um mittlerweile insgesamt rund 20 % gestiegen (Abb. 10). In den östlichen Bundesländern konnte der deutliche Fahrgastrückgang nach der Wiedervereinigung umgekehrt werden; auch hier steigen die Fahrgastzahlen seit 1993 wieder kontinuierlich (Abb. 11). Insgesamt befördern die Unternehmen im VDV jährlich 8,75 Mrd. Fahrgäste, was rund 24 Mio. Kunden in Bussen und Bahnen täglich bedeutet. Der öffentliche Personennahverkehr bietet also einen unerlässlichen Beitrag zur Lösung der Verkehrsbedürfnisse und zur Lebensqualität in den Städten.

**Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Volksw. Friedhelm Bihn  
 Fachbereichsleiter Marketing, Presse und Öffentlichkeitsarbeit  
 Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)  
 Kamekestraße 37-39  
 50672 Köln



Unsere Fahrgäste wissen um Verbindungen zwischen Stadt und Land. Deshalb sind sie auch bereit, die Angebote der öffentlichen Personennahverkehrsunternehmen zu nutzen. Das ist ein Zeichen dafür, daß der öffentliche Personennahverkehr ein wichtiger Bestandteil der Lebensqualität in den Städten ist. Die öffentliche Personennahverkehrsunternehmen sind verpflichtet, die Bedürfnisse der Fahrgäste zu berücksichtigen. Das ist ein Zeichen dafür, daß der öffentliche Personennahverkehr ein wichtiger Bestandteil der Lebensqualität in den Städten ist.



Abb. 9: Anzeigenmotiv der VDV/DB-Gemeinschaftswerbung 1996.

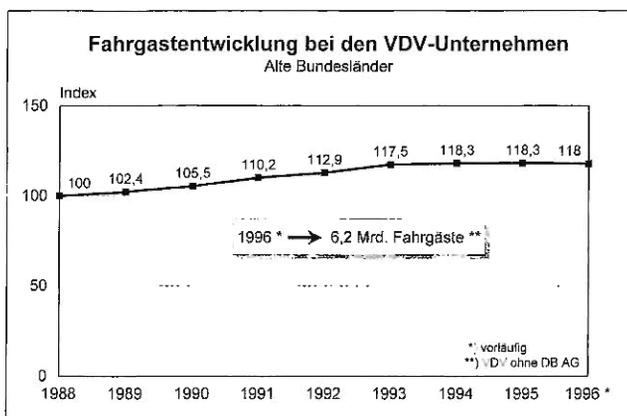


Abb. 10: Quelle: VDV 1997.

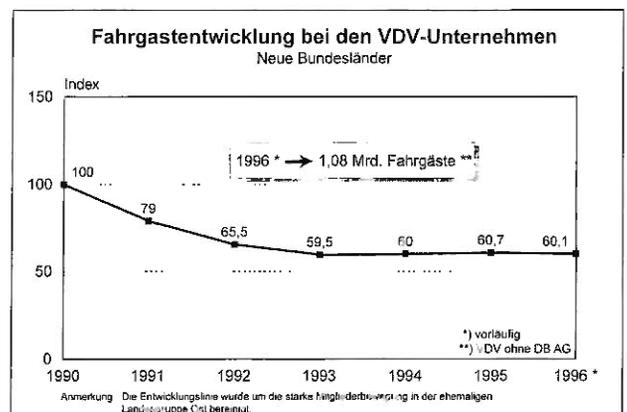


Abb. 11: Quelle: VDV 1997.

Helmut Holzapfel

## Hat das Auto noch eine Zukunft?

Die Frage nach der Zukunft des Autos ist keine Frage an irgendwie geartete Prognosen, wie immer wieder suggeriert wird. Nein, diese Frage richtet sich an uns, unseren Lebensstil, an die Art, wie wir unser Leben gestalten und gestalten wollen. Im folgenden werden zwei Entwürfe von Lebensstilen vorgestellt. Der hier als „*entfernungsintensive Lebensstil*“ bezeichnete, beinhaltet erheblich mehr Automobile, bei stärkerer Durchsetzung eines anderen, des „*erfahrungsintensiven Lebensstils*“, ergibt sich dagegen die Chance, mit weniger Automobilen auszukommen.

### Was ist eigentlich „Lebensstil“?

Unter einem Lebensstil wird hier die Gesamtheit der Verhaltensweisen von Menschen verstanden: Also, wie Menschen ihr Geld ausgeben, wie sie ihre Zeit nutzen, wie sie ihre Orte wechseln, also „Spuren im Raum“ hinterlassen - und insofern Gesamtheit, als daß immer die Person, der Mensch dahinter als Gesamtpersönlichkeit betrachtet und nicht in Einzeldaten zerstückelt wird.

### Der „entfernungsintensive Lebensstil“

Wird nun ein Lebensstil als typisch für die modernen westlichen Industriegesellschaften dargestellt, ist es natürlich so, daß dies eine Abstraktion von der Realität ist und niemand exakt diesen Lebensstil so vollführt, wie er im weiteren geschildert wird. Es wäre jedoch untypisch, wenn man sich in Elementen dieses Lebensstils nicht wiedererkennen würde und wenn er in der Tat nicht typische und wesentliche Teile dessen bezeichnete, was wir heutzutage vollführen. Man kann diesen als „entfernungsintensiven Lebensstil“ bezeichnen. D. h. genauer, es ist ein Lebensstil, der durch folgende Elemente gekennzeichnet ist: Man fährt erstens immer weiter weg und hält dies zweitens meistens noch für intelligent. In kurioser Weise demonstrierte etwa die Deutsche Bundesbahn dies in einer Werbung, die so lautet: „Jetzt aber nichts wie weg und egal, wohin und zurück, und das für 130,- DM“. Dies soll laut Werbung auch noch „intelligent“ sein. M. E. ist dies eine völlig neue Definition von „Intelligenz“. Aber hieran wird deutlich, was mit entfernungsintensivem Le-

bensstil gemeint ist. Es wird von dem Werber offenbar für gut gehalten und ebenfalls von seiner Kundschaft, „weiter weg“ Dinge zu machen, wobei es ziemlich egal ist, was dort stattfindet.

Die Fakten, die man dem gegenüberstellen kann, beziehen sich auf die Verkehrsentwicklung der letzten 30 Jahre seit 1960 (Bundesminister für Verkehr). Kurz zusammengefaßt: Die Anzahl der Wege pro Tag und Einwohner blieb in der Bundesrepublik etwa gleich. Dies sind Durchschnittsdaten aus Befragungen und daher mit Fehlern behaftet, auf die nicht näher eingegangen werden soll, denn dieser Tatbestand ist davon weniger betroffen. Gleichzeitig hat der Autoverkehr zugenommen. Dies kann man so interpretieren: Wir fahren eigentlich genauso oft weg, wir machen auch fast dasselbe, führen ähnliche Aktivitäten aus, nur wir tun dies alles immer weiter weg. Das heißt, die durchschnittlichen Entfernungen über den Tag haben zugenommen. Die gewonnene Geschwindigkeit mit dem Automobil ist praktisch nur in Reiseweite umgesetzt worden, nicht unbedingt in eine größere Vielfalt von Aktivitäten.

Entfernungsintensiver Lebensstil definiert sich eben nicht nur dadurch, daß wir fahren, sondern er definiert sich auch dadurch, daß andere längere Strecken zu uns hinfahren. Das gilt für Ziele des Tourismus oder dafür, daß die Produkte, die wir konsumieren, über weitere Entfernungen transportiert werden. Nehmen wir als Beispiel, das von BÖGE (1993) analysiert wurde, den Joghurt, der bei uns ankommt:

Allein schon seine Produktion verursacht Transport: Die Erdbeeren aus Polen werden nach Aachen gebracht, und dann werden sie aus Aachen als Marmelade nach Stuttgart gefahren. Dort kommen sie in den Joghurt, und dann wird der Joghurt dahin transportiert, wo wir ihn kaufen und verbrauchen. Das heißt, wir konsumieren Dinge, die von immer weiter her kommen, worum wir uns leider meist nicht kümmern. Die Devise lautet: Von je weiter her etwas kommt, desto besser muß es augenscheinlich sein.

Folgende, dafür typische Situation kann auftreten: In Südtirol war der einheimische Almkäse im örtlichen Laden nicht zu haben, weil „holländische Käsewoche“ war, und die Verkäufer sagten, „in dieser Woche hat der einheimische Almkäse keine Chance,

keiner kauft den, den haben wir diese Woche nicht vorrätig.“ Daraus kann gefolgert werden: Lokales wird uninteressant, das Distanzmäßige dagegen interessant; es gilt der Vorrang der Ferne vor der Nähe. Das führt zwangsläufig zu dem, was der entfernungsintensive Lebensstil noch mit sich bringt, nämlich ein enormes Wachstum im Güterverkehr mit Lkw.

Entfernungsintensiver Lebensstil bedeutet gleichzeitig überall ein hohes Maß an Ähnlichkeit. Was in den letzten 30 Jahren stattgefunden hat, ist m. E. als Verlust von Erlebnissen zu interpretieren. Der entfernungsintensive Lebensstil drückt sich darin aus, daß nur dann etwas erlebt wird, wenn man ganz weit fährt, denn alles andere kennt man schon. Als Beispiel seien hier Urlaubsfahrten genannt: In den 60er Jahren sind viele nach Griechenland gefahren und wer heute mal hinfährt und ein waches Auge hat, der sieht, was sich verändert hat. Auf einer griechischen Insel gab es noch Ende der 60er Jahre Märkte, wo praktisch kein einziges Produkt aus der Bundesrepublik Deutschland vorrätig war. Es gab nur lokale Produkte, die aus dem einheimischen Land waren. Wenn man heute dort einen beliebigen Markt aufsucht, hat man zu 80 % Produkte, die in Deutschland wahrscheinlich auch erhältlich sind, und etwa zu 30 % Produkte, die in der Bundesrepublik gefertigt worden sind, so daß man hier ein hohes Maß an Ähnlichkeit vorfindet.

Die entfernungsintensive Gesellschaft beseitigt Unterschiede. Kennzeichnend für diesen ganzen Prozeß ist die geringe Relevanz des Raumes, so daß wir insgesamt „Raumvernichtung“ betreiben. Die Zeit wird dabei immer wichtiger. Gleichzeitig wird aber der Raum immer unwichtiger. Raum und Raumüberwindung, der Zwischenraum zwischen verschiedenen Bestimmungen interessiert überhaupt nicht mehr. Bedeutsam sind für lediglich noch die Ziele.

Ein weiteres Symbol des entfernungsintensiven Lebensstils ist das Einfamilienhaus mit Doppelgarage. Das gehört sozusagen dazu und ist der Traum, der gleichzeitig mit dem Automobil das kennzeichnet, was die Menschen lange Zeit wirklich oder angeblich gewollt haben. Diese Lebensweise frißt natürlich Raum. Und jeder, der einmal die Freude hatte, mit dem Flugzeug z. B. über Los Angeles hinwegzufliegen (und über

eine halbe Stunde Flugzeit auf dasselbe Schachbrettmuster aus Straßen und Bebauung herunterzublicken), der weiß, zu welchen flächengreifenden Siedlungsstrukturmustern diese Lebensform führt. Raum wird unwichtig und nicht mehr erfahrbar.

Das waren verschiedene Indizien und Beispiele des entfernungsintensiven Lebensstils. Es waren eigentlich nur Beschreibungen, die mit einigen wertbehafteten Bemerkungen versehen wurden. Dieser Lebensstil ist in der Tat etwas, wofür Politiker meinen, wirklich zu planen. Und das sei etwas, so glauben sie, was die Menschen in ihrer Mehrheit wollen. Und es ist wohl ernst zu nehmen:

Es gibt z. B. immer wieder Befragungen von Bausparkassen über etwa eben das Einfamilienhaus mit Doppelgarage. „Wollt Ihr das?“ Und alle sagen „ja“.

Als ich den europaeinheitlichen Supermarkt einmal bei der EG-Kommission als Verlust für nationale und regionale Identität geschildert habe, hat der zuständige Kommissar für Verkehr gesagt: „Nein, er sei derjenige, der das wolle, das sei die Gleichwertigkeit der Lebensbedingungen in Europa, daß man überall das gleiche einkaufen könne, das sei der Lebensstil, für den er als Politiker und Sozialdemokrat eigentlich arbeite“. Und ich habe gesagt „dafür würde ich nicht arbeiten“. Und er sagte mir auch: „Es gibt eben nur eins, diesen gleichen Supermarkt oder das, was ich eingefordert habe, nämlich ein Nachtfahrverbot für Lkw's in Europa“. Er sagte, „dann kann ich das nicht realisieren, den gleichen Supermarkt, da brauchen wir wieder den regional-spezifischen.“ Ich antwortete: „Mehr Regionalspezifität - nicht zurück ins Mittelalter, aber mehr Regionalspezifität als heute würde ich als interessanter und erlebnisreicher empfinden.“

Das Erlebnis selbst braucht mittlerweile Entfernung, denn, um noch etwas erleben zu können, muß man weit weg fahren, weiter als früher, um noch Differenz zu sehen - eben dann z. B. bis hin nach Amerika, obwohl dort die Supermärkte auch noch eine frappierende Ähnlichkeit mit den hiesigen aufweisen.

Der entfernungsintensive Lebensstil ist nicht zuletzt durch eine starke Rolle staatlicher und bereits überstaatlicher Regelungen „hochdeterminiert“ und „überraschungsfrei“. Es wurde zuvor versucht, „überraschungsfrei“ etwas zu definieren. Was mit dem Wort „hochdeterminiert“ gemeint ist, erstaunt vielleicht auf den ersten Blick. Denn das „hochdeterminiert“ bedeutet ja „unfrei“, ausgedrückt werden soll, daß der entfernungsintensive Lebensstil gerade keine Freiheit schafft.

Dafür einige Indizien: Wenn alles weiter weg ist, kann ich es nicht selbst erobern, sondern ich benötige Hilfsmittel. Dieser Zusammenhang bleibt gerne unberücksichtigt. Im Schulalltag beispielsweise führte die Konzentrationen der Schulen seit den 60er Jahren dazu, daß in dünn besiedelten Regionen, häufig schon im Stadtumland, der Schulbus zur Regel wurde. Damit wird praktisch das transportierte Kind „determiniert“, während das Kind früher selbst auf seinem zu Fuß zurückgelegten Schulweg noch Erfahrungen sammelt. So gab es bestimmte Erlebnisse, Freunde und Bekannte wurden besucht und während des Schulweges wurden kleine Abenteuer erlebt und Erfahrungen gesammelt. Das tritt heute alles stellvertretend im Schulbus auf. Landschaft wird nur noch durch Windschutzscheiben gesehen. Und der entfernungsintensive Lebensstil reproduziert sich bereits selbst, denn die Freunde, die während der Fahrt und in der Schule gewonnen werden können, wohnen oft nicht mehr im eigenen Ort. Sie wohnen vielleicht ganz am anderen Ende des Einzugsbereichs der Schule, so daß sie für Treffen aufwendig aufgesucht werden müssen. Kinder werden dann meist von der Mutter (selten vom Vater) hingefahren, was gleichzeitig wieder einen „hochdeterminierten Lebensstil“ für das Kind bedeutet. Hinzu kommt, daß aus Sicht der Kinder häufig die Freunde am interessantesten sind, deren Umgang sie seitens der Eltern aus eher meiden sollten, die anderen sind dagegen eher weniger interessant. Eine derartige Wahl hat ein Kind heute nur noch sehr eingeschränkt, weil, wenn es dauernd gebracht wird, die Eltern natürlich sowohl über die Zeit als auch über die Freunde die vollständige Kontrolle haben.

Diese Determination, die bei den Kindern beginnt, setzt sich natürlich fort. Wenn alles aus weiteren Entfernungen kommt, ist eine Selbstversorgung nicht mehr möglich, daraus resultiert eine hohe Abhängigkeit von Prüfinstanzen und von Personen, die darüber aufklären, was in einem Produkt eigentlich drin ist. Wenn z. B. eine Molkerei am Ort ist, ist ziemlich überschaubar, wie die Herstellungsprozesse aussehen, Mißstände werden eher bemerkt, diskutiert und abgestellt. So etwas hat es in der Vergangenheit gegeben. Wenn der Quark z. B. von einer großen süddeutschen Firma kommt, sind statt dessen Qualitätskriterien unabdingbar. Die Stiftung „Warentest“ testet mit Geschmackstestern, Chemikern und Profießern fünf verschiedene Quarksorten, und der Verbraucher sucht aus, was angeblich sehr empfehlenswert ist. Dies führt jedoch dazu, auf andere angewiesen zu sein, um sich für ein bestimmtes Produkt zu entschei-

den. Bestehende Risiken sind nicht mehr selbst kontrollierbar.

Ist das nun Freiheit oder Unfreiheit? - Man kann die These aufstellen, daß Zeit in der heutigen Industriegesellschaft in hohem Maße determiniert und es für viele Leute ungeheuer schwer sei, eigenständig ihre Zeit zu organisieren. Unsere Zeit ist überhaupt das am meisten von anderen bestimmte Gut. Während wir den Raum gewinnen, haben wir die Autonomie über die Zeit verloren. Autonomie über Zeit hieße, jeder könnte selbst darüber verfügen.

Die Festschreibung von Zeiten soll hier noch einmal am Beispiel von Kindern erörtert werden. Heutzutage verfügen auch Kinder über einen eigenen Terminkalender. Es gibt sogar schon den Schülerkalender für Sechsjährige, auch Wochenpläne sind nicht unüblich. In der Vergangenheit war so etwas nicht geläufig. Daraus ist ableitbar, daß praktisch bereits eine enorme Verplanung der kindlichen Zeit gegeben ist. Dies hat natürlich auch Auswirkung auf die Zeitkoordination von Erziehungsberechtigten. Heute chauffieren häufig Mütter die Kinder z. B. vom Schwimmtraining zum Pfadfindertreffen und dann wieder zum Kindergeburtstag oder ähnlichen Freizeitaktivitäten, so daß wenig Raum für ihre eigene Freizeit bleibt. In der Summe sind dies schon sehr enge Parameter, die praktisch wieder einschränkende Wirkung haben.

Die entfernungsintensive Gesellschaft sollte charakterisiert werden; einige der o. g. Bereiche wurden bewußt negativ thematisiert, und zwar in einem ganz zentralen Punkt: nämlich in dem, worin der Fortschritt begründet sein soll, dem Freiheitsgefühl und der Freiheit am Beispiel unserer Zeitorganisation. Diese ist durch Unfreiheiten geprägt und dies vornämlich durch staatliche Intervention.

Der Staat sagt in bestimmten Situationen, wie schnell wir gehen müssen. Polemisch formuliert kann die sogenannte Richtlinie für Lichtsignalanlagen als eigentlichen Verfassung der Bundesrepublik Deutschland angesehen werden. Sie könnte als wichtiger gewertet werden als die Verfassung, weil in dieser häufig unbekanntes Richtlinie - im Gegensatz zum Bekanntheitsgrad der Verfassung - vorgeschrieben wird, wie schnell Verkehrsteilnehmer die Straße überqueren müssen. Wenn wir langsamer sind, droht uns, vom Auto überfahren zu werden. Ein üblicher Wert dafür ist z. B. 0,8 m pro Sekunde.

Die Lichtsignalanlage schreibt auch vor, wann und wo Verkehrsteilnehmer die Straße überqueren müssen. Das System ist so determiniert, daß - sollte eine Straße in der Nähe der Ampel gequert werden, statt direkt an dieser Stelle (der „zumutbare Umweg“

beträgt 50 m rechts und 50 m links nach einschlägigen Gerichtsurteilen) - wir selbst schuld sind, wenn wir angefahren werden, und praktisch den verursachten Schaden selbst oder über die Haftpflichtversicherung bezahlen müssen.

Die Lichtsignalanlagen gibt es in Deutschland erst seit den 20er Jahren. Die entfernungsintensive Gesellschaft ist jedoch durch eine Vielzahl von Regelungen, die Ingenieure und Fachleute beschäftigen, bestimmt. Diese umfassen u. a. Ampeln, bis zu Vorschriften über die Breite der Lkw's und Normen über die Beleuchtung unserer Städte, die oft „vom Schreibtisch aus“ - etwa in Brüssel - in Büros ausgedacht werden.

### Probleme des Übergangs

Einem Übergang von diesem Lebensstil auf einen anderen könnte entgegengehalten werden, daß die Menschen anscheinend alle ganz glücklich mit diesem Lebensstil sind und er doch attraktiv sei. Tatsächlich spricht vieles dafür. Auch die Menschen der sogenannten Dritten Welt streben diesen Lebensstil, so heißt es, an.

Für die Steuerung weltweiter Entwicklungen ist es problematisch, daß eine Erkenntnis, aus der wir keine Konsequenz ziehen, niemanden glauben läßt, daß sie wirklich ernst gemeint ist. Beispielsweise wurde einer Delegation aus China bei dem Anblick der Verkehrszustände und der negativen Auswirkungen (z. B. Stau, Luftbelastung) auf dem Ruhr-Schnellweg A 430 angeraten, nicht so stark wie wir auf das Auto zu setzen. Ihre Frage lautete: „Wieso macht ihr es denn, wenn es so dumm ist?“

Ohne ein überzeugendes Vorleben wird man Änderungen auch andernorts nicht vollziehen können; es ist geradezu angsterregend, daß alle das machen wollen, was wir tun.

Nur eines wunderte die chinesische Delegation sehr, daß viele Menschen hier so unglücklich aussehen, trotz des vorhandenen hohen und offenbar anzustrebenden Reichtums. Darin begründet sich eine gewisse Hoffnung, daß vielleicht bemerkt wird, daß unser Lebensstil offensichtlich auch sehr viele Nachteile hat. Es wird teilweise bereits optisch wahrgenommen, daß die Menschen hier eventuell nicht das bekommen haben, was sie mit diesem Lebensstil erreichen wollten.

Wenn es also unter anderem das Auto ist, das diesen Lebensstil „hochdeterminiert“ und unfrei macht, stellt sich die Frage, ob die Menschen überhaupt frei sein wollen? Wenn Menschen sich in starke Abhängigkeiten begeben haben, wenn die dargelegte Analyse richtig ist, dann wären folgende Fragen zu klären: Wollen die Menschen

überhaupt frei sein bzw. freier? Wollen sie überhaupt freie Zeit zur Verfügung haben? Erlangen wir neue Freiheiten, besteht das Risiko, daß diese zunächst nicht glücklicher, sondern u. U. sogar unglücklicher machen. Vielleicht muß der Wandel aus der Abhängigkeit der entfernungsintensiven Gesellschaft - gerade die Übergangsphase - damit bezahlt werden, daß anfangs nicht immer klar ist, was zu tun ist. Es muß jedoch nicht so sein. Kinder sind offensichtlich in der Lage, sich schneller umzustellen als Erwachsene, wie das Beispiel eines Besuches einer autofreien Insel zeigte. Die Kinder brauchten dort etwa einen Tag, um auch nach keiner Fernsehendung mehr zu fragen und sich dann selbst zu unterhalten.

Ein wesentlicher Punkt für die Veränderung der Lebensstile scheint die Autonomie statt das Auto zu sein. Unter der Voraussetzung, daß der entfernungsintensive Lebensstil zu einer hohen Determinierung führt, ist der Ausgangspunkt für mögliche Alternativen umso besser, je mehr ein Drang nach Autonomie in den Menschen vorhanden ist, inwiefern sie noch in der Lage sind, sie selbst sein zu können und in sich selber Motive und Antriebe finden.

### Wie können Alternativen zum bestehenden Lebensstil entwickelt werden?

Alternativen zum bestehenden Lebensstil dürfen nicht moralisch begründet werden. Das wäre der größte Fehler, da Moral immer das Bestehende stärkt. Bei einem Wechsel zu einem neuen Lebensstil, wird eine abstrakten Moral eher kontraproduktiv wirken. Schuldgefühle werden hervorgerufen und die Kreativität geschwächt.

Eine Alternative muß dazu führen, wirklich Spaß und Lebensfreude wiederzufinden, was in bezug auf den räumlichen Aspekt bedeutet, in der Nähe und im Nahbereich Beziehungen zur Natur und zu Menschen zu entwickeln; sich wieder an Lebendigkeit zu freuen, während man sich gegenwärtig ja hauptsächlich an Technik und technischen Substituten von Lebendigkeit erfreut. Das würde auch bedeuten, daß man sich automatisch - sozusagen als Nebenprodukt - wieder um diese Lebendigkeit kümmert und daß so etwas „wie ein etwas friedvolles Verhältnis zur Natur“ entsteht.

Der neue Lebensstil muß folglich nicht durch mehr Reglementierung, sondern durch einen Abbau von Reglementierungen bestimmt sein. Es muß erkannt werden, daß uns die Nähe die Möglichkeit bietet, weniger reglementiert und weniger von technischen Schäden oder Risiken abhängig zu

sein. Sie schafft uns mehr Optionen, z. B. dezentralere Produktionsweisen, wie es sie in der Schweiz für die Herstellung von Milchprodukten gibt. Dort existieren regional verschiedene Marken, die Bevölkerung weiß noch, wie die Produktionsbedingungen sind, wo die Milch herkommt, wo die Früchte herkommen. Dort geht es soweit, daß Firmen bewußt sagen, sie verwendeten nur regionale Produkte bei unseren Früchten, weil ein bestimmter regionaler Bezug hergestellt werden soll, mit der Folge, daß es dort im Winter auch keinen Erdbeerjoghurt gibt. Diese Joghurts haben darüber hinaus die schöne Eigenschaft, daß ihr Geschmack deutlich besser ist - um aufzuzeigen, was neuer Lebensstil meint. Er würde wesentlich mehr Qualität bedeuten und eine einfachere Überwachung von Qualität. Das wäre die Konsequenz von mehr Dezentralität. Gleichzeitig würde das auch mehr regionale Eigenheit bewirken. Es würde jedoch *nicht* heißen, daß nun z. B. keine Bananen mehr gekauft werden können oder norditalienischer Almkäse nicht auch in Holland zu erhalten sein soll. Dieses würde nur wahrscheinlich in unserer Gesellschaft so geregelt werden müssen, daß derartige Produkte dann teuer sind.

Dabei geht es gar nicht um den Preis, welcher lediglich Mittel zum Zweck sein kann. Entscheidend ist, darüber zu diskutieren, ob unsere Gesellschaft immer stärker diesen entfernungsintensiven Lebensstil will oder nicht. Wenn wir ihn nicht wollen, dann sollten wir dies den Politikern auch sagen. Vielfach wird heute gefordert, daß zu überwindende Entfernung teurer werden muß. Niemand begründet, warum dies eigentlich geschehen und was damit verändert und bewirkt werden soll.

Auch die Verminderung der Durchlässigkeit des Raumes heißt weniger Reglementierung. Es kann bedeuten: nicht mehr weit fahren zu müssen, weil z. B. die Postämter (wie in Deutschland) mit Hinweis auf den allgemeinen Autobesitz zentralisiert strukturiert wurden; nicht nach Brüssel fahren zu müssen, um mit einer Delegation bei der EU für qualitativ hochwertige Äpfel zu demonstrieren. Dies sind Wirkungen einer entfernungsintensiven Gesellschaft. Da es europaweit möglich sein soll, die Äpfel auszutauschen und natürlich dann auch erwartet wird, daß die Größen alle gleich sind, bedeutet dies für die Geschäfte, daß wir noch zusätzlich einen Reglementierer in Brüssel benötigen. Wir scheinen darauf angewiesen zu sein, jemanden dort zu haben, der entscheidet, wie Äpfel aussehen. Auch das gehört zum entfernungsintensiven Lebensstil, dessen Folge auch die scheinbare Notwendigkeit einer errichteten Bürokratie ist.

## Der erfahrungsintensive Lebensstil

Das Gegenbild zum *entfernungsintensiven Lebensstil* heißt für mich *erfahrungsintensiver Lebensstil*. Das wäre ein Lebensstil, der uns Neuigkeiten bringt, neue Erfahrungen, ohne viel reisen zu müssen. Derartige Neuigkeiten müssen zuallererst wieder registriert werden. Als vor ca. 15 Jahren sich ein Trend abzeichnete, wieder mehr Rad zu fahren, stellten plötzlich einige fest, es gäbe mehr Wege, als sie zuvor kannten, man entdeckte schöne Landschaftsstrukturen und Plätze. Das sind für viele neue Erfahrungen gewesen.

Das Problem ist, daß im Laufe der Entwertung des Raumes niemand auf Landschaft und landschaftliche Strukturen geschaut hat, und wir im Laufe der Zeit dort alles zerstört haben. Dies wird am Beispiel des Stadtrandes und seiner Entwicklung in Westdeutschland deutlich. In den neuen Bundesländern waren zumindest noch bis vor einem halben Jahr die Stadtränder Gegenden, wo man in der Tat, wenn man aus der Stadt heraus mit dem Fahrrad gekommen war, direkt wandern und spazieren gehen konnte. Heute fängt dort bereits der in den alten Ländern übliche „Speckgürtel“ von Supermärkten, Flachhallen und Stadttangenten an, sich zu etablieren. Ihn mit eigener Kraft zu überwinden, um in die stadtnahen Erholungsgebiete zu gelangen, ist praktisch unmöglich. Zur Lösung dieses Problems ist es machbar, das Fahrrad auf dem Autodach mitzunehmen, um erst einmal aus diesen häßlichen Zonen herauszufahren. Wünschenswert wäre es auch dort noch autonom, also aus eigener Kraft, aus der Stadt herauszukommen. Auch in den alten Bundesländern in Deutschland müßten solche Wege wieder geschaffen werden. Zeiten müßten neu organisiert werden. Es müßte wieder gelingen, Möglichkeiten zur eigenen Lebensgestaltung in der Nähe anzubieten, wobei bestimmte Dinge sicher schwierig zu verwirklichen sind. Der Übergang wird nicht einfach. Bestimmte soziale Organisationsformen lassen sich nach ihrem Verschwinden nicht einfach neu schaffen. So gibt es etwa wegen der geringen Dichte nicht genügend Kinder, die autonom zusammen eine Gruppe bilden könnten, die einmal unabhängig übers Feld streift. Die Erfahrung am Beispiel der autofreien Insel zeigt, daß Kinder so viel autonomer andere Kinder kennenlernen und dabei auch Verfahren entwickeln, wie sie wechselseitig mit anderen Kindern während solcher Urlaubszeit umgehen.

Auf diese Art und Weise erfahren Kinder im Spiel u. U. mehr über Gruppendynamik, als durch den Soziologieunterricht.

Das sind die Gegenbilder einer nicht entfernungsintensiven Gesellschaft.

Die Verkehrsmittel dieser erfahrungsintensiven Gesellschaft sind Fuß und Rad. Dieser Lebensstil beinhaltet auch, daß wir gleichzeitig etwas lernen, was bei der allgemeinen Zeitknappheit nicht einfach ist, nämlich lernen, Dinge wieder wirklich zu betrachten und bewußt wahrzunehmen. Der heutige Lebensstil prägt uns fortwährend durch Zeiten, Fahrpläne und den Blick zur Uhr. Der neue Lebensstil hat vor allem mit einer Neuorganisation von Zeit zu tun. Wir sollten versuchen, wieder zu lernen, Dinge zu betrachten, so schwierig das vielleicht anfangs fällt.

## Zum Übergang von Lebensstilen

Wie ist also der Übergang von Lebensstilen möglich? Natürlich kann das nicht von „oben“ organisiert bzw. von Politikern angeordnet werden.

Es ist eher notwendig, eine Art Einladung an die Menschen auszusprechen, die natürlich das Risiko hat, ausgeschlagen zu werden. Es muß versucht werden, staatliche Zwänge abzubauen, um exemplarische Experimente durchzuführen und damit den neuen Lebensstil zu fördern. Dazu ist die Schaffung verschiedener Voraussetzungen notwendig. Erstens müssen Subventionen abgebaut werden: Eine staatliche Zwangsmaßnahme ist die Subventionierung des Automobils mit unseren Steuergeldern, also auch mit denen von Menschen, die gar kein Auto besitzen. Das Auto und seine Produktion sind hochsubventioniert.

Große Autofirmen in Deutschland erhalten hohe Summen an Forschungsgeldern, die anders eingesetzt werden müßten.

Eine Form der Subventionierung liegt in der steuerlichen Absetzbarkeit, dem Steuervorteil von Betriebsfahrzeugen, von Jahresswagen. Das sind Subventionen, deren Beendigung natürlich Verschiebungen hervorrufen würde.

Die finanzielle Förderung im Straßenbaubereich wird immer deutlicher, weil die Kosten dort enorm in die Höhe gehen. Betrachtet man die Subventionen der öffentlichen Haushalte, so wird deutlich, wie hoch subventioniert über Jahre hinweg der Straßensektor war. Zunächst wurde in Autobahnen investiert, ohne ein entsprechendes Steueraufkommen aus den Automobilen zu haben; in der Folge kam der Autotrend. Dieser hat sich in fast allen Ländern so vollzogen. Das heißt, es wurde seitens des Staates eine Menge für das Auto getan,

sein Erfolg gestützt. Der Abbau der hohen Subventionierung des Autos muß also die erste Forderung sein.

Die zweite Forderung muß sein, Experimente zu ermöglichen oder Modelle zu fördern, bei denen Menschen wieder autofreie Erfahrungen in der Nähe machen können. Deshalb ist es sehr begrüßenswert, daß es Tourismus- und Freizeitinitiativen für autofreie Ferienorte gibt, daß die Menschen dort die Vorteile eines anderen Lebensstiles erfahren können. Es ist zu unterstützen und erleichtern, daß dorthin schon mit der Bahn gefahren wird. Solche Erlebnisse sind - insbesondere für die Kinder - wichtig, die dadurch eine Möglichkeit haben, sich später vielleicht daran zu erinnern, um dann bei der Neuorganisation der Räume und Zeiten nach menschlichem Muster davon zu profitieren.

## Schluß

Wenn Lebensstile sich ändern sollen, dann kann das nur im Einklang zusammen mit den Menschen möglich sein. Eine noch so intelligente Steuerung durch ökonomische Maßnahmen kann letztlich nur ein Mittel sein. Es muß den Menschen also klar gemacht werden, was gewollt ist, welche Risiken bestehen und welche anderen Entwicklungen ein neuer Lebensstil bringt. Wenn das nicht gewollt wird, sondern die Risiken des Gegebenen bevorzugt werden, dann bleibt wenig Handlungsspielraum. Z. Z. gibt es jedoch Indizien, die dafür sprechen, daß der entfernungsintensive Lebensstil sich selbst entzaubert. Weniger Autos, die dann auch ganz anders aussehen können, kann es also in Zukunft geben, wenn diese Zukunft nicht gegen die Menschen, sondern mit ihnen entwickelt wird.

## Literatur

BÖGE, Stefanie (1993): Erfassung und Bewertung von Transportvorgängen. - LÄPPLE, D. (Hg.) Güterverkehr, Logistik und Umwelt, Berlin, 131- 139.

Bundesministerium für Verkehr (Hg.) Handbuch „Verkehr in Zahlen“, Jahrgänge 1961 bis 1997.

## Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Helmut Holzapfel  
Universität Gesamthochschule Kassel  
Fachbereich Stadtplanung/Landschaftsplanung  
Gottschalkstraße 28  
34109 Kassel

Stephan Feldhaus

## Verantwortbare Wege in eine mobile Zukunft - Grundzüge einer Ethik des Verkehrs

Fragen des Verkehrs gehören seit Jahren zu den bevorzugten Diskussionsthemen gesellschaftlicher und politischer Auseinandersetzungen. Und dies aus gutem Grund: Nachdem über lange Zeit fast ausschließlich die sich gerade mit dem motorisierten Verkehr verbindenden Chancen und Möglichkeiten für den Einzelnen sowie die vom Verkehr ausgehenden positiven Folgen für die Gesellschaft wahrgenommen wurden, gerieten im Laufe der letzten drei Jahrzehnte mehr und mehr auch die negativen - zweifellos weitgehend unbeabsichtigten - sozialen und ökologischen Nebenfolgen des Verkehrsgeschehens in den Blick. Ihr Ausmaß, wie gerade auch die Kenntnis darüber, wuchs kontinuierlich an. In einigen Bereichen drohen heute gar die negativen Auswirkungen aufgrund der Höhe ihres Schadenspotentials gegenüber den positiven Effekten zu überwiegen. Immer unübersehbarer geraten wir im Verkehrsgeschehen in Engpässe und Sackgassen, aus denen offensichtlich keine einfachen, für alle einsehbaren und gangbaren Auswege herausführen. Das gegenwärtige menschliche Mobilitätsverhalten scheint in eine fundamentale Begründungs- und Legitimationskrise geraten zu sein (vgl. zum Ganzen: FELDHAUS 1998 a).

In einer solchen Situation verwundert es nicht, daß von vielen Seiten zahlreiche Überlegungen angestellt werden, wie den verkehrsbedingten Problemen gegen-gesteuert und angemessen begegnet werden kann. Die Frage lautet nun: Was kann und soll in diesem Zusammenhang eine *ethische* Betrachtung des Verkehrsgeschehens leisten? Welche Aufgabe kommt der Ethik im Chor der hier anzutreffenden vielfältigen Stimmen zu?

Die Antwort: Bei der ethischen Auseinandersetzung mit der gegenwärtigen Verkehrsproblematik geht es um ein Stück angewandter Ethik als *Integrationswissenschaft*. Im „Labyrinth der Teilaspekte“ (AUER 1989, S. 48), in dem die einzelnen Untersuchungsergebnisse und Betrachtungsweisen nicht selten unverbunden nebeneinander stehen bzw. nach alleiniger Geltung streben und sich damit zuweilen auch gegeneinander stellen, gilt es zunächst, alle Stimmen zu hören, miteinander ins Gespräch zu bringen und vermittelnd Ordnung zu schaffen. Die Ethik versucht, die vielfälti-

gen verkehrlich relevanten Erkenntnisse zusammenschauen. Zum einen bedarf es also bei der ethischen Auseinandersetzung mit der gegenwärtigen Verkehrsproblematik notwendigerweise des beständigen Zurückgehens auf eine sich wandelnde Vielfalt ökologischer, ökonomischer, technischer, human-, sozial- und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Einsichten, die der Ethiker gleichsam als ihm dargebotenes Verfügungswissen entgegennehmen kann und muß. Zum anderen verhindert gerade die Ethik, daß die erforschte Gestalt der Wirklichkeit, das Faktische und Mögliche allein im empirischen Aufweis verbleibt und damit nicht selten dem Beliebigen ausgeliefert wird oder gar den vielfältigen Mißbrauchsmöglichkeiten der Instrumentalisierung anheimfällt (vgl. HÖHN 1991, 34 f.). Genau hier hat sich in der Erarbeitung ethischer Prinzipien, Kriterien und konkreter Handlungsmaximen, nach deren Maßgabe die geforderten Zuordnungs- und Abwägungsprozesse im Hinblick auf eine ethisch verantwortbare Gestaltung des menschlichen Mobilitätsverhaltens vollzogen werden können, und im Versuch einer eigenständigen Durchführung solcher Prozesse die Kompetenz der Ethik als Integrationswissenschaft zu bewähren.

Wird das Verkehrsgeschehen genauer betrachtet, tritt ein Tatbestand besonders deutlich hervor: Das Spannungsverhältnis zwischen positiven und negativen Auswirkungen und Rückkoppelungseffekten ist gerade im menschlichen Mobilitätsverhaltens besonders groß. Einerseits gehört verkehrliche Mobilität aufgrund ihrer positiven Effekte für den Einzelnen bis hin zur gesamten Volkswirtschaft zum Kernbestand der Lebensqualität in der modernen Gesellschaft, wobei viele Menschen diese Effekte gerade an der Möglichkeit der Nutzung individualmotorisierter Transportmittel - Pkw und Lkw - festmachen. Andererseits wird jedoch verkehrliche Mobilität aufgrund ihrer negativen Auswirkungen - insbesondere für unbeteiligte Dritte und die Umwelt - immer mehr als Bedrohung der Lebensqualität moderner Gesellschaften erlebt (vgl. EISNER 1994). Dabei stehen Verkehr und Umwelt in einem sich zuspitzenden Spannungsverhältnis: Während in vielen anderen Bereichen ein Rückgang der Umweltbelastungen bereits zu beobachten ist oder zumindest prognos-

stiziert werden kann, gilt dies beides z. Z. nicht für den Verkehrsbereich. Alles in allem nehmen hier die ökologischen Folgeschäden eher zu.

Von dieser das gesamte Verkehrsgeschehen durchdringenden Ambivalenz her lassen sich vor allem drei Beobachtungen herausstellen, auf die eine Ethik des Verkehrs nachdrücklich aufmerksam macht: Gemäß dem Einteilungsprinzip „sehen, urteilen, handeln“ müssen

- die verkehrliche Situation umfassend analysiert (vgl. Abschnitt 1),
- das menschliche Mobilitätsverhalten bewertet (vgl. Abschnitt 2) und
- abschließend Strategien und Instrumente differenziert diskutiert werden (vgl. Abschnitt 3).

### 1 Zur Notwendigkeit einer umfassenden Analyse des menschlichen Mobilitätsverhaltens

Ohne eine umfassende Analyse der verkehrlichen Situation, und zwar der positiven wie negativen Wirkungen, ist weder eine angemessene Zielfindungs- noch Handlungsmaßnahmen-Diskussion durchführbar. Nicht selten werden heute jedoch - je nach Aussageabsicht - entweder Teilanalysen der positiven oder der negativen verkehrlichen Effekte herangezogen, um den Handlungszielen oder Maßnahmenkatalogen, auf die man sich bereits im Vorfeld festgelegt hat, nachträglich mehr Plausibilität zu verleihen. Eine ethische Bewertung hingegen muß ihren Ausgang stets vom Gesamt der Ist-Situation her nehmen. Weder das Ignorieren bzw. Relativieren der negativen Auswirkungen des Mobilitätsgeschehens noch das der durch den Verkehr hervorgerufenen positiven Effekte entsprechen der verkehrlichen Wirklichkeit. Sie führen zu falschen Bewertungen, Zielformulierungen und Handlungsvorschlägen und sind deshalb in ihrem Kern als ethisch illegitim zu bezeichnen. Eine umfassende Situationsanalyse ermöglicht, daß letztlich die Fragen: warum zum einen die verkehrsinduzierten Schadensfolgen gerne ignoriert werden, obwohl ihr Vorhandensein außer Frage steht, und warum es zum anderen plausibel ist, bei verhaltenseinschränkenden verkehrspolitischen Maßnahmen von einer offensichtlich niedrigen gesellschaftlichen Frustrations-

schwelle auszugehen, geklärt werden können. Letztlich liefert ein breiter Analyseansatz wichtige Hinweise dafür, daß im Verkehrssektor eine rein politisch-strukturelle Sichtweise der Lösungsansätze keineswegs ausreicht, sondern daß direkt bei den verkehrsrelevanten Haltungen und Motivationen des Einzelnen angesetzt werden muß, um Verhaltensweisen zielführend zu verändern.

Zur angemessenen Untersuchung der verkehrlichen Situation gehört es, in einem *ersten Schritt* die Entwicklung zu schildern, die der Verkehr in den vergangenen Jahrzehnten genommen hat und die er voraussichtlich in den kommenden Jahren nehmen wird. Die Personen- wie Güterverkehrsentwicklung steht in einem direkten anzahl- wie mengenmäßigen Zusammenhang mit den im Verkehrsgeschehen auftretenden negativen Folgeerscheinungen. Von besonderem Interesse ist neben den allgemeinen Angaben zur Verkehrsentwicklung auch die empirisch nachweisbare Entwicklung des Mobilitätsverhaltens des einzelnen Verkehrsteilnehmers, die in den sog. Mobilitätskennziffern Ausdruck findet.

In einem *zweiten Schritt* ist dringend erforderlich, daß im Rahmen einer umfassenden Situationsanalyse neben der Darstellung der negativen ökologischen, sozialen und psychosozialen Nebenwirkungen des menschlichen Mobilitätsverhaltens die vom Verkehr ausgehenden positiven Wirkfaktoren und die dem in gewisser Weise korrespondierenden unterschiedlichen Motivationsfaktoren im Mobilitätsgeschehen in systematischer Weise herausgearbeitet werden (vgl. auch ALTNER 1993). Hier wird deutlich, daß erst eine genaue kulturanthropologische, sozioökonomische sowie individual- und soziopsychologische Analyse des menschlichen Mobilitätsverhaltens Antworten auf die Frage geben kann, was den Menschen überhaupt dazu veranlaßt, sich in der heute ausgeprägten Weise „verkehrlich“ mobil zu verhalten. Im Zentrum dieser Fragestellung stehen die subjektiven und objektiven oder besser: die „intrinsic“ und „extrinsic“ Beweggründe seines räumlichen Bewegungsverhaltens (FELDHAUS 1998 a, S. 173-262). Dabei kann aufgewiesen werden, daß den subjektiven intrinsic Beweggründen im menschlichen Mobilitätsverhalten ein viel stärkeres Gewicht beigemessen werden muß, als dies bisher im allgemeinen in der verkehrswissenschaftlichen Forschung und in der verkehrspolitischen Praxis geschieht. Die intrinsic Motivationslagen im Verkehrsgeschehen - so schwer sie auch im einzelnen exakt zu beschreiben und zu analysieren

sind - üben neben den extrinsischen Mobilitätsgründen maßgeblichen Einfluß auf das Mobilitätsverhalten des Einzelnen aus. Ihnen kommt damit eine wichtige Rolle für jeden Versuch zu, das Verkehrsgeschehen zu beeinflussen bzw. in eine bestimmte Richtung zu verändern. Sie markieren individualspezifische Durchsetzbarkeitsgrenzen verkehrspolitischer Maßnahmen.

Bei einer Analyse der Motivationsfaktoren im Mobilitätsverhalten müssen zunächst die *extrinsischen Motivationsfaktoren im Mobilitätsverhalten* als geschichtliche Entwicklungsfaktoren und strukturelle Bedingungen der Ausgestaltung von Mobilität herausgearbeitet werden. Der Antrieb und die Befähigung zur Bewegung sowie die Kompetenz zu deren rationaler Steuerung gehören offensichtlich zur natürlichen Grundausstattung des Menschen. Von daher ist Mobilität zunächst als eine *biologische Radikale* des Menschen zu betrachten (SRU 1994, Tz. 612 f.; STEIERWALD 1992). Als Vermögen, im Medium der Zeit Raum zu überwinden, dient sie wesentlich dazu, sowohl die Überlebensnotwendigkeiten des Einzelnen und einer Gruppe sicherzustellen als auch Lebenschancen zu erweitern und Lebensqualität zu erhöhen. Dies gilt im Prinzip für jede Form der Ausgestaltung raum-zeitlicher verkehrlicher Mobilität, von der der Jäger- und Sammlergesellschaften bis hin zur Verkehrsmobilität moderner Industriegesellschaften. Für die Ausgestaltung menschlicher Mobilität spielen neben diesem anthropologischen Grunddatum der Beweglichkeit auch andere extrinsische Beweggründe eine wichtige Rolle. Im wesentlichen haben wir es in diesem Zusammenhang mit soziokulturellen sowie mit technischen und sozioökonomischen Tatbeständen und Entwicklungen zu tun, die maßgebliche Einflußfaktoren auf das menschliche Mobilitätsverhalten darstellen. Hier spielt

- der *Prozeß der Sefhaftwerdung*,
- die *technologische Entwicklung* und
- die *Ausgestaltung der Raum- und Siedlungsstruktur* ebenso eine Rolle wie die Tatsache,
- daß der Verkehr einen wichtigen *Wirtschaftsfaktor* darstellt und
- den einzelnen Transportmitteln ein spezifischer *Gebrauchsnutzen* eigen ist.

Neben den extrinsischen gibt es jedoch ganz eigene *intrinsic Motivationsfaktoren im Mobilitätsverhalten*. In diesem Zusammenhang müssen die *subjektiven Bestimmungsgrößen des Bedürfnisses nach Mobilität* herausgearbeitet und näher analysiert werden. Im modernen verkehrswissenschaftlichen und verkehrspolitischen Schrifttum

sucht man eine vergleichbare systematische Analyse bislang vergeblich, wengleich sich dort mittlerweile der Hinweis, daß es solche subjektiv-intrinsic Beweggründe im menschlichen Mobilitätsverhalten gibt, gelegentlich finden läßt. So kann das verkehrliche Mobilitätsgeschehen „nicht allein mit immanenten verkehrlichen Maßstäben beurteilt“ werden, es müßten vielmehr „vielseitige Maßstäbe aus dem Gesamtzusammenhang verwandt werden, in dem der Verkehr steht“ (OETTLE 1990, S. 70). Was das bedeuten kann, macht BARTHELMESS anschaulicher: „Wir haben uns daran gewöhnt, den Verkehr in technischen, rechtlichen, ökonomischen und statistischen Kategorien zu sehen, neuerdings auch in ökologischen. Demgegenüber kommt das Persönliche, Emotionale und Subjektive, das Belastende und Bedrohliche, das Faszinierende und Irrationale wenig zur Sprache“ (BARTHELMESS 1994, S. 55). Nach KUTTER sind die Motive und Gründe für private Verkehrs-Individualisierung nur „teilweise rational begründbar“ (KUTTER 1991, S. 476). Dies habe sich z. B. in den Jahren 1990 bis 1992 in der „Nachholmotorisierung in den neuen Bundesländern“ gezeigt, die sich „sehr stark auf den Ebenen von ‘Befindlichkeit’, ‘Psychologie’ und ‘Verkehrskultur der Deutschen’“ (KUTTER 1991, S. 479; vgl. ABERLE 1993, S. 405) vollzogen habe. Hilgers glaubt, ganz generell im Mobilitätsgeschehen „tiefenpsychologische Motive“ ausmachen zu können (HILGERS 1991).

So unterschiedlich die Aussagen im Einzelnen auch sind, hinsichtlich eines Tatbestandes herrscht weitgehende Übereinstimmung: Immer dann, wenn subjektive Bestimmungsfaktoren im menschlichen Mobilitätsverhalten geltend gemacht werden, ortet man sie in aller Regel im motorisierten Individualverkehr. Ganz offensichtlich scheint für den Menschen nicht nur die Mobilität an sich - also die Fähigkeit, Entfernungen zu überwinden - von Bedeutung zu sein, sondern vor allem auch das Vehikel, dessen er sich bedient, um Strecken zurückzulegen. Die vorherrschende Redeweise über das Verkehrsgeschehen sei zwar „rational, technisch, berechenbar, vernünftig, die Art, wie wir unsere Autos benutzen, pflegen, verzieren und mit Kosenamen belegen“, sei es dagegen nicht (BARTHELMESS 1994, S. 55). Nach ROTHENGATTER entwickelt „zu kaum einem anderem Konsumgut ... sein Besitzer ein derart emotionales Verhältnis wie zum Pkw“, gerade das Autofahren habe „nicht nur mit dem rationalen Wunsch nach Ortsveränderung, sondern auch mit der Lust an der Selbstdarstellung und am Ausleben von Gefühlen zu tun hat“ (ROTHENGATTER 1992, S. 22). Und

HOLZAPFEL u. a. konstatieren schlicht: „Es zeigt sich, daß es nicht ausreicht, Autos als bloße Transportmittel zu betrachten; denn es sind die Wünsche und Vorlieben einer Gesellschaft, welche da in Stahl gerinnen“ (HOLZAPFEL, TRAUBE, ULLRICH 1988, S. 43). Zu diskutieren wären in einer genauen Analyse der subjektiven Mobilitätsmotivationsfaktoren (vgl. FELDHAUS 1998 a, S. 194 ff.):

- der *Grundbedürfnischarakter von Mobilität*,
- das *Bedürfnis nach Selbstbestimmung im Mobilitätsverhalten*,
- das *Bedürfnis nach Konkurrenz im Mobilitätsverhalten*,
- das *Bedürfnis nach Gleichbehandlung im Mobilitätsverhalten*,
- das *Bedürfnis nach sozialer Geltung im Mobilitätsverhalten* sowie
- der dem Mobilitätsverhalten innewohnende *Gewohnheitseffekt*.

In einem *dritten Schritt* müssen die wesentlichen empirisch aufweisbaren negativen Auswirkungen und Folgeerscheinungen des menschlichen Mobilitätsverhaltens einer genauen Analyse unterzogen werden, wobei neben den negativen *ökologischen* (Landschaftsverbrauch und -zerschneidung, Energie- und Rohstoffverbrauch, Schadstofffreisetzung und Schädenswirkungen für Pflanzen und Tiere) insbesondere auch die *negativen sozialen* (Verkehrsunfälle, Verkehrslärm und Gesundheitsschäden durch Luftverschmutzung) bzw. *psychosozialen* Auswirkungen zur Sprache kommen. Gerade die Letztgenannten finden in der verkehrswissenschaftlichen Diskussion bislang kaum Beachtung. Es handelt sich zwar um Auswirkungen des gegenwärtigen Verkehrsgeschehens, deren genaue Entstehungs-, Ursachen- und Wirkzusammenhänge sind jedoch empirisch weder eindeutig zuordenbar noch im Einzelfall exakt nachweisbar. Nach den bereits vorhandenen Befunden stellen sie aber keineswegs ein vernachlässigbares negatives Nebenwirkungspotential dar.

Entgegen einer in verkehrswissenschaftlichen und verkehrspolitischen Kreisen immer noch weit verbreiteten analytischen Vorgehensweise, sich bei der Darstellung der negativen Auswirkungen des Verkehrs ausschließlich auf ökologische Folgeerscheinungen zu beschränken (vgl. etwa NEUMANN 1980; BAUM u. a. 1992; LAUE 1992) oder ökologische und soziale Folgen undifferenziert unter dem gemeinsamen Titel Umweltauswirkungen abzuhandeln (vgl. etwa KANDLER 1983; SRU 1994, Tz. 649-729), müssen die verkehrsinduzierten Negativwirkungen in ihrer Gesamtheit dar-

gestellt und dabei sowohl begrifflich als auch inhaltlich voneinander unterschieden werden. Eine solche Vorgehensweise ermöglicht nicht nur eine genauere Sicht der negativen verkehrlichen Folgeerscheinungen, sondern ist allein dazu in der Lage, eine differenzierte und damit angemessene Zielfindungs- und Handlungsmöglichkeiten-diskussion vorzubereiten. Bei der Differenzierung zwischen negativen ökologischen und sozialen Auswirkungen ist jedoch generell zu beachten, daß wir ökologische Auswirkungen als direkte Auswirkungen auf die Umweltmedien nur in einem subjektiven anthropozentrischen, wenn auch als solchem verallgemeinerungsfähigen Bewertungsvorgang als *negativ* beschreiben können. Bei diesen sogenannten direkten ökologischen Auswirkungen kann man also strenggenommen lediglich rein beschreibend Veränderungen des Zustandes der Umwelt kenntlich machen und von *negativen* ökologischen Auswirkungen entweder nur unter Kenntlichmachung der einer solchen Aussage zugrundeliegenden menschlichen Bewertungskriterien oder im Sinne von indirekten sozialen Auswirkungen sprechen. Solche indirekten sozialen Auswirkungen sind immer dann gegeben, wenn unser Handeln mit Auswirkungen verknüpft ist, die sich in den Umweltmedien manifestieren und darüber ihrerseits wiederum Einfluß auf unser Leben und Befinden nehmen. Von den ökologischen und von den ökologischen als indirekt sozialen bzw. psychosozialen negativen Auswirkungen sind die direkten sozialen bzw. psychosozialen negativen Folgen des menschlichen Mobilitätsgeschehens zu unterscheiden (vgl. FELDHAUS 1998 a, S. 97-172).

Um zu einem sachadäquaten Abwägungs- und Entscheidungsprozeß im Hinblick auf die verantwortbaren Wege in eine verkehrliche Zukunft zu gelangen, müssen die mit dem Mobilitätsverhalten verknüpften negativen Effekte hinsichtlich ihres Auftretens und ihres Ausmaßes nach den unterschiedlichen verkehrlichen Fortbewegungsarten differenziert dargestellt werden. Dies ist für die Gewichtung und Präzisierung der Handlungsmöglichkeiten und -maßnahmen unumgänglich. Es ist zu betonen, daß die negativen ökologischen wie sozialen Auswirkungen des nichtmotorisierten Verkehrs im Vergleich zu denen des motorisierten Verkehrs verschwindend gering sind. Sie beziehen sich in erster Linie auf Bodenversiegelungseffekte, z. B. durch Fahrrad- und Fußgängerwege bzw. Fußgängerpassagen und -zonen in den größeren Städten, sowie auf die von Fußgängern und insbesondere von Radfahrern verursachten Unfälle. In den weitaus meisten Fällen sind

Fußgänger und Radfahrer jedoch nicht die Verursacher der negativen Folgewirkungen, sondern eher deren Leidtragende. Es ist wichtig, diesen Sachverhalt immer wieder in Erinnerung zu rufen, weil in der Regel wie selbstverständlich derartige Auswirkungen bei Verkehrssystem- bzw. Verkehrsträgervergleichen die nicht-motorisierten Mobilitätsarten unterschlagen werden. Damit wird eine wichtige Ausgangsbasis sowohl für die Bewertung der unterschiedlichen verkehrlichen Fortbewegungsarten als auch für die Diskussion über die Möglichkeiten einer Veränderung des gegenwärtigen Mobilitätsverhaltens (Fußgänger und Radfahrer machen immerhin noch ca. 30 % des Gesamtpersonenverkehrsaufkommens aus) genommen. Es sind gerade die vergleichsweise geringen negativen Auswirkungen des nicht-motorisierten Verkehrs, die bei einem Gesamtvergleich letztlich für ihn sprechen können. Wird bei der Darstellung der vom Verkehr ausgehenden negativen Schadensfolgen der nicht-motorisierten Verkehr ausgegrenzt, entsteht leicht der Eindruck, als gelte es lediglich zwischen den motorisierten Verkehrsarten abzuwägen. Eine solche Vorgehensweise ist die Basis, um z. B. die Bahn als das „umweltfreundlichste“ Transportmittel zu bezeichnen oder einen bestimmten Pkw-Typ als das „energieeffektivste“ Transportmittel. Das stimmt natürlich in Anbetracht einer möglichen Fahrradbenutzung oder eines möglichen Zu-Fuß-Gehens keinesfalls. Wenn also im allgemeinen von den negativen ökologischen und sozialen Auswirkungen des menschlichen Mobilitätsverhaltens die Rede ist, dann betreffen diese nahezu ausschließlich den motorisierten Verkehr.

## 2 Zur Notwendigkeit einer ethischen Bewertung des menschlichen Mobilitätsverhaltens

Nach einer umfassenden Situationsanalyse müssen in einem weiteren Untersuchungsgang die unterschiedlichen positiven verkehrlichen Effekte sowie die in ihrem Kern ethisch legitimen Mobilitätsmotivationsfaktoren neben den mannigfaltigen negativen ökologischen, sozialen und psychosozialen Folgeerscheinungen des Verkehrs in einen übergreifenden ethischen Bewertungs- und Zielfindungsprozeß einbezogen werden. Aufgabe der Ethik kann es dabei nicht sein, über die Richtigkeit von Sachaussagen - etwa die durch den motorisierten Verkehr hervorgerufene Schadstoffkonzentrationen in den straßennahen Böden oder die Größenordnung der durch die Katalysatortechnik bedingten Schadstoffeinsparungen usw. - zu befinden. Ihre unverzichtbare Aufgabe liegt darin, handlungsrelevante Verständni-

gungs- und Entscheidungsprozesse einer genauen Analyse zu unterwerfen, vorliegende Schwachstellen aufzudecken und Hilfestellungen für die Suche nach verantwortbaren Lösungen anzubieten (vgl. FELDHAUS 1996). Der sich in Verkehrsfragen massiv mit Zielkonflikten und Güterkonkurrenzen verbindende Entscheidungsprozess ist dabei letztlich als ein an übergreifenden Kriterien orientierter verfahrensethischer Prozeß des Abwägens durchzuführen (KORFF 1995; KORFF UND FELDHAUS 1996; FELDHAUS 1998 b).

Grundsätzlich gilt dabei: Die vom Menschen wahrzunehmende Verantwortung differenziert sich näher betrachtet in einer dreifachen Weise:

- der Mensch trägt in all seinem Tun und Lassen *Verantwortung für sich selbst* im Blick auf seine eigenen Entfaltungschancen als Individuum;
- er trägt *Verantwortung für seine soziale Mitwelt* im Blick auf die Entfaltungschancen anderer; und
- er trägt *Verantwortung für seine natürliche Umwelt* im Blick auf deren Bewahrung als Lebensgrundlage für ihn selbst sowie für künftige Generationen.

Diesen drei Pflichtenkreisen als den Verantwortungen der Gegenwart entsprechen die drei grundlegenden ethischen Kriterien

- der *Individualverträglichkeit*,
- der *Sozialverträglichkeit* und
- der *Umweltverträglichkeit* (KORFF, FELDHAUS 1996, S. 31-40).

Die o. g. Überlegungen gelten auch im Bereich Mobilität: Der Mensch trägt auch hinsichtlich seines Mobilitätsverhaltens Verantwortung für sich selbst, Verantwortung für seine soziale Mitwelt und Verantwortung für die natürliche Umwelt. Keines der genannten ethischen Kriterien darf marginalisiert oder gar ausgeblendet werden. Ganz offensichtlich sind aber hier die Konflikte bereits zwangsläufig vorprogrammiert. Die Tatsache, daß berechnete Interessen des Einzelnen und legitime Erfordernisse der Gesellschaft sowie notwendig einzulösende Umweltbedingungen eben nicht von vornherein in einer ausgewogenen Harmonie zueinander stehen, macht ganz eigene ethische Abwägungs- und Zuordnungsleistungen erforderlich, soll es im gegebenen Fall überhaupt zu ethisch verantwortbaren Lösungen kommen.

Wo immer die mit verschiedenen Handlungsoptionen verbundenen jeweiligen Vorteile und Vorzüge als Güter miteinander konkurrieren und wo dann zwangsläufig auch, wie immer die Entscheidung im einzelnen auch aussehen mag, negative Folgen oder Risiken als Übel in Kauf zu nehmen sind, wird

die ethische Methode der *Güter- und Übelabwägung* (KORFF 1979; KORFF 1995; FELDHAUS 1998 b) benötigt. Wie anders sollte der Mensch sonst seine Verantwortung wahrnehmen, wenn er in der Realität für konfliktfreie Lösungen, die ihn der Not und der Zumutung des Abwägens entheben würden, keinerlei Abstützung findet? Ethisch verantwortbare Entscheidungen gehen zuallererst eben nicht „auf“ wie mathematische Gleichungen. Was immer menschliches Leben in seinen individuellen Wünschen und Hoffnungen sowie in seinen sozialen und naturalen Bezügen glücken läßt, ist das Resultat von Optimierungsprozessen, das Resultat des Abwägens von Gütern und im letzten des Abwägens von Übeln. Unter solcher Voraussetzung also bleibt dem Menschen gerade unter ethischem Aspekt kein anderer Weg, als gegebenenfalls zwischen den inkaufzunehmenden Übeln abzuwägen und das *geringstmögliche* oder gegebenenfalls die *geringstmöglichen* von ihnen zu wählen (KORFF 1995), um ein angestrebtes Gut zu erreichen.

Welche Kriterien standen für die ethische Beurteilung des Mobilitätsverhaltens seit Beginn der modernen Verkehrsentwicklung im Vordergrund? Zunächst waren es durchgängig die beiden Kriterien der Individualverträglichkeit und der Sozialverträglichkeit, und zwar hier eher in ihren positiven Bedeutungen. Die Mobilitätsentwicklung wurde vor allem im Zusammenhang mit den sozioökonomischen Fortschritten gesehen. Wirtschaftlicher Aufstieg, gesellschaftliche Prosperität und Verkehrsentwicklung wurden als Einheit empfunden. Damit verbundene sozial negative Aspekte, wie etwa die steigende Zahl der Unfälle und der Verkehrsoffer, wurden zwar wahrgenommen, waren aber Ausgangspunkt einer grundsätzlichen ethischen Kritik am modernen Verkehrswesen. Analoges gilt auch im Hinblick auf den rasanten Ausbau des motorisierten Individualverkehrs mit starkem Rückbezug auf das Kriterium der Individualverträglichkeit.

Die entscheidende Kritik am menschlichen Mobilitätsverhalten im Kontext heutigen Verkehrswesens setzte demgegenüber erst in jüngster Zeit ein, als die maßgeblich durch den Verkehr induzierten Umweltschäden wahrgenommen wurden. Insofern war es gerade die Akzentuierung des Kriteriums der Umweltverträglichkeit im Verkehr, die das Mobilitätsverhalten insgesamt zu einem Gegenstand ethischer Auseinandersetzung werden ließ. Jetzt traten zugleich auch die mit Fragen der Individualverträglichkeit und der Sozialverträglichkeit zu-

sammenhängenden negativen Aspekte mit ganzer Deutlichkeit in den Blick. Erst damit konnte sich angesichts der vielfältigen mit der modernen Verkehrsentwicklung verbundenen negativen Auswirkungen in wachsendem Maße die Überzeugung durchsetzen, daß hier eine grundsätzliche Neueinschätzung des gesamten Problemfeldes Verkehr und seiner konkreten Auslegungen erforderlich ist. Ethisch betrachtet geht es dabei letztlich um eine prinzipiell neu vorzunehmende Gewichtung der in den tatsächlichen Auslegungen heutigen Verkehrs z. T. höchst einseitig berücksichtigten Erfordernissen der Individual-, der Sozial- und der Umweltverträglichkeit.

Der Kernpunkt des Problems liegt in dem von gegebenen Notwendigkeiten der Sozial- und Umweltverträglichkeit her zu wenig relativierten und in seiner Eigenbedeutung gleichzeitig zu stark betonten Wert des motorisierten Individualverkehrs. Das Kriterium der „Individualen Angemessenheit“ gewinnt hier nicht selten heute noch ein eindeutiges Übergewicht. Dabei soll keineswegs bestritten werden, daß diese Art des Verkehrs eine Form des Mobilitätsverhaltens darstellt, die dem menschlichen Mobilitätsbedürfnis und den damit verbundenen, auf Verwirklichung der eigenen Individualität ausgerichteten elementaren Antrieben und Strebungen des Menschen am meisten entspricht. Bei allen ethisch gebotenen Notwendigkeiten zur Korrektur kann es also nicht darum gehen, den motorisierten Individualverkehr grundsätzlich in Frage zu stellen, zu bekämpfen oder gar zu verbieten. Als bevorzugte Ausdrucksform individueller Angemessenheit bleibt er vielmehr die den elementaren Bedürfnisstrukturen des Menschen am meisten adäquate Form des Mobilitätsverhaltens und von daher in seinem Kern legitim.

All das darf eine gleichzeitige Berücksichtigung entsprechender sozialer und ökologischer Erfordernisse unter keinen Umständen ausschließen. Das bedeutet: Individualverkehr ist nur dann ethisch angemessen, wenn er zugleich in der erforderlichen Weise sozial- und umweltverträglich angelegt ist. Darin sind jedoch zahlreiche Konflikte begründet, die zwischen den in der Verkehrsauslegung zu berücksichtigenden Erfordernissen besondere Abwägungsprozesse notwendig machen. Diese können im gegebenen Fall, wenn es nämlich nicht gelingt, den motorisierten Individualverkehr in der erforderlichen Weise sozial- und umweltverträglich auszugestalten, durchaus zu dem Ergebnis führen, daß Reduktionen des Individualverkehrs - sei es Personen- oder Güterverkehr - zugunsten einer sozial- und

umweltverträglicheren kollektiven Verkehrspraxis unerlässlich sind. Es kann nicht einmal ausgeschlossen werden, daß selbst bei bestimmten Formen des Kollektivverkehrs Reduktionen vorgenommen werden müssen, dann nämlich, wenn im gegebenen Fall den durch den Verkehr hervorgerufenen gesamtökologischen Belastungen auf keinem anderen Wege gegenzusteuern ist.

Bei diesen Abwägungen muß berücksichtigt werden, daß die hier angesprochenen Gefährdungen des Zuordnungsgefüges Mensch-Umwelt in den seltensten Fällen vom Verkehr - und damit vom menschlichen Mobilitätsverhalten - allein ausgehen. Von daher bleibt also zu prüfen, aus welchen unterschiedlichen Quellen sich das Gefährdungspotential hauptsächlich speist und wie dann mit Rücksicht auf eine unerlässliche Reduzierung dieses Gefährdungspotentials konkret zu verfahren ist, um den Erfordernissen der Umweltverträglichkeit zu genügen. Hier ergeben sich zwangsläufig weitere Abwägungsnotwendigkeiten; zugleich eröffnen sich im Prozeß der jeweiligen Entscheidungsfindung eigene Ermessensspielräume. So kann sich unter Umständen zur Verringerung des Gefahrenpotentials eine Verlagerung auf andere Bereiche anbieten, zumal dann, wenn die dort vorgenommenen Reduktionen die Individualerfordernisse weniger hart berühren und sozial gerechter und verträglicher durchgeführt werden können als im Bereich des Verkehrs. Es kann sich aber auch die umgekehrte Konstellation ergeben, so daß zur Senkung des Gefahrenpotentials eine Verlagerung auf andere Bereiche kontraproduktiv wäre, und Reduktionen im Bereich Verkehr unter Individual- und Sozialaspekten als das geringere Übel einzustufen sind. Denkbar bliebe auch eine dritte Möglichkeit der proportionalen Reduktion des Gefährdungspotentials in *allen* umweltrelevanten Verursacherebenen. Hier die jeweils sachgerechte Lösung zu finden, bleibt die eigentliche Abschätzungs-, Abwägungs- und Ermessensaufgabe aller damit befaßten und in Pflicht genommenen öffentlichen Entscheidungsträger.

Derartige Problemlagen, die deutliche Ermessensspielräume lassen, können allerdings auch die notwendigen Entscheidungen erschweren. Wo unterschiedliche Lösungsstrategien denkbar sind, liegt fast zwangsläufig jede Entscheidung zwischen die Fronten divergierender Interessen. Wie immer sie ausfällt, so bleibt doch durchweg ein Teil von Betroffenen, der dadurch empfindliche Nachteile erfährt. Deshalb ist hier die Gefahr, die erforderlichen Maßnahmen möglichst lange hinauszuzögern oder sie

gar gänzlich zu unterlassen, besonders groß. Solche Tendenzen finden umso mehr Nahrung, wenn darüber hinaus hinsichtlich des Ausmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit der vorhergesagten Folgeschäden keine letzte Sicherheit besteht. Was immer in diesem Zusammenhang an Interessenkollisionen und sachlichen Irritationen denkbar ist, trifft, wie vielleicht nirgends sonst, gerade auf die Bewertung der Folgeschäden des modernen Verkehrs und der Strategien ihrer Bewältigung zu. So wird hier jeder Lösungsschritt besonders schwierig.

### 3 Zur Notwendigkeit einer differenzierten Strategie- und Instrumentediskussion

Wenn es um eine verantwortbare Lösung von komplexen Problemen geht, denen - wie es im Verkehrssektor exemplarisch der Fall ist - so unterschiedliche und konfligierende Interessen und Erfordernissen zugrundeliegen, dann sind monokausale Erklärungsmuster ebenso unmöglich wie „einfache“ Zukunftsentscheidungen oder „reine“ Lösungsstrategien. Es gibt keinen „Königsweg“ der Verkehrspolitik. So vielschichtig und mehrdimensional sich die analysierte verkehrliche Wirklichkeit darstellt, so vielschichtig und mehrdimensional werden auch die Lösungswege aussehen müssen. Eine ethische Behandlung der Verkehrsproblematik muß die grundsätzliche Kompromiß- und Optimierungsstruktur aller Lösungsansätze berücksichtigen. Wichtig ist hier, eine differenzierte Systematisierung nach verkehrlichen Strategien und Instrumenten vorzunehmen, damit erreicht wird, Mobilität verantwortlich zu gestalten (vgl. FELDDHAUS 1998 a, S. 385-424).

Bei den *Strategien* lassen sich im wesentlichen sieben voneinander unterscheiden: Angestrebt werden kann

- eine *Verbesserung der Verkehrsorganisation*,
- eine *Verbesserung der Verkehrstechnik*,
- eine *Beruhigung des Verkehrs*,
- eine *Verlagerung des Verkehrs*,
- eine *Vermeidung des Verkehrs*,
- eine *Veränderung der Raum- und Siedlungsstruktur* sowie
- eine *Änderung der Bewußtseinshaltung*.

Davon zu trennen sind die *Instrumente*, mittels derer die unterschiedlichen Strategien umgesetzt werden können. Hier gibt es im wesentlichen zwei verschiedene Grundinstrumente:

- *politisch-strukturelle Instrumente* und
  - *ethosspezifisch-personale Instrumente*.
- Zu den politisch-strukturellen Instrumenten zählt man die *ordnungsrechtlichen* (harte) und die *ökonomischen* (weiche) Instrumen-

te, zu den ethosspezifisch-personalen Instrumenten gehören die *Mobilitäts-Erziehung* (außen) und das *Mobilitäts-Ethos* (innen).

Grundsätzlich gilt: *Das Verkehrsgeschehen muß als eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung betrachtet werden*. In der Verkehrsproblematik bündeln sich nicht nur die konfligierenden Interessen von Individuen und Gruppen sowie die unterschiedlichen Ansprüche und Erwartungen ganzer Völker und Generationen, sondern darüber hinaus zeigt sich hier, daß individuelle Wünsche und Interessen, soziale Erfordernisse und ökologische Bedingungen in einem scheinbar unlöslichen Widerstreit zueinander stehen. Der Verkehr ist deshalb ein zentrales Problem der Gesellschaft und nicht allein der Verkehrspolitik. Umfassende verkehrliche Mobilitätskonzepte können nicht allein in Verkehrsministerien entwickelt und schon gar nicht umgesetzt werden. Eine Ethik des Verkehrs geht davon aus, daß eine verantwortliche Steuerung des Verkehrsgeschehens eine gesamtgesellschaftliche Querschnittsaufgabe darstellt. Für den Politiksektor bedeutet dies, daß Verkehrspolitik eine ressortübergreifende Aufgabe ist, in der sich Umwelt-, Sozial-, Gesundheits-, Wirtschafts- und Bildungspolitik zu einer Synthese vereinen müssen.

Die eindeutigen Resultate der Analyse der extrinsischen verkehrlichen Mobilitätsursachen und mehr noch der intrinsischen verkehrlichen Mobilitätsmotivationen lassen gravierende Maßnahmen zur Verhaltensänderung im gegenwärtigen Mobilitätsverhalten unter gesellschaftlichen Akzeptanzgesichtspunkten insgesamt jedoch als politisch nur sehr schwer durchsetzbar erscheinen. Ganz offensichtlich gibt es gerade im Verkehrssektor individual- wie gesellschaftsspezifische Durchsetzbarkeitsgrenzen politischer Maßnahmen (in diesem Sinne schon HEINZE 1979). Deshalb drängt es sich nach den z. Z. vorliegenden Untersuchungsergebnissen geradezu auf, die als notwendig erachteten Reduktionen der sich mit dem Mobilitätsgeschehen verbindenden negativen Auswirkungen zunächst auf anderen ähnlich relevanten Gebieten zu versuchen, die mit einer geringeren individualspezifischen Durchsetzbarkeitsgrenze politischer Maßnahmen versehen sind. Das hieße dann etwa, ein generelles Emissionsminderungsziel überproportional in den anderen Verursacherebenen (z. B. Industrie und private Haushalte) durchzusetzen. Wenn sich jedoch herausstellen sollte - und das ist m. E. in der Tat das Ergebnis einer Gesamtschadens- und Reduktionsbilanz -, daß es auch im Verkehrssektor trotz aller technologischen, organisatorischen und infrastrukt-

turpolitischen Optimierungsmöglichkeiten zu Restriktionen - sprich: zu Verminderungen vor allem motorisierter Individualmobilität - kommen muß, dann sollten verkehrspolitisch gesehen vor allem solche Maßnahmen den Vorzug erhalten, die die Tatsache berücksichtigen, daß das Mobilitätsgeschehen ein multidimensionaler Wirk- und Bedürfniskomplex ist. Die gegenwärtig geführten verkehrspolitischen Maßnahmen- und Instrumentendiskussionen nehmen davon weitestgehend keine Kenntnis und sich damit zugleich die Chance auf eine breitere Akzeptanz ihrer Vorschläge.

Was das heißen kann, soll abschließend wenigstens anhand zweier Beispiele verdeutlicht werden.

a) Die Ergebnisse der intrinsischen und der extrinsischen Mobilitätsmotivationsanalyse müssen sowohl bei der Implementierung bereits bekannter Strategien und Instrumente berücksichtigt werden, als auch dazu führen, ganz neue Handlungsstrategien zu entwickeln. So ist m. E. z. B. bei aller grundsätzlichen Sympathie gegenüber solchen Maßnahmen aus individualspezifischen Durchsetzbarkeitsgrenzen Skepsis gegenüber Versuchen angebracht, verkehrliche Verhaltensveränderungen allein oder bevorzugt über preisliche Maßnahmen zu erreichen. Konzepte dieser Art stoßen an Grenzen, weil sie mehr oder minder stark eine an rationalen Kostenkriterien orientierte Wahl des Transportmittels unterstellen. „Dies mag auf den Güterverkehr weitgehend zutreffen, hat aber für den Personenverkehr nur bedingt Geltung, da sich mit Pkw und Motorrad als individuellen Verkehrsmitteln Bedürfnisse und Bedeutungen verbinden, die jenseits verkehrstechnischer Rationalität und Effizienz angesiedelt sind. Hier kann Umweltpolitik, die allein auf den Preismechanismus ökologisch geläuterter marktwirtschaftlicher Regulation setzt, nicht greifen“ (KLENKE 1995, S. 142). Darüber hinaus gilt es, bei reinen preispolitischen Maßnahmen zu bedenken: Auch wenn man sich bemühte, solche Maßnahmen sozialverträglich zu gestalten, bleibt doch letztlich die Tatsache bestehen, daß preispolitisch ab einem bestimmten Preisniveau neue, vom Einzelnen besonders schmerzlich erfahrene Ungleichheiten im Mobilitätsverhalten gesetzt werden. Hier liegt, zumindest was das Verkehrsgeschehen betrifft, ein gefährlicher Zündstoff: das sich im Mobilitätsgeschehen stark ausprägende Bedürfnis des Menschen nach Gleichbehandlung findet keine Beachtung. Will man nur schwer überwindbare Durchsetzbarkeitsprobleme vermeiden, müßte dem auf jeden Fall

Rechnung getragen werden, entweder durch einkommensangepaßte preisliche Staffelungen oder gleich durch ordnungsrechtliche, alle Verkehrsteilnehmer gleichermaßen treffende, politische Regelungen. Das hieße dann etwa ab einem bestimmten Gefährdungsgrad allgemeine Verbote mit funktional begründeten Ausnahmen (vgl. van SUNTUM 1993). Verkehrlich individualmotorisiert verhalten dürfte sich dann derjenige, der eine funktionsspezifische und damit für alle einsehbare Ausnahmeerlaubnis hat, nicht aber derjenige, der über das - wie auch immer erreichte - größte Vermögen verfügt.

b) Die gesamtgesellschaftliche Akzeptabilität verkehrspolitischer Maßnahmen wird wesentlich davon abhängen, ob es gelingt, den sich mit dem Mobilitätsbedürfnis verbindenden Komplementärbedürfnissen im verkehrspolitischen Maßnahmenkatalog Rechnung zu tragen. Wenn man etwas im motorisierten Individualverkehr verändern will, muß bei den sich mit ihm verbindenden Sekundärbedürfnissen angesetzt werden, und zwar in zweifacher Weise. Denkbar sind zunächst Maßnahmen, die auf die Bedürfnisstruktur des Einzelnen verändernd einwirken, etwa in Form einer Image-Transformation im Hinblick auf die Nutzung eines motorisierten Individualtransportmittels. Daneben sind Maßnahmenkataloge zu entwickeln, die auf eine anderweitige Befriedigung der sich bislang mit dem individualmotorisierten Mobilitätsgeschehen verbindenden Sekundärbedürfnisse abzielen, etwa durch eine generell darauf Rücksicht nehmende Attraktivitätssteigerung der kollektiven Transportmittel. Hierzu zählt beispielsweise die Neuentwicklung von gleichermaßen kommunikations- wie individualisierungsmöglichenden Bahnwaggons. Das Bedürfnis nach Vereinzelung, nach Kontaktfreiwilligkeit usw. muß im Kollektivverkehr besser gewährleistet werden. Wer will, soll mehr oder weniger isoliert reisen können, wer es anders will, dem soll dies ermöglicht werden. Der Abteilwagen drückt dabei für viele eine unangenehme Form von „Zwangskontakt“ aus. Der Großraumwagen steht eher für Individuation. Hier wird es erst dann unangenehm, wenn man nicht mindestens eine eigene Sitzreihe für sich allein findet. Auch bei der Konstruktion von S- und U-Bahnen sollte über das Individuationsbedürfnis der Benutzer nachgedacht werden. M. E. ist es ein von Grund auf falscher Weg, die Menschen zwangsweise und unausweichlich in Blickkontakt miteinander zu bringen. Generell sollte

gelten, daß sich Maßnahmen, um die Attraktivität alternativer Mobilitätsweisen zu steigern, an den Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung der Individualtransportmittel orientieren. Eine weit bessere interne Angebotsorientierung im Kollektivverkehr sollte an die Stelle der bisherigen weitgehend extern geführten Verdrängungspolitik gegen den motorisierten Individualverkehr treten. Attraktivitätssteigerungen sind dabei das genaue Gegenteil von derzeit immer wieder neu aufgelegten bahnpolitischen „Selbstverstümmelungsstrategien“. Die angebotenen Alternativen müssen auch wirkliche Alternativen sein.

Insgesamt gesehen macht die im Mobilitätsverhalten anzutreffende Bündelung individueller Interessen deutlich, daß neben allem politisch-strukturellen Vorgehen in verstärktem Maße eine zweite Strategieebene berücksichtigt werden muß: die auf die subjektive Haltungsseite des Individuums zielende ethosspezifisch-personale Strategie (FELDHAUS 1998 a, S. 398 ff.). Das aber heißt: Ohne eine völlig neu konzipierte Verkehrserziehung als „Mobilitätserziehung“, die mit pädagogischen Mitteln versucht, die Menschen zu einer verantwortlichen Gestaltung ihrer Mobilitätsinteressen zu bewegen und die nicht mehr länger darin verharren, Menschen im Sinne eines „autogerechten Kindes“ zum guten Funktionieren innerhalb des gegebenen Verkehrssystems zu erziehen, und ohne ein völlig neu zu entwerfendes Verkehrsethos als einem „Ethos verantwortlicher Mobilität“ werden wir bei allen unseren Versuchen, verantwortliche Wege in eine mobile Zukunft auszumachen, kaum vorankommen. Wie schwierig sich die Probleme im einzelnen auch darstellen mögen, an der Notwendigkeit, im menschlichen Mobilitätsverhalten neue Wege zu gehen, kommen wir nicht mehr länger vorbei.

## Literatur

- ABERLE, G. (1993): Das Phänomen Mobilität - beherrschbarer Fortschritt oder zwangsläufige Entwicklung? - Internationales Verkehrswesen 45, 405-410.
- ALTNER, G. (1993): Mensch, Verkehr und Umwelt: Wie kann man sie versöhnen? - Diskussionen. Zeitschrift für Akademierarbeit und Erwachsenenbildung 24, Heft 30, 18-34.
- AUER, A. (1989): Autonome Moral und christlicher Glaube, Düsseldorf, 2. Auflage.
- BARTHELMESS, W. (1994): Verkehr. Verkehren. Begegnen. - Zeitschrift für Verkehrssicherheit 40, 54-56.
- BAUM, H.; HERION, E.; MAßMANN, C.; SARIKAYA, M. H. (1992): Umweltschutz und Verkehr, Düsseldorf.
- Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung, Stuttgart

(insbesondere Tz. 617-630, die im wesentlichen auf meinen Vorarbeiten zu diesem Teil des Gutachtens beruhen).

EISNER, M. (1994): Lebensqualität und Mobilität in Europa. Ein soziologischer Ansatz. - Bewußtseinsbildung und intelligente Mobilität, hrsg. vom Verkehrsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart, 17-22.

FELDHAUS, S. (1996): Ethik und Verkehr. Ethische Orientierungsgrößen für eine verantwortliche Mobilitätsgestaltung. - BARZ, W.; BRINKMANN, B.; EWERS, H.-J. (Hrsg.): Umwelt und Verkehr, Heft 6, Landsberg, 113-132.

FELDHAUS, S. (1998 a): Verantwortbare Wege in eine mobile Zukunft, Abera Verlag Meyer & Co. KG Hamburg, 504 S.

FELDHAUS, S. (1998 b): Güter- und Übelabwägung. - KORFF, W. u. a. (Hrsg.): Lexikon der Bioethik, Gütersloh, 181-190.

HEINZE, G. W. (1979): Verkehr schafft Verkehr. Ansätze zu einer Theorie des Verkehrswachstums als Selbstinduktion. - Berichte zur Raumforschung und Raumplanung 23, 9-32.

HILGERS, M. (1991): Auto-Mobil oder das Selbst im Straßenverkehr. Zur Psychoanalyse des Automobilmißbrauchs. - Universitas 45, 541-556.

HÖHN, H.-J. (1991): Natur - Gesellschaft - Kultur. Auf dem Weg zu einer ökologischen Sozialethik. - Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament, B 20/91, 28-35.

HOLZAPFEL, H.; TRAUBE, K.; ULLRICH, O. (1988): Autoverkehr 2000: Wege zu einem ökologisch und sozial verträglichen Straßenverkehr, 2. Auflage, Karlsruhe.

KANDLER, J. (1983): Grundzüge einer Gesamtverkehrsplanung unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes, Berlin.

KLENKE, D. (1995): Feier Stau für freie Bürger. Die Geschichte der bundesdeutschen Verkehrspolitik 1949-1994, Darmstadt.

KORFF, W.; FELDHÄUS, S. (1996): Das Problem der Endlagerung radioaktiven Abfalls. Ethische Bewertung unter dem Aspekt der Güter- und Übelabwägung. - Zeitschrift für angewandte Umweltforschung 9, 31-40.

KORFF, W. (1979): Kernenergie und Moraltheologie, Frankfurt/Main.

KORFF, W. (1995): Umweltethik. - Junkerheinrich, M.; KLEMMER, M.; WAGNER, G. R. (Hrsg.): Handbuch zur Umweltökonomie, Berlin, 278-284.

KUTTER, E. (1991): Verkehrsinfarkt von Lebensräumen und Umwelt bei heutiger Verkehrspolitik unvermeidbar. Zur Verantwortung des Bundes für die lokalen Verkehrsprobleme. - Verkehr und Technik 44, 473-479.

LAUE, U. (1992): Wende einleiten: Verkehrsattraktivität nicht länger auf Kosten der Umwelt dulden. - Verkehr und Technik 45, 502-510.

NEUMANN, R. (1980): Ökologie und Verkehr. Praktische Bedeutung und theoretische Einordnung verkehrsinduzierter Umweltschäden, Berlin.

OETTLE, K. (1990): Verkehrsdurchsetzung oder Verkehrszähmung? Zur Einseitigkeit herkömmlicher Verkehrspolitik. - MAYER-TASCH, P. C.; MOLT, W.; TIEFENTHALER, H. (Hrsg.): Transit: Das Drama der Mobilität. Wege zu einer humanen Verkehrspolitik, Zürich, 69-93.

ROTHENGATTER, W. (1992): Volkswirtschaftliche Bedeutung - Nutzen und Kosten des Verkehrs. - VDI (Hrsg.): Energiehaushalten und CO<sub>2</sub>-Minderung: Einsparpotentiale im Sektor Verkehr (VDI Berichte 943), Düsseldorf, 21-35.

STEIERWALD, G. (1992): Verkehr und Energie - Rückblick und Ausblick. - VDI (Hrsg.): Energiehaushalten und CO<sub>2</sub>-Minderung: Einsparpotentiale im Sektor Verkehr (VDI Berichte 943), Düsseldorf, 1-20.

Van SUNTUM, U. (1993): Verkehrspolitik in der Marktwirtschaft. - Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung Das Parlament B 5/93, 3-13.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Dr. Stephan Feldhaus  
Wissenschaftliche Redaktion  
Lexikon der Bioethik  
Handbuch der Wirtschaftsethik  
Dachauer Straße 5  
80335 München



24stündiges GT-Rennen in Le Mans, Frankreich (1986): von jeher begeistern sich viele Menschen für den Motorsport (Foto: Kreuz).

Thomas Eikmann

## Schadstoffbelastungen des Menschen durch Autoabgase

Die Belastung der Bevölkerung durch Schadstoffe - freigesetzt durch den Kraftfahrzeugverkehr - nimmt in der öffentlichen Diskussion von Umweltrisiken zunehmend einen hohen Rang ein. Bei den Schadstoffen sind aus umweltmedizinischer Sicht insbesondere das *Ozon* und *Benzol*, aber auch der *Dieselsruß*, als besonders relevant anzusehen.

Im Unterschied zu den stationären Emissionsquellen, wie z. B. Gewerbe- und Industrieanlagen oder Kraftwerke, werden die Schadstoffe aus dem Kfz-Verkehr im wesentlichen nicht nur räumlich begrenzt - und vor allem nicht nur auf die industriellen Ballungsräume beschränkt - freigesetzt. Jeder Mensch (auch in den sog. Reinluftgebieten) ist heutzutage in unterschiedlichem Ausmaß den Emissionen aus dem Kraftfahrzeugverkehr ausgesetzt. Stark befahrene, enge Straßen in ländlichen Bereichen weisen dabei u. U. ähnlich hohe Kfz-bedingte Immissionskonzentrationen (z. B. Benzol und Dieselsruß) auf, wie sie in großstädtischen Ballungsbereichen üblich sind.

Die sekundäre Bildung von Ozon aus der Vorläufersubstanz NO<sub>x</sub> (Stickoxide) ist insbesondere hinsichtlich der sich daraus ergebenden spezifischen Expositionssituation der Bevölkerung auch aus umweltmedizinischer Sicht als besonders schwierig einzustufen. So werden hier aufgrund der chemisch-physikalischen Eigenschaften der aus dem Kfz freigesetzten Substanzen in den stadtfernen Gebieten (Reinluftgebiete) häufig höhere Ozon-Konzentrationen gefunden als in den verkehrsreichen Innenstädten. Darüber hinaus verschieben sich im Vergleich zu den zentralen Arealen die Immissions-Spitzenkonzentrationen in die Nachmittags- bzw. Abendstunden.

Aber auch in den Ballungsräumen sind die Bewohner gegenüber den Kfz-verkehrsbedingten Immissionen sehr heterogen exponiert. Ursachen dafür sind u. a. die niedrige Quellhöhe und die häufig sehr unterschiedlichen Verkehrsdichten in den Wohnstraßen. So kann z. B. die Benzol-Konzentration in der Außenluft an der Straßenfront eines Hauses erheblich höher sein als auf der verkehrsabgewandten Seite. Das leichtflüchtige, gasförmige Benzol wird darüber hinaus in die zur Fahrstraße hin

gelegenen Innenräume eingetragen und kann dort zur Belastung der Bewohner im Innenraum führen.

Bei Untersuchungen in Wohnungen in der Nachbarschaft von Tankstellen konnten relativ höhere Konzentrationen von Benzol und Toluol im Vergleich zu anderen, nicht derartig exponierten Wohneinheiten nachgewiesen werden. Aktuelle spezifische Biological-Monitoring-Untersuchungen bei den Bewohnern solcher Wohnungen können die anhand der Meßdaten angenommene höhere Exposition bestätigen. Diese Resultate stimmen insgesamt mit den Ergebnissen einer Reihe anderer Studien überein, bei denen Kinder und Erwachsene in verkehrsbelasteten Gebieten ebenfalls höhere Konzentrationen von Benzol und Toluol im Blut aufweisen.

Als eine spezifische Expositionssituation ist der Aufenthalt im Kraftfahrzeug-Innenraum anzusehen. Eine Reihe von Untersuchungen konnte hier eine deutliche Exposition der Insassen gegenüber toxikologisch relevanten Schadstoffen - freigesetzt aus dem Treibstoff bzw. Kfz-Abgasen - zeigen. Der Schadstoffeintrag erfolgt dabei vor allem aus den von anderen Kfz freigesetzten Abgasen, aber auch aus eigenen Quellen des Kfz, wie z. B. die Emission aus der sog. Tankatmung, beim Tankvorgang, ungeeigneten Treibstoffschläuchen etc. Bei täglichem längerem Aufenthalt im Kfz-Innenraum, z. B. bei längeren Fahrten zum Arbeitsplatz, können so erhebliche Schadstoff-Konzentrationen dem Organismus zugeführt werden.

In der öffentlichen Diskussion, aber auch in den verschiedensten Regelwerken (z. B. 23. BImSchV = Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten), wird im wesentlichen immer wieder auf die Schadstoffe Benzol, Ozon (Vorläufersubstanz NO<sub>x</sub>) und Dieselsruß eingegangen. Während beim Ozon überwiegend die akuten Effekte auf den Atemtrakt - insbesondere bei den sehr sensiblen Risikokollektiven wie Kleinkinder und Allergiker - von besonderer umwelttoxikologischer Relevanz sind, steht bei den beiden anderen Schadstoffen deren krebserzeugendes Potential im Vordergrund der Wirkungsbeurteilung.

Aufgrund von inzwischen zahlreichen experimentellen und epidemiologischen Untersuchungen können die lungenphysiologischen und inflammatorischen (entzündlichen) Effekte von Ozon gut belegt werden. Auch wenn über die aus toxikologischer Sicht akzeptable Immissionskonzentration von Ozon unterschiedliche Auffassungen bestehen, so ist doch eine Reduktion der auftretenden Immissionsspitzenkonzentrationen vor allem auch zum Schutz der Risikokollektive (z. B. gesteigerte Frühreaktion von Asthmatikern unter Ozon-Exposition) und des krebserzeugenden Potentials (MAK III B = Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential; MAK = maximale Arbeitsplatzkonzentration) anzustreben.

Sowohl Benzol als auch Dieselsruß (Dieselmotor-Emissionen) sind als eindeutig krebserzeugende Substanzen (MAK III A 1 bzw. III A 2) eingestuft. Umweltepidemiologische Studien belegen die Kfz-bedingte Benzol-Exposition der Bevölkerung inzwischen in umfangreichem Maße. Wegen der nicht vorhandenen Wirkungsschwelle sollte auch hier eine Emissions- und damit Immissionsminderung so schnell wie möglich angestrebt werden. Zur wissenschaftlichen Absicherung der Expositionssituation sind hier aber auch über die bisherigen Studien hinaus epidemiologische Erhebungen, z. B. zur Häufigkeit des Auftretens von Leukämien bei der Bevölkerung in verkehrsreichen Gebieten, dringend erforderlich. Dies sollte auch zur wissenschaftlich fundierten Festlegung von akzeptablen Immissionskonzentrationen erfolgen.

Die Erfassung der Exposition der Bevölkerung gegenüber Dieselsruß und auch die Bewertung des damit verbundenen Gesundheitsrisikos ist bisher im Vergleich zu Ozon und Benzol als relativ unbefriedigend einzustufen. Da umweltepidemiologische Daten im wesentlichen nicht vorhanden sind und zur Beurteilung der Daten überwiegend auf tierexperimentelle Untersuchungen zurückgegriffen werden muß, unterliegen dementsprechend die toxikologischen Bewertungsgrundlagen und damit auch die vorge schlagenen Immissionskonzentrationen (z. B. 23. BImSchV) einer heftigen öffentlichen und wissenschaftlichen Diskussion. Da das politisch gewünschte und ökologisch sinnvolle „Drei-Liter-Auto“ offensichtlich nur mit einem Dieselmotor zu er-

reichen ist, sind auch (unter Berücksichtigung der toxikologischen Kenntnisse) Minderungsmaßnahmen dringend erforderlich.

Neben der einzelstoffbezogenen Bewertung der Kfz-Abgase sollten die vorliegenden Erkenntnisse zur Wechselwirkung zwischen u. a. auch Kfz-bedingten Luftschadstoffen und Allergenträgern berücksichtigt werden. Trotz der deutlichen Hinweise einer vermehrten Allergenfreisetzung durch Einwirkung von z. B.  $\text{NO}_2$  (Nitrit) auf verschiedene Allergenträger sind hier bis zu einer genaueren Bewertung noch weitere Untersuchungen notwendig, insbesondere zur Klärung der Frage, inwieweit die chemischen Veränderungen der Pollenoberfläche durch Schadstoffe aus Kfz-Abgasen einen Einfluß auf das allergene Potential der Pollen haben. So wird die differierende Rate von Allergikern in den alten und neuen Bundesländern immer wieder auch mit der unterschiedlichen Exposition gegenüber den Kfz-Abgasen in Verbindung gebracht.

Neben den direkten Schadstoff-Effekten wird in jüngster Zeit dem Straßenverkehr als eine Hauptlärmquelle im Umweltbereich (wieder) eine besondere Rolle bei den Gesundheitsbelastungen bzw. -beeinträchtigungen der Bevölkerung zugemessen. Über 20 % aller Bürger in Deutschland fühlen sich vom Straßenlärm stark belästigt. Ca. 12 Mio. Menschen sind in der Bundesrepublik tagsüber Lärmimmissionen (Mittelungspe-

gel) von 55 dB (A) ausgesetzt; in besonders belasteten Gebieten werden Werte von über 80 dB (A) festgestellt.

Über die Belästigungseffekte hinausgehend werden dem Lärm heute direkte gesundheitliche Wirkungen vor allem auf das Herzkreislauf-System (erhöhte Herzinfarktrate, Steigerung von Blutdruck, Cholesterin und Blutfett) zugeschrieben. Zusätzlich ist eine Veränderung bzw. Erhöhung der Exposition im Innenraum zu Schadstoffen insgesamt u. a. auch aufgrund des andersartigen Lüftungsverhaltens bei den Bewohnern von stark lärmbelasteten Straßen anzunehmen. Die vor allem wegen des Belästigungseffekts entstehenden bzw. entstandenen sog. Lärmghettos zeigen, daß hier über die umweltmedizinischen Aspekte dieser Problematik hinaus auch sozialmedizinische und sozialpolitische Gesichtspunkte bei der Lärmbekämpfung des Straßenverkehrs zu berücksichtigen sind.

Trotz der dargestellten, aus umweltmedizinischer Sicht äußerst relevanten Belastungssituation der Bevölkerung, hervorgerufen durch den Kfz-Verkehr, muß auch auf die im Vergleich zu den „üblichen“ Umwelteinwirkungen hohe verkehrsbedingte Unfallrate hingewiesen werden. Die immer noch mehrere tausend Toten und über hunderttausende Verletzten pro Jahr in Deutschland mindern bei der Mehrheit der Bevölkerung offensichtlich nicht die Akzeptanz des Automobils in der Gesellschaft. Die im

Vergleich dazu als deutlich geringer einzustufende Gefährdung durch die Exposition gegenüber Schadstoffen, freigesetzt aus den Kfz-Abgasen, werden demgegenüber von Jahr zu Jahr weniger toleriert. Weitere Interessenskonflikte ergeben sich z. B. aus der Durchführung von sinnvollen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor den Kfz-Emissionen und allgemein ökologischen Interessen; so scheitert der Bau von Umgehungsstraßen (mit dem Ziel u. a. der Minderung der Exposition der Anwohner stark befahrener Straßen gegenüber Schadstoff- und Lärmemissionen verbunden mit einer erniedrigten Unfallrate) heutzutage häufig immer noch an der Bevorzugung des Schutzes z. B. ökologisch wertvoller Biotoppe. Der Schutz des Menschen muß bei der Lösung dieser Umweltinteressenkonflikte zwar primäres Ziel der Umweltmedizin sein, dies sollte aber sinnvolle, pragmatische Lösungen im Sinne eines umfassenden Umweltschutzes nicht verhindern.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. Thomas Eikmann  
Institut für Hygiene und Umweltmedizin  
Friedrichstraße 16  
35392 Gießen



*Während täglicher längerer Aufenthalte im Kraftfahrzeug-Innenraum können die Insassen erheblichen Schadstoff-Konzentrationen ausgesetzt sein (Foto: Pretscher).*

Matthias Schaefer, Michael Sayer

# Zur Ökologie der Fauna an Straßenrändern

## 1 Einleitung

Im dicht besiedelten Mitteleuropa dominiert die Kulturlandschaft. Aber auch naturnähere Lebensräume sind stark vom Menschen überprägt; selbst der Wald mit etwa 30 % der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland ist in hohem Maße ein Wirtschaftswald. Deshalb sind nicht direkt genutzte, naturnähere Ökosysteme besonders zu bewahren. Dies gilt auch für die linienförmigen Biotope entlang der Verkehrswege. Wir müssen mit dem Grün in der Natur sorgsam umgehen und versuchen, dort die Bedingungen für die gesamte Lebenswelt so optimal wie möglich zu gestalten.

So vielförmig die Ausbildung der Straßenrandbereiche ist, so unterschiedlich ist auch die Besiedlung durch Tiere. Allerdings gibt es hierzu wenig systematische Studien. Es besteht erheblicher Forschungsbedarf dahingehend, welche Rolle solche Flächen in der Landschaft spielen und welche Funktionen sie in der Kulturlandschaft übernehmen können. Trotz mancher Untersuchungen überwiegen hier die Fragen. Eine möglichst umfassende Bestandsaufnahme, vor allem auch der Wirbellosen, ist Voraussetzung für die Untersuchung der ökologischen Wirkung der Straße auf dort ansässige Tiere oder die Zusammensetzung der Fauna. Die umgebende Landschaft, in der die Straße eingebettet ist, ist für die Tierwelt an der Straße bedeutsam und muß in die Analyse einbezogen werden. Das Pflegeregime hat ebenfalls Einfluß auf die Lebensgemeinschaft.

In der Öffentlichkeit wird die Straße als Bedrohung der Tierwelt aufgefaßt; in dem Todesstreifen „Fahrbahn“ werden Tiere getötet. Zum Alltagsindruck der Straße gehören die Kadaver plattgefahrener Wirbeltiere, die wir mitteilidig und resigniert zur Kenntnis nehmen. Die entsprechend negative emotionale Besetzung des Themas „Straße und Tiere“ hat KNUTSON (1987) in einem Bestimmungsbuch zur „Flattened Fauna“ eindrucksvoll umgesetzt (vgl. dazu Abb. 1). Neben dieser direkten Lebensfeindlichkeit der Straße hat sich die Diskussion in der Vergangenheit sehr stark auf die Wirkung der Emissionen auf die Lebenswelt konzentriert; wirksame Stoffe sind unter anderem Schwermetalle, Stickoxide, Streusalz. Ein Problem ist, daß man über die tatsächliche Bedeutung dieser Fremd- und Schadstoffe für die Fauna wenig weiß. Daß z. B. toxische Schwermetalle im Körper der Straßenrandtiere akkumuliert werden, ist lan-

ge bekannt (MAURER 1974, KRATZ et al. 1989; eine umfangreiche Datensammlung bei SCANLON 1991). Inwieweit dadurch Individuen, Populationen und Systeme gefährdet sind oder Schaden nehmen, ist jedoch ungeklärt. Populationen, die als derartige Akkumulationsindikatoren dienen, sind nur ein Bestandteil der Lebensgemeinschaft - viel interessanter sind Populationen, die sich wegen der

Störung durch die Straße nicht entfalten können. Der Aspekt dieser „sensitiven Bioindikation“, die zu einem Artendefizit, einem „Artenfehlbetrag“, führt, ist kaum untersuchbar.

Hier wurde ein anderer Ansatz gewählt - der Systemansatz. Der Lebensraum am Straßenrand wird als ein Ökosystem mit einer Gemeinschaft („Biozönose“), die stoffliche Prozesse steuert, betrachtet. Das „Straßenbegleitgrün“ enthält alle Komponenten eines Ökosystems, die seine Struktur und Funktion ausmachen (Abb. 2). Die grünen Pflanzen sind die Primärproduzenten, Pflanzenfresser (Phytophage, z. B. Heuschrecken, Wanzen, Zikaden, Schmetterlingsraupen) sind Konsumenten ersten Grades, darüber sind trophische Ebenen der Räuber und Parasiten (Zoophage; z. B. Spinnen, viele Käfer) positioniert. Der Bestandesabfall, das abgestorbene tote pflanzliche Material, wird von Streufressern (Saprophage; z. B. Regenwürmer, Asseln, Tausendfüßer) als Primärzersetzer zerklütert. Die endgültige Mineralisation bis auf die Ebene der anorganischen Pflanzennährstoffe wird durch die Mikroflora (mikroskopische Pilze und Bakterien) bewerkstelligt. Steuergrößen sind solche Tiere, die bevorzugt an der Mikroflora fressen (Mikrophytophage; z. B. Springschwänze, Hornmilben). Die wichtigsten Prozesse in einem solchen Ökosystem sind Stoffflüsse, die zum Teil einen Kreislauf darstellen, so wird z. B. der Stickstoff vorran-

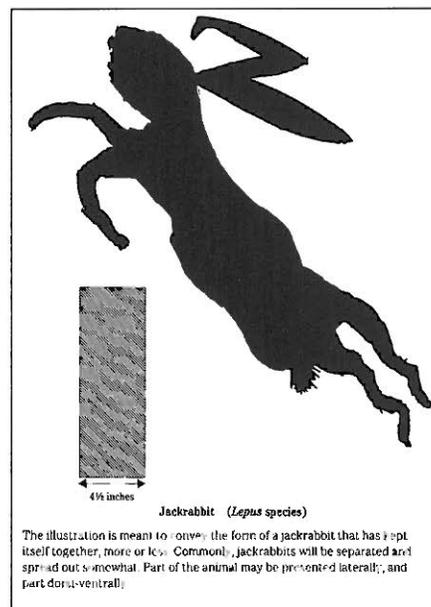


Abb. 1: Ein auf der Straße plattgefahrener Hase (aus KNUTSON 1987).

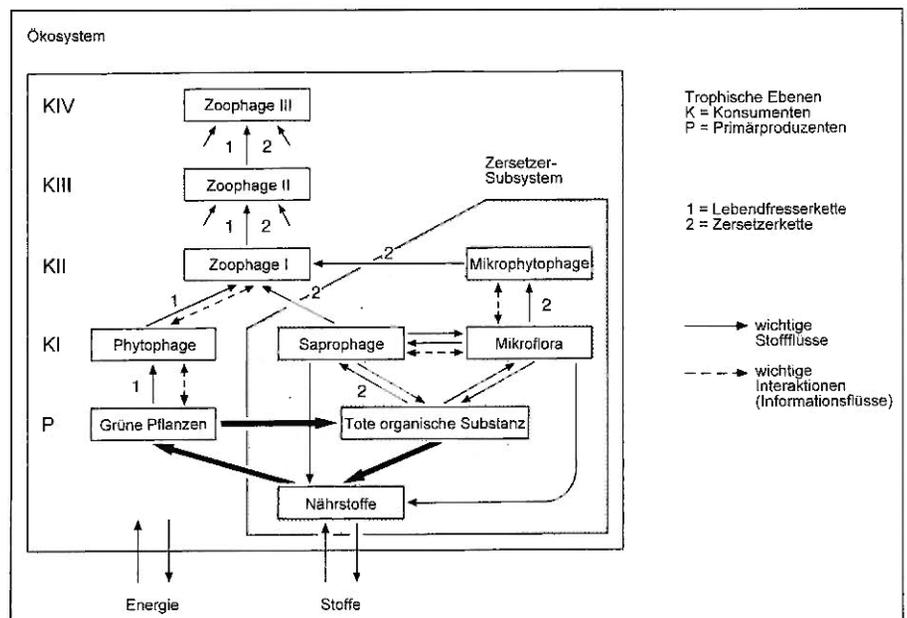


Abb. 2: Schema eines Ökosystems. Erklärung im Text (nach SCHAEFER 1996 a).

gig in dem System selbst bewegt. Diese partielle stoffliche Autarkie haben auch Straßenrand-Ökosysteme.

In einem Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) wurden verschiedene Standorte an Autobahnen und Bundesstraßen untersucht. Betrachtet wurden möglichst viele und in ihrer Nahrungsbiologie unterschiedliche Tiergruppen: Regenwürmer, Asseln, Tausendfüßer, Spinnentiere, Heuschrecken, Wanzen, Zikaden, Käfer, blütenbesuchende Insekten (Schwebfliegen, Wildbienen, Schmetterlinge) und Vögel (SAYER & SCHAEFER 1989, 1993, 1995).

Für den Bereich Straße - Straßenrand - umgebende Landschaft (vgl. Abb. 3) - meist beispielhaft für ausgewählte Tiergruppen - sollen folgende Fragen behandelt werden:

- Welche Tiere kommen an Straßenrändern vor?
- Welche Besonderheiten haben Straßenränder als Lebensraum? Wie unterscheiden sich Straßenränder von naturnäheren Lebensräumen?
- Welchem Streß sind Tiere durch den Faktorenkomplex „Straßenverkehr“ ausgesetzt? Wie sind die Lebensbedingungen für die Fauna?
- Wie erfolgt die Auswahl der Arten aus dem Besiedlungspool „Mitteleuropa“ für die Bildung der Lebensgemeinschaften?
- Wie ist der Zusammenhang mit der umgebenden Landschaft?
- Wie funktioniert die Straßenrandfläche als Ökosystem?
- Wie wirken sich unterschiedliche Weisen der Straßenrandpflege (Mahd, Mulchen) auf die Fauna aus?
- Wie könnte solches Management der Grünstreifen die Lebensbedingungen für die Fauna verbessern und ihre Diversität erhöhen?
- Wie läßt sich der Lebensraum „Straßenrand“ bewerten?

Die hier dargestellte Analyse basiert im wesentlichen auf der umfangreichen, vom BMV finanzierten Studie „Wert und Entwicklungsmöglichkeiten straßennaher Biotope für Tiere, Teil I, Teil II“ (SAYER & SCHAEFER 1989, 1995). In diesem Projekt wurde die Fauna an sieben Autobahn- und drei Bundesstraßen-Randabschnitten mit einer Palette unterschiedlicher Erfassungsmethoden untersucht. Ergänzend wurden Daten zu den Vögeln (Raum Soest/Westf.) und Blütenbesuchern in ausgewählten landschaftlichen Situationen nah und fern von Straßen erhoben und ausgewertet. Für die weiteren Details sei auf die Publikationen verwiesen. Allgemeine Aussagen beruhen auf dem Vergleich aller untersuchten Standorte (=STO I-X); in den Darstellungen sind Ergebnisse von einer mäßig aufwuchsreichen Möhren-Glatthaferböschung (STO I), einer mager-

ren Rotschwingelböschung (STO V, beide an der Autobahn 44 in Nordhessen), sowie einer nährstoffreichen Brennesselböschung an der Bundesstraße 27 bei Göttingen (STO VIII) wiedergegeben. Zur Kennzeichnung der Vegetation und zu den unterschiedlichen Pflegemaßnahmen sei auf STOTTELE & SCHMIDT (1988) und MEDERAKE & SCHMIDT (1992) verwiesen.

## 2 Zusammensetzung und Diversität der Fauna

Der Straßenrandbereich hat häufig eine vielfältige Ausstattung mit verschiedenen taxonomischen und funktionellen Tiergruppen, soweit sie untersucht wurden. Für ausgewählte Taxa sind in Abb. 4 die Artenzahlen aufgeführt. Die Gesamtzahl der gefundenen Arten ist nur als untere Grenze aussagekräftig, da viele Taxa in der Analyse nicht berücksichtigt wurden. Ein Aufsummieren der Artenzahlen für die betrachteten Gruppen zeigt, daß etwa 10 % der mitteleuropäischen Fauna am Straßenrand vertreten ist. Hierbei sind Vorbehalte angebracht: die Schätzung der Artenzahlen für Mitteleuropa (SCHAEFER 1996 b) ist z. T. ungenau; die Zahlen für den Straßenrand gelten für alle untersuchten Biotope. Ein konkret betrachteter Straßenrandabschnitt kann dabei generell oder innerhalb der Tiergruppen durchaus arm an Arten sein. Zwei Zahlenangaben mögen diese Variation illustrieren: 122-373 Arten sind minimale Gesamtangaben für die Einzelflächen;

Abb. 4: Artenzahlen ausgewählter Tiergruppen in den untersuchten Straßenrand-Biotopen (SR). Zum Vergleich sind die Artenzahlen für Mitteleuropa (ME) angegeben. (Schmetterlinge: nur Tagfalter und Widderchen berücksichtigt.)

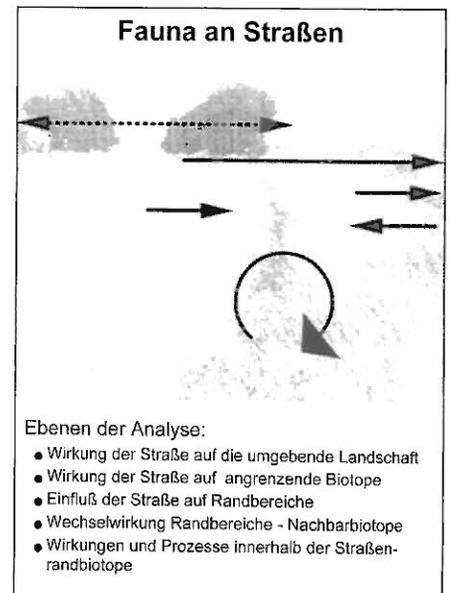


Abb. 3: Die Tiergemeinschaft an Straßenrändern: Ebenen der Analyse.

zwischen 49 und 78 Käfertaxa wurden dort auf jeweils 0,86 m<sup>2</sup> zu gleicher Zeit vorgefunden. Immerhin gilt, daß an zehn untersuchten Standorten auf etwa 1 km Straßenlänge und auf etwa 2 ha Fläche über 1.000 Arten aus den betrachteten Tiergruppen vorkamen.

Die Repräsentanz der Fauna am Straßenrand wird noch deutlicher, wenn als Vergleich nur die Tierwelt der Region berücksichtigt wird. Dieser „regionale Artenpool“ ist besonders

Artenzahlen von Tiergruppen			
Tiergruppe	ME	→	SR
<i>Lumbricidae</i> (Regenwürmer)	70		11
<i>Araneida</i> (Spinnen)	900		194
<i>Opiliona</i> (Weberknechte)	40		17
<i>Heteroptera</i> (Wanzen)	800		94
<i>Auchenorrhyncha</i> (Zikaden)	600		90
<i>Coleoptera</i> (Käfer)	8.000		483
<i>Carabidae</i> (Laufkäfer)	500		98
<i>Staphylinidae</i> (Kurzflügler)	1.300		206
<i>Apoidea</i> (Wildbienen)	560		81
<i>Syrphidae</i> (Schwebfliegen)	300		58
<i>Lepidoptera part.</i> (Schmetterlinge)	200		25
<i>Aves</i> (Vögel)	480		27
<b>Summe</b>	<b>11.950</b>	<b>→</b>	<b>1.080</b>
			ca. 10 %

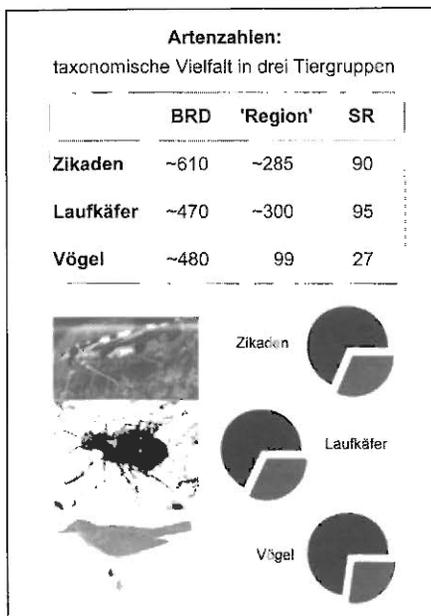


Abb. 5: Artenzahlen von Zikaden, Laufkäfern und Vögeln in den Straßenrandbiotopen (SR) im Vergleich zur „Region“ (= Südniedersachsen, Nordhessen, Kreis Soest) und zu Mitteleuropa (Bundesrepublik Deutschland).

schwer zu quantifizieren. Für einige Tiergruppen gibt es entsprechende Daten: die Zikaden, Laufkäfer und Vögel seien kurz näher betrachtet (Abb. 5). Von den etwa 285 Zikadenarten im Raum Südniedersachsen, Nordhessen kommen 90 - also etwa 32 % der Arten - in den Straßenrandbiotopen vor. Die entsprechenden Zahlen für Laufkäfer sind 95 von etwa 300 Arten, also 32 %, und für Vögel 27 von 99 Arten, also 27 %. Diese Beispiele zeigen, daß etwa ein Drittel möglicher Besiedler am Straßenrand präsent sein kann. Wird weiterhin berücksichtigt, daß einerseits die Untersuchungsflächen nur ein eingeschränktes Spektrum der Biotoptypen an Straßen repräsentieren, andererseits auch der regionale Artenpool noch manche Spezialisten umfaßt, die wegen gänzlich anderer Habitatansprüche nicht erwartet werden können, dürfte die Repräsentanz der Fauna am Straßenrand noch größer sein. So war im direkten regionalen Vergleich bereits die Hälfte der möglichen Vogelarten vorhanden, und bei den Regenwürmern waren sogar alle potentiellen Besiedler am Straßenrand vertreten (JUDAS 1990).

Die grünen Bereiche entlang der Straßen können also punktuell eine hohe Diversität aufweisen und dürften im Verbund einen hohen Anteil des regionalen Artenbestandes enthalten. Die Artenzahl als alleinige Meßgröße für die Bewertung von Straßenrandbiotopen ist im Zusammenhang mit Arten- oder Naturschutz jedoch nicht hinreichend, abgesehen von der Tatsache, daß es in Abhängigkeit von Vegetation, Struktur und umgebender Landschaft artenreiche und artenarme Randflächen - zum Teil mit „inkompletten“ Artengemeinschaften - gibt.

### 3 Straßenränder als Lebensraum; Lebensbedingungen für die Fauna

Die Lebensräume an Straßenrändern sind durch stark ausgeprägte Gradienten von der Straße zur Umgebung gekennzeichnet. Solche Faktorengelände beziehen sich auf die Hangneigung (und damit die Exposition), auf Bodeneigenschaften, auf die Wasserversorgung (Feuchte), auf die Temperatur und andere Einflußgrößen. Für die Tiere kommt der Gradient in der Vegetation dazu. Ein weiteres prägendes Merkmal ist die Linienförmigkeit der Straßenrandbiotope, was die Struktur der Populationen bestimmt und durch den langen Rand Austauschprozesse fördert. Zudem können längs der Fahrbahnen die Standorteigenschaften sehr stark wechseln. Generell sind Straßenrandbiotope je nach der Geschichte ihrer Gestaltung (Aufschüttung, Abtragung von Boden, Bepflanzung), nach dem technischen Design (Relief, Drainierung), nach der Sukzessionsphase, in der sie sich befinden, und nach der Großlandschaft, in die sie eingebettet sind, unterschiedlich. Eine Straße, die durch eine flache Heidelandschaft führt, hat einen völlig anderen Randbereich als eine Straße des Mittelgebirges mit steilen Böschungen auf Kalkuntergrund.

Es gibt also nicht *den* Straßenrandbereich mit typischen prägenden Merkmalen für die Tierwelt. Eine weitere wichtige Folgerung aus dem Gesagten ist, daß vor allem Habitateigenschaften der Straßenrand-Ökosysteme für die Populationen der Tiere und für die Ausprägung der Lebensgemeinschaft bestimmend sind, nicht die traditionell genannten Störfaktoren des Verkehrs, wie Immissionen oder mechanisch-akustische Einwirkung (Abb. 6).

Sicher spielen auch die im Denkmuster „etablierten“ Streßfaktoren eine Rolle; allerdings ist über die quantitative Bedeutung dieser Faktoren - wie oben betont - wenig bekannt. Neben nachgewiesenen Beeinträchtigungen z. B. von Vögeln (REIJNEN et al. 1995, vgl. auch RECK & KAULE 1993) können sich

dabei auch selektiv-positive Wirkungen ergeben: die immissionsbedingt „verbesserte“ Stickstoffversorgung der Pflanzen kann - möglicherweise im Verein mit anderen Faktoren, wie Wasserversorgung, Salzstress, verringertem Feinddruck, - bestimmte Gruppen der Wirbellosen, wie Blattläuse oder Schmetterlinge, begünstigen (PORT & THOMPSON 1980, BOLSINGER & FLÜCKIGER 1987, SPENCER & PORT 1988).

Es bleibt also festzuhalten: Die Lebensgemeinschaft wird nicht so sehr über die direkte Wirkung des Straßenverkehrs (Bewegung der Fahrzeuge, Immissionen), sondern über die Eigenschaften des Lebensraums (Mannigfaltigkeit der Vegetation, Struktur, Relief, Größe) und damit über die Populationsökologie der Arten bestimmende Faktoren (Grad der Optimalität des Lebensraumes, Ressourcenangebot, Feinddruck, Rolle des Minimalareals, Kolonisation und Ausbreitungsmuster) geprägt.

### 4 Auswahl der Arten am Straßenrand aus dem Besiedlungspool in „Mitteleuropa“

In allgemeineren Kategorien lassen sich für die Straßenrandfauna unterscheiden:

- Indigene, also permanente Besiedler
- Ubiquisten, die auch in angrenzenden Lebensräumen vorkommen und deshalb einem stärkeren Individuenaustausch zwischen den Teilpopulationen unterliegen,
- Arten aus angrenzenden Lebensräumen, die sich am Straßenrand im Rahmen ihrer Aktivitäten (z. B. Nahrungssuche) aufhalten sowie
- Zufallsgäste, die Bewohner andersartiger Lebensräume sind, an den Straßenrand verschlagen wurden und sich hier nicht halten können.

Die Straßenränder haben also einen größeren Bestand an „Grundarten“, der aus Ubiquisten (ausbreitungsstarke, konkurrenzkräftige, in der Kulturlandschaft begünstigte Arten) und ande-

### Spezifische Umweltfaktoren für Tierpopulationen am Straßenrand

#### Abiotische Faktoren

- Mechanische und akustische Beeinträchtigung
- Immissionen
- Baulich-technische Gestaltung des Lebensraums

#### Biologisch-ökologische Faktoren

- Linienförmiger Lebensraum mit steilen Gradienten
- Isolierte Subpopulationen
- Inselhaftigkeit des Lebensraumes (= Fragmentbiotop in der Landschaft)
- Inkomplette Ökosystem-Ausstattung (Nahrungsressourcen, Gemeinschaftsstruktur)

Abb. 6: Ökologische Faktoren für die Tierwelt in Straßenrandbiotopen.

ren permanenten Besiedlern besteht. Letztere Gruppe umfaßt Generalisten und Spezialisten. Die Zahl der „anspruchsvollen“ Arten mit besonderen ökologischen Bedürfnissen ist häufig gering, was jedoch im Zusammenhang mit dem Alter der Flächen und dem vielfach eingeschränkten Kolonisationsvermögen gerade solcher Arten zu sehen ist. So können bei entsprechenden Standortbedingungen und einem geeigneten Hinterland als Besiedlungsquelle Einzelflächen durchaus in diesem Sinne „wertvolle“ Artenbestände beherbergen. Dies ist auch in anderen faunistischen und ökologischen Untersuchungen belegt worden (z. B. HOFMAN 1987, WOLLWEBER 1990, VERMEULEN 1993, EVERSHAM & TELFER 1994).

Daß sich am Straßenrand auch Arten mit spezifischen Umweltansprüchen (Spezialisten) entfalten können, sei am Beispiel der Schmetterlinge und Zikaden dargestellt (Abb. 7). Bei den untersuchten Schmetterlingen war der Anteil ökologisch „anspruchsvoller“ Arten (Xerothermophile - Bewohner trockenwarmer Lebensräume, Hygrophile - Arten feuchter Habitats) insgesamt gering. Auch bei den Schwebfliegen dominierten Generalisten.

Für die Zikaden der Straßenböschungen ergab sich ein umgekehrtes Bild (vgl. Abb. 7): hier überwogen Arten mit deutlich eingegrenzten Habitatansprüchen, z. B. bezüglich ihrer Nahrungspflanzen oder des abiotischen Faktorenregimes. Bemerkenswert ist, daß aus den Straßenrandproben der Erstnachweis einer Zikadenart für Deutschland - der Cixiide *Trigonocranus emmeae* - gelang.

Auch für Käfer und Spinnen ist nach einer eingehenden Analyse der gesamten und der standörtlichen Daten die Aussage gerechtfertigt, daß eine „normale“ Mischung zwischen Generalisten und Spezialisten besteht, bzw. daß erstere in ihrer quantitativen Bedeutung nicht überwiegen. Es ist darauf hinzuweisen, daß die innerhalb einer Tiergruppe angemessenen Kategorien keine einfachen Vergleiche zwischen Gruppen der Fauna ermöglichen. Die Informationen zum Ausmaß der ökologischen Spezialisierung, zum Grad der Habitatbindung und zur regionalen Verbreitung sind vielfach so inhomogen oder unsicher, daß eine übergreifende Bewertung derzeit nicht möglich ist.

## 5 Zusammenhang der Straßenrand-Lebensgemeinschaft mit der umgebenden Landschaft

Wie geschildert, bedingen geringe Flächengröße und hohe Randlängen einen starken Austausch zwischen den linienförmigen Straßenrandbiotopen mit der umgebenden Landschaft. Die Ausstattung dieses Umfeldes (Struk-

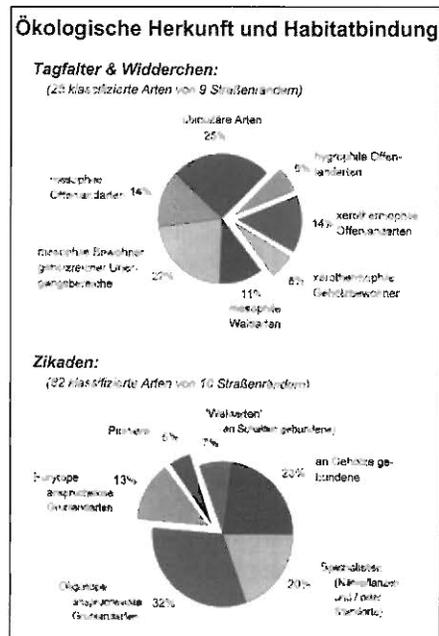


Abb. 7: Ökologische Herkunft von Arten der Straßenrandbiotope, oben: Schmetterlinge (Tagfalter und Widderchen), unten: Zikaden. Bei den Schmetterlingen sind im Diagramm die Spezialisten, bei den Zikaden die Generalisten herausgehoben.

turen, Biotoptypen, Nutzungsintensität) gibt weitgehend vor, welche Tierarten auf den Randstreifen eintreffen und dann dauerhafte Bestände aufbauen können. Die unmittelbaren Nachbarflächen bestimmen, welche Arten in welchem Ausmaß die Randbereiche besuchen, mitnutzen oder von dorthin einwandern können. Die Straßenränder selbst fungieren zweifellos für manche Pflanzen, wahrscheinlich (aber weniger gut dokumentiert und schwerer nachweisbar) auch für Tiere, als Ausbreitungswege.

Auf allen untersuchten Flächen war dieser Umgebungseinfluß nachweisbar: entweder im sporadischen Auftreten einzelner Arten mit bekannt anderen Habitatansprüchen oder in der regelmäßigen Präsenz von Arten mit definitiv biotopfremder Herkunft. Zum Beispiel fanden sich - korrigiert um Zufallsfunde - auf vier walddahen Böschungen jeweils rd. 20% mehr Spinnenarten mit Verbreitungsschwerpunkt im Wald (bei 59-79 Arten). Als gute Flieger konnten Schwebfliegen mit aquatischen Jugendstadien (z. B. acht *Eristalis*- und *Helophilus*-Arten) zwar überall nachgewiesen werden, doch nur auf einer Böschung in Gewässernähe stieg ihr Anteil auf über 30% des Gesamtfaanges an.

Im konkreten Fall ist also die ökologische Situation entscheidend. Eine wichtige Komponente ist das Ressourcenangebot am Straßenrand. Dies betrifft vor allem die Verfügbarkeit von Nahrung, aber auch geeigneter Substrate und Mikrohabitate bis hin zu komplexen Raumstrukturen, welche für Ruhephasen oder wäh-

rend der Fortpflanzungsperiode in Anspruch genommen werden. Auch hierzu einige Beispiele: selbst größere Blütenbestände hatten keine besondere Bedeutung als zusätzliches Angebot für blütenbesuchende Insekten der Umgebung, qualitativ hochwertige Nektarressourcen dagegen schon bei Einzelpflanzen (VIETH 1990). An der A 44 nutzten 22 von 42 Vogelarten der Umgebung die begleitenden Gehölzstreifen auch als Bruthabitat. Der dort im Vergleich zu quer verlaufenden und straßenferm gelegenen Hecken verringerte Brutbestand ließ jedoch eine geringere Habitatqualität für Heckenbesiedler erkennen (SAYER & SCHAEFER 1995).

Eine andere wichtige Einflußgröße ist die Diversität der umgebenden Landschaft. In einem ausgeräumten Agrarland vermögen selbst schmale Brache- und Graslandstreifen am Straßenrand als Refugium zu dienen. Für viele Arthropoden-Populationen, auch Spinnen und räuberische Käfer, waren in einer derartigen uniformen Kulturlandschaft die Artenvielfalt und Gesamtindividuenzahl am Straßenrand besonders hoch.

## 6 Die Straßenrandfläche als Ökosystem

Die Lebensgemeinschaften am Straßenrand können also ausgesprochen divers sein. Mit der möglichen hohen Zahl ökologischer Nischen ist eine potentiell hohe funktionelle Diversität verknüpft, die z. B. in angrenzenden Kulturlandschaften nicht erreicht wird. Abgesehen vom intensiv gepflegten Bereich ist davon auszugehen, daß Stoff- und Energieflüsse einschließlich regulierender Prozesse weitgehend interne Vorgänge sind. Von besonderem Interesse war daher auch die Frage, ob und inwieweit bei den verschiedenen funktionellen Gruppen Abweichungen gegenüber anderen, in ihrer Struktur vergleichbaren Systemen (Grasländer i. w. S.) bestehen. Hier sind zusammenfassende und verallgemeinerbare Aussagen besonders erschwert: die standörtliche Variation, die sich aus dem Spektrum der untersuchten Böschungen ergibt, und methodische Gesichtspunkte gestatten nur vorsichtige 'plausible' Vergleiche. Während z. B. bei den räuberisch lebenden Arthropoden der Bodenoberfläche und der bodennahen Vegetation Parameter wie Siedlungsdichten, Artenspektren und Dominanzstrukturen in einem üblichen Rahmen lagen, fielen bei den Regenwürmern eine geringe Biomasse und eine besonders hohe Varianz in der Besiedlung auf. Diese konnten nur zum Teil mit den Eigenschaften der Einzelflächen erklärt werden. Hier bedürfte es zusätzlicher und methodisch vereinheitlichter Untersuchungen, um weiterführende Aussagen zu erhalten. Die vorgefundene biotische Ausstattung des Straßenrandes führt zu dem

Konzept, ihn - wie oben ausgeführt - mit seiner Lebensgemeinschaft als Ökosystem aufzufassen.

Unter den Ökosystemfunktionen soll hier der Prozeß der Zersetzung des Bestandesabfalls (Streuzersetzung, Dekomposition) an einem Beispiel betrachtet werden (Abb. 8). Auf unterschiedlich gepflegten Teilflächen zweier Wiesen-Böschungen wurden über zwei Jahre Beutel mit Pflanzenstreu (Netzbeutel) gruppenweise exponiert und wiederholt gewogen (Abb. 8, oben). Aus diesen Daten läßt sich der zeitliche Verlauf des Streuabbaus modellieren, der hier für die minimale und maximale Abbau-

rate (zweifach gemähte bzw. gemulchte Variante) dargestellt ist (Abb. 8, Mitte). Die Zersetzungsrate war hoch und der in anderen Grasland-Ökosystemen vergleichbar. Auf einer Brennessel-Böschung wurde mittels unterschiedlicher Maschenweiten bei den Streubeuteln der Beitrag der Fauna zum Streuabbau ermittelt. Der gefundene Unterschied zwischen den beiden Behandlungsvarianten - ausgedrückt in Gramm Streu/m<sup>2</sup>/Tag - ist in der Summe und den Anteilen der drei Faunenfraktionen aufgetragen (Abb. 8, unten). Es wird deutlich, daß in der gemulchten Variante eine größere Menge an Streu aus den Netzbeuteln ausgetragen wird. Auf ein erhöhtes Ressourcenangebot reagiert also die Fauna (vor allem Makrofauna, wie Regenwürmer oder streufressende Makroarthropoden, und Mikrofauna) mit erhöhter Nutzung. Die in dem Lebensraum ablaufenden Stoffkreisläufe tragen demnach zu einer partiellen funktionellen Autarkie des Systems bei. Hier ergeben sich weiterführende, praxisnahe Aspekte: durch unterschiedliche Pflege (Hemmung/Förderung der Saprophagenfauna) können die Menge der aus den Straßenrandflächen abzutransportierenden Biomasse gesteuert, die Geschwindigkeit der Sukzession und der Verbleib von Nähr- und Schadstoffen beeinflusst werden.

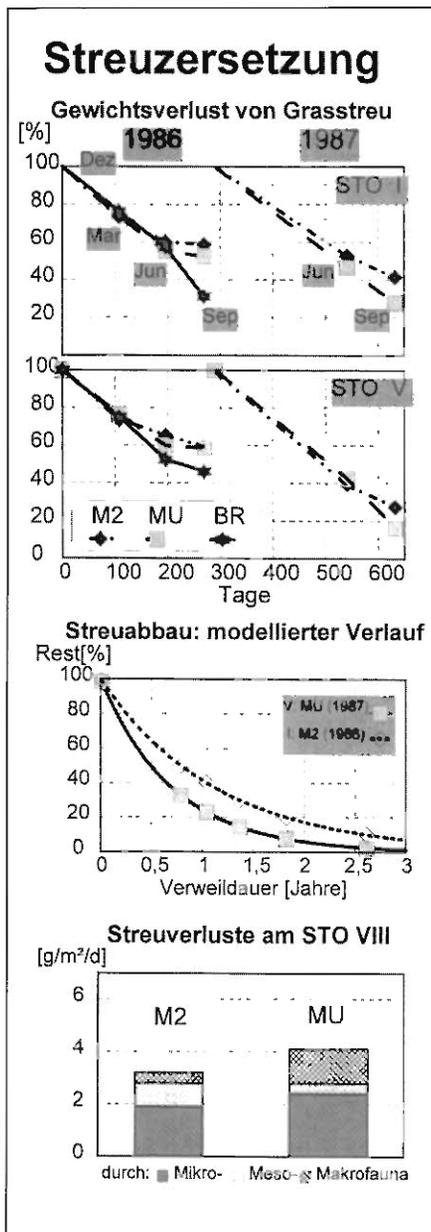


Abb. 8: Abbau von Grasstreu in Netzbeuteln. Oben: Tatsächlicher Verlauf für experimentelle Varianten M2 (zweifache Mahd), MU (Mulchen) und BR (Brache). Mitte: modellierter Verlauf der Streuzersetzung. Unten: Streuabbau durch verschiedene Gruppen der Fauna (Mikro-, Meso-, Makrofauna) auf einer Brennessel-Böschung. Standorte (STO) I und V an der A 44, VIII an der B 27.

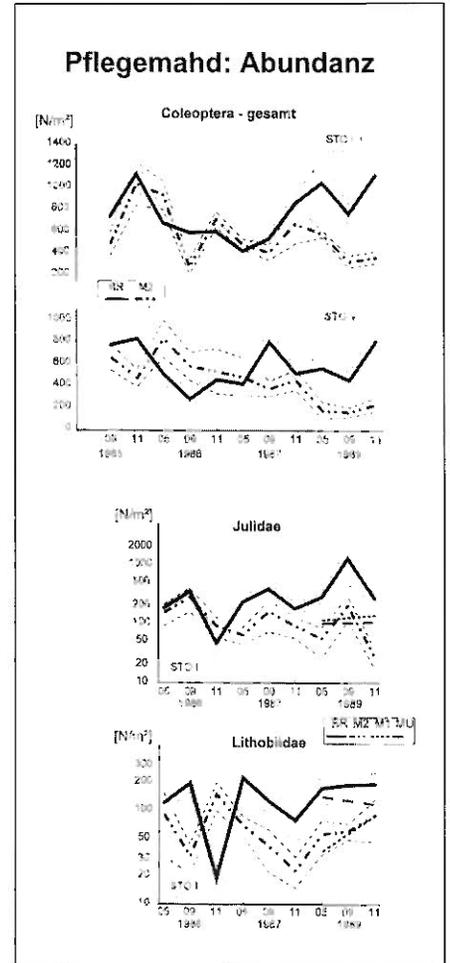


Abb. 9: Verlauf der Siedlungsdichte für Käfer (Coleoptera), Doppelfüßer (Julidae) und Hundertfüßer (Lithobiidae) in verschiedenen Pflegevarianten (BR = Brache, M1 = einmalige Mahd, M2 = zweifache Mahd, MU = Mulchen, STO I u. V = Standorte an der A 44). Mittelwerte ± Standardfehler aus je 6 Einzelproben. Beachte: Die Skalen auf der Abszisse sind unterschiedlich.

**7 Wirkung des Managements in Straßenrandflächen (Mahd, Mulchen, Brache) auf die Fauna**

Als allgemeine Regel gilt, daß mit zunehmender Pflegeintensität Pflanzen- und Tierarten verschwinden, verdrängt oder beeinträchtigt werden. Die Lebensgemeinschaft verarmt. Vor allem eine frühe Mahd Ende Juni / Anfang Juli wirkt sich negativ auf Siedlungsdichte, Biomasse und Artenzahl vieler Arthropodengruppen aus. Davon sind Pflanzenfresser und Vegetationsbewohner unmittelbar betroffen, doch auch Räuber und Streufresser gehen stark zurück. Generell ist eine zweifache (frühe und späte) Mahd eine drastischere Störung als eine einmalige späte Mahd (Ende August / Anfang September) oder Mulchen. Strukturänderungen mit Wirkungen auf die Tiergemeinschaften erfolgen aber auch in sich selbst überlassenen Beständen (Brache). Daher kann auf lange Sicht eine bestands- und standortgerechte, schonend durchgeführte Pflege jedoch sehr wohl positive Effekte haben oder gar Voraussetzung der Fortexistenz von Straßenrandpopulationen sein.

(Abb. 9), der als zentrale Tendenz auch bei Populationsschwankungen zwischen den Jahren sowie saisonalen und standörtlichen Unterschieden fortbesteht. Stellvertretend sind hier die Siedlungsdichten von Käfern, Tausendfüßern und Hundertfüßern zu je drei Terminen aus vier Jahren zu einem zeitlichen Verlauf verbunden.

Die mittleren Siedlungsdichten der Zikaden, die im Jahresverlauf naturgemäß stark variieren, sind in zweifach gemähten Teilflächen im Vergleich zur Brache geringer (Abb. 10). Dieser Indikator kann jedoch durch bestimmte robuste Arten oder Kolonisten, die die veränderten Bedingungen tolerieren, verfälscht werden.

Im folgenden seien einige Beispiele besprochen.

Als Effekt der Pflegemahd zeigte sich für mehrere der untersuchten Gruppen ein Rückgang der Siedlungsdichten auf den zweifach gemähten Teilflächen im Vergleich zur Brache

Einzelne Lebensformen - wie hier die in der Streu lebenden Nistkäfer (*Catopidae*), die unter anderem an Aas fressen - sind auf den 'streufreien' Mahdparzellen deutlich beeinträchtigt, während sie in der gemulchten Variante sogar eine relative Förderung erfahren können (Abb. 11).

Selbst nah verwandte Arten können unterschiedlich auf die Pflegemaßnahmen reagieren. Am Beispiel von je vier Vertretern aus zwei Gattungen der Kurzflügelkäfer sind art-spezifische Verteilungsmuster und Anzahlen im Vergleich der Behandlungsvarianten zusammengestellt (Abb. 12).

Da Art und Ausmaß der durch die Pflegemaßnahmen hervorgerufenen Effekte zudem in den verschiedenen Pflanzenbeständen unterschiedlich sind, sollte generell ein diversifiziertes „Habitatmanagement“ der Flächen erfolgen. Zur Förderung der Fauna sollte die Pflege der Straßenränder aus einer standortgerechten Kombination von Brache und Mahd mit dem Ziel, verschiedene Sukzessionsphasen zu erhalten, bestehen. Die mit dem Eingriff verbundene, unvermeidliche Störung kann durch zeitlich und räumlich versetzte Behandlungen eingeschränkt werden. Eine zielgerichtete Förderung einzelner Arten oder Lebensformen erscheint nach den Erfahrungen auf den Versuchsböschungen kurzfristig nicht realisierbar; Schaden und Nutzen für die Tierwelt sind bei einer flächenhaften Umsetzung einzelner Pflegemaßnahmen allein nach vegetationskundlichen Gesichtspunkten nicht ausreichend kontrollierbar.

## 8 Bewertung des Lebensraums „Straßenrand“ mit seiner Lebensgemeinschaft

Die hohe Mannigfaltigkeit in der Ausprägung der Straßenrandbiotope erschwert eine generelle Bewertung. Die Lebensräume können eine hohe Artenausstattung erreichen, aber abhängig von Gestaltung und umgebender Landschaft - auch strukturell und funktionell verarmt sein. Spezifische Arten und Habitatspezialisten sind nicht zwangsläufig unterrepräsentiert, doch der absolute Wert der Straßenränder hinsichtlich Arten- und Naturschutz ist sicherlich beschränkt. Vor allem in strukturarmer Umgebung können Straßenrandbiotope als Refugien und Teillebensräume für Tiere dienen. Trotz des bisweilen fragmentarischen Charakters der Lebensgemeinschaft und der randlichen Beeinflussung der Lebensräume haben die Straßenränder im Prinzip Systemcharakter mit einer „kompletten“ Ökosystemen vergleichbaren Stoffdynamik.

Diese Erkenntnis sollte ein Stimulus dafür sein, die Straßenrandbiotope als Entfaltungsräume für die Tierwelt und als dynamische Systeme stärker zu erforschen und ihre „Wertigkeit“ durch ein geeignetes Management zu erhöhen. In einem Systemdenken sollten Bestandsaufnahme der Lebenswelt und die Analyse der Gegebenheiten am Straßenrand zu weiteren Erkenntnissen führen, die bei der Anlage und Gestaltung der Straßenränder sowie ihrer Unterhaltung umgesetzt werden können. Die Flä-

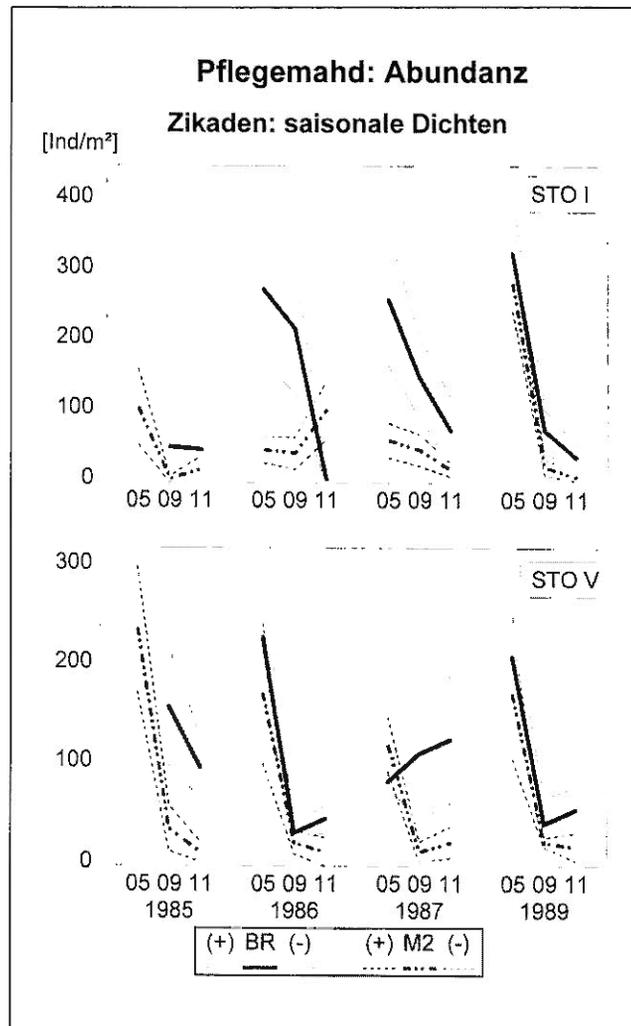


Abb. 10: Verlauf der Siedlungsdichte für Zikaden in zwei Pflegevarianten. Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler aus je 6 Einzelproben. Abkürzungen: BR = Brache, M2 = zweimalige Mahd, STO I u. V = Standorte an der A 44.

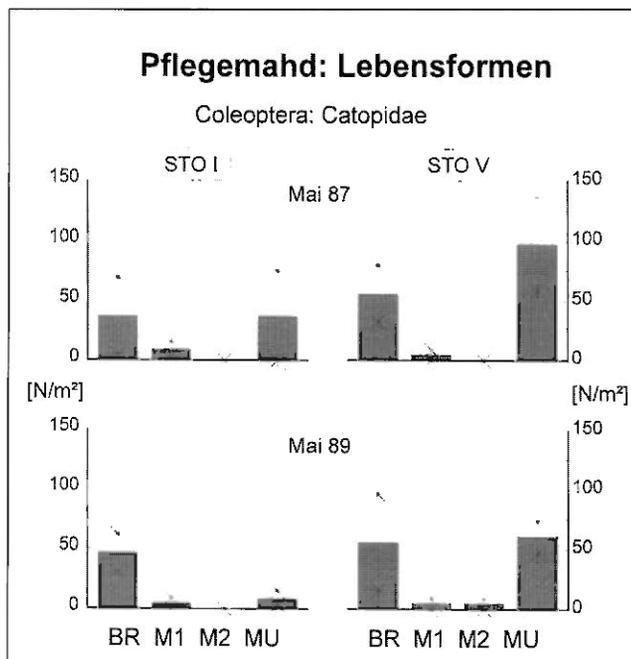


Abb. 11: Siedlungsdichte der Nistkäfer (Catopidae) in verschiedenen Pflegevarianten. Dargestellt sind mittlere Siedlungsdichten (Sterne kennzeichnen den Erfassungsfehler) aus zwei Jahren im Mai (also vor der jährlichen Pflegemahd). Abkürzungen: BR = Brache, M1 = einmalige Mahd, M2 = zweimalige Mahd, MU = Mulchen, STO I u. V = Standorte an der A 44.

chen sollten nicht zu klein sein (ein oberer Wert für die Größe wird durch den nicht zuträglichen Landschaftsverbrauch bestimmt), eine diverse Bepflanzung mit heimischen Arten erhalten und einer standortgerechten, nicht einheitlichen Pflege unterliegen.

## 9 Zusammenfassung, Schlußfolgerungen

Als Schlußfolgerung sollen einige Thesen formuliert werden:

- Straßenränder haben als naturnähere Bestandteile der Kulturlandschaft wegen ih-

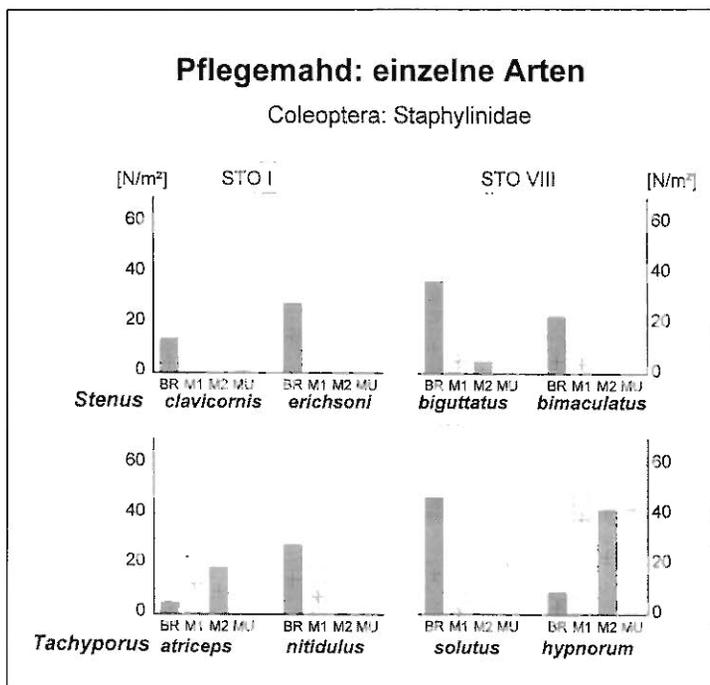


Abb. 12: Siedlungsdichte einzelner Arten der Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) in verschiedenen Pflegevarianten. Die aufgetragenen Mittelwerte basieren auf jeweils sechs Stichproben (für jedes Artenpaar 24 zeitgleiche Bodenproben); der Erfassungsfehler ist durch die Kreuze markiert. Abkürzungen: (BR = Brache, M1 = einmalige Mahd, M2 = zweimalige Mahd, STO I = Standort an der A 44, STO VIII = Standort an der B 27).

rer weiten Verbreitung und wegen ihres Netz-Charakters eine ökologische Bedeutung.

- Straßenränder lassen sich als Ökosysteme mit Inselcharakter sowie z. T. kompletter struktureller und funktioneller Ausstattung verstehen.
- Große Anteile der heimischen Fauna sind auch im Straßenrandbereich präsent; die Diversität der Fauna kann hohe Werte erreichen; auch Spezialisten können sich entfalten.
- Straßenrandpopulationen sind Teile von Metapopulationen und durch Austauschprozesse mit dem Mosaik der umgebenden Landschaft verbunden.
- Die Lebensgemeinschaften der Straßenränder sind nur relativ zur umgebenden Landschaft zu bewerten.
- Ein Habitat-Management kann Tiergemeinschaft und Systemcharakter des Straßenrandes positiv beeinflussen, wenn Pflege und Entwicklung extensiv und mosaikartig (Brache, späte Mahd) erfolgen.

## 10 Literatur

- BOLSINGER, M.; FLÜCKIGER, W. (1987): Enhanced aphid infestation at motorways: role of ambient air pollution. - *Entomologia experimentalis et applicata*, **45**, 237-43.
- EVERSHAM, B. C.; TELFER, M. G. (1994): Conservation value of roadside verges for stenotopic heathland carabidae. Corridors or refugia. - *Biodiversity and Conservation*, **3**, 538-545.
- HOFMAN, I. (1987): Die Spinnenfauna (Arachnida, Araneae) eines Straßenhanges bei

Weidenhausen/Werra-Meißner-Kreis/Hessen. - *Hessische Faunistische Briefe*, **7**, 62-71.

JUDAS, M. (1990): Regenwurm-Zönosen des Straßenbegleitgrüns. - *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **19.2**, 644-50.

KNUTSON, R. M. (1987): Flattened fauna. A field guide to common animals of roads, streets, and highways. Berkeley: Ten Speed Press.

KRATZ, W.; BIELITZ, K.; JAEGER-VOLMER, J.; KIELHORN, U.; KRONSHAGE, J.; RINK, U.; WEIGMANN, G. (1989): Ökosystemare Untersuchungen zur Schwermetallkontamination eines immissionsbelasteten Forstsaumes an der Autobahn Avus in Berlin (West). - *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **18**, 409-413.

MAURER, R. (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflußbereich von Verkehrsimmissionen. - *Oecologia*, **14**, 327-351.

MEDERAKE, R.; SCHMIDT, W. (1992): Pflegeversuche zur Sukzessionslenkung auf Straßenbegleitflächen - Untersuchungszeitraum 1984-1989. - *Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“*, **618**, 1-207.

PORT, G. R.; THOMPSON, J. R. (1980): Outbreaks of insect herbivores on plants along motorways in the United Kingdom. - *Journal of applied Ecology*, **17**, 649-656.

RECK, H.; KAULE, G. (1993): Straßen und Lebensräume: Ermittlung und Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf die Lebensräume von Pflanzen und Tieren. - *Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“*, **654**. Bad Godesberg.

REIJNEN, R.; FOPPEN, R.; TERBRAAK, C.; THISSEN, J. (1995): The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. - *Journal of applied Ecology*, **32**, 187-202.

SAYER, M.; SCHAEFER, M. (1989): Wert und Entwicklungsmöglichkeiten straßennaher Biotope für Tiere. - *Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“*, **569**, 1-64.

SAYER, M.; SCHAEFER, M. (1993): Straßenrandflächen als Lebensraum für Tiere. - *Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“*, **636**, 143-165.

SAYER, M.; SCHAEFER, M. (1995): Wert und Entwicklungsmöglichkeiten straßennaher Biotope für Tiere (II). - *Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“*, **703**, 1-444.

SCANLON, P. F. (1991): Effects of highway pollutants upon terrestrial ecosystems. - HAMILTON, R. S., HARRISON, R. M. (eds.) *Highway pollution. - Studies in environmental Science*, **44**, pp. 281-338. Amsterdam. Elsevier.

SCHAEFER, M. (1996 a): Die Bodenfauna von Wäldern: Biodiversität in einem ökologischen System. - *Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz*, **2**, 1-81.

SCHAEFER, M. (1996 b): Diversity of the animal community in a beech forest - patterns and processes. - STEINBERGER, Y. (ed.) *Preservation of our world in the wake of change. Proceedings of the Sixth International Conference of the Israeli Society for Ecology & Environmental Quality Sciences*. Jerusalem, 464-468. ISEEQS Publication, Jerusalem.

SPENCER, H. J.; PORT, G. R. (1988): Effects of roadside conditions on plants and insects II. Soil conditions. - *Journal of applied Ecology*, **25**, 709-715.

STOTTELE, T.; SCHMIDT, W. (1988): Flora und Vegetation an Straßen und Autobahnen der Bundesrepublik Deutschland. - *Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“*, **529**, 1-191.

VIETH, C. (1990): Die Bedeutung straßennaher Blütenbestände für blütenbesuchende Insekten. - *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, **19.2**, 638-43.

VERMEULEN, H. J. W. (1993): The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side verges in relation to comparable open areas. - *Biodiversity and Conservation*, **2**, 331-350.

WOLLWEBER, K. (1990): Untersuchungen über die Abhängigkeit der Bodenfauna in Straßenrand-Ökosystemen von der Exposition der Böschungen und den Nachbarbiotopen. - *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Supplement* **9**, 47-73.

## Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Matthias Schaefer  
Institut für Zoologie und Anthropologie,  
Abteilung Ökologie,  
Universität Göttingen  
Berliner Straße 28  
37073 Göttingen

Dr. Michael Sayer  
Institut für Zoologie und Anthropologie,  
Abteilung Ökologie,  
Universität Göttingen  
Berliner Straße 28  
37073 Göttingen

Lore Steubing

# Verkehrsbedingte Schadstoffwirkungen auf die Vegetation

## 1 Einleitung

Die Roten Listen, in denen die gefährdeten oder vom Aussterben bedrohten Pflanzen- und Tierarten aufgeführt sind, lassen sich als Indikatoren für Umweltveränderungen auffassen. Zu deren Verursachern zählen in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft ganz besonders die Landwirtschaft und der Straßenverkehr (BLAB et al. 1984, KORNECK und SUKOPP 1988, Bundesamt für Naturschutz 1996). Durch den Bau von Transportwegen findet häufig eine Zerschneidung oder gar völlige Zerstörung von Biotopen statt. Weitere Beeinträchtigungen erfährt die Straßenrandvegetation durch Pflegemaßnahmen, wie Mahd, Düngung oder Herbizidanwendung (SCHMIDT 1990, STOTTELE und SOLLMANN 1992). Schließlich sei noch das in kalten Wintern auf verkehrsreichen Straßen eingesetzte Streusalz erwähnt, das durch Eindringen in den Boden und durch Oberflächenkontamination mit dem Spritzwasser der Autos zu deutlichen Vegetationsschäden (POLZIN 1989) und - infolge Förderung salztoleranter Arten - zur Veränderung des Artenspektrums führen kann.

Eine Gefährdung völlig anderer Art besteht durch die verschiedenen Schadstoffe in den Abgasfahnen der Autos. Deren Wirkungen auf Pflanzen ist in zahlreichen Experimenten in Begasungskammern (NOBEL und FINKENBEINER 1986, ROSNER et al. 1989, SCHAUB et al. 1991, 1994, WINKLER 1991) und Freiland-Monitoringprogrammen (NOBEL und MICHENFELDER 1987, KNOFLACHER und MACOUN 1989, NEFTEL et al. 1991, PEICHL et al. 1994, 1996) analysiert worden. Im folgenden soll versucht werden, Effekte des Kfz-Verkehrs auf Pflanzen zu schildern und - soweit überhaupt möglich - diese einzelnen Immissionskomponenten zuzuordnen.

## 2 Zusammensetzung verkehrsbedingter Abgasfahnen

Von den Kraftfahrzeugen wird ein breites Spektrum an gasförmigen und partikulären, anorganischen und organischen Stoffen emittiert (Abb.1). Die Vegetation ist demnach stets Mischimmissionen ausgesetzt, von denen sowohl Nah- als auch Fernwirkungen ausgehen. Bei gleichem Abstand von der Fahrbahn sind die Wirkungen der

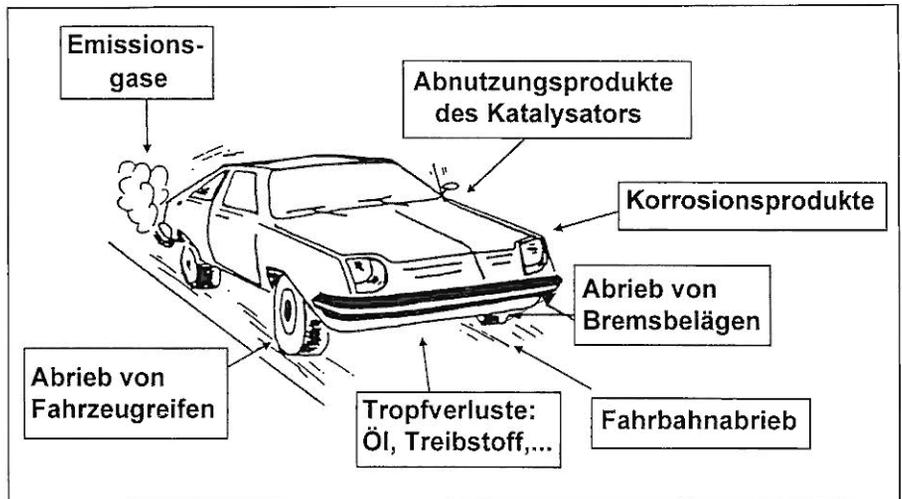


Abb. 1: Potentielle Emissionsquellen des Kfz-Verkehrs (nach MUSCHAK 1988, verändert).

Spektrum der wichtigsten Emissionen des Kfz-Verkehrs	
partikulär	gasförmig
Staub Ruß Schwermetalle	Stickoxide ( $\text{NO}_x$ : $\text{NO}$ und $\text{NO}_2$ ) Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ) Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ )

Tab. 1.

Kfz-Immissionen nicht nur abhängig von der Verkehrsdichte und der Fahrdynamik der Autos. Sie werden in hohem Maße von den meteorologischen Bedingungen beeinflusst, ebenso von den orographischen Gegebenheiten und der Trassenführung, von der Bodenqualität, Art des Pflanzenbewuchses (einschließlich der Pflegemaßnahmen) und schließlich von der Dauer der Exposition (STOTTELE 1995). So ergibt sich entlang der Fahrbahnen ein Standortmosaik mit deutlichem Einfluß auf die Artenvielfalt (ELLENBERG 1979).

Die wichtigsten Komponenten des Abgas-komplexes aus dem Autoverkehr sind in Tab. 1 dargestellt.

## 3 Gasförmige Emissionen und Immissionswirkungen

Der Verkehr ist zu 70 %, der Straßenverkehr zu 54 % an den Stickoxid( $\text{NO}_x$ )-Emissionen in Deutschland beteiligt (Umweltbundes-

amt 1994). Stickoxide können durch die Spaltöffnungen der Blätter aufgenommen und in den Stoffwechsel eingeschleust werden. Eine tatsächlich bessere Verfügbarkeit von  $\text{NO}_x$  im Nahbereich der emittierenden Autos scheint allerdings nach den Befunden von RUDOLPH (1979) sowie BRAUN et al. (1980) als fraglich: Die Genannten exponierten junge Gehölze an der Fahrbahn bzw. im Mittelstreifen einer Autobahn. Sie stellten bei einem Vergleich mit den entfernter liegenden Meßstationen in den Baumblättern an der Verkehrsader sogar einen niedrigeren Chlorophyllgehalt als in größerem Abstand fest. NEFTEL et al. (1991) betonten ebenfalls, daß sich bei Sommerweizen auf autochthonem Boden keine eindeutigen Veränderungen im Stickstoffhaushalt in Abhängigkeit von der Fahrbahndistanz ergaben. Es ist durchaus denkbar, daß das extreme Mikroklima an den Autobahnen, insbesondere das Aufheizen der Asphaltdecke bei sommerlichen Temperaturen in Verbindung mit dem Fahrwind, zu frühzeitiger Schlie-

bung der Spaltöffnungen führen, um zu hohe Wasserverluste zu vermeiden. Damit wird dann aber auch N-haltigen Gasen der Eintritt in das Pflanzengewebe verwehrt. Dennoch wird mehrfach auf eine *Eutrophierung* entlang der Verkehrswege verwiesen (STOTTELE 1995). Diesen scheinbaren Widerspruch dürften die Experimente von MEDERAKE et al. (1990) klären: Sie analysierten in verschiedenem Abstand von der Autobahn Regenwasser, das in 4 cm Höhe über dem Boden aufgefangen worden war, und fanden in 0,5 m Abstand deutlich höhere N-Konzentrationen als in weiterem Abstand. Die Erhöhung der Stickstoffwerte beruhte allerdings kaum auf einem gasförmigen, sondern auf partikulärem, d. h. staubförmigem N-Input. Auch NOBEL und MICHENFELDER (1987) konstatierten, daß im Nahbereich der Straße (bis 5 m) deutlich höhere Staubimmissionen meßbar waren. Diese nahmen bis 150 m Fahrabstand funktionell ab und wurden danach durch andere Immissionsquellen (z. B. intensiver Ackerbau) überlagert.

Verdünnung und Verwirbelung durch den Fahrwind und dadurch beschleunigter Abtransport der Stickstoffverbindungen bewirken, daß diese gemeinsam mit weiteren Verkehrsimmissionen und Immissionen anderer Herkünfte in verstärktem Umfange fern von der Emissionsquelle *flächenhafte Fernwirkungen* entfalten können.

$NO_x$ , Kohlendioxid ( $CO_2$ ) und - in niedrigen Konzentrationen - auch Schwefeldioxid ( $SO_2$ ) sind wichtige Pflanzennährstoffe, deren erhöhtes Angebot zu vermehrter Produktion an Biomasse führt. Es wird vermutet, daß das seit etwa 2 Jahrzehnten deutlich erhöhte Wachstum der Waldbäume vorrangig auf vermehrte atmosphärische Stickstoffeinträge ( $NO_x$  und  $NH_3$ ) zurückführbar ist. Gleiches gilt für die mancherorts registrierte zunehmende *Eutrophierung* von Böden, die in empfindlichen Ökosystemen eine Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse und damit Änderungen in der Artenzusammensetzung auslösen können (ELLENBERG 1985, STEUBING und BUCHWALD 1989, STEUBING 1993, SCHWAB et al. 1996). In Verbindung mit  $SO_2$  sind die Stickoxide mitverantwortlich für den *sauren Regen*, der im Boden zu Ionenungleichgewichten und Nährstoffverarmung infolge Auswaschung wichtiger Mineralstoffe führt.

Die größte Bedeutung kommt den Stickoxiden zu - gemeinsam mit den flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) - als Vorläufer-substanzen von *Photooxidantien*, als deren Leitkomponente das Ozon ( $O_3$ ) gilt. Die hierzu führenden Umwandlungs- und Transportprozesse hängen in hohem Maße von den meteorologischen Bedingungen und der Topographie des Geländes ab.

Nach den Ergebnissen aus vielen Begasungsexperimenten mit Stickoxiden und Ozon an einem breiten Spektrum von Pflanzenarten, müßten entlang verkehrsreicher Straßen Vegetationsschäden durch  $NO_x$  und  $O_3$  zu sehen sein. An dem üblichen Pflanzenaufwuchs sind aber - abgesehen von den erwähnten Streusalzeffekten - keine Schäden zu beobachten, die eine Zuordnung zu diesen Verkehrsemissionen erlauben. Allerdings kann man akute Pflanzenschäden an einigen, besonders empfindlichen Bioindikatoren (z. B. Tabaksorte Bel W3 oder Kleine Brennessel (*Urtica urens*)) erhalten, sofern diese Reaktionsindikatoren unter genau definierten Standardbedingungen (ausreichender Wassernachschub, Standardboden) exponiert werden. So berichten z. B. NEFTEL et al. (1991) von Ozonschäden an Weißklee (Sorte *Ladino California*), die sich - ebenso wie die Ozonkonzentration - mit der Entfernung von der Autobahn (gemessen bis zu 2,5 km Distanz) verstärkten. KNÖDL et al. (1995) wählten als Wirkungskriterien für Ozon die Blattnekrosen bei *Nicotiana tabacum* (Virginischer Tabak), *Aquilegia atrata* (Dunkle Akelei), *Hieracium aurantiacum* (Orangerotes Habichtskraut) sowie Blattzahl und Sproßlänge bei *Populus euramericana* (Pappel spec.). Die stärksten Reaktionen fanden sie in Übereinstimmung mit den vorgenannten Autoren stets an dem am weitesten von der Straße entfernten Standort. Die Wildpflanzen zeigten allerdings nur sehr schwache Reaktionen.

Hohe Ozonkonzentrationen treten vor allem in den Sommermonaten auf, wobei höhere Temperaturen die Regel sind. Hitzestress führt bei Arten, die auf Wasserverluste empfindlich reagieren, zur Schließung ihrer Spaltöffnungen. Dadurch wird nicht nur die Transpiration unterbunden, sondern ebenso ein Eindringen des Ozons in das Gewebe. So ist erklärbar, daß Vegetationsschäden nicht in dem Umfang eingetreten sind, wie dies zunächst erwartet wurde. Je nach der Empfindlichkeit der Pflanzenarten und den speziellen Standortbedingungen kann es aber zu Ertragseinbußen, vorzeitigen Blattverlusten und verfrühter Seneszenz kommen. Unsere Wälder bieten hierfür bekannte Beispiele. Generell aber läßt sich feststellen, daß die aus dem Verkehrsbereich stammenden gasförmigen Immissionen in einem lokal nicht quantifizierbaren Umfange an den komplexen Vorgängen beteiligt sind, die in entfernteren, anfälligen Ökosystemen qualitative und/oder quantitative Veränderungen bewirken (Enquete-Kommission 1994).

#### 4 Partikuläre Emissionen und Immissionswirkungen

Von den fahrenden Autos wird Straßenaufgewirbelter Ruß und vielfach daran adsorbierter organischer Verbindungen sowie emittierter Schwermetalle vermischt. Von den Stäuben gelangen die Feinstpartikel in den Ferntransport. Die größeren Fraktionen sedimentieren in mehr oder minder unmittelbarer Nähe der Fahrbahn. So ergibt sich für Boden und Pflanzenbewuchs eine Kontamination, die eine exponentielle Abnahme mit zunehmendem Abstand von der Verkehrsader aufweist. Ein solches Verteilungsmuster gilt sowohl für die organischen Schadstoffe als auch für die emittierten Schwermetalle.

Zu einer Akkumulation von *organischen Verbindungen* aus den Abgasen kommt es in straßennahen Böden besonders, wenn in diesen ein hoher Feinkorn- und Humusgehalt vorhanden ist. Dann können sich die kanzerogen geltenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) in den oberen Bodenhorizonten anreichern (TEBAAY et al. 1993, JONECK und PRINZ 1996, UNGER und PRINZ 1992). In stark frequentierten Verkehrszonen sind im natürlichen Aufwuchs und ebenso in der am Straßenrand exponierten Gras- und Kultur überhöhte Werte festgestellt worden (Abb. 2). Die Bewertungen der Gehalte an organischen Schadstoffen im Aufwuchs ist allerdings infolge fehlender Richtwerte

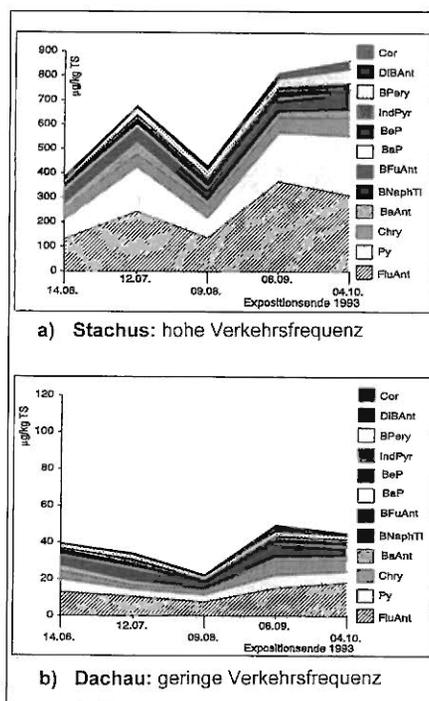


Abb. 2: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoff-Gehalte in Weidelgras (nach PEICHL et al. 1996, TS = Trockensubstanz).

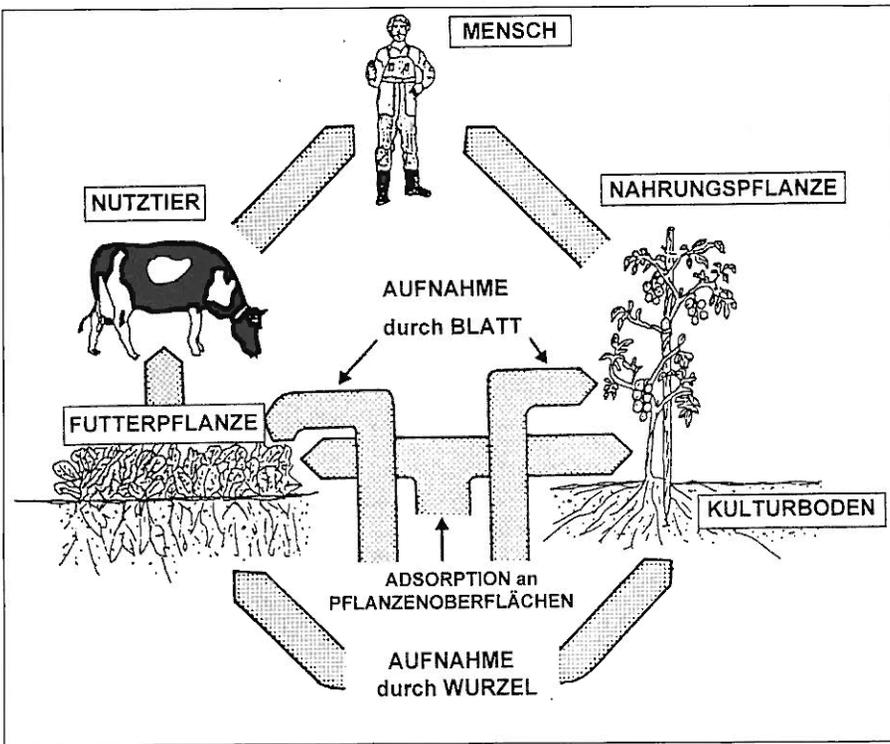


Abb. 3: Wirkungspfad: Boden - Pflanze - Tier - Mensch (nach KÖNIG 1990).

schwierig. Als problematisch gilt ein Weidengang unmittelbar an der Fahrbahn, weil es hierdurch zu einer Schadstoffgefährdung des Nahrungsnetzes kommt, an dessen Ende der Mensch steht (Abb. 3). So wird von UNGER und PRINZ (1992) auf die Dioxinbelastung von Fleisch und Milch durch kontaminiertes Futter verwiesen. Die genannten Autoren ermittelten die Reichweite der Bodenbelastung mit organischen Stoffen und Schwermetallen an Straßen unterschiedlicher Verkehrsfrequenz. Sie empfehlen an stark befahrenen Straßen (50.000 Kfz/Tag) für Grünlandböden einen Sicherheitsabstand von 10 m.

Analysen der *Schwermetallbelastungen* von Boden und Pflanzen konzentrierten sich bis Ende der 80er Jahre auf das bei der Verbrennung von Blei-Tetraethylen-haltigem Benzin stammende Blei. Seltener sind Daten über die Kontamination mit den aus dem Verschleiß von Maschine und Chassis, Lack, Schmiermitteln, Reifen, Bremsbelägen und Fahrbahn stammenden Elementen Kupfer, Zink, Cadmium, Nickel und Chrom publiziert worden. Auf Antimonemissionen aus dem Straßenverkehr wird erst seit kurzem verwiesen (PEICHL et al. 1994). Während PEICHL et al. (1996) höhere Antimongehalte im exponierten Weidelgras im Raum München feststellten, konnten STEUBING und VOGEL (im Druck) das Element - neben Blei und Cadmium - auch in der natürlichen Vegetation, wie z. B. in den Blüten der Besenheide (*Calluna vulgaris*, Abb. 4), nachweisen. Die in Heuschrecken analysierten Antimonkonzentrationen (Abb. 5)

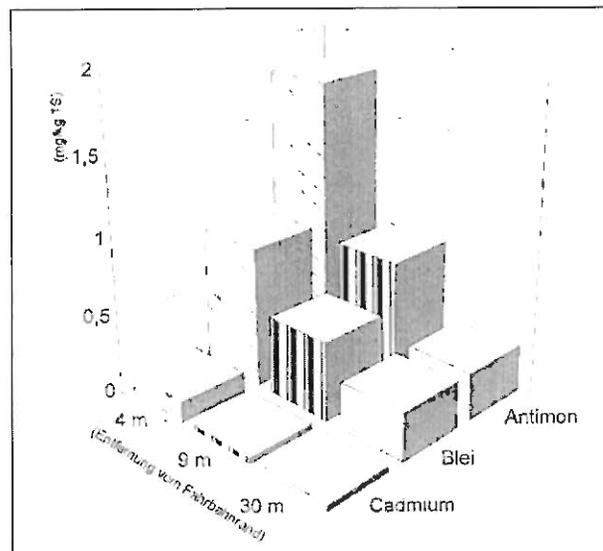


Abb. 4: Blei-, Cadmium- und Antimongehalte in *Calluna*-Blüten in Abhängigkeit von der Entfernung zur BAB 7, TS = Trockensubstanz, 1996.

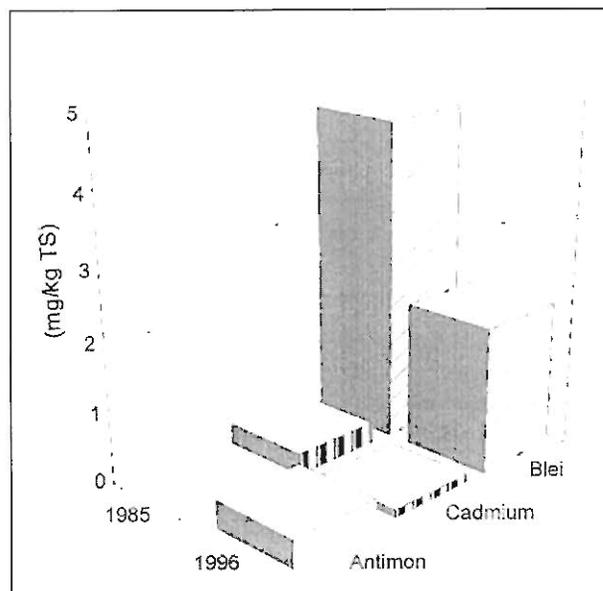


Abb. 5: Blei-, Cadmium- und Antimongehalte von Heuschrecken in 4-9 m Entfernung von der BAB 7 in den Jahren 1985 und 1996, TS = Trockensubstanz.

Abb. 6:  
Bleigehalte (Pb)  
in verschiedenen  
Bodentiefen und  
in Abhängigkeit  
von der  
Entfernung zur  
BAB 7 in den  
Jahren 1985 und  
1996, TS =  
Trockensubstanz.

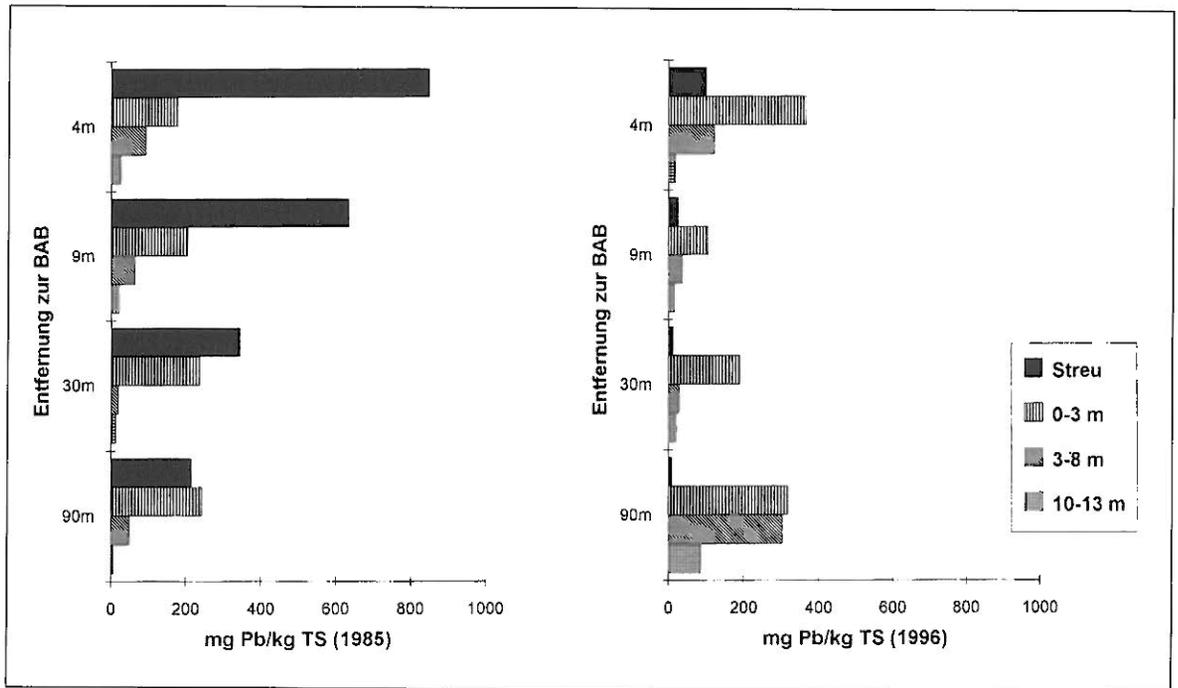
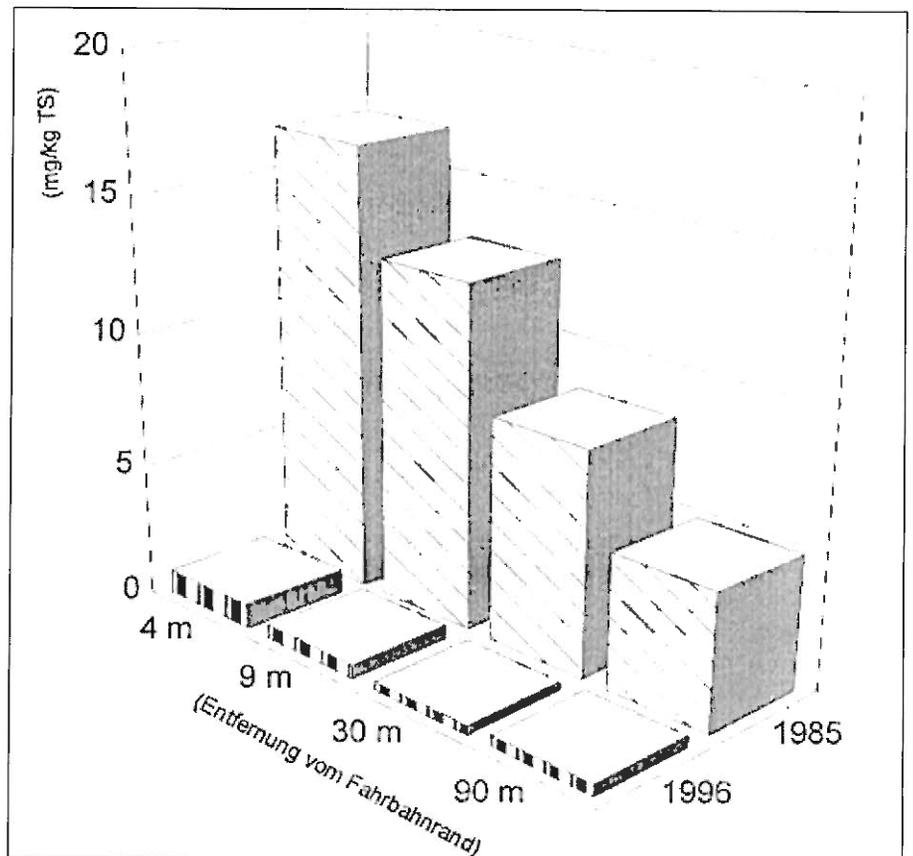


Abb.7: Bleigehalte (Pb) in Calluna-Blüten in Abhängigkeit von der Entfernung zur BAB 7 in den Jahren 1985 und 1996, TS = Trockensubstanz.



belegen ein Eindringen in das Nahrungsnetz. Vergleichende Untersuchungen der Bleigehalte von Boden (Abb. 6), Pflanzen (Abb. 7) und Tieren (Abb. 5) an der Bundesautobahn (BAB) 7 im Bereich der Timmerloher Heide aus dem Jahre 1985 und 1996 zeigten sehr klar, daß der Übergang zu bleifreiem Benzin einen starken Rückgang der Kontamination im Ökosystem bewirkt hat.

Durch die Einführung des Dreiwegekatalysators gelangt Platin in die Umwelt (LUSTIG et al. 1996). PEICHL et al. (1996) konnten in Böden an der Autobahn 15-30 µg/kg Platin, in Waldböden 0,1 µg/kg und in exponierten Grasproben 0,08-1,5 µg/kg messen. STEUBING und VOGEL (im Druck) analysierten in 4 m Abstand von der Autobahn in der Streu 2,1 mg/kg und in 9 m

Abstand 1,0 mg/kg des genannten Elementes. Etwas geringer lagen die Platinkonzentrationen, die im natürlichen Aufwuchs in Moosen und Flechten nachweisbar waren (0,4-0,8 mg/kg Pt). Ab 1991 kommt es mit der neuen Katalysatorgeneration zu einer weiteren Schwermetallkontamination durch Palladium (ZEREINI et al. 1993).

Stoffgruppe	Substrat	Fahrbahnabstand (m) und Veränderung zu freier Ausbreitungsmöglichkeit (+/- %)			
		2,5 m	Gehölz	10 m	25 m
Blei	Boden	+ 50	- 30	- 35	
	Aufwuchs	+ 40	- 20	- 35	
Cadmium	Boden	+ 70	- 15	- 50	
	Aufwuchs	+ 30	- 30	- 40	
Polyzykl.Arom. Verb. (PAK)	Aufwuchs	+ 100	- 65	- 100	
Dioxine (PCDD)	Boden	+ 10	- 15	- 80	
	Aufwuchs	+ 15	- 25	- 40	

Tab. 2: Erhöhung der Schwermetallgehalte und Konzentration an organischen Verbindungen in straßennahen Böden und Grünlandaufwuchs vor und Reduzierung hinter Gehölzstreifen (zusammengestellt nach UNGER & PRINZ 1992).

Stoffgruppe	Schnittgut Fertigkompost		Veränderung in %
	mg/kg TS		
Blei	70	200	+190
Cadmium	0,5	2,3	+230
Chrom	9	21	+130
Kupfer	20	56	+180
Chlorid	5.300	1.300	-75

Tab. 3: Schadstoffgehalt in Schnittgut und Kompost, TS = Trockensubstanz (nach DINTER und MORITZ 1989 in STOTTELE und SOLLMANN 1992).

Schwermetalle können zu einem geringen Anteil von Pflanzen oberirdisch aufgenommen werden. Ein höherer Anteil der adsorbierten Partikel wird mit den Niederschlägen von Blättern und Zweigen ab- und in den Boden eingewaschen. Dort erfolgt die Absorption durch die Wurzeln. Die Aufnahme ist abhängig von den Elementeneigenschaften und der Pflanzenart.

Eine erhebliche Anreicherung von Schwermetallen und organischen Verbindungen im Boden und dessen Aufwuchs tritt ein, wenn durch einen Gehölzstreifen an der Verkehrsader die Geschwindigkeit der emissionsbeladenen Luft abgebremst wird. Die Verringerung der Kontaminanten hinter der Hecke ist abhängig von der Art, Dichte und Höhe der Gehölze (Tab. 2).

Die überwiegende Zahl der von den Fahrzeugen emittierten Schwermetalle besitzt keine Funktionen für Pflanzen, sondern wirkt in höheren Konzentrationen toxisch. Da diese Schadstoffe nicht abbaubar sind, muß mit einer zunehmenden Konzentrierung im Substrat gerechnet werden. In mehreren Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß Vertreter der Straßenrandvegetation als

Reaktion auf die extremen Bedingungen fähig sind, *schwermetallresistente Ökotypen* zu bilden (HELLMUTH und SCHMIDT 1991). Dies scheint besonders für einjährige Arten zu gelten.

Die Aufnahme verkehrsbedingter Schadstoffe in Pflanzen führt zu *Qualitätsveränderungen*. Auf ein Risiko für das Nahrungsnetz bei Überschreitung von Grenz- und Richtwerten wurde bereits bei Kontamination mit organischen Schadstoffen verwiesen. Gleiches gilt für höhere Kontaminationen mit Schwermetallen. Abzuraten ist auch von einer Kompostierung straßennahen Mähguts, da es im Fertigungskompost zu einer erheblichen Schadstoffkonzentrierung kommt (Tab. 3). Hiervon ausgenommen sind lediglich die Chloride, die durch Niederschläge langsam ausgewaschen werden.

### 5 Zusammenfassung

Durch den Kfz-Verkehr gelangen gas- und staubförmige, organische und anorganische Schadstoffe in die Umwelt. Die gasförmigen Komponenten, insbesondere NO<sub>x</sub> und

die als Sekundärprodukte entstehenden Photooxidantien (Ozon!) üben im Nahbereich kaum Effekte auf die Vegetation aus, sondern besitzen flächenhafte Fernwirkungen, die in Abhängigkeit von Witterungs- und Standortbedingungen sowie der Pflanzenarten modifiziert werden.

Im Nahbereich des Kfz-Verkehrs reichern sich schwer abbaubare organische Schadstoffe (polyzyklische aromatische Verbindungen, polychlorierte Dioxine und Furane) sowie Schwermetalle in straßennahen Böden und Pflanzen an. Durch die Einführung des Katalysators ist zwar eine deutliche Verringerung der jährlichen Bleikontamination eingetreten; dafür muß aber mit einer sukzessiven Belastung durch emittiertes Platin und weiterer Elemente der Platingruppe (Palladium, Iridium, Rhodium) gerechnet werden. Die Qualität der Nahrungs- und Futtermittel sinkt mit der Aufnahme der Schadstoffe in die Pflanzen und kann so zu einer Gefährdung innerhalb des Nahrungsnetzes werden. Eine besonders hohe Konzentrierung der verkehrsgebundenen Schadstoffe in Boden und Aufwuchs findet vor Gehölzstreifen statt.

*An stark befahrenen Straßen sollte aus Sicherheitsgründen ein mindestens 10 m breiter Abstand von der Verkehrsader für den Anbau von Nahrungs- und Futterpflanzen ausgespart bleiben, und der vorhandene Aufwuchs nicht zur Kompostierung verwendet werden.*

### Literatur

- BLAB, J.; NOWAK, E.; TRAUTMANN, W. und SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - 4. Aufl. Greven.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. - Schriftenr. f. Vegetationskd. 28.
- BRAUN, S.; VERTLI, J. und FLÜCKIGER, W. (1980): Einfluß einer Autobahn auf die Gehalte an IES, Chlorophyll, RNS und Protein bei *Betula pendula* und *Cornus sanguinea*. - Eur. J. Forst. Pathol. 10, 378-382.
- DINTER, S. und MORITZ, K. (1981): Untersuchungen zur Schnittgutverwertung. Die Kompostierung von Schnittgut aus dem Straßenrandbereich. Forschungsber. - Bundesanstalt für Straßenwesen (Bergisch-Gladbach) 7.
- ELLENBERG, H. (1979): Straßenbau und Straßenverkehr in ökologischer Sicht. - Daimler-Benz AG, Stuttgart Untertürkheim (Hrsg.) Verkehr, Umwelt, Zukunft, 20-26.
- ELLENBERG, H. (1985): Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. - Schweiz. Z. Forstwes. 136, 19-39.
- Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (1994): Mobilität und Klima. - Economica Verlag, Bonn.
- HELLMUTH, U. und SCHMIDT, W. (1991): Lead tolerance of annuals at roadsides. - ESSER, G. und OVERDIEK, D. (Hrsg.): Modern Ecology. Basic and applied aspects. - Elsevier Verlag, Amsterdam, 459-471.

JONECK, M. und PRINZ, D. (1996): Organische und anorganische Schadstoffe in straßennahen Böden unterschiedlich stark befahrener Verkehrswege in Bayern. - Wasser u. Boden **48**, 49-54.

KNOFLACHER, H. und MACOUN, T. (1989): Ökologie und Straßenverkehr. - Umweltbundesamt Wien.

KNÖDL, T.; FOMIN, A. und FRANZ-GERSTEIN, C. (1995): Bioindikatorenetz Niederlausitz III. Nachweis von Ozonwirkungen mittels Bioindikatoren an der Bundesstraße 97 in der Niederlausitz. - Ber. Inst. Landschafts. u. Pflanzenökol. Hohenheim H. **4**, 103-114.

KÖNIG, W. (1990): Untersuchung zur Beurteilung von Kulturböden bei der Gefährdungsabschätzung von Altlasten. - ROSENKRANZ, D.; EINSELE, G.; HARDESS, H. und BACHMANN, G.: Bodenschutz, Ergänzendes Handbuch: 3550

KORNECK, D. und SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. - Schriften. Vegetationskd. **19**.

LUSTIG, S.; ZANG, S.; MICHALKE, B.; SCHRAMEL, P. und BECK, W. (1996): Pt-Speziation: Transformation von Platin in einem Boden und Aufnahme durch Pflanzen. - Proceedings: 3. Platin-Anwendertreffen 1996, GSF-Forschungszentrum/Institut f. Ökol. Chemie, München-Neuherberg, 41-53.

MEDERAKE, R.; WEHRMANN, G. und SCHMIDT, W. (1990): Stickstoffversorgung der Straßenrand-Vegetation in Agrarlandschaften. - Ges. f. Ökol. **XIX/II**, 606-615.

MUSCHAK, W. (1988): Belastung des Gewässers durch Straßenoberflächenwasser. - Umweltbundesamt Berlin.

NEFTEL, A.; ESTERMANN, A.; STADELMANN, F.; FUHRER, J. und BONGARD, M. (1991): Immissionsbelastung der Landwirtschaft durch den Straßenverkehr. - Eidgen. Forschungsanstalt f. Agrikulturchemie u. Umwelthygiene (FAC), Bern-Liebefeld.

NOBEL, W. und FINKBEINER, M. (1986): Wirkungen von Automobilabgas und seiner Inhaltsstoffe auf Pflanzen - Literaturstudie. - FAT-Schriftenreihe Nr. **57**.

NOBEL, W. und MICHENFELDER, K. (1987): Untersuchungen über die Wirkungen von Automobilabgasen auf pflanzliche Bioindikatoren

im Umfeld einer verkehrsreichen Straße in einem Waldschadensgebiet. - FAT Schriftenreihe Nr. **63**.

PEICHL, L.; WÄBER, M. und REIFENHÄUSER, W. (1994): Schwermetallmonitoring mit der standardisierten Graskultur im Untersuchungsgebiet München - Kfz-Verkehr als Antimonquelle? - Z. Umweltchem. Ökotox. **6**, 63-69.

PEICHL, L.; DIETL, C. und WÄBER, M. (1996): Aktives Biomonitoring von Immissionswirkungen im Untersuchungsgebiet München. - Bayerisches Landesamt f. Umweltschutz, München.

POLZIN, J. (1989): Großräumige Erfassung und Differenzierung von Tausalzschäden an Gehölzen des straßennahen Umfeldes. - Diss. Nat. Fak. Gießen.

ROSNER, G.; KÖNIG, H. P.; KOCH, W. und HERTEL, R. (1989): Motorstandexperimente zur Untersuchung der Platin-Akkumulation durch Pflanzen. - Verh. Ges. f. Ökol. **19/1**, 283-284.

RUDOLPH, E. (1979): Wirkungen von Luftverunreinigungen auf pflanzliche Bioindikatoren in Bayern. - Schriften. für Naturschutz u. Landschaftspflege **9**, 7-44.

SCHAUB, H.; HOHENBERG, G.; HENRICH, J.; JOESTEL, A.; KNORRE, U.; KUPRIAN, M.; LENZEN, B.; NITSCHKE, I.; WEIL, M. und SCHWAB, U.; SCHLAF, S. und FLAIG, H. (1991): Vegetationsänderungen im Zusammenhang mit atmosphärischen Stickstoffeinträgen. - Akademie f. Technikfolgenabschätzung in Baden Württemberg Nr. **57**.

SCHAUB, H.; JOESTEL, A.; KNORRE, U.; KUPRIAN, M.; NITZSCHE, I.; WEIL, M. und WINKLER, K. (1994): Untersuchungen zur Wirkung von Automobilabgasen auf Pflanzen. - Berichte des Zentrums für Umweltforschung Frankfurt **22**.

SCHMIDT, W. (1990): Struktur und Funktion von Straßenrändern in der Agrarlandschaft. - Verh. Ges. Ökol. **19**, 566-591.

SCHWAB, U.; SCHLAF, S. und FLAIG, H. (1996): Vegetationsänderungen im Zusammenhang mit atmosphärischen Stickstoffeinträgen. - Akademie f. Technikfolgenabschätzung in Baden Württemberg Nr. **57**.

STEUBING, L. und BUCHWALD, K. (1989): Analyse der Artenverschiebungen in der Sandginsterheide des Naturschutzgebietes Lüneburger Heide. - Natur und Landschaft **64**, 100-105.

STEUBING, L. (1993): Der Eintrag von Schad- und Nährstoffen auf die Vergrasung der Heide. - Ber. R.-Tüxen Ges. **5**, 113-133.

STEUBING, L. und VOGEL, A. (im Druck): Biomonitoring der Immissionsbelastung eines Heideökosystems durch verkehrsbedingte Schwermetalle. - Ufz Leipzig-Halle GmbH.

STOTTELE, T. (1995): Vegetation und Flora am Straßennetz Westdeutschlands. - Dissertationes Botanicae **248**.

STOTTELE, T. und SOLLMANN, A. (1992): Ökologisch orientierte Grünpflege an Straßen. - Schr. d. Hess. Landesamtes f. Straßenbau, Wiesbaden.

TEBAAY, R.; WELP, G. und BRÜMMER, G. H. (1993): Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und deren Verteilungsmuster in unterschiedlich belasteten Böden. - Z. Pflanzenern. Bodenk. **156**, 1-10.

Umweltbundesamt (UBA) (1994): Daten zur Umwelt 1992/93. - E. Schmidt Verlag, Berlin.

UNGER, H.-J. und PRINZ, D. (1992): Verkehrsbedingte Immissionen in Baden-Württemberg - Schwermetalle und organische Fremdstoffe in straßennahen Böden und Aufwuchs. - Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), Stuttgart, Heft **19**.

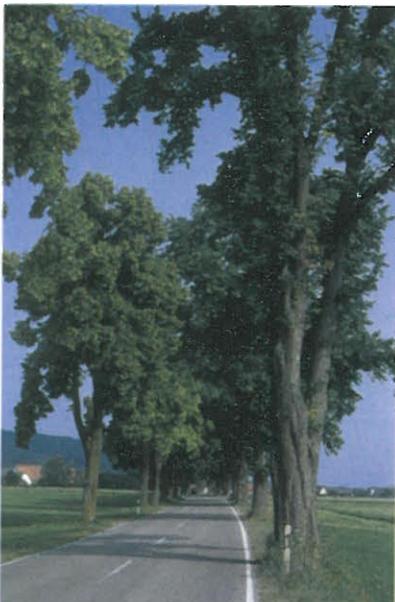
WINKLER, K. (1991): Untersuchungen zur Wirkung von Automobilabgasen auf Pflanzen unter definierten Bedingungen in Expositions-kammern. - Berichte des Zentrums für Umweltforschung.

ZEREINI, F.; ZIENTEK, C. und URBAN, H. (1993): Konzentration und Verteilung von Platingruppenelementen (PGE) in Böden - Platinmetallemission durch Abrieb des Abgaskatalysatormaterials. - Z. Umweltchem. Ökotox. **5**, 130-134.

### Anschrift der Verfasserin:

Prof. Dr. Dr. h.c. Lore Steubing  
Institut für Pflanzenökologie der  
Justus-Liebig-Universität  
Heinrich-Buff-Ring 38

35392 Gießen



*links: Alleen wurden oftmals aus Gründen der Verkehrssicherheit zerstört - heute wird versucht, sie zu erhalten; die Bäume bleiben jedoch durch den zunehmenden Verkehr, Streusalzausbringung u. v. m. starken Schadstoffbelastungen ausgesetzt (Foto: Pretscher).*



*rechts: Der scharfe Mauerpfeffer ist genügend salztolerant und hitzefest, um hier die Fahrbahnkante zu besiedeln (Foto: Pretscher).*

Konrad Buchwald

# Belastungen von Schutz- und Erholungsgebieten durch den Straßenverkehr

In diesem Beitrag wird am Beispiel des nördlichen Bodenseegebietes Baden-Württembergs (Abb. 1) die jahrzehntelange Geschichte der Planung der Bodenseeaustobahnen beleuchtet. Gebaut sind inzwischen auf der westlichen Seite die A 98 (Singen - Stockach) und auf der östlichen Seite die A 96 (Bregenz - Wangen). Das Gebiet eignet sich als Modellraum für die Beschreibung von Umweltkonflikten, weil es zum einen ein Mosaik von Natur-, Landschafts- (darunter zahlreiche Vogelschutzgebiete nach der EU-Richtlinie und Important Bird Areas) und Wasserschutzgebieten aufweist, zum anderen einen Trinkwasserspeicher internationaler Bedeutung enthält und einen bedeutenden Erholungsraum mit wachsenden Besucherzahlen, von denen viele mit dem Auto anreisen, darstellt (BUCHWALD 1973).

Die wesentlichen Umweltprobleme (vgl. z. B. Umweltgutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen 1978, 1994) sind:

1. Flächenverluste durch Überbauung von Erholungsgebieten, land- und forstwirtschaftlichen Produktionsflächen, Wasserschutzgebieten u. a. sowie
  2. Flächenbelastung durch
    - Tangierung und Zerschneidung von Natur- und Landschaftsschutzgebieten, Erholungsgebieten, land- und forstwirtschaftlichen Betriebseinheiten, Wasserschutzgebieten mit Belastungen durch
    - Lärm- und Abgasimmissionen
    - Verunreinigung von Grund- und Oberflächengewässern durch Abgase, Reifenabrieb, Ölverluste, Streusalze sowie
  3. grundsätzliche Veränderungen des bodenseetypischen Landschaftsbildes.
- Diese Eingriffe überlagern sich zum Teil in ihrer Wirkung.

Für das westliche Bodenseegebiet Baden-Württembergs liegen Untersuchungen vor, die das Ausmaß des Zerschneidungs- und Verlärmungseffektes durch den Straßenbau deutlich machen. So wurden z. B. die straßenbegleitenden Verlärmungsbänder auf waldfreiem Gelände einem für den projektierten Ausbauzustand der Straßen in den 1980er Jahren ermittelt (Abb. 2, LEUTENEGGER 1972). Dabei wurde davon ausgegangen, daß schon bei einem Geräuschpegel von

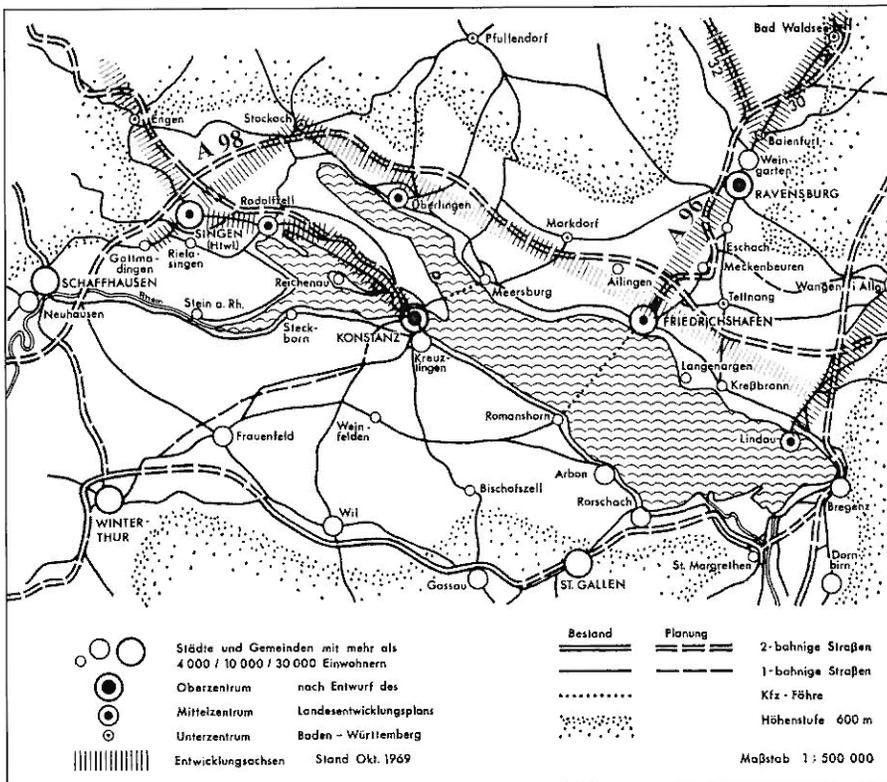
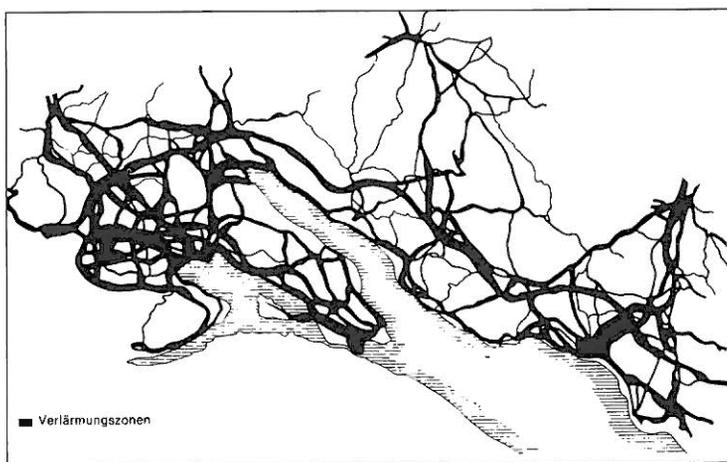


Abb. 1: Konzept der Landesplanung für Entwicklungsachsen und Autobahntrassen (1971).

Abb. 2: Verlärmungszonen mit einem Geräuschpegel von mehr als 40 dB (A) entlang der Verkehrswege der 80er Jahre.



> 40 dB (A) die Erholungseignung einer Landschaft wesentliche Beeinträchtigungen erfährt (40 dB (A) ist nach der TA Lärm der zulässige Richtwert für die nächtliche Lärmbelastung in Wohngebieten). Nach mündlichen Mitteilungen (Ministerium für Umwelt und Verkehr, 28. Mai 1998) wurden die prognostizierten Verkehrsdichten der 1980er Jahre in den 1990er Jahren erreicht und sind weiterhin ansteigend.

Unter Berücksichtigung der Ausbaupläne, der 1970 prognostizierten Verkehrsdichte und der Einflüsse von Relief und Vegetationsstrukturen (Wald usw.) ergab sich, daß 1985 im Jahresmittel rund ein Fünftel des gesamten baden-württembergischen Bodenseegebietes, im Seeuferbereich sogar ein Viertel der Flächen, einer Lärmeinwirkung von mehr als 40 dB (A) ausgesetzt sein würde.

## Halbinsel Bodanrück

(Abb. 1 und 2, Übersicht 1)

Die großflächige Lärmbelastung ist auf dem Bodanrück als bedeutendes Erholungsgebiet hoher Qualität besonders einschneidend. Mehr als 75 % des Bodanrückgebietes sind als Landschaftsschutzgebiet, 9 % als Naturschutzgebiet geschützt. Angesichts des hohen Erholungspotentials war der für die Mitte der 1980er Jahre zu erwartende Flächenanteil der Verlärmungsbänder mit 33,6 % der Gesamtfläche nicht zu verantworten.

Die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) auf Autobahnen wie auf Bundesstraßen haben von 1980 bis 1995 kontinuierlich zugenommen. Dieser Trend gilt für das gesamte Land Baden-Württemberg. Auch für den Bodenseebereich muß diese kontinuierliche Zunahme unterstellt werden, zumal dort die Straßen zusätzlich durch den Ausflugsverkehr belastet werden. Die einzige Dauerzählstelle im westlichen Bodenseeraum Radolfzell bestätigt den Anstieg der Verkehrszahlen in den zurückliegenden Jahren:

Jahr	DTV
1985	18.101
1994	19.038
1996	19.398
1997	19.561.

## Trassendichte und Umweltverträglichkeit

Entscheidend für die Beurteilung von Straßenbauvorhaben in einem Landschaftsraum Schwerpunktnutzungen ist die bestehende *Dichte des Straßennetzes* („Trassendichte“). Vergleichswerte, die die Zerschneidung von Räumen durch überörtliche Straßen angeben, liefern damit bereits einen Aufschluß über die bestehende, künftige bzw. *noch mögliche Belastung einer Landschaft durch den Verkehr*.

### Anforderungen an die natürliche Erholungseignung von Landschaften:

- Abwechslungsreichtum/Vielfalt in Struktur und Bild
- „Naturnähe“, Möglichkeit zu Naturbeobachtungen

<b>Fläche:</b>	144 km <sup>2</sup>
<b>Länge:</b>	22 km
<b>Breite:</b>	5,5 km
<b>Schutzstatus:</b>	LSG 75 %, NSG 9 %
<b>Natürliche Erholungseignung:</b>	Höchste Eignungsstufe auf 75 % der Fläche
<b>Verlärmungszonen:</b>	> 40 dB (A): 48,5 km <sup>2</sup> = 33,6% der Fläche
<b>Voraussetzung:</b>	autobahnähnlicher Ausbau der B 33 am Seeufer

Übersicht 1: Flächenverlärmung im Erholungsgebiet Halbinsel Bodanrück mit Inseln Reichenau und Mainau, LSG = Landschaftsschutzgebiet, NSG = Naturschutzgebiet.

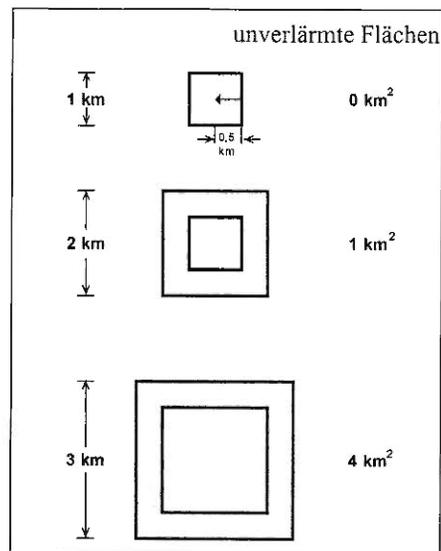


Abb. 3: Anteile der verlärmten, bzw. unverlärmten Fläche bei Gesamtlängen von 1,4 und 9 km<sup>2</sup> und Verlärmungsbändern von rd. 500 m zu beiden Seiten der Straße (entspricht 40 dB (A)).

- Vorhandensein von Gewässern, Nutzungsmöglichkeit der Ufer von Seen, Flüssen und Meer
- Nutzungsmöglichkeit von Waldrändern (Lagern, Spielen, Windschutz)
- Nutzungsmöglichkeit von Wiesen (nach Mahd), Weiden, Trockenrasen (Lagern, Spielen, Naturbeobachtung)

### Erwünscht:

- Mildes bis strenges Reizklima
- Badewasserqualität
- Lärmpegel < 40 dB (A)
- Schadstoffminimum innerhalb Grenzwerte TA-Luft

Für den Regierungsbezirk Tübingen wurde seinerzeit der Anteil zusammenhängender, d. h. nicht vom Verkehr zerschnittener Flächen in km<sup>2</sup> für jeden Landkreis berechnet. Danach waren ein Drittel aller Flächen des Regierungsbezirks mehr als 5-9 km<sup>2</sup> groß. Legte man, wie bei der Untersuchung für den westlichen Bodenseeraum (Abb. 2) bei dem für die 1980er Jahre prognostizierten Verkehrsaufkommen im waldfreien Gelände ein Verlärmungsbänder von rd. 500 m zu beiden Seiten der Straße (entspricht 40 dB (A)) zugrunde, so würde dies bei 1 km<sup>2</sup> Flächengröße eine volle Verlärmung der Fläche, bei 4 km<sup>2</sup> nur 1 km<sup>2</sup> unbelastete Fläche und bei 9 km<sup>2</sup> eine lärmfreie Fläche

von 4 km<sup>2</sup> bedeuten. Diese verbleibende Fläche reicht nicht mehr für Aktivitäten der Ferienerholung aus (Abb. 3).

Zur Erhaltung funktionsfähiger, möglichst wenig durch den Straßenverkehr belasteter Flächen müssen heute alle größeren Flächen planmäßig gesichert werden. Jede Erweiterung des überörtlichen Verkehrsnetzes bedarf in besonderem Maße einer Überprüfung der Umweltverträglichkeit (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 1978, Deutscher Rat für Landespflege 1988, Bundesamt für Naturschutz 1997).

## Autobahntrassierung am nördlichen Bodenseeufer - vergleichende Trassenbeurteilung aus Sicht der Umweltverträglichkeit

Bereits der Landesentwicklungsplan Baden-Württemberg (1971, Abb. 1) sah ein Entwicklungsband von Singen über Stockach, Überlingen nach Friedrichshafen und Lindau vor. Als zentrale Verkehrsachse war eine Autobahn in Seeufernähe nördlich der Orte Überlingen und Meersburg vorgesehen. Diese würde nicht nur direkt die hochwertige Uferlandschaft entwerthen, sondern auch den fußläufigen Erholungsverkehr der Uferorte in den Bereich des Hinterlandes behindern. Es kam also darauf an, umweltverträgliche Trassenalternativen bei einer Minimierung von Zerschneidungen und belastenden Kontakten für Wohngebiete, Schutz- und Erholungsgebiete zu entwickeln. In einem Gutachten für die Landesregierung (BUCHWALD et. al. 1973) wurden fünf alternative Autobahntrassierungen in ausreichendem Abstand von dem empfindlichen Uferbereich hinsichtlich der Auswirkungen von Zerschneidungen und belastenden Kontakten überprüft (Abb. 4). Den damals verwendeten Bewertungsrahmen zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Autobahntrassen gibt Übersicht 2 wieder, ein Schema zur Messung der Indikatoren für die Belastung auf verschiedenen Trassen und Trassenabschnitten die Abb. 5. Eine eingehende Darstellung der Methodik findet sich bei KRAUSE 1996. In der Untersuchung einer umwelt-, sozial- und raumverträglichen Trasse in der Landschaft des nördlichen Bodenseeufer wurde von den Bearbeitern seinerzeit eine Kombination der Trassen I und II ausgewählt.

Eine verkehrspolitische Entscheidung zur endgültigen Trassenwahl ist bis zum heutigen Zeitpunkt - 1998 - nicht gefallen; betroffene Behörden, Naturschutzverbände, Tourismusverbände und Öffentlichkeit können sich nicht entscheiden, obwohl seit über 20 Jahren Planungen und Bewertungsverfahren vorliegen.

Verursacher	Auswirkungen	Betroffene/ Maßeinheit
Verkehrsaufkommen (Kfz/24 h)	Flächenverlärmung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Lärm betroffene Einwohner (Anzahl)</li> <li>• Verlärmte Zonen hoher natürlicher Erholungseignung (ha)</li> <li>• Verlärmung von Tages- und Feierabenderholungsgebieten (ha)</li> <li>• Verlärmte Naturschutzgebiete (ha)</li> </ul>
Autobahntrasse	Veränderungen der Landschaftsstruktur durch Flächenzerschneidung und Flächentangierung sowie durch Überbauung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonen hoher natürlicher Eignung (ha)</li> <li>• Tages- und Feierabenderholungsgebiete (km)</li> <li>• Waldflächen (km)</li> <li>• Wasserschutzgebiete (km)</li> <li>• Landschaftsschutzgebiete (km)</li> <li>• Naturschutzgebiete (km)</li> <li>• Überbaute Fläche insgesamt (ha)</li> <li>• Überbaute Waldfläche (ha)</li> </ul>

Übersicht 2: Bewertungsrahmen zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Autobahntrassen.

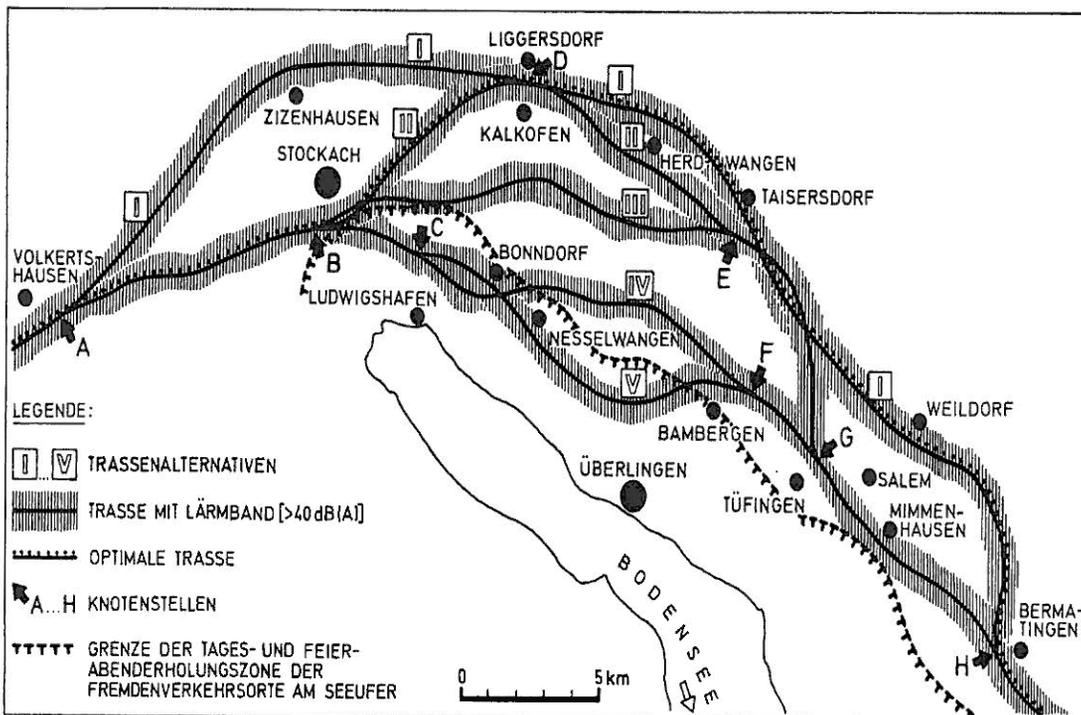


Abb. 4, links: Alternative Autobahntrassierungen und zugehörige Lärmbänder in der nördlichen Bodenseelandschaft.

Abb. 5, unten: Messung der Indikatoren für die Belastung auf verschiedenen Trassen und Trassenabschnitten.

## Literatur

BUCHWALD, K.; HARFST, W.; KRAUSE, E. (1973): Gutachten für einen Landschaftsrahmenplan Bodensee Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg. Stuttgart.

Bundesamt für Naturschutz (Hg.) (1997): Erhaltung der biologischen Vielfalt. Wissenschaftliche Analyse deutscher Beiträge. Bonn. 352 S.

Bundesamt für Naturschutz (Hg.) (1996): Daten zur Natur. Bonn. 170 S.

Deutscher Rat für Landespflege (1972): Landespflege am Bodensee. Schr.-R. des Deutschen Rates für Landespflege, H. 18. Bonn. 76 S.

Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1974): Landschaft und Verkehr. - Schr.-R. des Deutschen Rates für Landespflege, H. 22. Bonn. 102 S.

Deutscher Rat für Landespflege (Hg.) (1988): Zur Umweltverträglichkeitsprüfung. - Schr.-R. des Deutschen Rates für Landespflege, H. 56. Bonn. 453-554.

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1978): Umweltgutachten 1978. Stuttgart. 638 S.

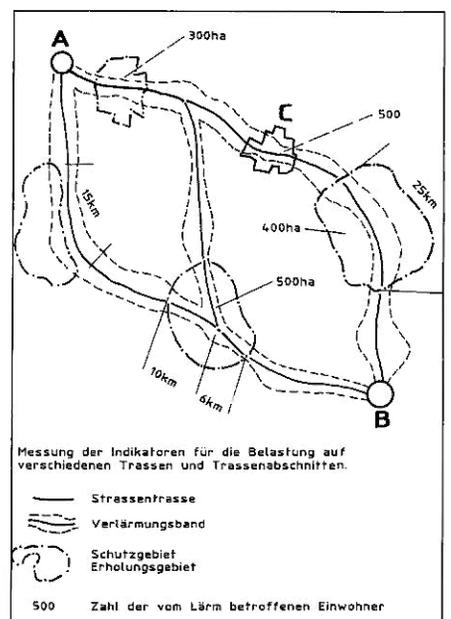
Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart. 380 S.

KRAUSE, E. (1976): Zur Beurteilung alternativer Autobahnwahllinien durch die Landschaftsplanung. - Landschaft und Stadt, H. 4.

LEUTENEGGER, V. Th. (1972): Zum Erholungsplan Bodensee, Schr.-R. des Deutschen Rates für Landespflege, H. 18. Bonn. 19-25.

## Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Konrad Buchwald  
 Institut für Landschaftspflege und Naturschutz  
 Herrenhäuser Str. 2  
 30419 Hannover



Reinhard Kolke

# Das Auto von morgen: Darstellung und Vergleich technischer Innovationen für Antriebe des 21. Jahrhunderts

- Zukunftstechnologien und alternative Antriebe im Straßenverkehr -

## Einleitung

Durch die erfolgreiche Einführung des Drei-Wege-Katalysators konnten die Schadstoffemissionen in der Bundesrepublik Deutschland stark reduziert werden (Abb. 1). Obwohl eine weitergehende Reduktion durch die geplante Verschärfung der Grenzwertstandards für Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge ab dem Jahr 2000 zu erwarten ist, ist schon heute absehbar, daß die der heutigen Kraftstoffe einschließlich der Herstellung, der Verwendung, dem Transport und der Nutzung im Kraftfahrzeug berücksichtigt werden.

## Pkw-Fahrzeuge mit Otto- und Dieselmotoren

Durch die verbesserten Kraftstoffe und die - besonders beim Benzinmotor - deutlich verringerten Abgasemissionen haben sich in den letzten Jahren die bei einigen alternativen Energien vorhandenen Vorteile relativiert. Die technischen Möglichkeiten, die Abgasemissionen der Benzinfahrzeuge um weitere 70 bis 80 % im Vergleich zum heutigen Fahrzeug mit geregelter Drei-Wege-Katalysator zu senken, sind bereits absehbar. Detaillierte Abschätzungen zeigen zudem, daß die Einführung der hierfür notwendigen Super-Katalysator-Technologie (Super-Kat) durch Herstellungsmehrkosten weit unter 200 DM zu erreichen sein wird. Augenblicklich werden sogar bei einigen Konzepten keine Mehrkosten in der Herstellung erwartet. Daneben besteht die Möglichkeit, durch fortschrittliche Pkw-Antriebe mit Ottomotor auch den Kraftstoffverbrauch und damit die treibhausrelevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch zu senken. Konzeptstrategien für fortschrittliche Pkw-Antriebe mit Ottomotor sehen verschiedene Potentiale zur Verbrauchsminderung vor. Unter Berücksichtigung verschiedener Maßnahmen, wie Abgasrückführung, Aufladung, Zylinderabschaltung, Hochaufladung oder Direkteinspritzung, können sich motortechnische Verbrauchseinsparungen von bis zu 36 % ergeben. Weitere Verbesserungen ergeben sich durch fahrzeugtechnische Maßnahmen, wie Gewichtsreduzierung, Verringerung der Querschnittsfläche und die Optimierung des Luft- und Rollwiderstandes. Damit ist eine Halbierung des Kraftstoffverbrauches heu-

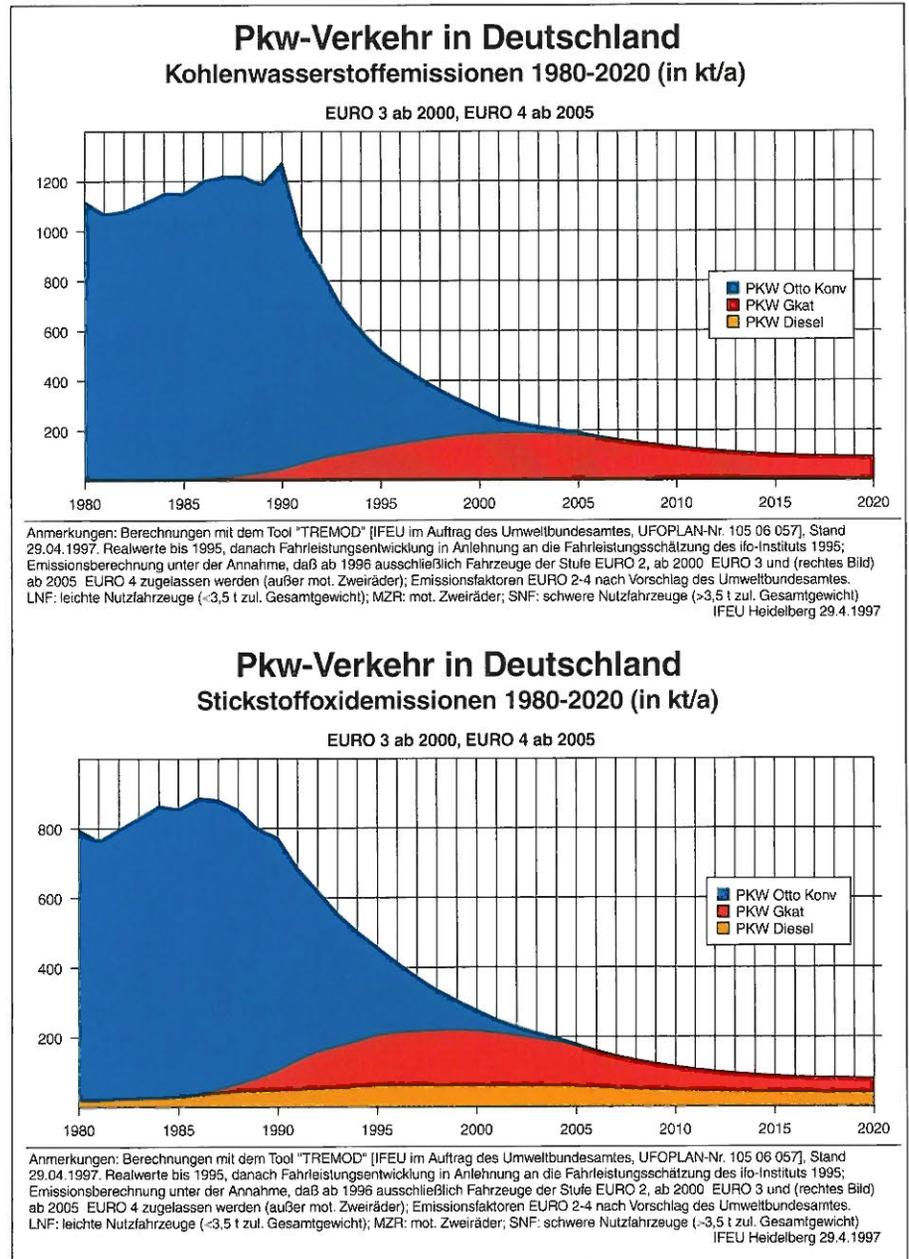


Abb. 1: Entwicklung der Abgasemissionen in Deutschland.

tiger Kraftfahrzeuge durch technische Maßnahmen praktisch möglich.

Auf den Dieselmotor für Pkw-Antriebe wird nicht weiter eingegangen. Einerseits liegt der Verbrauchsvorteil heutiger Diesel-Pkw gegenüber technisch vergleichbaren Ottomotoren in der Praxis bei 15 bis 20 %, bezogen auf das Klimagas Kohlendioxid entspricht dies aber nur einem Unterschied von 0 bis 5 %, da Dieselmotoren etwa 14 % mehr Kohlenstoff als Ottomotoren enthalten. Da-

neben weisen Dieselmotoren im Vergleich zu Ottomotoren prinzipbedingt höhere NO<sub>x</sub>-Emissionen und zusätzliche Partikel-Emissionen auf (Abb. 2).

Für den heutigen motorisierten Individualverkehr ist der Ottomotor im Vergleich zum Dieselmotor der umweltfreundlichere Antrieb mit einem erheblichen ungenutzten Potential zur weiteren Reduktion des Kraftstoffverbrauches und der Schadstoffemissionen.

## Elektrostraßenfahrzeuge

Prognosen der zusätzlichen Kosten von Elektrostraßenfahrzeugen und des finanziellen Mehraufwandes für ein besonders emissionsarmes Fahrzeug mit Ottomotor haben zu dem Ergebnis geführt, daß für den finanziellen Mehraufwand eines Elektrofahrzeuges bis zu 40 Fahrzeuge mit Super-Kat-Technologie ausgerüstet werden können, um einen Emissionsstandard mit besonders niedrigen Emissionen einzuhalten. Der Aktionsradius der Batteriefahrzeuge ist stark eingeschränkt. Daneben hat das Umweltbundesamt die direkten und indirekten Emissionen eines besonders leichten und fortschrittlichen Elektrostraßenfahrzeuges mit einem Verbrauch von 12 kWh pro 100 km mit denen eines fortschrittlichen Benzinfahrzeuges und einem Verbrauch von 4 l/100 km verglichen. Die Prognose erfolgte für das Jahr 2005, in dem die Kraftwerksemissionen noch stark von den fossilen Kraftwerken dominiert sein werden. Für das Jahr 2005 kann sicher davon ausgegangen werden, daß die Großfeuerungsanlagenverordnung (GFAVO) im gesamten Bundesgebiet vollzogen sein wird. Bei der Stromerzeugungsstruktur handelt es sich um die Abschätzung der PROGNOSE AG, die auch für das Trendszenario im 3. IMA-CO<sub>2</sub>-Bericht (IMA: Interministerielle Arbeitsgruppe) für die Bundesregierung verwendet wurde.

Für das Prognosejahr 2005 ergeben sich für das Elektrostraßenfahrzeug in Deutschland nur noch bei den Stickoxiden erwähnenswerte Vorteile. Erhebliche Minderemissionen bei Kohlenmonoxid (CO) sind zu relativieren, da es sich bei CO seit der erfolgreichen Einführung des geregelten Drei-Wege-Katalysators nicht mehr um einen der kritischen Schadstoffe handelt. Für ein fortschrittliches Elektrostraßenfahrzeug ergeben sich im Vergleich zu einem fortschrittlichen Benzinfahrzeug im Jahr 2005 folgende Mehr- und Minderemissionen, bzw. -verbräuche:

-96	...	- 95%	Kohlenmonoxid	(↗)
-50	...	- 18%	Stickoxide	(↗)
- 4	...	+ 58%	Schwefeldioxid	(↘)
+91	...	+236%	Partikel	(↘)
- 8	...	+162%	Gesamtkohlenwasserstoffe	(↘)
- 4	...	+ 30%	Kohlendioxid	(↘)
+ 3	...	+ 4%	Primärenergie	(↗)

In den Berechnungen sind nicht nur die Emissionen im *Energiemix* berücksichtigt, sondern auch die der Stromerzeugung durch Steinkohlestrom. Diese sogenannte *Zuwachsbetrachtung* basiert darauf, daß die erhöhte Nachfrage am Tag durch Elektrostraßenfahrzeuge nach elektrischer Energie

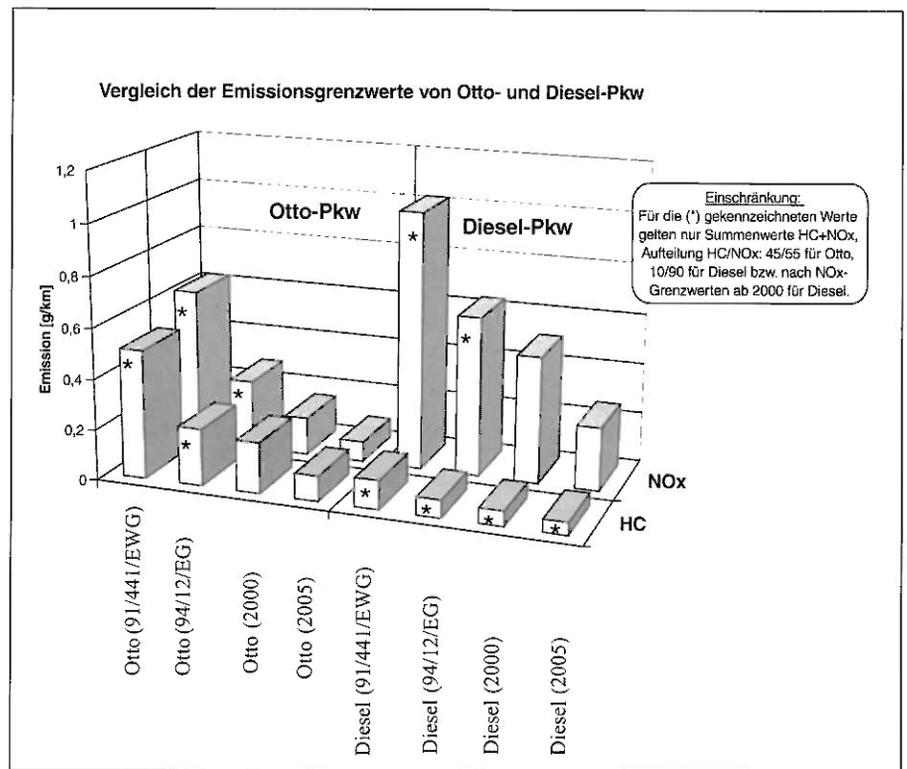


Abb. 2: Vergleich der Emissionsgrenzwerte von Otto- und Diesel-Pkw für Kohlenwasserstoffe (HC) und Stickoxide (NOx).

durch Kraftwerke abgedeckt wird, die in Lastanpassung betrieben werden. Es ist davon auszugehen, daß neben Gaskraftwerken primär Steinkohlekraftwerke im dynamischen Lastanpassungsbetrieb eingesetzt werden und Kraftwerktypen, wie Braunkohle- und Kernkraftwerke, zur Aufrechterhaltung der Grundlast dienen werden. Nach heutigen Betriebserfahrungen ist es wahrscheinlich, daß Elektrostraßenfahrzeuge um die Betriebszuverlässigkeit aufrechtzuerhalten, auch zu Tageszeiten geladen werden, zu denen bereits eine Vielzahl weiterer Verbraucher Netzstrom benötigen.

*Der lokalen Emissionsfreiheit des Elektrostraßenfahrzeuges stehen die eingeschränkte Reichweite und die Verlagerung der Emissionen gegenüber. Erwähnenswerte Vorteile in der Gesamtbilanz werden sich für das Elektrostraßenfahrzeug nur bei den NOx-Emissionen ergeben. Aufgrund der absehbaren erheblichen Kosten der Batterietechnologie gegenüber der Super-Kat-Technologie ist der Einsatz von Elektrofahrzeugen nur in ausgesprochenen Nischenbereichen (z. B. geschlossene Räume, Kurgebiete) sinnvoll.*

## Solarfahrzeuge

Solarbetriebene Elektrostraßenfahrzeuge beziehen in ihrer Energiebilanz den nötigen Strombedarf aus regenerativen Energiequellen. Der Einsatz regenerativer Energie birgt ein erhebliches Potential zur Verminderung

von Umweltbelastungen. Da die Erzeugung jedoch vergleichsweise teuer und aufwendig sein kann, muß die regenerative Energie möglichst effizient und umweltschonend eingesetzt werden. Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) haben gezeigt, daß ein kleines Solarfahrzeug, dessen Verbrauch 10 kWh/100 km beträgt, in der Nutzung ein vergleichbares Benzin-Kleinstfahrzeug mit einem Verbrauch von 1,6 l je 100 km ersetzen könnte. Um 1,6 l Benzin herzustellen und zu verbrennen, sind 15 kWh Erdöl notwendig. Gleichzeitig könnten durch die direkte Nutzung der 10 kWh Solarstrom für den Ersatz fossiler Kraftwerke etwa 31 kWh fossiler Energieträger (Stein-, Braunkohle, Heizöl, etc.) eingespart werden. Damit ist der Ersatz fossiler Kraftwerke durch elektrische regenerative Energie im Vergleich zum Ersatz fossiler benzinbetriebener Kraftfahrzeugantriebe durch Solarfahrzeuge um bis zu 110 % effektiver und wirkungsvoller (Abb. 3). Selbst bei größeren Fahrzeugen mit einem Verbrauch von 7,9 l/100 km bzw. 28 kWh/100 km ist die Nutzung der Solarenergie für den Ersatz fossiler Kraftwerke noch um 16 % effektiver. *Solarfahrzeuge leisten damit keinen Beitrag zu einem nachhaltigen Umweltschutz.*

Bei solaren Leichtfahrzeugen, die ihre Solarzellen direkt auf der Karosserie tragen, handelt es sich häufig um aerodynamische Konstruktionen, die vom Fahrrad abgeleitet wurden. Im Vergleich zu diesen fahrradähnlichen Fahrzeugen wäre die direkte Nut-

Fahrzeugtyp Solarfahrzeug, „Solarflitzer“, Benzin-Microcar			
Solarstrom zum Ersatz von Benzin/Diesel Vergleich identischer Fahrzeuge		Solarstrom zum Ersatz von fossilem Strom Vergleich identischer Energiemengen	
<b>Benzinfahrzeug</b> 14 kWh/100 km 1,6 l/100 km	<b>Solarfahrzeug</b> 10 kWh/100 km ~ 1,1 l/100 km	<b>Stromanwendung</b> 10 kWh	<b>Mobilität</b> 10 kWh
<b>Primärenergie Erdöl</b> 15 kWh	<b>Primärenergie Solarenergie</b> ~ 90 kWh	<b>Primärenergie Kraftwerksmix</b> 31 kWh	<b>Primärenergie Solarenergie</b> ~ 90 kWh

Abb. 3: Nutzungsmöglichkeiten von Solarstrom zum Ersatz von fossilen Kraftwerken statt zum Ersatz von Benzinfahrzeugen.

zung eines Fahrrades, das zudem durch menschliche Muskelkraft angetrieben werden kann, wesentlich sinnvoller.

*Regenerative Energie birgt ein erhebliches Potential zur Verminderung von Umweltbelastungen. Die direkte Nutzung von Solarstrom zum Ersatz fossiler Kraftwerke ist gegenüber der Nutzung im Solarmobil vorzuziehen, da Solarstrom dabei wesentlich effektiver und wirkungsvoller eingesetzt wird.*

### Erdgasfahrzeuge und Flüssiggasfahrzeuge

Für die Anwendung bei Nutzfahrzeugflotten bietet Erdgas als alternativer Kraftstoff klare Vorteile. Erdgas wird auf 200 bar komprimiert und unter Druck gespeichert. Da der Erdgasantrieb - verglichen mit dem Dieselantrieb - wesentlich niedrigere Partikel-, Stickoxid- und Geräuschemissionen erzeugt, können gasbetriebene Busflotten und Kleintransporter im innerstädtischen Bereich einen wesentlichen Beitrag zur notwendigen Reduzierung der Stickoxid- und Partikelemission beitragen. Hier können durch den Einsatz von Erdgas Emissionsminderungen von 84 % Stickoxiden, bzw. mehr als 90 % an Partikeln, erreicht werden. Unter Berücksichtigung der in den Vorketten auftretenden Emissionen und dem Einsatz von Erdgas in 10 % der Nutzfahrzeugflotte in Deutschland würden sich geringfügig erhöhte CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen ergeben, die etwa + 0,07 % betragen. Demzufolge führt der Einsatz von Erdgasmotoren zu keiner merklichen Erhöhung der treibhausrelevanten Emissionen. Das Emissionsniveau von Erdgas-Pkw entspricht dem von Benzin-Pkw mit geregelterm Drei-Wege-Katalysator, während das Emissionsniveau von gasbetriebenen Nutzfahrzeugen sogar weit unter den heutigen und absehbaren gesetzlichen Anforderungen liegt.

Der Nachteil der Erdgastechnologie liegt in der geringeren Speicherdichte des Kraftstoffes, der bezogen auf den gleichen Energieinhalt im Vergleich zum Dieselmotorkraftstoff einen um das 3- bis 5fache schwereren und um das 3fache größeren Tank benötigt. Deshalb bietet sich Erdgas besonders in Nutzfahrzeugen im städtischen Bereich an, bei denen eine geringfügig eingeschränkte Reichweite und das höhere Gewicht sowie Volumen des Speichers weniger nachteilig sind.

Flüssiggas besteht aus Propan und Butan und fällt auch als Nebenprodukt bei der Erdöl- und Erdgasgewinnung sowie bei der Verarbeitung von Erdöl an. Noch immer werden Erd- und Flüssiggas auf den Erdölfeldern abgefackelt oder zurückgepreßt. Dabei sind allein im Jahr 1987 Gaskondensate von entsprechend 130 Mio. Tonnen Erdöl verlorengegangen bzw. vernichtet worden. Die Speicherdichte von Flüssiggas ist deutlich höher als bei komprimiertem Erdgas. Flüssiggas (LPG) stellt nach Ansicht des UBA's einen sehr guten Kraftstoff für städtische Fahrzeuge dar. Im Ge-

gensatz zu Erdgas eignet sich Flüssiggas durch die höhere Speicherdichte auch gut für Pkw. Das Emissionsniveau von Flüssiggas-Pkw entspricht dem von Benzin-Pkw mit geregelterm Drei-Wege-Katalysator. Für Nutzfahrzeugflotten im städtischen Betrieb weisen Erd- und Flüssiggasmotoren mit geregelten Katalysatoren gegenüber Dieselmotoren deutlich niedrigere Partikel-, Stickoxid- und Geräuschemissionen auf. Besser als Erdgas eignet sich Flüssiggas (LPG) durch die höhere Speicherdichte auch für Pkw, deren Emissionen denen von G-Kat-Pkw entsprechen.

### Wasserstofffahrzeuge

Wasserstoff als Alternativkraftstoff ist mit erheblichen Verlusten bei den Herstellungs- und Aufbereitungsprozessen verbunden. Modellrechnungen für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung haben gezeigt, daß selbst bei solarerzeugtem Wasserstoff noch 40 - 45 % der elektrischen Solarenergie allein für die Erzeugung des Wasserstoffs verlorengehen. Aus diesem Grunde ist die direkte Nutzung von Solarenergie etwa für den Ersatz alter hochemittierender Kraftwerke gegenüber der Nutzung zur Herstellung von Wasserstoff vorzuziehen. Daneben ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt solarerzeugter Wasserstoff noch bis zu 60fach teurer als Benzinkraftstoff.

Wasserstoff kann auch aus Erdgas hergestellt werden. Hier können aber die Verluste der Herstellung (ca. 20 %) vermieden werden, wenn der Energieträger Erdgas direkt genutzt wird. Selbst wenn Wasserstoff bereits zur Verfügung stehen würde, ist die direkte Verwendung von Wasserstoff in stationären Anlagen vorzuziehen, um die weiteren Verluste, wie etwa die Wasserstoffverflüssigung (33 - 48 % Verluste), die Betankung (bis zu 20 % Verluste) und die Speicherung (bis zu 2 % pro Tag) auszuschließen (Abb. 4).

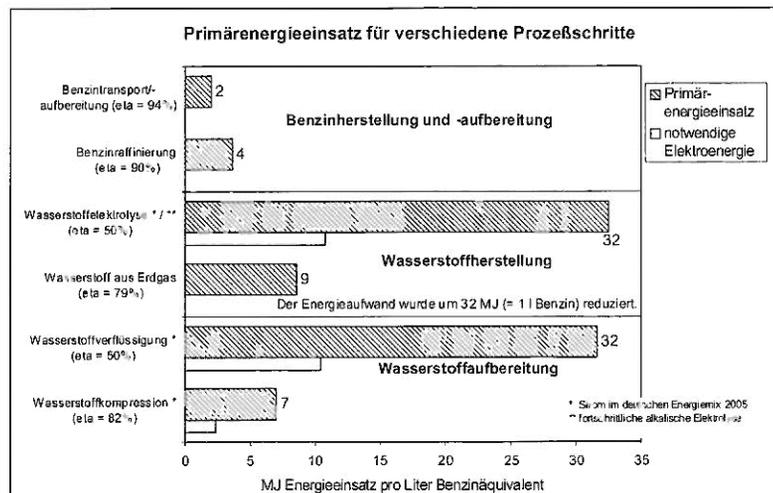
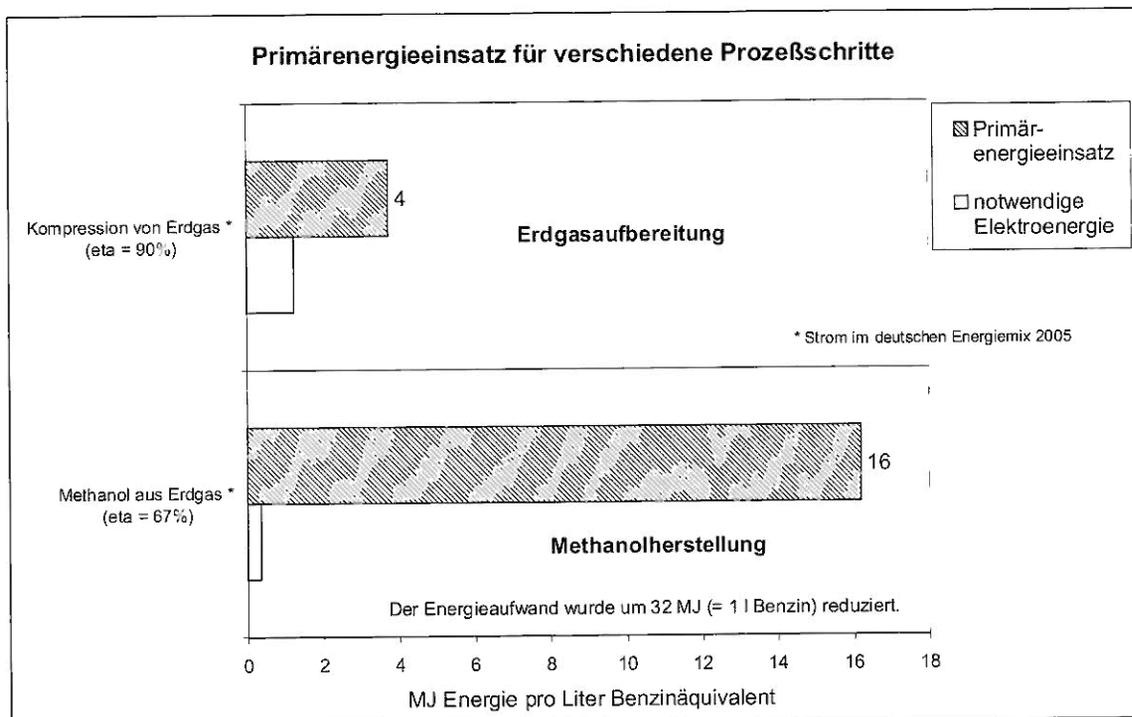


Abb. 4: Vergleich des Primärenergieaufwandes für die Herstellung und Aufbereitung von Benzin und Wasserstoff.

Abb. 5: Vergleich des Primärenergieaufwandes für die Herstellung und Aufbereitung von Erdgas und Methanol.



Die Nutzung von Wasserstoff zum verbrennungsmotorischen Antrieb von Kraftfahrzeugen ist mit erheblichen Verlusten bei den Herstellungs- und Aufbereitungsprozessen verbunden. Wasserstoff im Verkehr einzusetzen ist daher aus heutiger Sicht nicht sinnvoll.

### Brennstoffzellenfahrzeuge

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist der Einsatz von Brennstoffzellenantrieben und dazu notwendiger Komponenten wenig untersucht. Es besteht in diesem Bereich die dringende Notwendigkeit einer objektiven Technikfolgenabschätzung, die nicht nur die effiziente Brennstoffzelle, sondern auch die weiteren Komponenten (Speicher, Reformer, Verdichter, etc.) und deren Wirkungsgrade berücksichtigt. Dabei sind auch Gesichtspunkte der Kosteneffizienz einzubeziehen. Für Brennstoffzellen sind darüber hinaus vorteilhafte Einsatzgebiete für stationäre Anlagen bekannt.

Auch in Brennstoffzellen für den Verkehr ist die Nutzung von Wasserstoff wegen der erheblichen Verluste bei der Herstellung nicht sinnvoll. Die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen sollten eingehend untersucht und bewertet werden, da bereits heute vorteilhaft Einsatzgebiete für stationäre Anlagen existieren.

### Fahrzeuge mit Rapsöl- und Rapsölmethylestermotoren

Das UBA hat als Antriebsstoffe Rapsöl und Rapsölmethylester (RME) in einer Ökobi-

lanz mit Dieselkraftstoff verglichen. Das Fazit dieser Ökobilanz ist, daß die Verwendung von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester in Dieselmotoren aus Umweltsicht nicht generell zu befürworten ist. Die detaillierte Begründung des Vergleiches zwischen RME und Dieselkraftstoff findet sich in der Ökobilanz Rapsöl (FRIEDRICH et al. 1993). Wenn RME mit Erdgas oder Flüssiggas verglichen wird, die gegenüber dem Dieselkraftstoff noch große Vorteile aufweisen, wird deutlich, daß Rapsöl bzw. RME für den Einsatz im innerstädtischen Verkehr keine Alternative zu Erdgas oder Flüssiggas ist. Ferner ist RME als schwach wassergefährdend (WGK 1) eingestuft. Eine Änderung dieser Eingruppierung durch die Verwendung von Additiven (z. B. Zusätze gegen Pilze, Fließverbesserer) ist bisher nicht bekannt. Ein wesentlicher Aspekt ist die geringere Kosteneffizienz von RME bezüglich der spezifischen CO<sub>2</sub>-Minderung. Um RME gegenüber dem kostengünstigeren Dieselkraftstoff wettbewerbsfähig zu machen, ist neben der Subventionierung durch Stilllegungsprämien auch die Befreiung von der Mineralölsteuer notwendig. Zusätzlich zu den Mineralölsteuerverlusten ist mit einer jährlichen Subventionierung von 0,7 bis 0,9 Mrd. DM zu rechnen. Diese Beträge fehlen für effizientere Umweltschutzmaßnahmen in diesem Bereich. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß diese Subventionen nur zu 15% bei den Landwirten selbst verbleiben und überwiegend den Landwirtschaftszuliefer- und Rapsverarbeitungsbetrieben zufließen. Auch der häufig diskutierte Elsbett-Motor ist nicht die Lösung für den ausschließlichen Rapsölbetrieb. Ein zweites Kraftstoff-

system mit Dieselkraftstoff sorgt für den einwandfreien Start an kalten Tagen. Die Beurteilung der Motoremissionen hat gezeigt, daß diese im Rapsölbetrieb wesentlich ungünstiger sind als im Dieselmotorbetrieb. Daneben muß das Rapsöl, wie zuvor erwähnt, additiviert werden, um Schleim- und Pilzbildung zu verhindern. Der Nachweis der Langzeitstabilität von Elsbett-Motoren im Rapsölbetrieb konnte bisher nicht erbracht werden.

Die Verwendung von Rapsöl in pflanzenöltauglichen Motoren bzw. Rapsölmethylester in Dieselmotoren ist aus Umweltsicht nicht zu befürworten. Im Vergleich zu verfügbaren technischen Maßnahmen der CO<sub>2</sub>-Minderung bei Dieselmotoren besitzt RME eine wesentlich geringere Kosteneffizienz.

### Fahrzeuge mit Alkoholmotoren

Als Brennstoffe für Alkoholmotoren kommen prinzipiell die Alkohole Methanol und Ethanol in Frage. Methanol kann zur Zeit aus Erdgas als Rohstoff hergestellt werden. Da der Energieinhalt von Methanol volumenbezogen etwa halb so hoch wie der von Benzin ist, müssen bei gleichem energetischen Kraftstoffverbrauch die Lager- und Tankvolumen verdoppelt werden. Da die Herstellung von Methanol mit Verlusten in Höhe von ca. 33% verbunden ist, ist eine direkte Nutzung von Erdgas energetisch günstiger und bietet auch bei den sog. „Klimagasen“ deutlich größere Vorteile (Abb. 5).

Ethanol kann in Europa vor allem aus Weizen oder Zuckerrüben hergestellt werden.

Die zur Produktion notwendigen Energien für die Herstellung von Ethanol aus Weizen sind höher als der Energiegehalt des gewonnenen Ethanols. Die Kosten für die Herstellung von Ethanol sind pro Liter Benzinquivalent noch höher als für Rapsöl. Erst wenn Ethanol kostengünstig durch den Einsatz von Enzymen aus Holz hergestellt werden kann, ist Ethanol als alternative Energie in Betracht zu ziehen.

*Die Herstellung von Methanol aus Erdgas ist mit Verlusten von etwa 33% verbunden. Daher ist die direkte Nutzung von Erdgas vorzuziehen. Wenn Ethanol kostengünstig durch den Einsatz von Enzymen aus Holz hergestellt werden kann, ist Ethanol als alternative Energie in Betracht zu ziehen.*

### Der Weg zum „Auto von morgen“

Die Darstellungen zeigen, daß der Einsatz des flüssigen Energieträgers Benzin mit erheblichen Vorteilen verbunden ist. Deshalb ist es notwendig, dessen Einsatz langfristig zu ermöglichen. Dies ist nur durch eine drastische Reduktion des Kraftstoffverbrauchs in Kombination mit einer weiteren Reduktion der direkten Abgasemissionen möglich. Für den Einsatz bei Nutzfahrzeug-

flotten - insbesondere im innerstädtischen Verkehr - wird komprimiertes Erdgas und Flüssiggas als Brennstoff empfohlen. Flüssiggas sollte aufgrund seiner Speichereigenschaften, Verfügbarkeit und Umweltvorteile daneben auch in Pkw eingesetzt werden. Elektrostraßenfahrzeuge bieten sich höchstens in Nischengebieten an, wie etwa geschlossenen Räumen und Kurgebieten, in denen höchste Anforderungen an die Luftreinhaltung gestellt werden. Solarfahrzeuge leisten keinen Beitrag zu einem nachhaltigen Umweltschutz. Regenerative Energie sollte für den Ersatz alter fossiler Kraftwerke genutzt werden. Der Einsatz von unadditiviertem RME ist nur in Bereichen zu empfehlen, in denen bei Unfällen hohe Anforderungen an den Wasserschutz gestellt werden. Wasserstoff ist für den Einsatz im Verkehr aus heutiger Sicht nicht sinnvoll.

### Literatur

FRIEDRICH, A.; GLANTE, F.; SCHLÜTER, C.; GOLZ, C.; NÖH, I.; REINHARD, C.; HÖPFNER, U.; SATORIUS, R.; BENNTORF, R.; BLÜMEL, H.; SCHÄRER, B.; RODT, S. (1993): Ökologische Bilanz von Rapsöl bzw. Rapsölmethylester als Ersatz von Dieselmot-

stoff (Ökobilanz Rapsöl). - TEXTE 4/93, Umweltbundesamt, Berlin.

KOLKE, R. (1993): Der Elsbett-Motor, ein umweltverträglicheres Konzept zur verbrennungsmotorischen Nutzung von Rapsöl? - Umweltbundesamt, Berlin.

KOLKE, R. (1995): „Ergebnisse eines Systemvergleiches für konkurrierende Antriebssysteme (Benzin, Diesel, Batterie)“. - Paper: Produktbezogene Ökobilanzen III, 17. Februar 1995 Umwelttechnologieforum, Berlin.

KOLKE, R. (1996): „Energie- und Emissionsbilanz fortschrittlicher Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor- und Batterie-Antrieb“. - Internationales Verkehrswesen (48), 12/96, 16-22.

MÖNCH, L. (1996): Konzeptvergleich von schweren Nutzfahrzeugen mit Dieselmotor bzw. Erdgasmotor. - Umweltbundesamt, Berlin.

RODT, S.; FRIEDRICH, A.; JOST, D.; KOLKE, R.; NIEDERLE, W.; RUDOLF, W.; TAPPE, M. (1995): Passenger Cars 2000, Requirements, Technical Feasibility and Costs of Exhaust Emission Standards for the Year 2000 in the European Community. - UBA TEXTE 61/95, Umweltbundesamt, Berlin.

### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Reinhard Kolke  
Umweltbundesamt  
Postfach 33 00 22  
14191 Berlin



Links: Wagenbauer aus Jost AMMANS Ständebuch 1568, rechts: Rad heute.

Andreas Manthey

# Solar- und Elektromobil - ein Baustein zur umweltverträglichen Mobilität

## 1 Einleitung

Verkehrsbedingte Abgase und Lärm stellen heute bedeutende Probleme in Innenstädten dar. Viele Haushalte denken nicht zuletzt wegen der gestiegenen Verkehrs- und Umweltbelastung intensiv über eine Wohnortverlagerung in das Umland nach, was einerseits das Verkehrsaufkommen und damit die Umweltbelastung weiter erhöhen würde, andererseits die Stadt solvente Steuerzahler kostet. Gegenmaßnahmen sind daher nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht dringend erforderlich.

Die Situation ist bereits so ernst, daß in einigen Städten erwogen wird, Straßen für den Durchgangsverkehr zu schließen, da die Immissionen über den zulässigen Grenzwerten liegen.

Während die Stickoxidimmissionen nur an wenigen Stellen den EU-Grenzwert erreichen oder überschreiten, werden z. B. in Berlin die Grenzwerte für Benzol und Dieselruß des Bundes-Immissionsschutzgesetzes § 40, Absatz 2, z. T. erheblich überschritten (BREITENKAMP 1992). 70 % der Stadtbewohner nennen das Auto als *den* störenden Faktor bei ihren Wohnbedingungen.

## 2 Historie

Die Anfänge der Elektrofahrzeuge gehen auf das letzte Jahrhundert zurück. Damals gab es wegen der bequemerer und angenehmerer Bedienung zeitweilig mehr elektrisch betriebene als mit Verbrennungsmotor ausgestattete Kraftfahrzeuge. Nach der Einführung des elektrischen Anlassers nahm die Bedeutung von Elektrofahrzeugen ab. Gefördert durch die 1985 in der Schweiz und ab 1988 auch in Deutschland durchgeführten Solar- und Elektromobilwettbewerbe bildete sich etwa ab 1990 ein kleiner Markt für Elektrofahrzeuge. Während die Anzahl der beim Kraftfahrtbundesamt registrierten Fahrzeuge vorher konstant bei etwa 2.000 lag, nahm sie seither, vor allem auch wegen verschiedener Förderprogramme, in einzelnen Bundesländern stetig zu. In Hamburg gab es 1990/91 bei der Anschaffung eines Elektrofahrzeuges einen Zuschuß von 4.500,- DM pro Sitzplatz. Voraussetzung war, daß das Fahrzeug mit Strom aus erneuerbaren Energien geladen wurde. So haben die Besitzer Solarstromanlagen in-

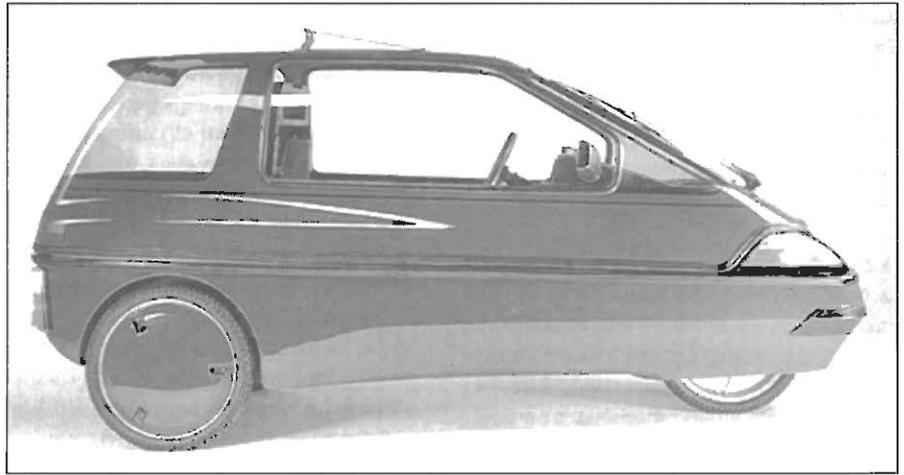


Abb. 1: City-el von CityCom Deutschland Purpose-Design. Einsitzer, mit 5.000 Fahrzeugen z. Z. meistproduziertes Serienelektrofahrzeug Europas, wird seit 1996 in Deutschland hergestellt.

stalliert oder sich an einer Windkraftanlage beteiligt. Insgesamt sind etwa 200 Fahrzeuge gefördert worden. In 30 Städten in Baden-Württemberg (z. B. Stuttgart) gab es einen Zuschuß von 30 % zum Kaufpreis des Fahrzeuges. In Nordrhein-Westfalen gab es 10.000,- DM Zuschuß aus dem REN-Programm.

Nutzer waren vorher vor allem Stromversorger, die umgerüstete Fahrzeuge der Automobilindustrie (vorwiegend VW Golf und Transporter T2 sowie Mercedes Benz DB 308 E) fuhren. Nachdem ab 1989 der (seinerzeit noch dänische) mini-el (heute City-el, Abb. 1) nach Deutschland importiert wurde und verschiedene kleine Firmen leichte konventionelle Fahrzeuge (Trabant, Colenta, Fiat 126, ...) umrüsteten, interessierten sich auch umweltbewußte Privatpersonen für diese Fahrzeuge. Wichtig war diesem Nutzerkreis allerdings in der Regel, daß die verbrauchte Energie aus umweltfreundlichen Quellen (z. B. Solar- oder Windenergie) stammte.

Weiterhin entdeckten Gewerbebetriebe vor allem aus dem technischen Bereich (Computer, Telekommunikation, Elektroinstallation,...) den hohen Aufmerksamkeitswert dieser z. T. als „Purpose-Design“ (mit neuer Karosserie) entwickelten Fahrzeuge und nutzten diese für Werbezwecke. Inzwischen haben sich auch andere Branchen angeschlossen, die diese Fahrzeuge als preiswerte Werbeträger verwenden, mit denen man sogar noch fahren kann: Brauereien, Supermärkte, Pizza-Service,...

Fahrzeuge im *Purpose-Design* sind speziell für den Elektroantrieb entwickelt. Die im Vergleich zum konventionellen Antrieb unterschiedlichen Volumina und Gewichte der verwendeten Elektro-Antriebskomponenten werden bei der Fahrzeugentwicklung berücksichtigt.

Fahrzeuge im sog. *Conversion-Design* basieren auf konventionellen verbrennungsmotorisch betriebenen Kraftfahrzeugen. Beim Umbau müssen die neuen Komponenten des Elektroantriebs in die vorhandenen Bauräume des ehemaligen verbrennungsmotorischen Antriebs integriert werden.

## 3 Leistungsprofile von elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen

### 3.1 Allgemeines

Beim Kraftfahrtbundesamt in Flensburg waren 1997 knapp 5.000 Fahrzeuge mit Elektroantrieb registriert. Nicht berücksichtigt sind Elektrofahrräder (genauer Elektroleichtmofas), da diese nicht zugelassen werden müssen.

Elektrisch betriebene Straßenfahrzeuge sind heute als Motorroller, als Pkw mit 1 bis 5 Sitzplätzen, als leichte Nutzfahrzeuge und als Busse verfügbar.

### 3.2 Vorteile gegenüber verbrennungsmotorisch betriebenen Kraftfahrzeugen

#### 3.2.1 Lokale Emissionsfreiheit

Außer eventuell durch die Fahrzeugheizung geben batterie-elektrisch betriebene Fahr-

zeuge vor Ort keine Emissionen ab. Die Fahrzeuge werden je nach Heizungstyp mit Strom, Latentwärmespeicher oder sog. Standheizungen (Gas, Benzin oder Diesel) beheizt. Dies ist notwendig, da durch die hohen Energienutzungsgrade im Fahrzeug kaum Abwärme entsteht.

Lokale Emissionsfreiheit, insbesondere in Innenstädten, wo der Haupteinsatzbereich von Elektrofahrzeugen liegt, heißt saubere Luft dort, wo Menschen atmen. Die durch Abgase entstehenden Gebäudeschäden verursachen für die Hausbesitzer hohe Kosten für Fassadenrenovierungen.

Verkehrsprognosen gehen von weiter steigenden Fahrzeugzahlen aus. Durch den immer dichter werdenden Verkehr steigt die Anzahl der Staus, die erreichbare Durchschnittsgeschwindigkeit sinkt. Die bei Emissionsrechnungen angesetzten europäischen Vergleichsfahrzyklen (ECE) stimmen mit der heutigen Realität in Ballungsräumen kaum mehr überein. Diese Entwicklung führt dahin, daß die Vorteile von Elektrofahrzeugen immer bedeutsamer werden, während die Vorteile von verbrennungsmotorisch betriebenen Kfz, wie z. B. höheres Beschleunigungsvermögen oder höhere Reichweiten im Nahverkehr, weiter an Bedeutung verlieren.

### 3.2.2 Weniger Unfälle durch defensive Fahrweise

Wie wissenschaftliche Untersuchungen gezeigt haben, verursachen Elektrofahrzeuge proportional weniger Unfälle als ihre verbrennungsmotorisch betriebenen Pendanten. Dies kommt daher, daß man, um eine hohe Reichweite zu erzielen, eine gleichmäßige, flüssige Fahrweise einhält. Häufiges Beschleunigen und heftiges Bremsen erhöhen nur unnötig den Energieverbrauch.

### 3.2.3 Änderung der Energieverbrauchsgewohnheiten durch die Nutzung von Elektro- und Solarmobilen

Da die Fahrzeuginstrumente die noch verfügbare Energie genau anzeigen, wird für den E-Mobil-Fahrer rationelle Energieverwendung zur Gewohnheit. Dies macht sich auch dadurch bemerkbar, daß zu Hause Energiesparlampen und energiesparende Haushaltsgeräte angeschafft werden. In einigen Fällen ist der Gesamtenergieverbrauch des Haushalts mit Elektrofahrzeug geringer, als er vor der Anschaffung des energieeffizienten Fahrzeuges war.

### 3.2.4 Vorteile von Elektrostraßenfahrzeugen

Vorteile von Elektrostraßenfahrzeugen gegenüber Fahrzeugen mit konventionellem Verbrennungsmotor sind:

- keine Abgase vor Ort in den Städten,
- kein Brennstoff- und Sauerstoffverbrauch am Fahrzeug (außer evtl. Fahrzeugheizung),
- kein Lärm durch defekte oder sportliche Auspuffanlagen, quietschende Reifen, etc.,
- durch höheren Wirkungsgrad des elektrischen Antriebes deutlich geringerer Energieverbrauch, und je nach Art der Energieerzeugung weniger (bei Solarmobilen kein) CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, etc.,
- geringerer Serviceaufwand (kein Motorölwechsel, kein Einstellen von Vergaser, Ventilen, Zündung etc.),
- keine Kaltstartphasen mit erhöhtem Verbrauch, Abgasen und Verschleiß (Katalysator beim Verbrennungsmotor auf kurzen Strecken fast wirkungslos),
- kein (unnötiger) Motorenlauf im Stillstand vor Ampeln oder im Stau,
- elektrische Energierückgewinnung beim Bremsen (Rekuperation), d. h. weniger Bremsen- und Reifenverschleiß,
- kein Hantieren mit Treibstoffen, Ölen etc., keine Benzol-/Dieseldämpfe,
- keine Tankerunglücke,
- sofortige Emissionsverbesserung bei Einführung fortschrittlicherer Kraftwerke und insbesondere bei verstärktem Einsatz von erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung,
- energiesparender Fahrstil und höheres Energiebewußtsein durch den sparsamen Umgang mit den begrenzten Energiekapazitäten an Bord,
- geringere Unfallzahlen durch defensive und vorausschauende Fahrweise für höhere Reichweite,
- keine Gefahr der Verschmutzung des Grundwassers durch Motoröl.

### 3.3 Wirtschaftlichkeit

Elektro-Pkw und -Nutzfahrzeuge sind ab dem Datum der Erstzulassung für fünf Jahre von der Kraftfahrzeugsteuer befreit. Im Anschluß fällt ein Betrag von 11,- DM pro 200 kg zulässiges Gesamtgewicht des Fahrzeuges an (z. B. 22,- DM/Jahr für den City-El/ (Abb. 1, 400 kg zGG.), 77,- DM/Jahr für Citroën Saxo (Abb. 2, 1400 kg zGG.)). Da die Erfahrung gezeigt hat, daß Elektrofahrzeuge durch eine defensive Fahrweise und durch eine geringere Jahres-Kilometerleistung seltener in Unfälle verwickelt sind, bieten einige Versicherungen Sondertarife an (z. B. Albingia, die Alternative, LVM,...). Die Anschaffungspreise der Fahrzeuge sind in der Regel höher als bei vergleichbaren verbrennungsmotorisch betriebenen Kraftfahrzeugen. Die wartungsaufwendigen Arbeiten und Komponenten bei einem Verbrennungsmotor, wie Ölwechsel, Zündkerzen, Abgassonderuntersuchung, Auspuff, Luftfilter, Anlasser, Lichtmaschine, Wasserpumpe, etc., entfallen beim Elektroantrieb völlig. Die Wartung reduziert sich auf die Erneuerung von Batterie, Reifen und Bremsbelägen, die durch die Möglichkeit der Energierückgewinnung beim Bremsen viel langsamer verschleifen als bei normalen Kfz.

### 3.4 Marktübersicht elektrisch betriebener Kraftfahrzeuge

Im Rahmen einer Studie (PRÜFER 1994) wurde ermittelt, daß 22 verschiedene Modelle auf dem deutschen Markt verfügbar waren (Abb. 3).

Inzwischen gibt es sowohl von den Energieversorgungsunternehmen unter dem Titel „Mit Strom mobil“ eine Broschüre über käufliche Elektrofahrzeuge als auch den jährlich neu erscheinenden Katalog „Solar- und



Abb. 2: Citroën Saxo, Fahrzeug im Conversion-Design, als 2- und 4-Sitzer erhältlich, serienmäßig mit Nickel-Cadmium-Batterien.

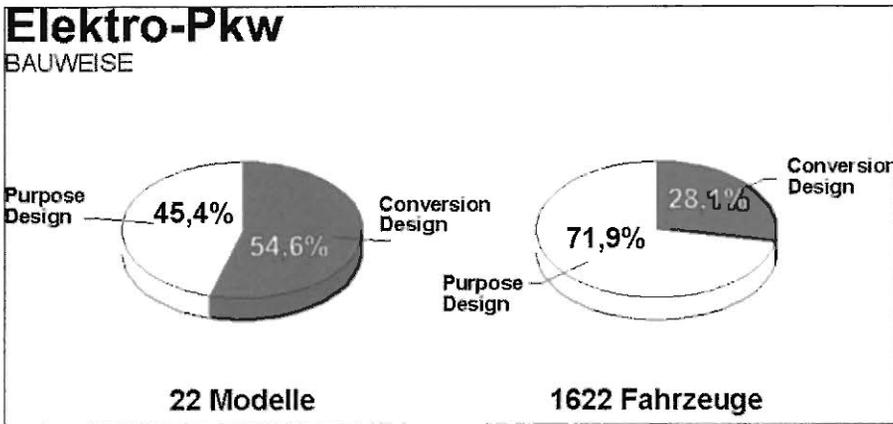


Abb. 3: Fahrzeuge im Purpose-Design im Verhältnis aller zugelassenen Fahrzeuge (Quelle: PRÜFER 1994).

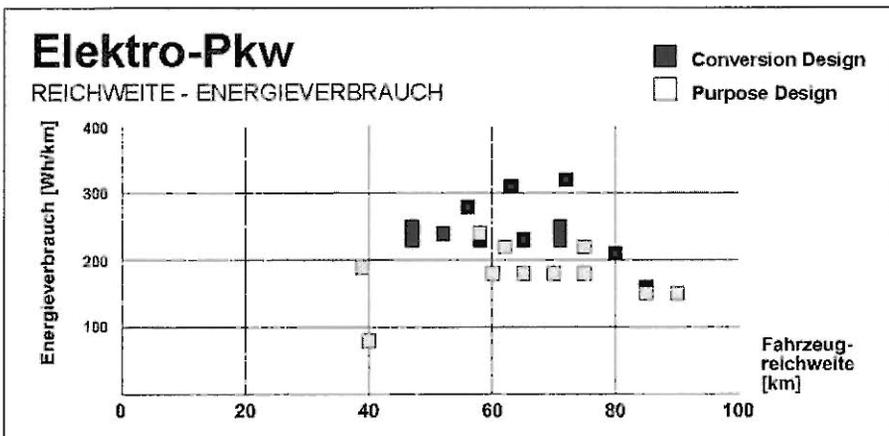


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Reichweite und Energieverbrauch bei Elektro-Pkw (Quelle: PRÜFER 1994).

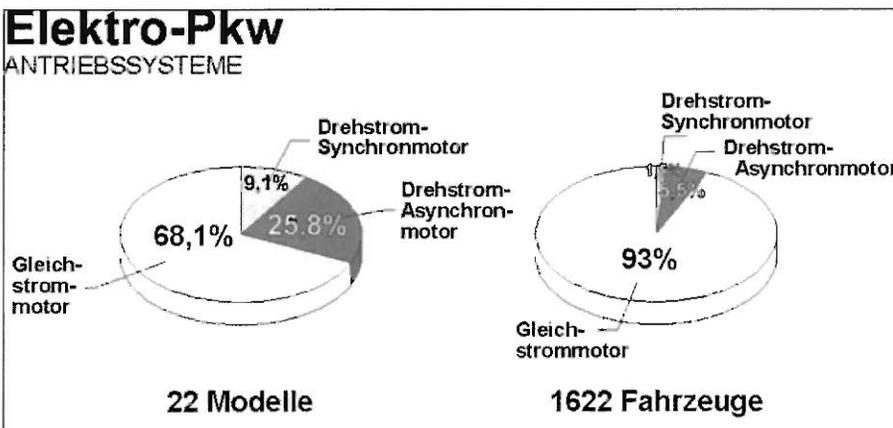


Abb. 5: Verschiedene Antriebssysteme bei Elektrofahrzeugen (Quelle: PRÜFER 1994)

E-Mobil“ (TEIDELT und MANTHEY 1996).

Je energiesparender ein Fahrzeug konstruiert wurde, desto geringer ist nicht nur seine Umweltbelastung, sondern desto höher ist seine Reichweite pro Batterieladung (Abb. 4) und desto kürzer ist die benötigte Nachladedauer.

Während beispielsweise ein VW Golf mit einem Energieinhalt der Batterie von 15,4 kWh (96 V, 160 Ah) bei maximaler Ladeleistung einer Steckdose von ca. 3,5 kW schnellstmöglich in ca. 5,5 Stunden vollgeladen werden kann, könnte der 1-sitzige

City-el (3,2 kWh, 36 V, 90 Ah) mit einer NiCd-Batterie bereits in gut einer Stunde wieder aufgeladen sein. Die damit theoretisch erzielbare tägliche Fahrstrecke ist somit wesentlich höher.

### 3.5 Technische Komponenten für Elektrofahrzeuge

#### 3.5.1 Antriebssysteme

Bis Anfang der 90er Jahre dominierten Gleichstromantriebe als Reihen- oder Nebenschlußantriebe in Elektrostraßenfahrzeugen. Noch heute sind vor allem preis-

wertere Fahrzeuge mit Gleichstromantrieb auf dem Markt (z. B. City-el, KEWET City-Jet, Citroën Saxo). Mit sinkenden Kosten für die bei Dreh- und Wechselstromantrieben aufwendigeren Antriebssteuerungen setzen sich diese Antriebe auch bei Serienfahrzeugen weiter durch (z. B. Ligier, VW Golf CitySTROMer). Die aktuelle Verbreitung bei auf dem Markt vorhandenen Fahrzeugen zeigt Abb. 5.

#### 3.5.2 Energiespeichersysteme

Lange Zeit war die Bleibatterie (Pb/PbO<sub>2</sub>) der Energiespeicher für Elektrostraßenfahrzeuge. Zunächst in der wartungsintensiven offenen Ausführung, später als wartungsfreie Blei-Gel oder Blei-Vlies-Batterie.

Heute kommen die ersten Fahrzeuge auf den Markt, die serienmäßig mit Nickel-Cadmium-Akkumulatoren (NiCd) ausgerüstet sind. Als Beispiele sind hier die französischen Automobilhersteller Citroën, Peugeot, Renault und die mittelständische Firma Microcar zu nennen, die serienmäßig offene NiCd-Akkus der Firma Saft einsetzen.

Nachdem die Entwicklung der Natrium-Schwefel-Hochenergiebatterie (NaS) sowohl von ABB (Asea Brown Boveri) als auch von Silent-Power (RWE) eingestellt wurde, ist AEG Anglo Batteries mit dem Natrium-Nickelchlorid-System (NaNiCl<sub>2</sub>) der einzige Hersteller dieser Hochenergie-Batterietechnologie in Europa. Prototypen erreichen bis zu 550 km Reichweite mit diesem Batteriesystem, das etwa die vierfache gravimetrische Energiedichte der Bleibatterie aufweist. Problematisch ist nur der hohe Energieverbrauch, der bei diesem bei einer Temperatur von ca. 300 °C betriebenen Batteriesystem für die Batterieheizung entsteht, wenn das Fahrzeug nicht regelmäßig eingesetzt wird. Daher sollten mit dieser Batterie nur gewerblich genutzte Fahrzeuge bestückt werden.

Ein neues, bei Raumtemperatur zu betrieblendes System stellt die Nickelmetallhydrid-Batterie (NiH, NiMH) dar, die als Nachfolgerin der NiCd-Batterie angesehen wird. In Europa entwickeln zur Zeit die Firmen VARTA, DAUG und SAFT NiMH-Batterien für den Einsatz in Elektrofahrzeugen (VARTA 1996).

Noch weiter von der Serienreife entfernt ist die Lithium-Ion-Batterie, die heute erst für kleine Anwendungen, z. B. in Hörgeräten oder Mobiltelefonen, serienmäßig zur Verfügung steht. Sie soll die fünf- bis sechsfache Energiedichte der Bleibatterie haben und wird bei Raumtemperatur betrieben.

Eine ganz andere Art, Energie für Elektrofahrzeuge zu speichern, stellt das Zink-Luft-Energiesystem dar, das bis Ende 1997 im Rahmen eines Flottenversuches der Deutschen Post AG in Bremen erprobt wurde. Dieses System kann nicht als Akkumulator bezeichnet werden, da es nicht wieder aufladbar ist (eine Energierückgewinnung beim Bremsen ist ebenfalls unmöglich). Nach einer Fahrstrecke von ca. 300-350 km werden die oxidierten Zinkanoden aus dem Fahrzeug entfernt, zermahlen und in einem „Electrowinning-process“ zu neuen Anoden verarbeitet. Der elektrische Wirkungsgrad dieses Systems ist zumindest z. Zt. schlechter als der anderer elektrochemischer Energiespeicher.

Die Firma Mercedes-Benz beschäftigt sich seit einigen Jahren mit der Weiterentwicklung der Brennstoffzelle. Mit diesem Aggregat kann aus Wasserstoff und Sauerstoff elektrischer Strom bei einer sogenannten kalten Verbrennung mit großem Wirkungsgrad gewonnen werden. Der Wasserstoff wird unter hohem Druck in Druckbehältern, in einem Metallhydridspeicher oder bei  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$  in Kryotanks im Fahrzeug mitgeführt.

Nachdem bei dem ersten Prototypen eines MB 100 Kleinbusses noch der gesamte Fahrzeuginnenraum für die Brennstoffzelle und die Speicher verwendet wurde, konnten im zweiten Fahrzeug (NECar II, MB Vito) bereits 6 Personen befördert werden. Der auf der A-Klasse basierende NECar III mit Reformer an Bord zeigte weitere Fortschritte in der Reduktion des Platzbedarfes für das Antriebssystem. Mercedes-Benz erwartet einen Serieneinsatz nicht vor dem Jahr 2005.

#### 4 Infrastruktur für Elektrofahrzeuge

Ein Elektrofahrzeug der Pkw-Klasse kann an jeder Haushaltssteckdose (230V/16A) auf- oder nachgeladen werden. Nutzfahrzeuge benötigen teilweise einen 400V/16A-(Drehstrom-)Anschluß. Zur Nachladung tagsüber gibt es bereits 180 öffentliche Stromtankstellen in Deutschland, von denen ca. 60 % mit Solarstromanlagen gekoppelt sind.

Der technische Aufbau von Stromtankstellen für die Ladung der Antriebsbatterien von Elektrostraßenfahrzeugen ist in Abb. 6 beschrieben. Die Komponenten sind vorhanden. Bei der Installation im öffentlichen Straßenland wird zunächst ein Hausanschluß und ein Zähler benötigt, um die verbrauchte Energie mit dem Energieversorgungsunternehmen (EVU) abzurechnen.

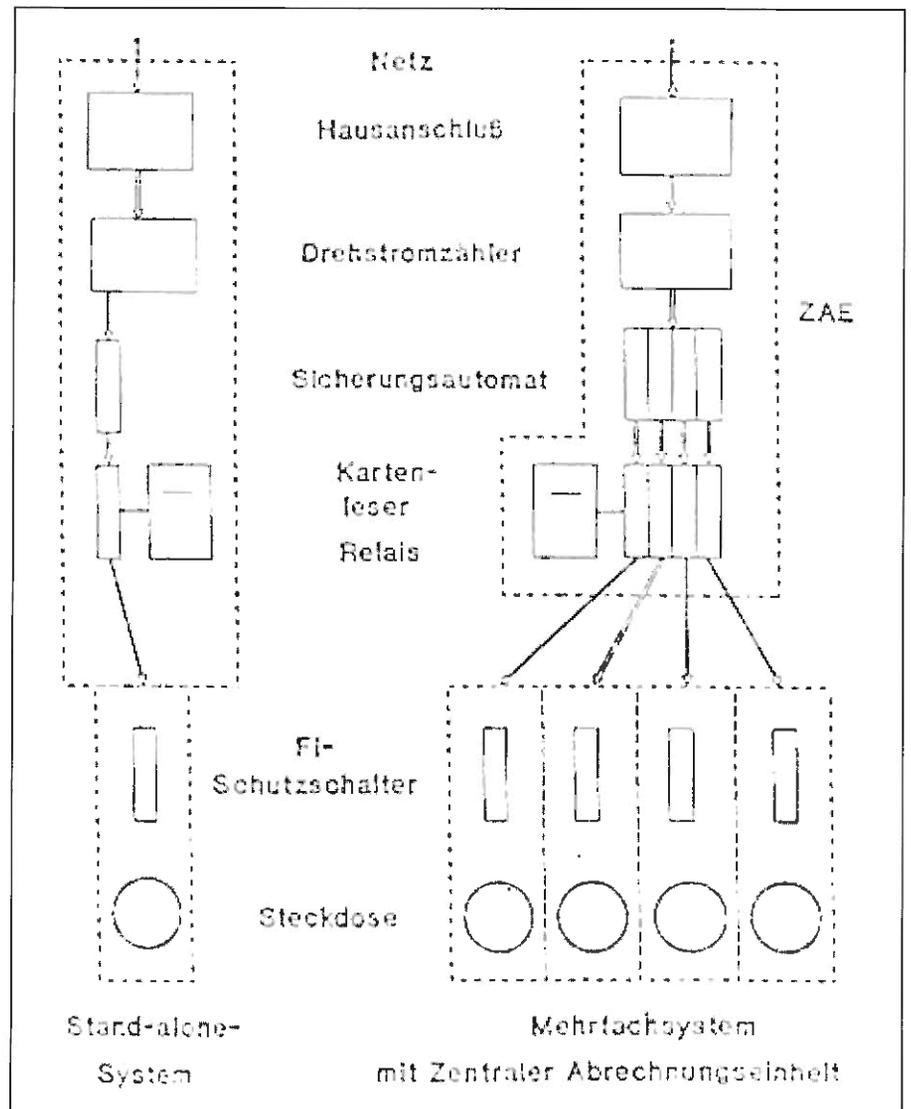


Abb. 6: Der technische Aufbau einer Stromtankstelle (Quelle: NAUNIN 1992).

Ein vom Nutzer reaktivierbarer Sicherungsautomat und ein 30 mA-Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schutzschalter) sind in unmittelbarer Nähe zur Steckdose sinnvoll. Neben den im Haushalt üblichen Schutzkontaktsteckdosen (Schuko) werden auch aus dem Campingbereich bekannte CEE-Steckverbindungen sowohl im 230 V-Bereich (blau) als auch im 400 V-Bereich (rot) eingesetzt.

Ob eine Abrechnungsmöglichkeit benötigt wird, hängt allein vom Betreiber ab. In der Praxis werden heute Magnetkarten- und Datakeysysteme eingesetzt. Möchte aber beispielsweise ein Supermarkt eine Nachlademöglichkeit für seine Kunden anbieten, so darf er den Strom auch verschenken. Im allgemeinen können die Installationskosten einer Stromtankstelle mit Abrechnungseinheit (ca. 5.000,- bis 20.000,- DM) durch den Stromverkauf nicht wieder amortisiert werden.

Stromtankstellen werden heute bereits von verschiedenen Herstellern in Serie angebo-

ten. Eine Übersicht geben (PRÜFER 1994, MANTHEY und REICHEL 1996).

Die Installation weiterer Stromtankstellen auf öffentlich zugänglichem Privatgelände scheint unkompliziert und preiswert möglich. Bei der Nutzung öffentlichen Straßenlandes für die Errichtung gibt es immer wieder Genehmigungsprobleme mit Tiefbauämtern und anderen Leitungsverwaltungen. Einen Schub könnte es geben, wenn es beispielsweise gelänge, eine Supermarktkette zu motivieren, auf ihren Parkplätzen kostenlose Stromnachlademöglichkeiten anzubieten.

Eine weitere wichtige Frage in diesem Zusammenhang ist die Abrechnung der verbrauchten Energie. Bei einer Befragung der deutschen Stromtankstellenbetreiber Anfang 1996 stellte sich heraus, daß einige Nachladestellen völlig kostenfrei sind, bei manchen muß die Parkzeit und bei manchen die verbrauchte Energie bezahlt werden (Abb. 7).

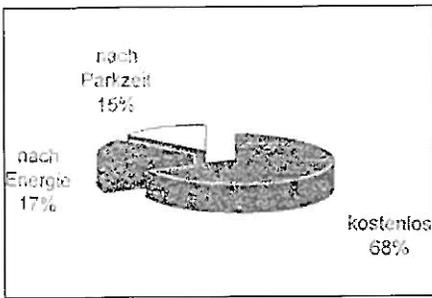


Abb. 7: Verteilung der Abrechnungsmodalitäten der Stromtankstellen in Deutschland (Quelle: eigene Befragung).

Seit einigen Jahren wird in der Schweiz und neuerdings auch in Deutschland unter der Bezeichnung „Park & Charge“ ein neues System erprobt, bei dem die verbrauchte Energie pauschal abgerechnet wird. Jeder Elektromobilbesitzer kann gegen eine Gebühr einen Schlüssel und eine Vignette für sein Fahrzeug bekommen. Damit hat er das Recht, auf den reservierten Park & Charge-Plätzen zu parken. Falls er auch Strom laden möchte, kann er Parkkarten erwerben, deren Preis vom durchschnittlichen Energieverbrauch seines Fahrzeuges abhängt. Auf dieser Karte sind 12 Felder, in die handschriftlich das Tagesdatum eingetragen wird. An diesem Tag kann der Nutzer nun so oft und so lange er möchte Strom an den Park & Charge-Plätzen laden. Die Ladesäulen bestehen lediglich aus einer abschließbaren Steckdose mit Sicherung und einem Fehlerstromschutzschalter. Hierdurch ist der Preis einer solchen Ladesäule mit ca. 1.000,- DM im Vergleich zu Ladesäulen mit Kartenabrechnung sehr gering. Mit den Erlösen aus dem Verkauf der Parkkarten werden dann die Stromrechnungen der Ladesäulen begleichen.

## 5 Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen gegenüber verbrennungsmotorisch betriebenen Kfz

Durch die hohen Energienutzungsgrade im Vergleich zu konventionell motorisierten Kfz benötigen Elektrofahrzeuge nur einen Bruchteil der Energie. Während ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor im Stadtverkehr nur ca. 10 % der im Kraftstoff enthaltenen Energie nutzt, kommen Elektrofahrzeuge auf Wirkungsgrade von etwa 50 % - 70 % ab Netz. Je nach Art der Stromerzeugung sparen sie dadurch mehr oder weniger Primärenergie im Vergleich zu verbrennungsmotorisch betriebenen Kraftfahrzeugen ein. Bezüglich der Emissionen gibt es verschiedene Untersuchungen, die abhängig von den zugrundeliegenden Annahmen zu verschiedenen Ergebnissen kommen. So ermitteln die Elektrizitätsver-

sorgungsunternehmen eine etwa 25 %ige Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber konventionell verbrennungsmotorisch angetriebenen Kfz.

Während sich deren Emissionen jedoch während der Fahrzeugnutzungsdauer eher erhöhen werden, sinken diejenigen eines Elektrofahrzeuges sofort mit jeder Optimierung der Stromversorgung. Dies ist besonders wichtig, wenn man bedenkt, daß Kfz-Emissionen maßgeblich an Gebäudeschäden und Atemwegserkrankungen beteiligt sind.

Der zur Ermittlung der Fahrzeugemissionen herangezogene Kraftwerkspark differiert mit der Region in der das Fahrzeug betrieben wird. Während in Skandinavien, der Schweiz oder Österreich wegen der sehr großen Anteile der Wasserkraft an der Stromversorgung nur relativ geringe Emissionen pro km anfallen, sieht es z. B. in Ostdeutschland mit gegenwärtig noch einem hohen Anteil an Braunkohlekraftwerken (noch) ganz anders aus. Dies ist auch das Ergebnis des BMBF-Flottentests (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Technologie) auf der deutschen Ostseeinsel Rügen (Deutsche Automobilgesellschaft 1996). Hier kamen allerdings zu den hohen Kraftwerksemissionen teilweise sehr hohe Energieverbräuche von Elektrofahrzeug-Prototypen, in denen neue Komponenten erprobt wurden. Dies führte in mancher Hinsicht zu Ergebnissen, die das Elektrofahrzeug im Vergleich wesentlich umweltschädlicher aussehen ließen als verbrennungsmotorisch betriebene Fahrzeuge.

Letztlich müssen für jedes Fahrzeug individuelle Betrachtungen entsprechend seiner Heimatregion angestellt werden. Im Extremfall wird dann die Bilanz für die Heimatsteckdose aufgestellt, und die ist natürlich wesentlich emissionsärmer, wenn hier eine Solarstromanlage einspeist. Unter Umständen kann es für Gesamtdeutschland allerdings günstiger sein, die Solaranlage dort zu installieren, wo besonders hohe Emissionen pro kWh entstehen.

Aus Umweltsicht optimal ist die Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung (Fern- und Nahwärme), mit Biomasse und durch erneuerbare Energieträger (Wind, Wasser, Sonne).

Neben dem Einsatz von besonders emissionsarmen Kraftwerken ist ein geringer Energieverbrauch der Fahrzeuge wichtig, um auf geringe Emissionen pro Fahrzeugkilometer zu kommen.

Besonders im Stadtverkehr mit langen Stillstandsphasen sowie ständigem Anfahren und Bremsen haben elektrisch betriebene Fahrzeuge erhebliche Vorteile im Ener-

gieverbrauch. Der Anteil der Stillstandsphasen an der gesamten Fahrtdauer wird in Zukunft mit steigenden Fahrzeugzahlen eher zunehmen.

Durch die oftmals kurzen Fahrzeiten im Stadtverkehr erreichen bei verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen teilweise weder Motor noch Katalysator die für eine optimale Verbrennung nötigen Betriebstemperaturen.

## 6 Betrieb von Elektrofahrzeugen mit erneuerbaren Energien

Ein 4-sitziger Pkw mit einer Jahresfahrleistung von etwa 8.000 km benötigt im Jahr ca. 1.200 -1.500 kWh elektrische Energie. Soll diese Energiemenge allein durch eine Solarstromanlage erzeugt werden, so hat diese eine Spitzenleistung von 1,5 kW. Sie benötigt eine Fläche von ca. 13 m<sup>2</sup> und kostet z. Z. etwa 25.000,- DM. Je nach Bundesland ist mit erheblichen Zuschüssen zu rechnen. Bei einer Lebensdauer von mehr als 20 Jahren liefert sie nicht nur umweltfreundlichen Strom für diesen, sondern auch noch für den nächsten Pkw.

In einigen deutschen Städten (z. B. in Berlin, Hamburg, Bonn, Aachen) wird die erzeugte regenerative Energie kostendeckend vergütet. Hierbei werden die Installationskosten einer netzgekoppelten regenerativen Stromerzeugungsanlage auf die im Lauf der Betriebsdauer produzierten kWh umgelegt und dem Betreiber vom Stromversorger vergütet. Dieser wiederum legt diese Ausgaben, wie bei jedem anderen Kraftwerk auch, auf alle Stromkunden um. Somit kostet der Betrieb mit Solarenergie den Nutzer dort nicht mehr als der reine Betrieb ab Netz. Der maximal 1 %ige Mehraufwand für den Verbraucher ist weitaus geringer als der bisherige ca. 8 %ige Aufschlag für den „Kohlepfennig“.

Eine weitere Möglichkeit, die von den Fahrzeugen verbrauchte Energie regenerativ zu erzeugen, stellt der Kauf von Anteilscheinen an Windkraftanlagen dar. Mit dem investierten Geld errichtet ein Anlagenbetreiber eine Windkraftanlage oder einen aus mehreren Anlagen bestehenden Windpark. Aus den erzielten Einspeisevergütungen werden die Erträge der Anleger bestritten. Als durchschnittliche Lebensdauer einer Windkraftanlage werden heute 20 - 25 Jahre angenommen. Je nach Standort kann hier die gleiche Energiemenge wie mit der oben beschriebenen Solarstromanlage mit einem Kapitaleinsatz von nur ca. 3.000,- DM erzeugt werden, der sogar verzinst zurückgezahlt wird.



Abb. 8: Neoplan MIC Metroliner, Leichtbau-Elektrobus mit Kohlefaser-Karosserie und Schwungradzusatzspeicher.



Abb. 9: KEWET City-Jet, crashgetestetes zweisitziges Fahrzeug im Purpose-Design mit verzinktem Stahlrohrrahmen.

## 7 Zusammenfassung

Elektrofahrzeuge sind lokal emissionsfrei und leise. Außerdem sind sie seltener an Unfällen beteiligt als verbrennungsmotorisch betriebene Kfz und motivieren ihre Nutzer zu umweltschonendem Verhalten.

Ihr Haupteinsatzgebiet sind angesichts drastischer Gesundheitsbelastungen und Gebäudeschäden die Stadt und das stadtnahe Umland. Je dichter der Verkehr ist, umso gewichtiger sind die Vorteile des Elektrofahrzeugs.

Elektrofahrzeuge sind heute bereits vom Motorroller über 1- bis 5-sitzige Pkw, als Leicht-Lkw oder Bus (Abb. 8) verfügbar. Dabei gibt es auch völlig neu entwickelte Elektrofahrzeuge (sog. Purpose-Design), wie z. B. der einsitzige City-el (Abb. 1) oder der zweisitzige KEWET City-Jet (Abb. 9). Eine vom Bundesverband Solarmobil herausgegebene Marktübersicht nennt z. Z. je 21 Pkw und Lkw (TEIDELT und MANTHEY 1996).

Elektrofahrzeuge sind sehr energieeffizient. So benötigt der Prototyp CHILI (Abb. 10) nur ca. 6 kWh/100 km. Dies entspricht etwa der Verbrennungsenergie von 0,6 l Benzin.

Insgesamt sind in Deutschland knapp 5.000 Elektrofahrzeuge zugelassen, etwa die Hälfte davon als Pkw.

Die Infrastruktur zur Ladung der Fahrzeuge ist prinzipiell vorhanden, da diese an jeder Haushaltssteckdose (230V/16A) aufgeladen werden können. Für Zwischenladungen unterwegs könnten zusätzliche Möglichkeiten im öffentlichen Bereich eingerichtet werden.

Die Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge ist bedingt durch ihre unterschiedliche Konzeption sehr verschieden. Während mit dem City-el (Abb. 1) eine Person und etwas Gepäck (z. B. Monteur mit Werkzeug und Ersatzteilen) mit bis zu 50 km/h ca. 30-50 km weit fahren kann hat der neue Citroën Saxo électrique mit serienmäßiger Hochleistungsbatterie eine Reichweite von ca. 80 km bei einer Höchstgeschwindigkeit von

über 90 km/h und ist in nur 3,5 h wieder aufgeladen.

Die Fahrzeuge sind 5 Jahre steuerfrei, und werden wegen der geringen Unfallhäufigkeit zu Sonderkonditionen versichert. Die Stromkosten liegen je nach Fahrzeugtyp und Stromtarif zwischen 2,- und 5,- DM pro 100 km.

Elektrofahrzeuge haben den Vorteil, daß sie im Stillstand (z. B. Stau, Ampel) keine Energie verbrauchen. Außerdem können sie beim Bremsen Energie zurück in die Batterie speisen. Dadurch haben sie einen relativ hohen Energienutzungsgrad, der z. Z. bei etwa 50-70 % ab Steckdose liegt. Der Gesamtwirkungsgrad ist von der Art der Stromerzeugung abhängig. Der Energieverbrauch elektrisch betriebener Kraftfahrzeuge ist extrem niedrig:

So verbraucht der einsitzige City-el umgerechnet gerade mal 0,8 l Benzinäquivalent pro 100 km, der Citroën AX nur 1,5 l. Bei verbrennungsmotorisch betriebenen Kraftfahrzeugen liegt der Energienutzungsgrad im Stadtverkehr jedoch nur bei etwa 10 %.

Je nach Einsatzort und dortigem Energiemix haben Elektrofahrzeuge geringere Emissionen als verbrennungsmotorisch betriebene Kraftfahrzeuge. Besonders umweltfreundlich fahren diese, wenn der Strom aus erneuerbaren Energien stammt. Es handelt sich dann um Solarmobile im Netzverbund.

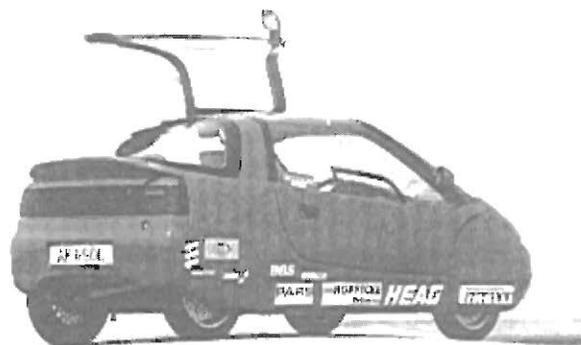


Abb. 10: Chili, Prototyp von der „Akasol“ der TH Darmstadt, mit einem Durchschnittsverbrauch von nur 6 kWh/100km; ein Meilenstein auf dem Weg zum zukunfts-fähigen Pkw.

## 8 Literatur

BREITENKAMP, Manfred (1992): Probleme der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung am Beispiel der Berliner Innenstadt, Elektro-Straßenfahrzeuge: Tagung Dresden 20./21. Oktober 1992 - VDI-Bericht 985; Düsseldorf.

DAUG, (1996): Erprobung von Elektrofahrzeugen der neuesten Generation auf der Insel Rügen - Abschlußbericht, Braunschweig.

MANTHEY, Andreas; REICHEL, Roland (Hrsg.) (1996): SOLAR+E-MOBIL, ein Baustein zur umweltgerechten Mobilität - Tagungsband zum gleichnamigen Kongreß auf der UTECH 96 Berlin.

NAUNIN, Dieterich; MANTHEY, Andreas, et al. (1994): Potentiale zur Integration von Elektrofahrzeugen in innerstädtische Verkehrsstrukturen - Schlußbericht an das Bundesministerium für Verkehr.

NAUNIN, Dieterich; MANTHEY, Andreas (1996): A survey on charging stations including technical and legal aspects - Teilstudie im Rahmen des „Programme for collaboration between CEC and national programmes on electric vehicles in Europe“.

PRÜFER, Mark (1994): Marktübersicht und Technik der zugelassenen Elektrofahrzeuge und der aufgestellten Stromtankstellen in der Bundesrepublik Deutschland - Studienarbeit am Institut für Elektronik der TU Berlin.

TEIDELT, Irene; MANTHEY, Andreas (1996): SOLAR+E-MOBIL. Info + Katalog 96/97, Essen.

VARTA (1996): Elektro-Autos. Stand und Perspektiven. VARTA Batterie AG, Hannover.

## Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Andreas Manthey  
Vorstand Bundesverband Solarmobil e.V.,  
Bleibtreustraße 4

10623 Berlin

Manfred Heller

## Qualitätsanforderungen an das EG-Öko-Audit

Bereits 1987 hat die „Internationale Handelskammer“ (ICC) ein betriebliches Modell-Audit vorgestellt. Trotzdem entsteht der Eindruck in der öffentlichen Diskussion, daß es sich bei den Umweltschutzmanagementverfahren und der Umweltbetriebsprüfung um etwas ganz Neues handelt. Daß Deutschland bereits auf einen Zeitraum von einer Menschengeneration im betrieblichen Umweltschutz zurückblicken kann, wird dabei wenig bewußt. Die Berufsbilder der Umweltschutz-Betriebsbeauftragten, die Mitteilungs- und Anzeigepflichten, die Genehmigungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen und nicht zuletzt die Mitteilungspflichten zur Betriebsorganisation zeugen von einer frühzeitigen Ausrichtung an Umweltschutz-Organisationsstrukturen. Das Grundanliegen der EG-Verordnung zum Öko-Audit ist die „kontinuierliche Verbesserung des Umweltschutzes in Europa“. Voraussetzung ist jedoch die Einhaltung der bereits vorhandenen Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten. In den Staaten der EU, die nur wenige konkrete Umweltschutzanforderungen erlassen haben, ergibt sich somit die Orientierung an Zielvorstellungen, die zwischen den Betrieben und der Verwaltung definiert werden. Die Gestaltungsfreiheit der deutschen Wirtschaftsunternehmen ist hier jedoch sehr eingeschränkt, da wir bekanntermaßen über ein sehr komplexes Umweltrecht verfügen. Dies wird an den ca. 4.600 Rechtsnormen im Geltungsbereich von Bund und Ländern deutlich. Deutsche Unternehmen, die zunächst „freiwillig“ an dem EG-Öko-Audit teilnehmen, gehen eine Doppelverpflichtung ein. Da unsere Wirtschaft sehr exportorientiert ausgerichtet ist, sind wir gut beraten, wenn wir uns an den internationalen Entwicklungen im Umweltschutz orientieren. Dies bedeutet neue Strukturen in Richtung Zielvereinbarungsprozeß aufzubauen und die Instrumentarien des Öko-Audit-Systems zu nutzen, um das materielle Umweltschutzrecht in Deutschland nicht ständig weiter auszubauen. Das setzt voraus, daß die qualitative Absicherung der neuen Strukturen auf hohem Niveau erfolgt.

Die Zulassung und Aufsicht über die Umweltgutachter ist den Mitgliedsstaaten überlassen. Nach deutscher Rechtserfordernis ist dafür ein eigenes Gesetz notwendig, da ein Eingriff in die Berufsfreiheit nach Art.

12 Grundgesetz vorliegt. Der Umweltgutachter muß ein Bündel von Voraussetzungen erfüllen, um überhaupt für die Prüfung zugelassen zu werden. Die Fachkunde muß in der Regel über den Abschluß eines Studiums auf bestimmten technisch-naturwissenschaftlichen Gebieten nachgewiesen werden. Weiterhin muß eine mindestens 3-jährige vollberufliche, eigenverantwortliche Tätigkeit in Unternehmen, in der Umweltverwaltung oder in der Umweltberatung vorliegen. Vor allem praktische Erfahrungen im betrieblichen Umweltschutz sind nachzuweisen und hier ganz speziell für Wirtschaftszweige, für die eine Zulassung als Gutachter beantragt wird.

Die Fachkenntnisse des Umweltgutachters müssen auf den Teilgebieten

- Methodik und Durchführung der Umweltbetriebsprüfung,
- betriebliches Management,
- betriebsbezogene Umweltangelegenheiten,
- technische Zusammenhänge des betrieblichen Umweltschutzes und
- das Recht des betrieblichen Umweltschutzes

bewiesen werden.

Nicht nur (Einzel-)Umweltgutachter können zugelassen werden, sondern auch Umweltgutachterorganisationen. Das deutsche Umweltschutzrecht ist u. a. auf das Verursacherprinzip, die Vorsorge und den Stand der Technik ausgerichtet. Die Umsetzung erfolgt in Eigenverantwortung des Unternehmens. Parallel dazu besteht die halbstaatliche selbstverwaltende Kontrolle von Berufsgenossenschaften, der Technischen Überwachungsvereine (TÜV) und vergleichbarer Institutionen. Der Umweltschutzgutachter tritt somit als dritte Institution hinzu. Die Forderung nach Substitution und Deregulierung wird zwangsläufig zu einer erhöhten Prüfpflicht des Umweltgutachters führen, die sich in einem erheblichen Zeit- und Kostenaufwand niederschlägt, der von den Unternehmen zu tragen ist. Durch die nationale Regelungsdichte, die Komplexität der Sachfragen und den überall spürbar werdenden Zwang zum Sparen wird auch der Staat seine bisherige Rolle nur noch begrenzt wahrnehmen können. Die Zurückgabe vieler Handlungsfelder in die Eigenverantwortung der Betriebe muß eine Konsequenz sein, die von beiden Seiten getra-

gen werden kann, mit dem Ziel der Qualitätssicherung im Umweltschutz bei gleichzeitigem volkswirtschaftlichen Nutzen. Auf diesem Weg ist Mut von allen Seiten gefordert. Nur mit einem Vertrauensvorschuß wird auch der volkswirtschaftliche Ansatz gelingen.

Zur Qualitätssicherung auf nationaler Ebene wurde die „Deutsche Akkreditierungs- und Zulassungsgesellschaft für Umweltgutachter mbH (DAU)“ mit der Zulassung und Beaufsichtigung von Umweltgutachtern und Umweltgutachterorganisationen beauftragt. Träger sind der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI), der Deutsche Industrie- und Handelstag (DIHT), der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) und der Bundesverband der freien Berufe (BFB): Das Bundesumweltministerium führt Aufsicht über die DAU. Als weiteres Element zur eigenverantwortlichen Umsetzung der Zielsetzung des Öko-Audit's wurde im Dezember 1995 der „Umweltgutachterausschuß (UGA)“ offiziell berufen. Der UGA hat u. a. die Aufgabe, rechtlich verbindliche Vorschriften für die DAU zu erarbeiten, die den Charakter von Verwaltungsvorschriften haben. Nach Prüfung durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und nach der Veröffentlichung im Bundesanzeiger treten diese in Kraft. Damit dokumentiert der Staat seine politische Strategie, nach der er sich aus operativen Einzelfallentscheidungen zurückzieht und dieses Feld den gesellschaftlichen Gruppen in Eigenverantwortung überträgt.

Der UGA setzt sich aus 25 Mitgliedern zusammen. Die Wirtschaftsbank stellt sechs Mitglieder, die Umweltgutachter vier, die Umweltverwaltung des Bundes zwei, die Wirtschaftsverwaltung des Bundes ein, die Umweltverwaltung der Länder vier, die Wirtschaftsverwaltung der Länder zwei, die Umweltverbände drei und die Gewerkschaften drei. Für die Arbeit des UGA wurde eine Geschäftsstelle in Bonn eingerichtet. Diese untersteht den Weisungen des Vorsitzenden des UGA. Den Vorsitz stellt zur Zeit die Gutachterbank mit Herrn Rechtsanwalt EWER aus Kiel (bis Dez. 1998). Bereits in seiner ersten Sitzung hat der UGA eine vorläufige Prüferliste und eine Empfehlung für die Besetzung der Beisitzer des Widerspruchsausschusses verabschiedet.

Dieser Ausschuß ist beim Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit angesiedelt; er entscheidet über Widersprüche gegen Verwaltungsakte der Zulassungsstelle DAU und setzt sich aus einem Vorsitzenden und zwei Beisitzern zusammen. Der Vorsitzende muß die Befähigung zum Richteramt besitzen und gleichzeitig Beamter in der Umweltverwaltung des Bundes sein. Die Beisitzer dürfen nicht gleichzeitig dem UGA angehören!

Zur weiteren Qualitätssicherung hat der UGA in seiner ersten Sitzung bereits Arbeitsgruppen gebildet, die verschiedene Elemente erarbeiten sollen. Im einzelnen werden folgende Themen bearbeitet:

- Zulassung und Prüfung,
- Aufsichtsmaßnahmen,
- UGA Geschäftsordnung und
- Europäische Vorgaben und Normung.

Die EG-Öko-Audit Verordnung wird z. Z. einer Revision unterzogen. Die nach 5 Jahren vorgesehene Evaluierung wird dazu führen, daß wahrscheinlich ab dem Jahre 2000 über das industrielle Gewerbe hinaus auch der Handel und die kommunalen Betriebe an diesem System teilnehmen können. Voraussetzung ist ein entsprechender Beschluß des EU-Ministerrates.

Aus diesen Ansätzen zur qualitativen Absicherung des Öko-Audit Verfahrens läßt sich bereits erkennen, daß hier ein kompliziertes neues Verwaltungssystem aufgebaut wird und neben das vorhandene deutsche Umweltrechtsverfahrenssystem tritt. Wie wir damit umgehen und wie intelligent wir das neue System einsetzen, wird vornehmlich unser nationales Problem sein. Ob der Umweltschutz damit verbessert wird, oder ob er

weiterhin ein Spielball von politischen Gruppierungen bleibt, hängt auch vom Konsens der gesellschaftlichen Gruppen ab. Mit den neuen Strukturen aus der Umsetzung der EG-Verordnung besitzen wir eine neue, vielleicht eine letzte Chance, um auf diesem Gebiet zu neuen Ufern zu kommen; am guten Willen fehlt es nach bisherigem Augenschein nicht.

#### **Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Biol. Manfred Heller  
 Konzernbeauftragter für Umweltschutz  
 BMW AG  
 Petuelring 130  
 80807 München



*Betriebsstandorte, die einer ordnungsgemäßen Umweltbetriebsprüfung (Öko-Audit) unterzogen wurden, erhalten durch den unabhängigen Umweltbetriebsprüfer ein „Umwelt-Audit-Zeichen“.*

Axel Riemann

## Die Zukunft des Autos aus Sicht von Volkswagen

Zu der künftigen Entwicklung der Automobilität und somit zum Fortbestand des vielseitigsten individuellen Transportmittels - des Automobils - gibt es gespaltene Meinungen.

Wie bei jeder Veränderung des Status quo sind auch hier stets die Angst vor dem Unbekannten und die Hoffnung auf bessere Zeiten eng miteinander verknüpft. Die Problematik des motorisierten Individualverkehrs bildet hier keine Ausnahme.

Die einen sehen ihn am Ende, die anderen am Beginn eines neuen qualitativen Wachstums. Eines haben aber sowohl die Gegner als auch die Befürworter der Wachstumstheorie gemeinsam: Sie sehen die bisherige Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs an einem Wendepunkt, an dem über seine Zukunft entschieden wird.

Der Beitrag wird dazu folgende Bereiche beleuchten:

- Mobilität und Gesellschaft,
- Entwicklung des Automobilmarktes,
- Konsequenzen für den Automobilhersteller,
- Neue Wege im Verkehr sowie ein
- Resümee.

### Mobilität und Gesellschaft

Die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung der Nationen ergibt sich aus dem Mobilitätsstreben und den Mobilitätsmöglichkeiten der hier lebenden Menschen. Die resultierenden Mobilitätserscheinungen sind jedoch nicht Selbstzweck, sondern Folge dieser gesellschaftlichen Entwicklung. Verkehr ist Voraussetzung und Folge für wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung (Abb. 1).

Die Mobilität, an die wir uns heute gewöhnt haben, ist das Ergebnis eines zum großen

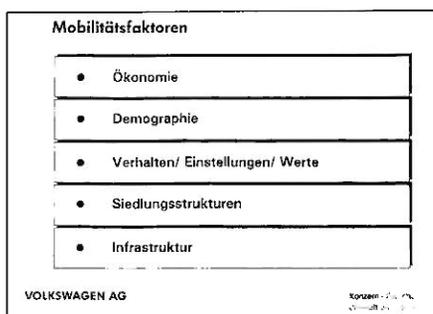


Abb. 1

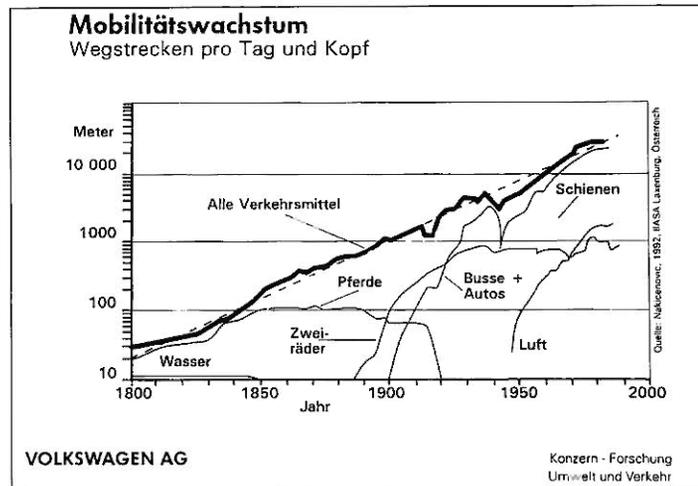


Abb. 2

Teil politisch sowie gesellschaftlich gewollten Prozesses und grundsätzlich nicht umkehrbar. Es ist deshalb ein Trugschluß zu glauben, daß die Verkehrsentwicklung, die Mobilitätsbedürfnisse und auch die Verkehrsmittelwahl ohne Auswirkungen auf das Gesellschaftssystem entscheidend beeinflusst werden können.

Die Nachfrage im Personenverkehr wird durch individuelle Wünsche, aber auch durch objektive Zwänge bestimmt. Entscheidende Ursachen für das Mobilitätsbedürfnis liegen nicht unmittelbar in den Einflußbereichen von Verkehrspolitik und Verkehrsplanung. Deshalb kann von dieser Seite auch keine grundlegende und kurzfristige Veränderung der Mobilitätsbedürfnisse erwartet werden.

Die uns eigenen Siedlungsstrukturen, die Standortpolitik und der Arbeitsmarkt haben für die Fahrtzwecke des Berufs-, Einkaufs- und Geschäftsverkehrs mobilitäts- und damit verkehrsfördernde Wirkung. Mit der linearen Ausweitung der zurückgelegten Entfernung eröffnen sich uns in gleicher Zeit aber auch Chancen und Möglichkeiten im Quadrat der Entfernung. Das läßt sich schon aus der historischen Entwicklung hin zu immer schnelleren Verkehrsmitteln ableiten (Abb. 2).

Was produziert und konsumiert wird, muß auch transportiert werden. Wer das kulturelle Umfeld der Städte erleben will, muß mobil sein. Wer heute nicht (auto)mobil ist, hat deutlich weniger Chancen auf dem Arbeitsmarkt. Die Arbeitsplatzkonzentration in den Kernzonen der Städte, zunehmende Dienstleistungsorientierung, daran gekop-

pelte Verlagerungen der Wohnfunktion in das preiswertere Umland sind Trends, die nur sehr langfristig umkehrbar wären.

In Deutschland liegt der Anteil des Pkw an der gesamten Verkehrsleistung im Personenverkehr bei ca. 82 %. Damit stellt sich allerdings auch die Frage nach der weiteren Entwicklung des Automobils.

Werden die negativen Begleitumstände der Massenmotorisierung das Bild der Automobilität so weit prägen, daß es zu einer Trendwende kommt, die praktisch mit der Abkehr von dem bis jetzt erfolgreichsten individuellen Transportmittel gleichzusetzen wäre?

Um diese Fragen beantworten zu können, lohnt es sich, die Entwicklung der Automobilmärkte detailliert zu analysieren.

### Entwicklung des Automobilmarktes

Der Automobilmarkt, der durch den Motorisierungsgrad als Indikator gut beschrieben werden kann, macht in seiner Entwicklung in jedem Land praktisch die gleichen Phasen durch (vgl. hierzu Abb. 3). Dies kann zwar mit unterschiedlicher Intensität und Verweildauer erfolgen, an der prinzipiell identischen Entfaltung des Marktes ändert das jedoch nichts.

Der Ursprung der Motorisierung entsteht in einer Umgebung, die durch einen ständigen Mangel umschrieben werden kann. Der motorisierte Verkehr erfüllt ausschließlich Basisfunktionen, die durch Nutzfahrzeuge im weitesten Sinne dominiert werden.

Mit den ersten Ansätzen der „Bezahlbarkeit“ der Fahrzeuge beginnt die sogenannte „Elitäre Phase“, die durch die Ausweitung der Pkw-Nachfrage charakterisiert wird.

Als Beispiel für Länder, die derzeit an der Entwicklungsschwelle zwischen den beiden Phasen positioniert werden können, sind Rußland und China zu nennen.

Der gesamten Entwicklung des Automobilmarktes ist die Motorisierung der Oberschicht mit ihren „Chauffeur-Fahrzeugen“ überlagert, die ihren Ursprung bereits in den beiden Entwicklungsstufen hat und die erst mit dem Erreichen der Vollmotorisierung ihre gesonderte Bedeutung verliert. Der Automobilmarkt entwickelt sich weiter über die „Initial-“ und „Demokratisierungs-Phase“, die durch den Beginn der breiten Motorisierung bzw. einer Vollmotorisierung mit Zweitwagenmarkt charakterisiert werden, bis hin zu der „Reife-Phase“, die durch die Vorreitermärkte der USA, Japan und die Märkte in Westeuropa repräsentiert werden.

In diesem, aus der Sicht des Automobilmarktes gesättigten Umfeld wird heute über die Zukunft des Automobils entschieden, wobei die für den Autokauf maßgeblichen Faktoren die weitere Entwicklung des Marktes und somit auch des Produktes bestimmen.

Betrachtet man exemplarisch die Entwicklung der Kaufmotivation auf dem deutschen Automobilmarkt, so stellt man im Zeitvergleich die in Abb. 4 dargestellten Prioritäten fest (Abb. 4).

Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre ging es den Käufern in erster Linie um die Frage: „Kann ich mir ein Auto leisten?“. Die *Bezahlbarkeit* stand im Vordergrund.

Ende der 60er Anfang bis Mitte der 70er Jahre war primär die Frage der Qualität bedeutsam, d. h. ob das Fahrzeug die versprochenen Funktionen hält: Bleibt es nicht liegen? Kann ich es reparieren? Die *perfekte Technik* war ausschlaggebend.

Ende der 70er bis Ende der 80er Jahre traten mehr und mehr Statusfragen in den Vordergrund. Der *Geltungsnutzen* gewann an Bedeutung. „Was denken die anderen, wenn ich dieses Modell fahre? Visualisiert es meinen Lebensstil?“

Parallel dazu stieg auch das Bedürfnis nach mehr *Dienstleistung* rund um das Auto, z. B. bei der Finanzierung, beim Kaufprozeß etc. Seit Ende der 80er Jahre verlagerte sich die Kaufmotivation mehr und mehr auf eine „Metaebene“. Man fragte, ob diese Art der Automobilität verantwortungsbewußt ist. „Welches Image hat die Marke bezüglich Umwelt, Ressourcenverbrauch?“ *Zukunftsorientierung*, *Gesellschaftsorientierung* und *Partnerschaft* treten in den Vordergrund.

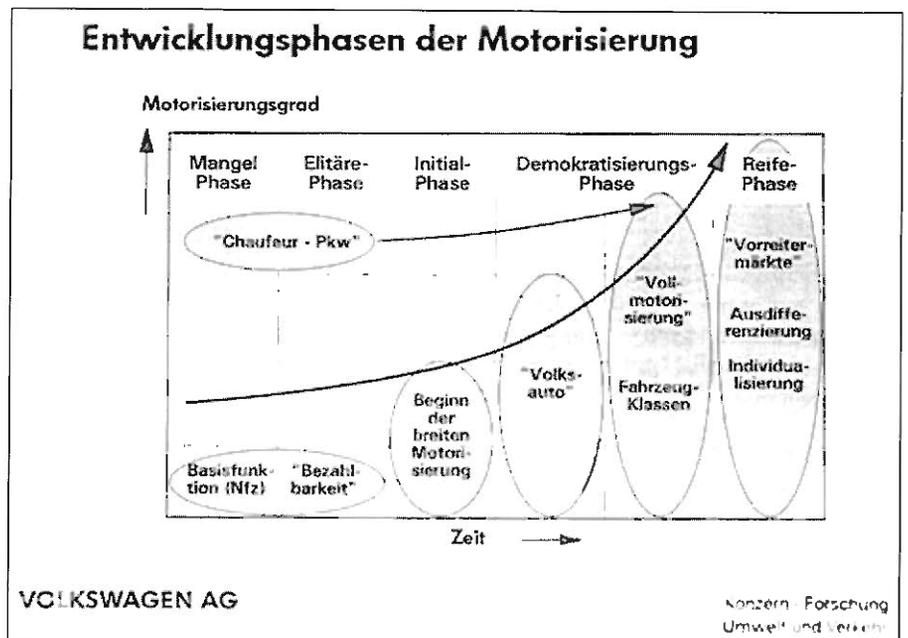


Abb. 3

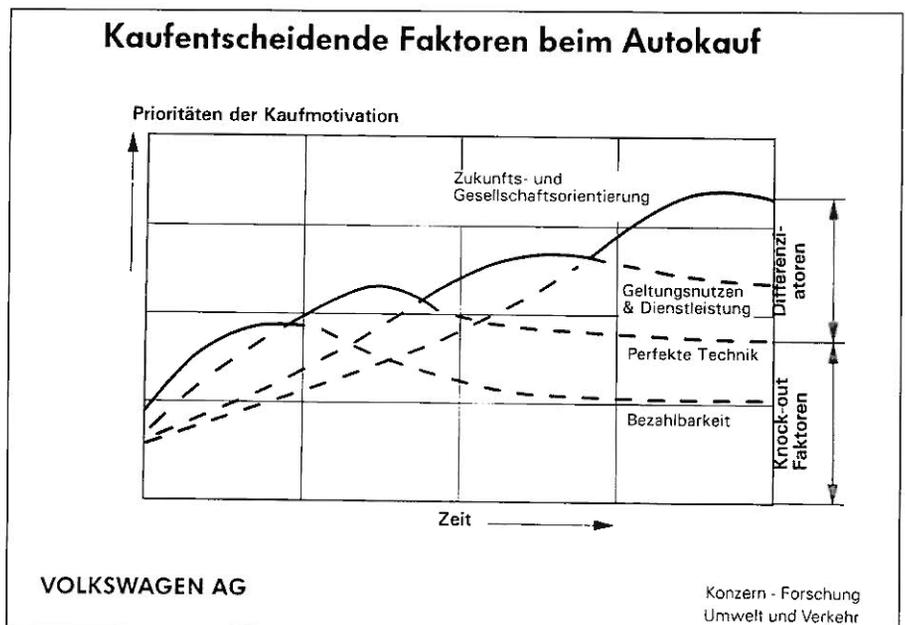


Abb. 4

Es gilt aber festzustellen, daß heute letztlich alle Kaufmotive vorhanden sind, daß aber abhängig von den jeweiligen Rahmenbedingungen sich bestimmte Prioritäten einstellen, die den Markt prägen.

Wichtig ist es zu beachten, daß die ursprünglichen Motive erfüllt sein müssen, um die höheren zur Geltung zu bringen. Würde das nicht der Fall sein, käme es zu einer Reaktivierung der tiefer liegenden Motive.

Die starke Ausdifferenzierung und Individualisierung des deutschen Automobilmarktes bewirkte eine noch nie dagewesene Fragmentierung (Abb. 5).

Waren es im Jahre 1987 gerade mal neun Segmente, die in der Spannweite der Preis- und Orientierungsskala angesiedelt waren,

kam es durch den Drang zum individuellen Pkw zu einer Marktspreizung, die nur sieben Jahre später die Anzahl der am Markt vertretenen Segmente auf 21 ansteigen ließ. Dadurch haben sich auch zahlreiche Fragment- und Nischenmärkte gebildet, die zum Beispiel erstmalig reale Chancen für „NUR-Stadtfahrzeuge“ und andere Nischenprodukte eröffnet haben.

Dies bewirkt u. a. auch, daß der Fahrzeugbestand auch in den gesättigten reifen Märkten weiter aufnahmefähig ist.

Das Erfüllen der individuellen Mobilitätsansprüche brachte ein ungebremstes Wachstum des Pkw-Bestands mit sich, das die erwarteten Zunahmen bislang immer übertraffen hat (Abb. 6).

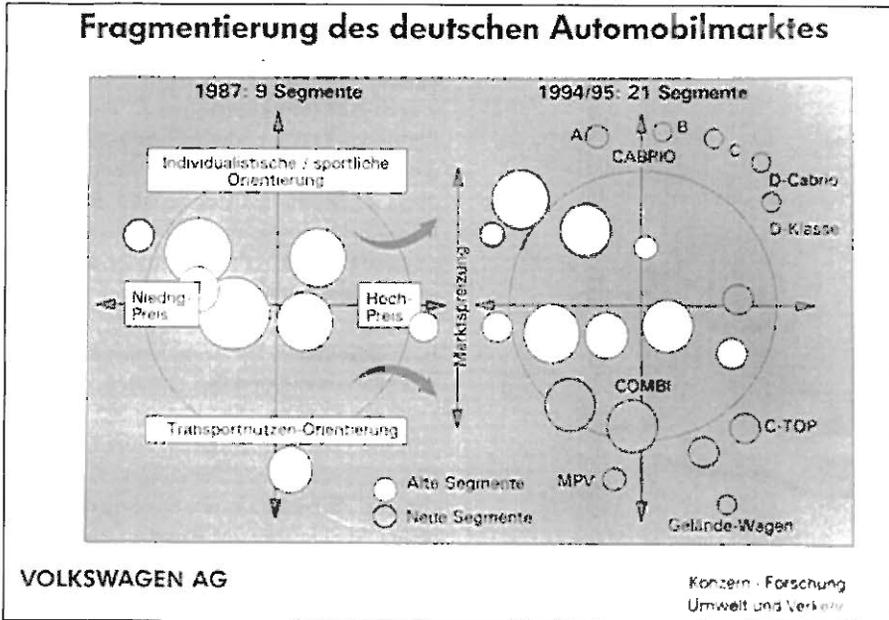


Abb. 5

Die durch veränderte Strukturen bedingte Aufnahmefähigkeit eines relativ gesättigten Automobilmarktes und vor allem die Attraktivität des heutigen Automobils, die unter anderem darin liegt, daß es nicht etwa nur einer ausgewählten Schicht vorbehalten blieb, sondern für „jedermann“ erreichbar ist, führten in den alten Bundesländern Deutschlands zu einer beinahe Verdoppelung des Pkw-Bestandes innerhalb der letzten zwanzig Jahre.

#### Konsequenzen für den Automobilhersteller

Die Massenmotorisierung ist neben den schon erwähnten Vorteilen für den Fahrzeugnutzer auch unmittelbar mit Nachteilen verbunden.

Die Einflüsse, die durch die motorisierte Automobilität hervorgerufen werden, sind in Abb. 7 dargestellt.

Autofahren hat, wie jede andere menschliche Tätigkeit auch, Auswirkungen auf unsere natürlichen Lebensgrundlagen. Herstellung und Nutzung des Automobils emittieren Schadstoffe und Geräusche, verbrauchen Ressourcen, verursachen Unfälle und vergrößern das Müllaufkommen.

Diese negativen Auswirkungen der motorisierten Automobilität auf die Umwelt stehen dementsprechend auch in der Kritik. Über die Zukunft des motorisierten Individualverkehrs wird die Art und Weise, wie die negativen Erscheinungen bewältigt werden können, entscheiden.

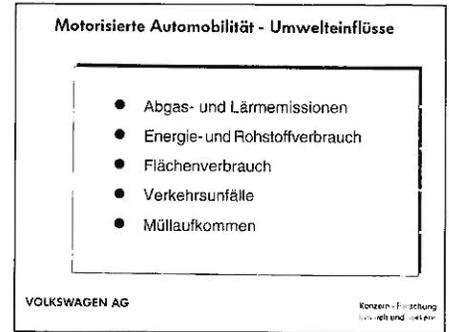


Abb. 7

Das Ziel von Volkswagen ist es, individuelle Mobilität so zu gestalten, daß auch die nachkommenden Generationen nicht darauf verzichten müssen.

Noch nie waren die Anforderungen an die Ingenieure so hoch, die widersprüchlichen Forderungen miteinander in Einklang zu bringen (vgl. hierzu Abb. 8). Die Kunden erwarten im zunehmenden Maße eine Perfektionierung des Transportmittels Automobil und dies bei höherer Qualität und niedrigeren Anschaffungs- und Betriebskosten. Unabhängig von den Wünschen der Kunden wachsen aber auch die gesetzlichen Anforderungen an das Automobil unaufhörlich.

Am Beispiel der Entwicklung der Pkw-Abgasemissionsgrenzwerte in der Europäischen Union wird dies deutlich. Vergleicht man die Emissions-Grenzwerte von 1970 und 1996, so stellt man fest, daß diese um das 16-fache abgesenkt wurden.

Schon anhand dieses Beispiels wird deutlich, daß der technische Fortschritt am Fahrzeug den in diesem Zeitraum von etwa 25 Jahren auf das ca. doppelte gestiegenen Pkw-Bestand überkompensiert.

Ähnliche Erfolge wurden auch auf dem Gebiet der Geräuschkürzung erzielt.

Drei Faktoren haben dabei diese Verbesserungen vorangetrieben: neue Technologien, die Verschärfung des internationalen Wettbewerbs und vor allem die erhöhten Kundenansprüche.

Durch die Vielfalt der zu berücksichtigenden Anforderungen bedingt, müssen bei der Fahrzeugentwicklung vor allem ausgewogene Lösungsansätze gesucht werden, die keine neuen Zielkonflikte entstehen lassen (Abb. 9). So können z. B. die widersprüchlichen Forderungen nach kurzen Entwicklungszeiten und zugleich niedrigen Kosten sowie Universalität und Individualität oder der Zielkonflikt zwischen Konzeptvielfalt, umweltgerechter Produktion, Recyclingfähigkeit und Kosten durch eine plattformorientierte Entwicklungsstrategie befriedigend gelöst werden.

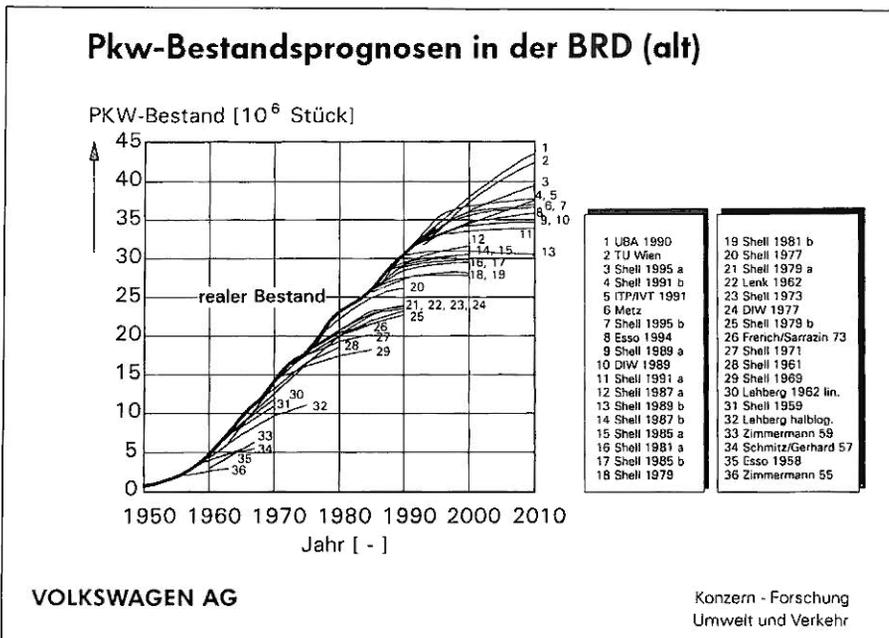


Abb. 6

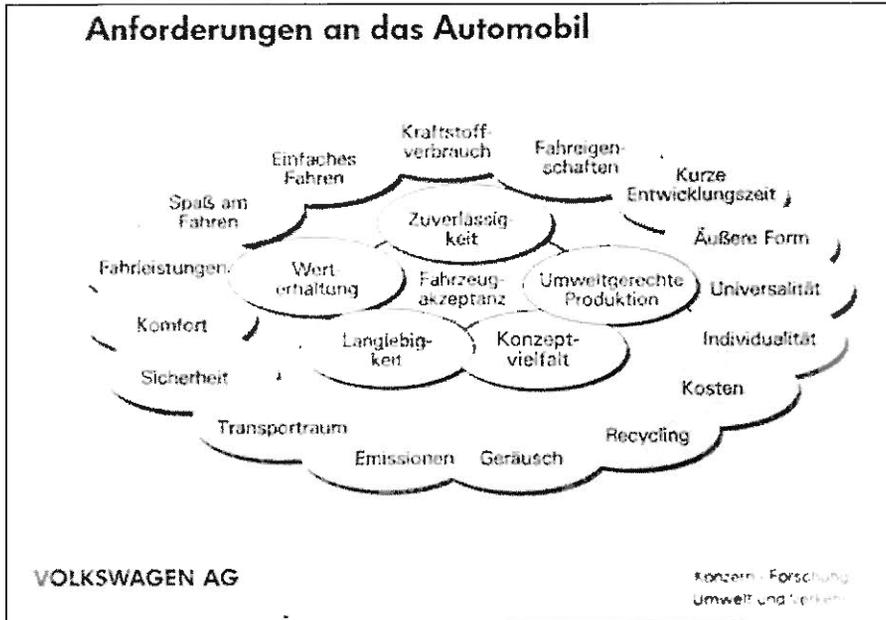


Abb. 8

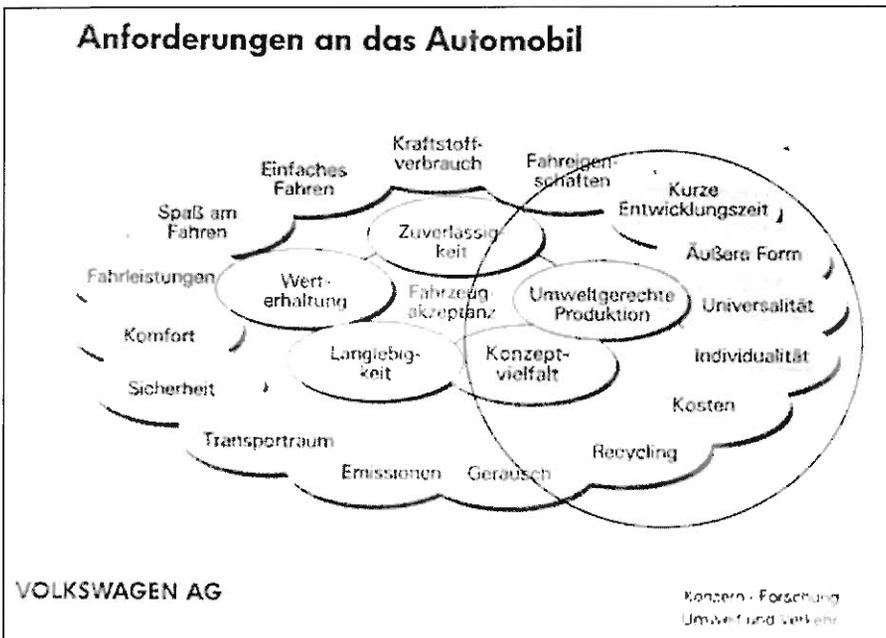


Abb. 9

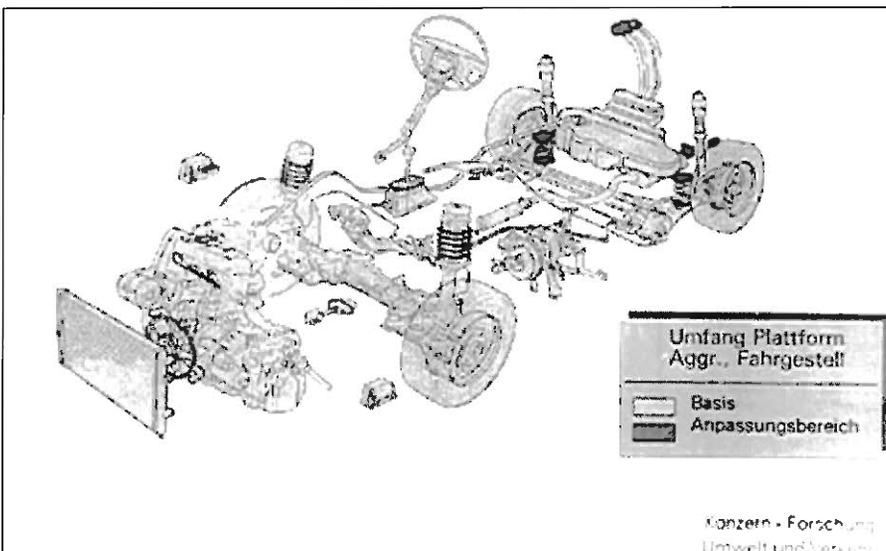


Abb. 10: Plattformstrategie / Prinzipdarstellung

Das gesamte Pkw-Produktprogramm - insgesamt 37 Modelle sowie vier daraus abgeleitete Nutzfahrzeuge - werden im Volkswagen-Konzern künftig nur in vier Basis-Plattform-Typen realisiert (Abb. 10).

Auf diese Weise werden in einem erheblichen Maße Investitionen und Entwicklungskosten sowie durch die entstehenden „Scale-Effekte“ Produktions- und Beschaffungskosten eingespart.

Eine individuelle Differenzierung zwischen den Marken bleibt dabei erhalten.

Auf die Plattform entfallen etwa 60 % der Gesamtkosten eines Fahrzeugs. Die Plattform beschreibt die innere Struktur des Fahrzeugs. Sie hat aber aus Kundensicht keinen merklichen Einfluß auf das äußere Erscheinungsbild des Fahrzeugs. Die sogenannten Hüte - das ist all das, was der Kunde sieht und fühlt - werden für die verschiedenen Varianten einzeln gestaltet. So können unter anderem auch Nischen besetzt werden, die sonst aus Kostengründen verwehrt waren, und die Herstellungsprozesse im Hinblick auf umweltgerechte Produktion noch besser gesteuert werden.

Die Plattformstrategie ist die Basis für eine breite Modellpalette, die den Kundenwünschen noch mehr gerecht wird.

Die größte Herausforderung für die Fahrzeugingenieure, die auch künftig immer mehr an Bedeutung gewinnen wird, stellt der Zielkonflikt zwischen niedrigem Kraftstoffverbrauch auf der einen Seite und dem gleichzeitigen Wunsch nach mehr Fahrzeugsicherheit bei mehr Komfort und Transportraum unter Aufrechterhaltung ausreichender Fahrleistungen auf der anderen Seite dar (Abb. 11).

Wie sich einzelne fahrzeugtechnische Maßnahmen auf den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs auswirken, ist aus Abb. 12 ersichtlich. Das Beispiel des Golf TDI zeigt die Aufteilung des Kraftstoffverbrauchs im neuen europäischen Fahrzeugzyklus in Luft-, Roll- und Beschleunigungswiderstand.

Der *Luftwiderstand* wird durch die Formgebung der Karosserie stark beeinflusst und nimmt überproportional mit der Geschwindigkeit zu .

Der *Rollwiderstand* hängt im wesentlichen von der Reifenart und der Fahrzeugmasse ab; dominiert bei niedrigen Geschwindigkeiten.

Der *Beschleunigungswiderstand* ist bei gegebener Fahrdynamik nur von der Fahrzeugmasse abhängig.

Im gesamten Fahrzyklus werden also durch das Gewicht über 60 % des Verbrauchs beeinflusst; für ca. 40 % ist der Luftwiderstand verantwortlich.

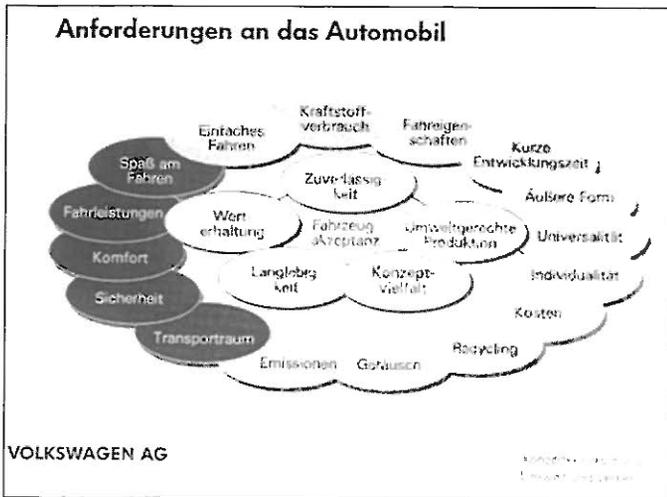


Abb. 11

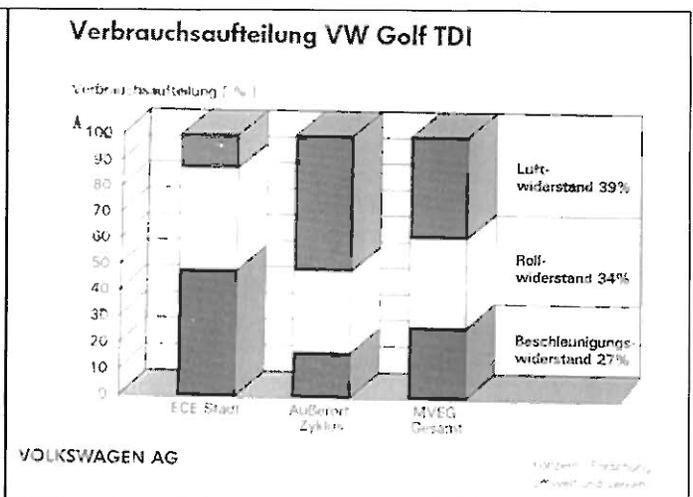


Abb. 12

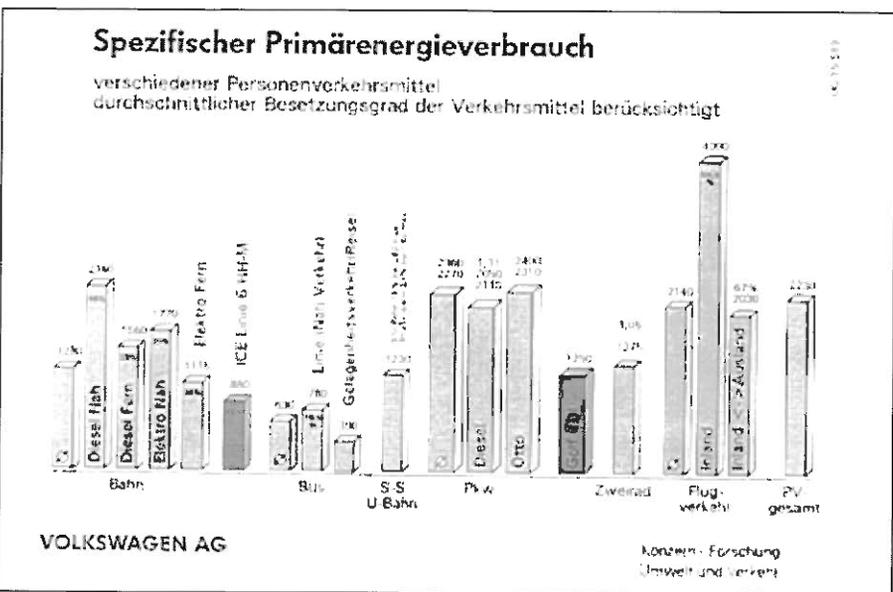


Abb. 13

Dr. Ferdinand PIËCH, heute Vorstandsvorsitzender der Volkswagen AG, formulierte schon 1991: „3 Liter auf 100 Kilometer scheinen theoretisch erreichbar ... Wir werden uns mit dieser Herausforderung weiter auseinandersetzen.“

Diese damalige Vision wurde längst in konkrete technische Lösungsansätze überführt, so daß noch in diesem Jahrzehnt seinen Kunden ein 3-Liter-Auto angeboten werden kann.

Es wird kein Fahrzeug sein, das „Verzicht“ als Programm hat, sondern ein vollwertiges Auto, das den von Volkswagen selbst gestellten Ansprüchen auf Sicherheit, Komfort, Fahrleistung und Umwelt gerecht wird.

Der Weg dorthin wird durch drei Schlüsseltechnologien geebnet:

- direkteinspritzender Dieselmotor,
- optimierte Aerodynamik und
- konsequenter Leichtbau.

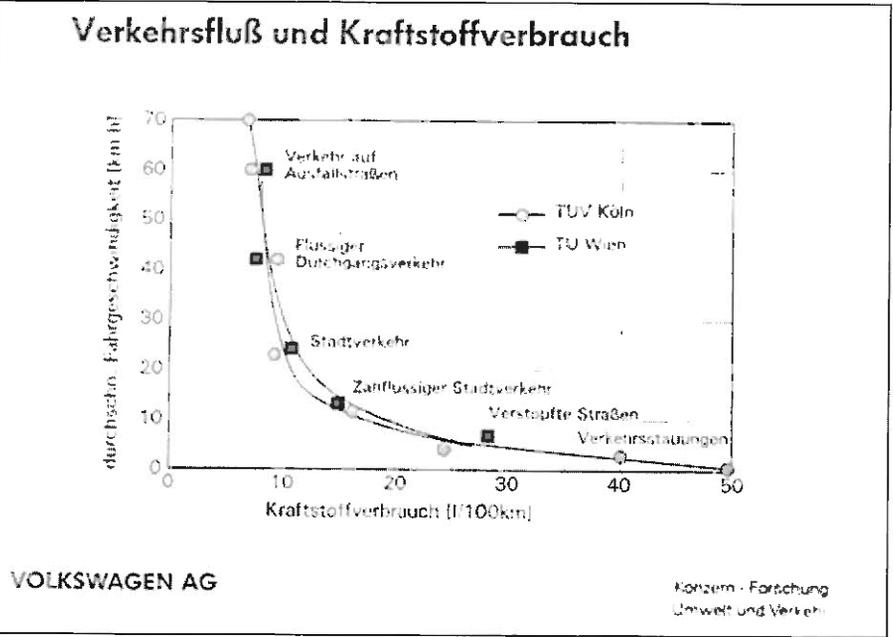


Abb. 14

### Neue Wege im Verkehr

Schon heute kann sich ein Golf TDI auch im Hinblick auf den spezifischen Primärenergieverbrauch durchaus mit öffentlichen Personenverkehrsmitteln messen (Abb. 13). Ziel ist aber nicht, durch noch mehr Effizienz die anderen Mobilitätsträger zu verdrängen, sondern die motorisierte Automobilität so umweltfreundlich wie möglich zu gestalten, damit auch die nachkommenden Generationen nicht darauf verzichten müssen. Bei dieser Optimierung sind alle Verkehrsträger gefragt. Allerdings macht Protektionismus den Begünstigten meist nicht konkurrenzfähiger, sondern nur noch ineffizienter.

Die negativen Auswirkungen der Massenmotorisierung können aber nicht allein durch die technischen Verbesserungen am Produkt bewältigt werden, wenn die bestehen-

den Infrastrukturen nicht mit den neuen Anforderungen Schritt halten. Anhand der Auswirkung des Verkehrsflusses auf den Kraftstoffverbrauch in städtischen Bereichen kann dies verdeutlicht werden (Abb. 14). Wie aus der Grafik hervorgeht, steigt der Kraftstoffverbrauch in Litern pro 100 km mit sinkender durchschnittlicher Geschwindigkeit, d. h. mit zunehmendem Stauanteil überproportional an. Es wird damit deutlich, daß eine Verflüssigung des Verkehrs wesentliche Potentiale im Hinblick auf die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs sowie der Abgasemissionen bietet. Um in den bestehenden Strukturen eine effiziente Mobilität anbieten zu können, sind

- innovative Fahrzeugtechnik,
- verknüpfende Information und Kommunikation (Telematik) und
- neue Betriebs- und Nutzungskonzepte notwendig.

Volkswagen versucht, auch zu diesen Forderungen mit seinen Möglichkeiten zur Lösung der Probleme beizutragen. Dafür hier einige typische Beispiele.

Eine zentrale Rolle im Verkehrsmanagement nimmt die verkehrsmittelübergreifende Verkehrsdatenerfassung, -verarbeitung und Informationsverbreitung ein. Leit- und Informationssysteme tragen zur Verbesserung der Verkehrsabläufe bei und helfen Verkehr umweltgerechter zu gestalten (vgl. Abb. 15). Dies gilt insbesondere für dicht besiedelte Räume. Hier kann Telematik die Bildung von Transportketten durch frühzeitige, aktuelle und verlässliche Information fördern. Intelligente Informationstechnik leistet zudem einen Beitrag zur Verkehrssicherheit.

Information und Kommunikation im Zusammenspiel mit besseren Nutzungskonzepten und moderner Fahrzeugtechnik führen somit zu einem neuen Miteinander von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr.

Komponenten, wie die Zielführung, werden heute schon im Fahrzeug angeboten.

Dabei ermittelt ein fahrzeugautonomes Zielführungssystem auf der Basis einer digitalen Straßenkarte die jeweils kürzeste und schnellste Route zu dem gewünschten Ziel (Abb. 16).

Der nächste Schritt ist die Dynamisierung dieser Zielführung, indem aktuelle Radiomeldungen automatisch in die Berechnung des günstigsten Streckenverlaufes mit einbezogen werden.

In einem weiteren Schritt können von den Fahrzeugen Daten über aktuellen Ort und

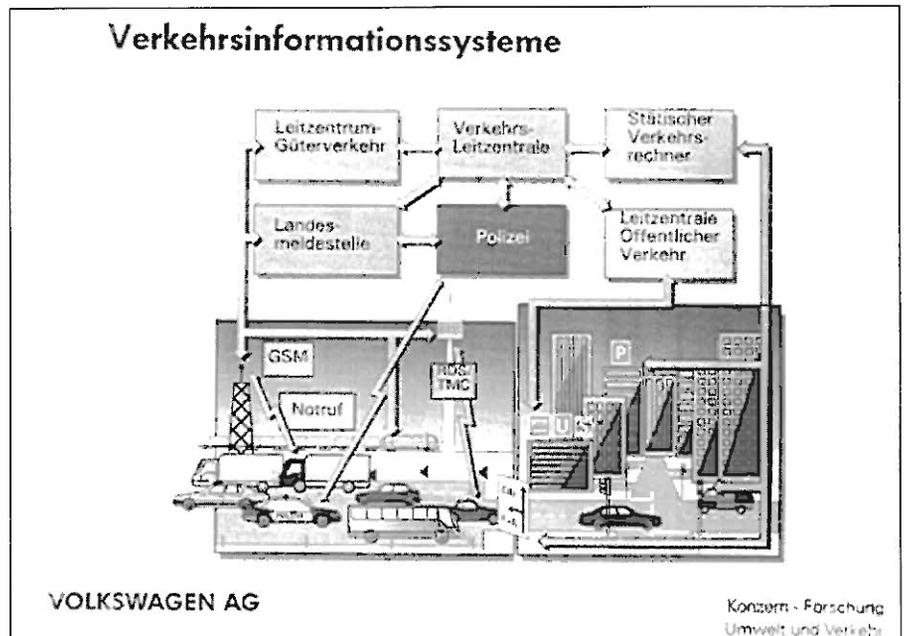
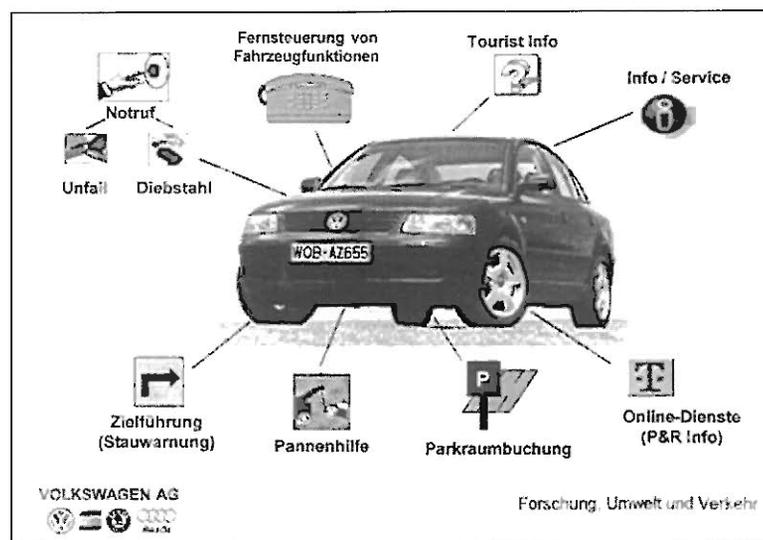


Abb. 15

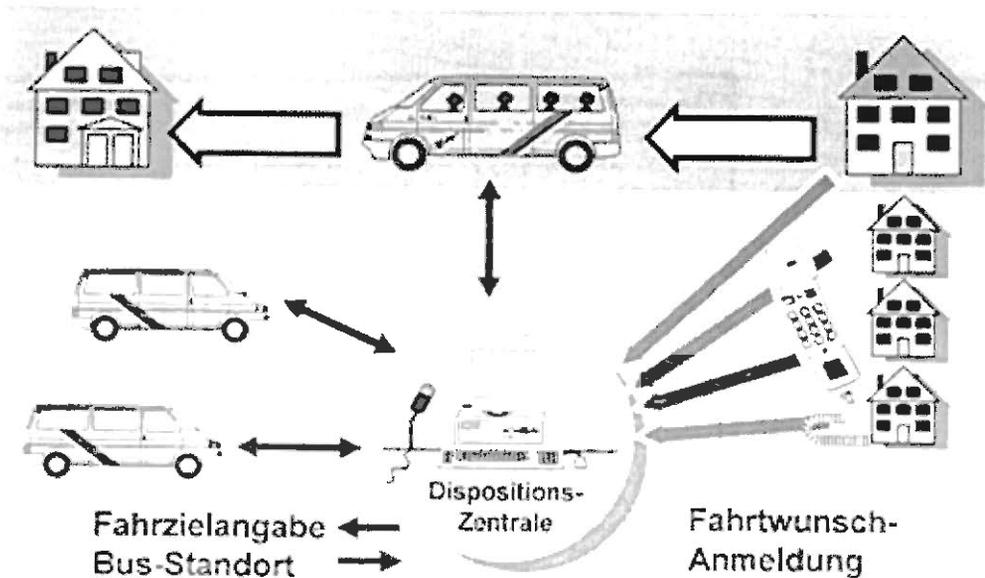


Abb. 16

Abb. 17:  
Telematik  
für  
Privatkunden.

# Konzept Anrufbus

## Von Haustür zu Haustür



VOLKSWAGEN AG



Forschung, Umwelt und Verkehr

Abb. 18

Geschwindigkeit via Mobilfunk an eine Zentrale gemeldet werden, die daraus die aktuelle Verkehrslageinformation zusammenstellt und an die Fahrzeuge zurückmeldet.

Der Bordrechner verarbeitet beide Informationsquellen und ermittelt daraus die jeweils optimale Route.

In unmittelbarer Zukunft sind für den Privatkunden weitere Dienste, wie Notruf, Pannenhilfe, Parkraumbuchung und allgemeine Informationen, realisierbar (Abb. 17).

Die Telematik bietet dem einzelnen Vorteile, die allerdings auch dem Gesamtsystem zugute kommen.

An dieser Stelle ist nochmals zu betonen: Die verkehrliche Wirkung der Telematik entsteht erst durch die Akzeptanz beim Nutzer. Wie überall hängt die Kundenakzeptanz zum einen vom Preis und zum anderen von der Qualität der Leistung ab.

Mit dem System des Anrufbusses hat Volkswagen einen praktikablen Weg vorgeschlagen, die Lücke zwischen öffentlichem Verkehr und Individualverkehr zu schließen (Abb. 18).

Das System zeichnet sich dadurch aus, daß der individuelle Fahrwunsch von einer Leit-

zentrale mit anderen Fahrtwünschen so kombiniert wird, daß eine gute Auslastung eines Kleinbusses einerseits gewährleistet ist, zum anderen aber der Kunde wie beim Individualverkehr gewohnt von seiner Haustür zu seinem Fahrziel gebracht wird. Aus der Sicht des Kunden werden die Eigenschaften des Individualverkehrs, nämlich Zeit- und Zielhöhe, lediglich zeitlich ein wenig eingeschränkt. Das System stellt sicher, daß der Fahrwunsch innerhalb von 15 Minuten nach Beauftragung erfüllt werden kann.

Der Rufbus hat darüber hinaus gegenüber dem liniengebundenen Verkehr den Vorteil, die Fläche besser erschließen zu können. Der Anrufbus wurde in einem groß angelegten Versuch in Leer Ostfriesland erprobt und ist inzwischen mit großem Erfolg in den Regelbetrieb überführt worden. Auch in der Schweiz wurde ein solches System in Zusammenarbeit mit Volkswagen eingeführt.

Grundsätzlich läßt sich sagen, daß es in Zukunft darauf ankommen wird, die Nutzung des Automobils stärker als bisher an den speziellen Einsatzraum, z. B. eine Stadt, anzupassen.

Neue Organisationsformen werden dabei eine Schlüsselrolle übernehmen.

## Resümee

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

- Das Automobil wird auch in Zukunft der wichtigste Mobilitätsträger bleiben.
- Die vom motorisierten Individualverkehr ausgehenden Umweltbelastungen werden durch technische Maßnahmen - trotz steigenden Fahrzeugbestands - weiter reduziert.
- Die zunehmende Fragmentierung des Automobilmarktes öffnet Freiräume für neue Produkte.
- Die Effizienz der bestehenden Infrastruktur muß gesteigert werden; die Telematik wird dabei einen wesentlichen Beitrag leisten.
- Wir werden neue Wege im Verkehr beschreiten, die das Zusammenwirken der Mobilitätsträger unterstützen und optimieren.

## Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Axel Riemann  
Volkswagen AG, Bereich Forschung  
Leiter der Abteilung Umwelt und Verkehr  
Postfach 18 80

38436 Wolfsburg

Adrian Hoppenstedt

# Anforderungen an eine zukunftsorientierte Prozeß-Umweltverträglichkeitsprüfung in der Verkehrs-/Straßenplanung

## 1 Ausgangssituation

Vor allem mit dem Inkrafttreten des „Gesetzes zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 22. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten“ (UVPG) am 01.08.1990 verbinden sich vielfache Hoffnungen auf eine umweltverträgliche Lösung von Verkehrsproblemen (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung). Seit der Deutschen Einheit und den damit verbundenen auch verkehrspolitischen Herausforderungen wird vielfach von umweltpolitischer Seite beklagt, daß die Planungsbeschleunigungsgesetze (Umweltgutachten 1987) den Stellenwert der Umwelt- bzw. Naturschutzgesetze wesentlich beschränkt hätten. Dies gilt jedoch nur teilweise, denn

- die meisten Einschränkungen betreffen verfahrensrechtliche Aspekte (z. B. Kürzung der Auslegungs- bzw. Bearbeitungsfristen, Eingrenzung der Beteiligten);
- die gesetzlichen Änderungen beziehen sich überwiegend auf die Rahmengesetzgebung und sind im Sinne der Bundesländer nur „Kannverordnungen“. So wird beispielsweise die Änderung des § 6 a (Bundes-Raumordnungsgesetz) ROG, wonach von einer Verpflichtung der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) in Raumordnungsverfahren abgesehen werden kann, von den Bundesländern kaum in Anspruch genommen.

Bezüglich der inhaltlich-materiellen Anforderungen an die Umwelt-/Naturschutzfachbeiträge sind an keiner Stelle der Planungsbeschleunigungsgesetze Kürzungen vorgesehen. Der Druck, der häufig auf die Planungs-/Untersuchungszeiträume gemacht wird, entbehrt jeder gesetzlichen Grundlage. Denn solange in den ganzen Vorgaben, wie Merkblättern, Hinweisen, Richtlinien (Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung MUVS 1990; Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landespflege beim Bundesfernstraßenbau 1987), zu den Umweltbeiträgen in der Verkehrsplanung keine Änderung in den inhaltlichen Anforderungen vorgenommen wird, gelten auch unter den neuen planungsrechtlichen Bedingungen die alten bewährten Standards für die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) und den Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP).

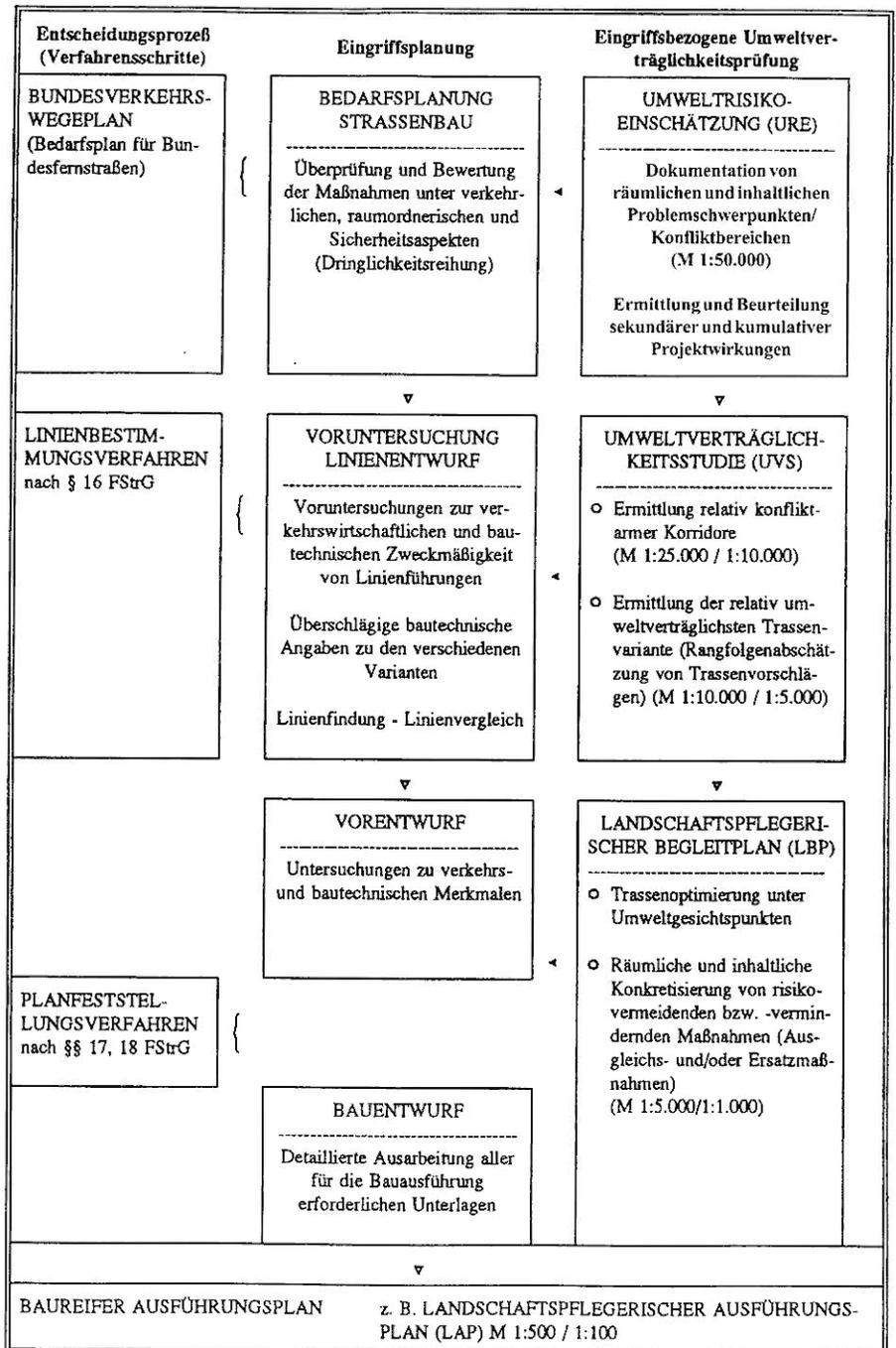


Abb. 1: Ablauf und Inhalte eines zwischen Straßenplanung und Umweltverträglichkeitsprüfung koordinierten Planungsprogramms, FStrG: Bundesfernstraßengesetz.

Dennoch:

Obwohl im Straßenbau die UVP bereits schon lange vor dem UVPG praktiziert wurde, hier also langjährige Erfahrungen auch mit dem Instrument vorliegen, soll die Ausgangsthese dieses Beitrages lauten: *Das UVP-Instrumentarium läuft Gefahr, in der derzeitigen Form als Alibi mißbraucht zu werden.*

Die zu beobachtende Tendenz ist:

- Es gibt immer mehr, dafür aber angeblich „umweltverträgliche“, weil UVP-geprüfte, Straßen.
- Die Verkehrsproblematik nimmt gerade wegen der neuen gesamteuropäischen Entwicklung in einem Ausmaß zu, daß viele von einem bevorstehenden „Verkehrsinfarkt“ sprechen.

- Die Umweltmalaise wächst, und dabei ist der Straßenbau/-verkehr einer der wichtigsten Verursacher. Die derzeitige Situation ist geprägt durch
  - das nach Japan und Belgien dichteste Straßenverkehrsnetz (1988 ca. 500.000 km Länge) (Umweltgutachten 1987),
  - eine unmittelbar durch den Straßenbau versiegelte Fläche von ca. 5.100 km<sup>2</sup> (ca. 2% des Bundesgebietes / 1986) (Umweltgutachten 1987),
  - eine Zerschneidung und Verkammerung tierischer Lebensräume, aber auch menschlicher Freiräume (1988 in NRW nur noch 19 unzerschnittene, verkehrsarme Räume von > als 100 km<sup>2</sup> (LASSEN 1990),
  - eine großflächige Verlärmung sowie
  - eine großräumige Schadstoffbelastung und trägt damit wesentlich zum Waldsterben sowie zur Ozonproblematik bei.

Vor dem Hintergrund der „Horrorszenarien“ der Verkehrs- und damit unausweichlich auch Straßenbauentwicklung für die kommenden Jahrzehnte sollen hier einige Überlegungen zu den planerischen Instrumentarien (Raum-, Straßen- und Umweltplanung) angestellt werden.

Ansatzpunkt ist die Frage, ob die derzeit geübte UVP-Praxis dazu beiträgt, Umweltprobleme zu vermeiden, sie zu vermindern oder vielleicht zu sanktionieren.

Die prognostizierte Gefahrenlage soll nicht Anlaß zur Frustration geben, sondern kreatives Suchen nach neuen Ansätzen zur Lösung der anstehenden Probleme ermöglichen.

## 2 Die derzeitige Planungsstruktur im Straßenbau und die Umweltbeiträge

Zunächst zur Ist-Situation: Die Planungsstruktur im Straßenbau bzw. die entsprechenden Umweltbezüge (vgl. Abb. 1) (Planungsgruppe Ökologie+Umwelt; Ingenieurgemeinschaft STOLZ 1990) zeigen, daß ein gestuftes Vorgehen mit folgenden Schwerpunktaufgaben abläuft:

- Ermittlung von thematischen und räumlichen Konfliktschwerpunkten sowie von sekundären und kumulativen Wirkungen auf der Ebene gesamtdeutscher Verkehrswegeplanung (Umweltrisikoeinschätzung),
- Linienvariantenvergleich unter Umweltgesichtspunkten auf der Ebene der Linienbestimmung (Umweltverträglichkeitsstudie),
- Trassenoptimierung sowie die Ermittlung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen auf der Ebene des Bauentwurfs (Landschaftspflegerischer Begleitplan).

- Dieser Ablauf bezieht sich aber nur
- isoliert auf einzelne Verkehrsträger,
  - auf Großprojekte, d. h. auf Bundesstraßen, Schnellbahnprojekte, Flughäfen etc. und
  - konkrete Einzelprojekte.

Die UVP-Konzeption im Straßenbau erfüllt dabei durchaus die gesetzlichen Vorgaben (UVPG, Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)). Man darf sogar darauf hinweisen, daß eine solche Form der gestuften, planungsbegleitenden UVP über die gesetzlichen Anforderungen hinausgeht [vgl. auch „Merkblatt zur UVS im Straßenbau“ (MUVS 1990) und „Hinweise zur Berücksichtigung von Naturschutz und Landschaftspflege im Straßenbau“ (Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau 1987)].

Trotz dieser im Vergleich zu anderen Eingriffsverwaltungen weitentwickelten Instrumentalisierung der UVP wird diese den anstehenden bzw. zu erwartenden Verkehrs- und damit Umweltproblemen nicht oder nicht mehr gerecht.

## 3 Aufgaben einer zukunftsorientierten Prozeß-UVP

Für die Lösung der anstehenden Herausforderungen müssen neue Anforderungsprofile an das UVP-Instrumentarium und die Kooperation verschiedener Planungsträger gestellt werden.

Es sind unter Umweltgesichtspunkten zu überprüfen (vgl. Abb. 2):

- die verkehrspolitischen Leitbilder/Programme der zukünftigen Entwicklung,
- die raumordnungspolitischen Programme,
- die verschiedenen Verkehrsträger im Vergleich und in ihrem Zusammenwirken sowie
- die Einzelprojekte

Damit wird zugleich deutlich, daß die projektbezogene UVP die „ultima ratio“ ist, d. h. am Ende des UVP-Prozesses steht.

### 3.1 Die UVP zu verkehrspolitischen Leitbildern

Zunächst muß aus Umweltsicht hinterfragt werden, ob weiterhin einer uneingeschränkten freien Wahl des Verkehrsmittels zum Transport von Gütern, aber auch im Bereich der privaten Nutzung, zugestimmt werden darf, oder ob nicht durch ordnungs- und steuerpolitische Maßnahmen Vorgaben gegeben werden müssen, um Verkehr zu vermeiden bzw. zu vermindern.

### 3.2 Die UVP zu raumordnungspolitischen Leitbildern

Weiterhin gilt es zu hinterfragen, ob die raumordnerische Konzeption der räumlichen Verteilung der Grundfunktionen Arbeiten, Wohnen, Bildung, Freizeit, Ver- und Entsorgung etc., wie sie in den letzten Jahren propagiert und umgesetzt wurde, unter Umweltgesichtspunkten richtig war. Zwangsläufig hatte die Konzentration be-

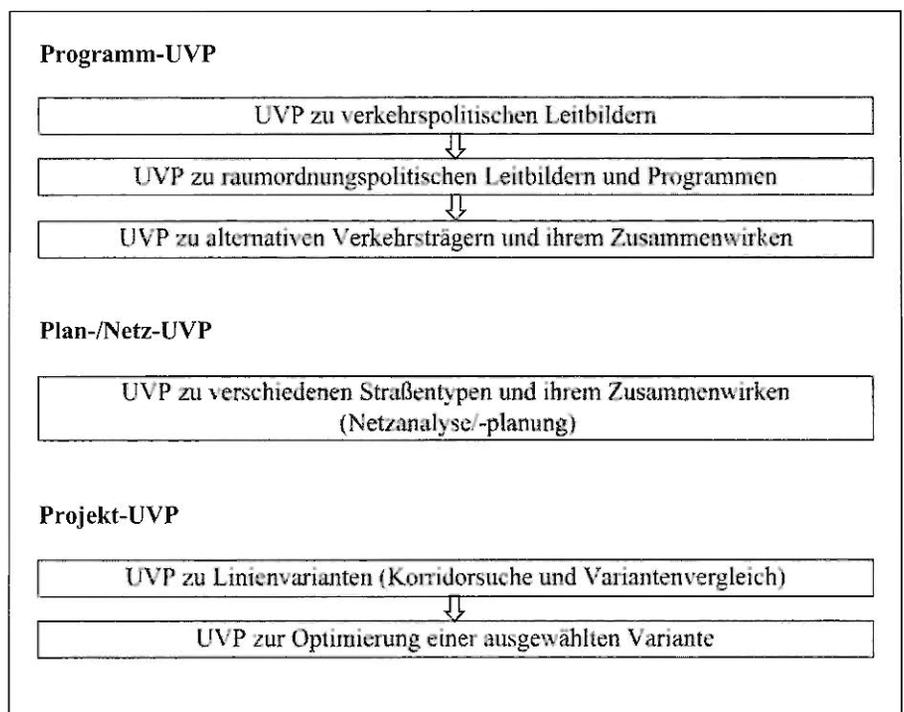


Abb. 2: Aufgabenfelder einer umfassenden Prozeß-UVP in der Verkehrs-/Straßenplanung mit Bezug auf die räumliche Gesamtplanung.

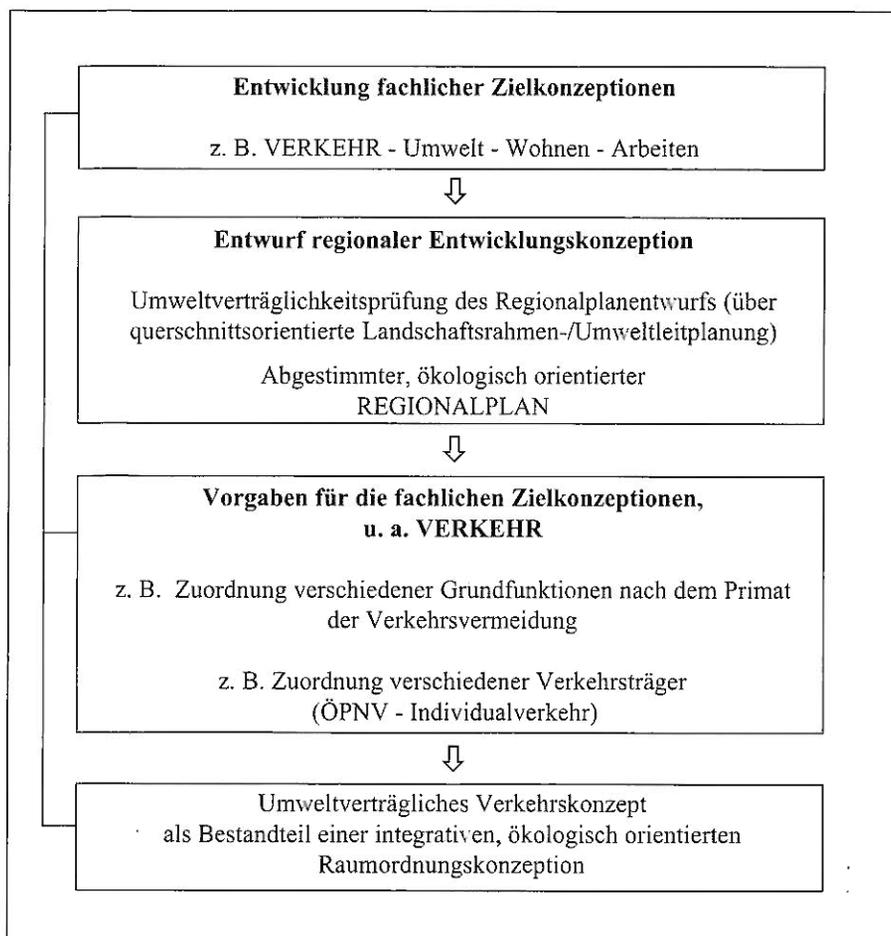


Abb. 3: Integrale Raumordnungskonzeption als Rahmen für eine umweltverträgliche Verkehrskonzeption.

stimmter Grundfunktionen, wie Wohnen, räumlich getrennt von z. B. Gesamtschule, Einkaufszentren, Zentralverwaltung, erhebliche Konsequenzen für den Verkehr zwischen diesen Funktionen. Diese verkehrsinduzierende Raumordnungspolitik wurde auch noch durch die Stilllegung von Bahn- und Busstrecken begleitet. Derartige ökonomisch begründeten Sparmaßnahmen förderten zusätzlich den individuellen Güter- und Personenverkehr über die Straße.

Es müssen hier neue Überlegungen für ein auch unter verkehrlichen Gesichtspunkten umweltfreundliches Raumnutzungskonzept angestellt werden, das durch eine verbesserte Raumstruktur überflüssige Mobilität reduziert. Eine Voraussetzung dazu ist, daß die verschiedenen Kompetenzen, also Raumordnung inklusive Verkehr und Umwelt, zu einem echten integrativen Ansatz zusammenfinden. Eine integrativ erarbeitete Raumordnungskonzeption kann und muß die Vorgaben für z. B. die Straßenplanung im einzelnen leisten (Abb. 3).

### 3.3 Die UVP zu alternativen Verkehrsträgern

Vielleicht ebenfalls aus Gründen verschiedener Zuständigkeiten wurden bislang die

einzelnen Verkehrsträger immer isoliert voneinander betrachtet, so auch bei der UVP. Grundsätzlich können jedoch ganz andere Ergebnisse erwartet werden, wenn z. B. die Straße im Vergleich zur Schiene gesehen wird. Bezieht sich dabei der Vergleich nur auf generelle Fragen, wie z. B. den Energieverbrauch und betriebsbedingte Auswirkungen, wird die Schiene im Vorteil sein. Bei der Betrachtung der raumwirksamen Umwelteffekte zeigt sich, daß es immer auf den jeweiligen Einzelfall ankommt (vgl. Tab. 1). Wie ein Untersuchungsprogramm für den Vergleich raumwirksamer Umwelteffekte von alternativen Verkehrsprojekten aussehen kann, zeigt Abb. 4 (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt / Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb der Universität Hannover 1990).

### 3.4 Netz-UVP

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte sind entsprechend der Zuständigkeit für das jeweilige Straßennetz (Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen) vielfach unabhängig voneinander Planungen entwickelt und Projekte realisiert worden. Aus der Sicht der Umweltbelastungen kann in diesem Zusam-

menhang die These vertreten werden, daß der Problemdruck nicht allein durch Großprojekte (z. B. Bundesautobahnen) erzeugt wird, sondern zunehmend durch die Vielzahl von Kleinprojekten und damit die Netzdichte. Das Verkehrsaufkommen einer Straße ist weniger umweltbedeutsam als die anlagebedingte Zerschneidung und Verkammerung der Lebensräume. Die Folgen sind eine zunehmende Einengung insbesondere tierischer Lebensräume und damit eine weitere Bestandsbedrohung, aber auch die zunehmende Verlärmung menschlicher Frei- bzw. Erholungsräume.

Es gilt folglich, eine Art „Flurbereinigung“ im bestehenden Verkehrs-, insbesondere Straßennetz hinsichtlich der verkehrlichen Auslastung, aber auch unter Umweltgesichtspunkten, einzuleiten. Ziel ist es z. B., ein Straßennetz zu entwickeln, das zu einer spürbaren Entlastung der durch Straßenbau/-verkehr inner- und außerorts verursachten Umweltbelastungen führt. Gleichzeitig müssen selbstverständlich die verkehrlichen Belange Berücksichtigung finden.

Ansatzpunkte für eine derartige Netzkonzeption sind die Bündelung und der Rückbau von Straßen, aber auch - wo unbedingt zwingend - der Aus- bzw. Neubau von Straßen in weniger empfindlichen Bereichen. Einen Vorschlag für ein entsprechendes, zwischen derzeitigen Straßenverkehrsansprüchen und Umweltgesichtspunkten abgestimmtes NetzUVP-Programm zeigt Abb. 5.

Abb. 6 stellt an einem konkreten Fallbeispiel (Raumausschnitt Wesel) im Vorher-/nachher-Vergleich dar, wie sich die Freiraumflächen auf der Grundlage einer umweltverträglichen Netzkonzeption entwickeln könnten (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1993). Diese neue Netzkonzeption basiert auf einer derzeit bedarfsgerechten Verkehrsabwicklung, berücksichtigt also keine anderweitigen Möglichkeiten zur Verkehrsreduzierung (z. B. ÖPNV).

### 3.5 Projekt-UVP nach UVPG

Erst an dieser Stelle setzt die Projekt-UVP ein, wie sie per Gesetz bestimmt ist und mit dem vorgeschriebenen Regelwerk [vgl. (MUVS 1990, Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau 1987) praktiziert wird: es sind die jeweiligen Beiträge zum Linienbestimmungs-/Raumordnungsverfahren und dem Planfeststellungsverfahren. Welche inhaltlichen und methodischen Erfahrungen im einzelnen mit dem Instrumentarium gewonnen wurden und welche Anforderungen daraus abgeleitet werden müssen, ist an anderer Stelle be-

Projekte	Ausbau der A 7 (Ausgangsprojekt)	Bundesbahnneubaustrecke (Alternativprojekt)
<b>Verkehrliche Untersuchung</b>		
Infrastruktur der Projekte, ggf. Angaben zum Verkehrsverbot	Ausbau von 4 auf 6 Fahrspuren	Neubau einer zweigleisigen elektrifizierten Hauptabfuhrstrecke für $V_{\max} = \text{km/h}$ ; Einsatz des ICE, Einführung des Interregio auf der Altstrecke Hannover-Göttingen; Einsatz von Intercargo- und Schnellgüterzügen mit $V_{\max} = 120 \text{ km/h}$
Verlagerungspotential im Personenverkehr von Straße auf Schiene	zwischen 1326 und 1724 Pkw/24 h je nach Streckenabschnitt in beiden Richtungen	ca. 2.000 Reisende / 24 h in beiden Richtungen (Streckenmittelwert) unter Nutzung des vorhandenen Angebots
Verlagerungspotential im Güterverkehr von Straße auf Schiene	1.500 Lkw/ 24 h in beiden Richtungen	Nutzung vorhandener Güterverkehrsangebote und 40 zusätzliche Güterzüge in beide Richtungen
<b>Vergleichende Risikoeinschätzung der Umwelteffekte</b>		
Größe der Untersuchungskorridore	1050,6 km <sup>2</sup>	871,6 km <sup>2</sup>
<b>Anteilige Konfliktintensitäten an den Untersuchungskorridore ohne Berücksichtigung der Vorbelastung</b>		
sehr hoch	504,0 km <sup>2</sup>	-
hoch	217,6 km <sup>2</sup>	-
mittel	190,6 km <sup>2</sup>	518,6 km <sup>2</sup>
gering	131,5 km <sup>2</sup>	88,1 km <sup>2</sup>
sehr gering	6,9 km <sup>2</sup>	264,9 km <sup>2</sup>
<b>Anteilige Konfliktintensitäten an den Untersuchungskorridoren unter Berücksichtigung der Vorbelastung</b>		
sehr hoch	-	-
hoch	-	-
mittel	504,0 km <sup>2</sup>	518,6 km <sup>2</sup>
gering	217,6 km <sup>2</sup>	88,1 km <sup>2</sup>
sehr gering	329,0 km <sup>2</sup>	264,9 km <sup>2</sup>
<b>Quantifizierung von Umwelteffekten</b>		
Flächenbedarf mit Tunnelanteil	99,45 ha	135,63 ha
Flächenbedarf ohne Tunnelanteil	-	117,68 ha
<b>Gesamt-Schadstoffemissionen des verlagerbaren Personen- und Güterverkehrsanteils pro Jahr</b>		
CO	3916,3 t	23,8 t
NO <sub>x</sub>	2781,5 t	160,6 t
CH	1408,5 t	8,9 t
Ruß	58,9 t	31,2 t
<b>Sekundäre und kumulative Folgewirkungen</b>		
Sekundäre Folgewirkungen	nicht relevant;	gering nur in den Siedlungsbereichen im Umfeld der Haltepunkte, Flurbereinigung zum Flächenerwerb und zur Neuordnung der Agrarstruktur
Kumulative Folgewirkungen	wahrscheinlich keine	wahrscheinlich keine

Tab 1:  
Ergebnisübersicht  
zur vergleichenden  
UVS eines  
Autobahn- und  
Bahnneubauprojektes.

<b>I. VERKEHRLICHE UNTERSUCHUNG</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verkehrliche Analyse eines Verkehrsprojektes (Ausgangsprojekt) als Verbindung zwischen A und B</li> <li>2. Differenzierung und Bewertung des Verkehrsbedarfs</li> <li>3. Ermittlung bestehender bzw. Entwicklung neuer infrastruktureller und/oder betrieblicher Alternativen zur Deckung des Verkehrsbedarfs (Alternativprojekte)</li> <li>4. Ermittlung der verkehrlichen Wirkungen der Alternativprojekte</li> <li>5. Bewertung der Alternativprojekte und Ermittlung der Wirkungen auf das Ausgangsprojekt</li> <li>6. Auswahl der unter Umweltaspekten zu untersuchenden Verkehrsprojekte</li> </ol>
<b>II. VERGLEICHENDE RISIKOEINSCHÄTZUNG DER UMWELTEFFEKTE</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der raumwirksamen Umwelteffekte des Ausgangsprojektes</li> <li>2. Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der raumwirksamen Umwelteffekte der Alternativprojekte</li> <li>3. Vergleich der raumwirksamen Umwelteffekte des Ausgangsprojektes und der Alternativprojekte</li> <li>4. Ermittlung der umweltverträglichsten Möglichkeiten zur Deckung des Verkehrsbedarfs</li> </ol>
<b>III. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zusammenfassende Darstellung der verkehrlichen Untersuchung</li> <li>2. Zusammenfassende Darstellung der Risikoeinschätzung der Umwelteffekte</li> <li>3. Vorschläge zur Realisierung der umweltverträglichsten Verkehrsprojekte unter besonderer Berücksichtigung der Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsträger</li> </ol>

Abb. 4: Struktur der Vorgehensweise für eine UVP zu alternativen Verkehrsträgern.

geschrieben (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1993).

#### 4 Der Richtlinienvorschlag der Europäischen Kommission über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme

Bereits in den 1975 beschlossenen „Grundsätzen für die Prüfung der Umweltverträglichkeit öffentlicher Maßnahmen des Bundes“ sind gedankliche Ansätze zu finden, die in Richtung einer UVP von Politiken, Plänen und Programmen tendieren. Aufgenommen wurde dieser Gedanke auch bei den Verhandlungen zur „EG-Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG)“. Dennoch wurden diese Ansätze zunächst nicht weiter verfolgt, und erst mit dem Entwurf für eine „Richtlinie der Europäischen Kommission über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme“ vom 04.12.1996 wird die Diskussion zu dem Für und Wider auch auf deutscher Seite wieder aufgenommen. Es wird vermutet, daß insbesondere seit der Mitgliedschaft der skandinavischen Länder die Diskussion wieder neu belebt ist.

Der Kerngedanke dieses erneuten EU-Vorschlages ist es, daß Umweltbelange so frühzeitig wie möglich berücksichtigt werden und somit ein wesentlicher Beitrag zum „5. Aktionsprogramm Umwelt“ der EU und zur Umsetzung des Rio de Janeiro (1992) bzw. Istanbul-Konzeptes (1996) zur nachhaltigen Entwicklung geliefert wird.

Auch wenn die Plan- und Programm-UVP sich in erster Linie an den Bereich Raumordnung (Landesentwicklungs-, Regional- und Flächennutzungsplan) richtet, so wird doch ausdrücklich in Art. 2 darauf verwiesen, daß Pläne und Programme in Bereichen wie Verkehr (einschließlich Verkehrskorridore, Hafenanlagen und Flughäfen) einbezogen sind.

Inhaltlich werden die Anforderungen an die Plan- und Programm-UVP insbesondere durch Art. 5 und Anhang II bestimmt. Neben den direkten und indirekten Auswirkungen auf die bekannten Schutzgüter ist vor allem unter dem Vermeidungsaspekt der Nachweis über geprüfte Alternativen zur Verwirklichung der gesetzten Ziele (z. B. Alternativ-Entwicklungslösungen

oder Alternativstandorte für Projekte) und Gründe für ihre Ablehnung von zentraler Bedeutung.

Es muß eine gesonderte Darstellung und Bewertung der Umweltauswirkungen in Form einer Umwelterklärung und einer nicht-technischen Zusammenfassung erfolgen. Die Abfassung der Umwelterklärung soll unter Beteiligung der betroffenen Behörden und der - jeweils durch das Mitgliedsland zu definierenden - betroffenen Öffentlichkeit, evtl. auch unter Beteiligung angrenzender EU-Mitgliedsstaaten erfolgen.

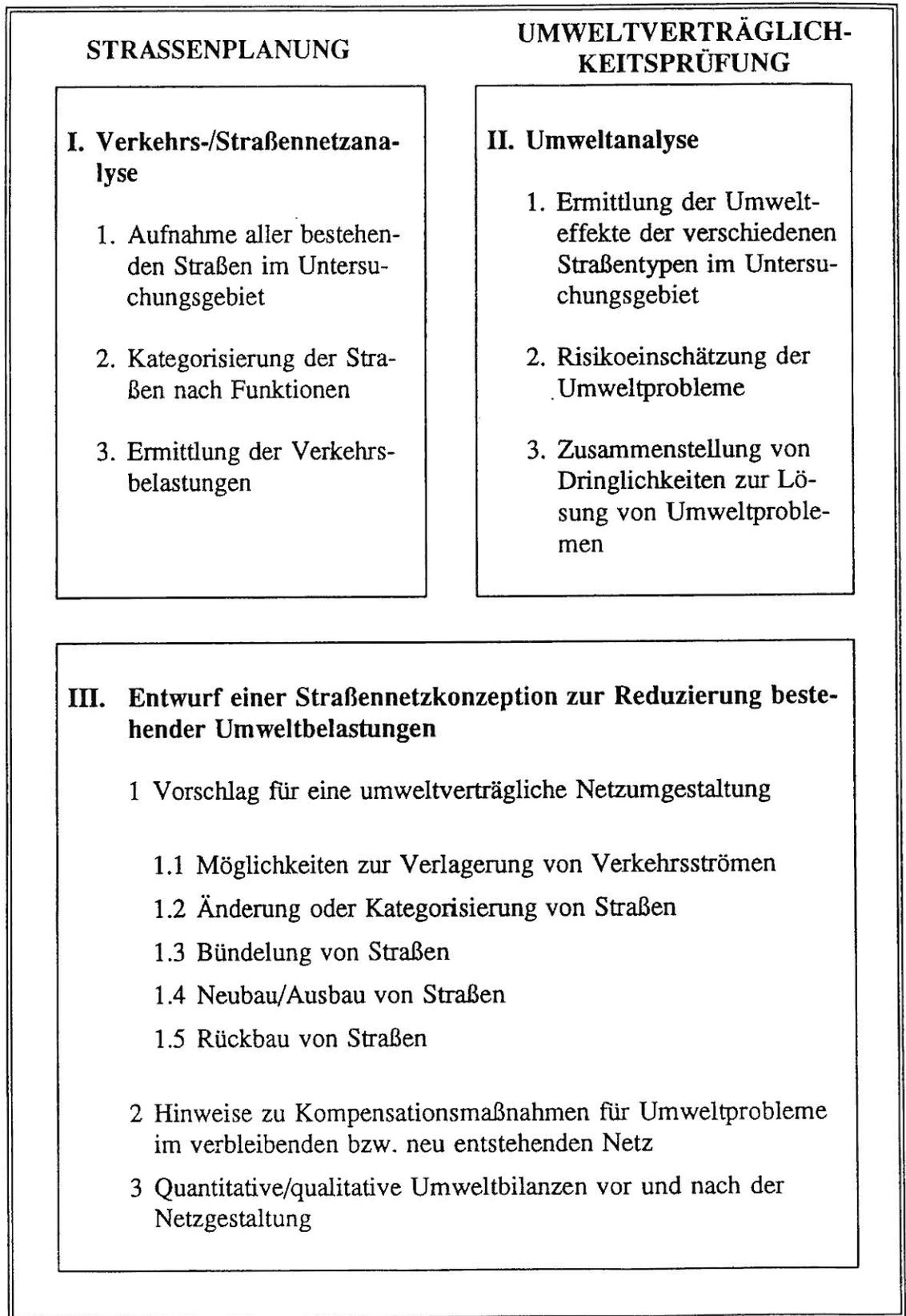
Sowohl von der Bundesregierung (Drucksache 13/3778) als auch vom Bundesrat (BR-Drucksache 277/1/97 vom 06.06.1997) wird der EU-Richtlinienvorschlag im wesentlichen abgelehnt. Die Argumentation läßt sich wie folgt zusammenfassen:

- die Einführung einer Plan- und Programm-UVP wirke kontraproduktiv zu den Deregulierungs- und Verkehrsbeschleunigungsbemühungen. Die notwendige Flexibilität könne nicht gewährleistet werden;
- es gäbe über die Projekt-UVP hinaus zusätzlich Erschwernisse bei der Realisierung öffentlicher und privater Projekte;
- die Regelungskompetenzen der EU in Hinsicht auf das Bauplanungs- und Raumordnungsrecht werde in Frage gestellt.

Die derzeit konsequent ablehnende deutsche Haltung gegenüber der Einführung einer Plan- und Programm-UVP ist vor allem aus materiell-inhaltlicher, aber auch strategischer Sicht nicht verständlich. Wie sich aus verschiedenen Veranstaltungen mit den entsprechenden Fachabteilungen der EU (DG VII Verkehr und DG XI Umwelt) ergab, sind wesentliche inhaltliche Anforderungen einer Plan- und Programm-UVP in Deutschland zumindest im Verkehrssektor (insbesondere Straßenplanung) mit dem gestuften Verfahren Umweltrisikoeinschätzung (URE) zum Bedarfsplan Straßen und Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) zum Raumordnungsverfahren bereits abgedeckt. Es geht offenbar sogar soweit, daß die inhaltlich-methodische Ausgestaltung dieser Umweltbeiträge in vieler Hinsicht als Vorbild fungiert. Dies bedeutet allerdings nicht, daß die bisherige deutsche Vorgehensweise vollständig den Anforderungen der EU an eine Plan- und Programm-UVP genügt.

Anzumerken bleibt auch, daß die Mehrheit der Mitgliedsstaaten der EU einer Einführung der Plan- und Programm-UVP offensichtlich positiv gegenüberstehen, wobei die Frage noch offen ist, ob es für die Umsetzung in nationales Recht einer einvernehmlichen Regelung bedarf.

Abb. 5:  
Vorgeschlagenes  
Arbeitsprogramm für  
eine Plan-UVP zum  
Netzplan Straße.



## 5 Zusammenfassung

Abschließend kann zusammengefaßt werden:

- Die derzeitige Praxis der UVP auf Projektebene zu Straßenbauvorhaben ist instrumentell, also was die Inhalte und Methoden der Umweltverträglichkeitsstu-

die (UVS) anbelangt, weitgehend perfektioniert. Es besteht hier eher die Gefahr einer zu technokratischen Umgangsform mit den bestehenden Orientierungshilfen (vgl. (MUVS 1990, Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau 1987).

Es muß diesbezüglich betont werden, daß nicht administrative Anforderungen allein (z. B. Quantifizierbarkeit, Bilanzierungen, Kurzdarstellungen), sondern auch sachliche Voraussetzungen (Komplexität und Wertsetzungen des Tatbestandes) die Inhalte und Methoden einer UVS bestimmen dürfen.

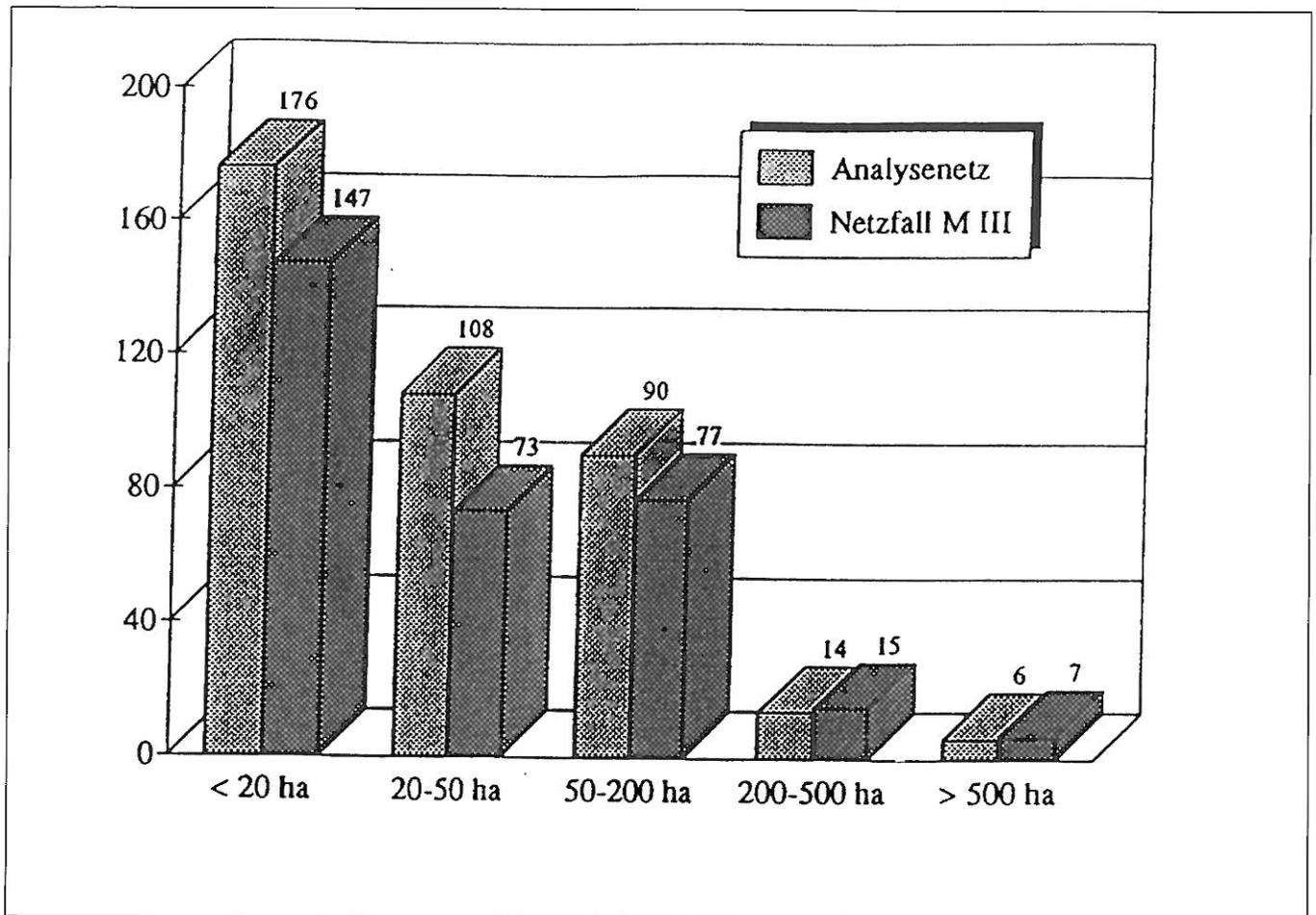


Abb. 6: Freiflächenanteile vor und nach der Durchführung einer „Straßennetzflurbereinigung“ (Fallbeispiel im Kreis Wesel).

- Die Projekt-UVP wird den neuen Herausforderungen einer der wachsenden Mobilität entsprechenden Nachfrage nach Verkehrsmitteln und dem zunehmenden Straßenverkehr/-bau nicht mehr gerecht.
- Eine auf Umweltvorsorge ausgerichtete Verkehrspolitik muß durch verkehrsträgerübergreifende und großräumige, also integrative UVP-Konzepte, d. h. die Programm- und Plan-UVP, ergänzt werden.
- Sollte eine derartige inhaltliche und räumliche Aufwertung/Ausweitung der UVP, z. B. auch mit der Fortschreibung der Gesetzesgrundlagen wie von der EU angestrebt, nicht gelingen, wird der Projekt UVP-Stempel den Anschein eines Alibis wohl kaum verlieren.

## Literatur

Europäische Kommission GD XI: Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Pro-

gramme. Unveröffentlichtes Manuskript DE/11/95/064 00 00.2 P00 (EN).

Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vom 12. Febr. 1990, zuletzt geändert durch Gesetz vom 20. Juni 1990 (BGB I. I, S. 1080).

Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau (1987): - HNL-StB 87. Hrsg.: Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau, VklBl, 41. Jg., H. 5, S. 217 - 225.

LASSEN, DIETRICH (1990): Unzerschnittene verkehrsarme Räume über 100 km<sup>2</sup> - eine Ressource für die ruhige Erholung. - Natur und Landschaft, 65. Jg., H. 6, S. 326 - 327.

Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung (MUVS) (1990): Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf.

Planungsgruppe Ökologie + Umwelt; Ingenieurgemeinschaft STOLZ (1990): Anwendung und Überprüfung des Methodenkonzeptes „Berücksichtigung außerörtlicher Umwelteffekte von Bundesfernstraßen in der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP)“ anhand von Fallbeispielen: unveröffentlichter Entwurf des Forschungsvorhabens 98 103/89 im Auftrage des Bundesministers für Verkehr, Bonn.

Planungsgruppe Ökologie + Umwelt/Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb der Universität Hannover (1990): Vergleich raum-

wirksamer Umwelteffekte verschiedener Verkehrsträger auf der Ebene der Bundesverkehrswegeplanung: unveröffentlichter Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben 90 291/90 im Auftrage des Bundesministers für Verkehr, Bonn.

Planungsgruppe Ökologie + Umwelt (1993): Analyse des Straßen- und Wegenetzes und seiner Umweltprobleme sowie Möglichkeiten einer umweltverträglichen Netzgestaltung anhand eines Fallbeispielraumes im Kreis Wesel; Pilotstudie im Auftrag des Ministeriums für Stadtentwicklung und Verkehr Nordrhein-Westfalen.

Planungsgruppe Ökologie + Umwelt (1988): Entwicklung einer vergleichbaren Methodik zur ökologischen Beurteilung von Bundesfernstraßen auf allen Planungsebenen: Forschungsvorhaben 98 066/85 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bonn.

Umweltgutachten (1987): Hrsg.: Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Wiesbaden 1987, Verlag. W. Kohlhammer GmbH Stuttgart u. Mainz, S. 538 ff.

## Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Adrian Hoppenstedt  
Planungsgruppe Ökologie und Umwelt  
Kronenstraße 14  
30161 Hannover

Heiner Haßmann

# Ökologisch orientierte Planungs- und Bewertungsverfahren für Straßenplanungen

Umsetzung des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes (UVPG) auf den verschiedenen Ebenen der Straßenplanung

## Einführung

Die Belange der Umwelt sind in die Planung eines Straßenbauvorhabens auf allen Planungsstufen - von der Bedarfsplanung (Bundesverkehrswegeplan) über die Linienbestimmung und die Planfeststellung bis zum Ausführungsplan - einzubeziehen. Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erfolgt im gestuften Verfahren als Teil des Raumordnungsverfahrens (ROV) oder der Linienbestimmung gem. § 16 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) und des nachfolgenden Planfeststellungsverfahrens.

Dieser Ablauf soll im folgenden näher dargestellt werden.

## 1 Rechtsgrundlagen

Die Umsetzung der EG-Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337 EWG) erfolgte in Deutschland in drei Schritten:

- Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie (85/337/EWG) vom 12.02.1990 <sup>1)</sup>
- Änderung des Raumordnungsgesetzes (ROG) vom 19.07.1989 <sup>2)</sup>
- Änderung des Bundesberggesetzes (BBergG) vom 12.02.1990.

Das „Umsetzungsgesetz“ vom 12.02.1990 ist ein sog. Artikelgesetz.

In Artikel 1 sind die allgemeinen Regelungen der UVP in den §§ 1 bis 22 aufgeführt. In den Artikeln 2 bis 16 sind die erforderlichen Änderungen der relevanten Fachgesetze geregelt.

In Artikel 7 sind die erforderlichen Ergänzungen des Fernstraßengesetzes (§ 16 und § 17 FStrG) aufgeführt.

Das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung<sup>1)</sup> schreibt u. a. für den Bau und die Änderung von Bundesfernstraßen, die der Planfeststellung oder eines Bebauungsplanes bedürfen, die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vor (Anlage zu § 3 UVPG). Das Verfahren der UVP ist im Gesetz geregelt. Wird die Umweltverträglichkeit in einem Raumordnungsverfahren (ROV) geprüft, ist keine erneute Prüfung zur Linienbestimmung erforderlich (§ 15 UVPG).

Das Raumordnungsverfahren dient einerseits der Abstimmung raumbedeutsamer Planungen und Maßnahmen (Vorhaben) von überörtlicher Bedeutung untereinander sowie andererseits der Abstimmung mit den Erfordernissen der Raumordnung und Landesplanung. Für den Neubau von Straßen wird in der Regel ein ROV durchgeführt.

Das Raumordnungsverfahren ist ein Behördenverfahren, das keine unmittelbare Rechtswirkung gegenüber dem Vorhabenträger und dem Einzelnen entfaltet. Es ersetzt weder Genehmigungen, Planfeststellungen noch sonstige behördliche Entscheidungen über die Zulässigkeit des Vorhabens. Es gilt jedoch das Berücksichtigungsgebot. Damit ist das Ergebnis des Raumordnungsverfahrens und somit auch die darin eingeschlossene Prüfung der Umweltverträglichkeit für die beteiligten Behörden verbindlich.

Im nachfolgenden Zulassungsverfahren sind dann die zusätzlichen oder anderen Umweltauswirkungen zu prüfen, die in den vorgelagerten Verfahren (ROV/Linien-

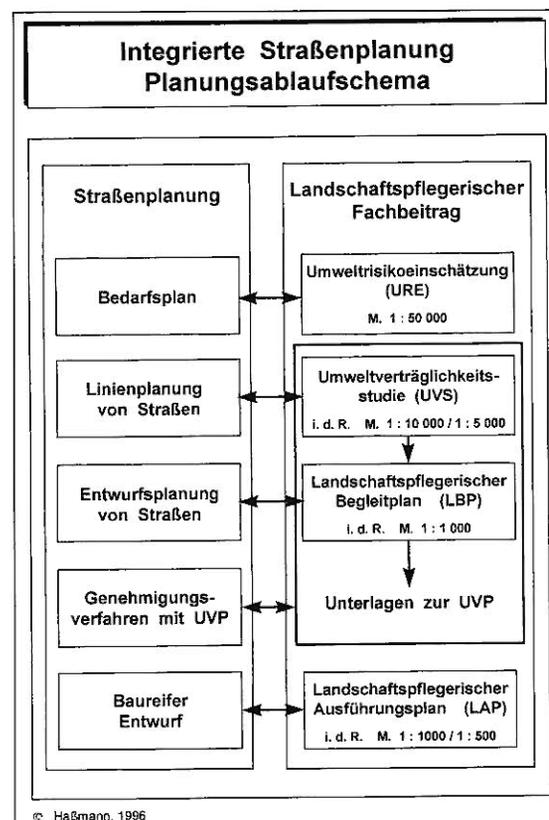
bestimmung) aufgrund des Planungsstandes nicht Gegenstand der UVP waren.

Neben dem UVPG, den Länder-UVP-Gesetzen und den UVP-Verwaltungsvorschriften sind insbesondere bei der Beurteilung der Umweltauswirkungen auch die anderen Umweltfachgesetze - hier besonders das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) in Verbindung mit den Naturschutzgesetzen der Länder - sowie weitere fachplanerische Leitlinien und Vorgaben im Sinne einer wirksamen Umweltvorsorge zu berücksichtigen.

## 2 Planungs- und Verfahrensebenen der Bundesfernstraßenplanung

Die Straßenplanung durchläuft im allgemeinen drei Planungs- und Verfahrensebenen. Diese sind:

- Bundesverkehrswegeplan und Bedarfsplan, Gesetz über den Ausbau der Bundesfernstraßen
- Linienplanung / ROV
- Entwurfsplanung / Planfeststellung (s. auch Abb. 1)



- 1) Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die UVP bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten vom 12. Februar 1990, Bundesgesetzblatt Teil I, 1990, S. 205.
- 2) Raumordnungsgesetz (ROG) vom 19. Juli 1989, Bundesgesetzblatt, Teil I, S. 1461.

Abb. 1

## 2.1 Bundesverkehrswegeplanung und Bedarfsplanung

Größere Vorhaben an Bundesfernstraßen, insbesondere der Neu- oder Ausbau von Autobahnen sowie Ortsumgehungen im Zuge von Bundesstraßen, werden im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung (BVWG) bewertet.

Die BVWG ist eine Investitionsrahmenplanung, bei der Ausbaivorhaben aller Verkehrsträger, soweit der Bund für sie zuständig ist, bewertet und nach ihrer Dringlichkeit eingestuft werden. Die Bedarfsplanung für die Bundesfernstraßen ist in die Bundesverkehrswegeplanung integriert.

Auf der Grundlage eines Vorschlages der Bundesregierung beschließt der Deutsche Bundestag über die Dringlichkeit der Straßenbauvorhaben im Fernstraßenausbaugesetz (FStrAbG)<sup>3)</sup>. Die Festlegungen des Bedarfsplanes sind für die Linienbestimmung und Planfeststellung verbindlich (§ 1 Abs. 2 Satz 2 FStrAbG).

Bei den Vorhaben zur Aufstellung des Bedarfsplans werden auch die Auswirkungen des Vorhabens auf Natur und Landschaft geprüft. Der Planungsbeitrag zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist die ökologische Risikoeinschätzung (ÖRE). Aufgabe dieses Planungsbeitrages ist es, eine generelle Übersicht über die Auswirkungen der einzelnen Projekte auf die Schutzgüter im gesamträumlichen Zusammenhang zu geben sowie räumliche und inhaltliche Problemschwerpunkte darzustellen (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1988).

Da auf dieser Planungsebene das Vorhaben nach Lage und Gestaltung noch nicht genau bekannt ist und nur grobe Angaben über die Auswirkungen auf Natur und Landschaft möglich sind (Bearbeitungsmaßstab 1:50.000), kann das Ergebnis der Untersuchungen weder in einem Nachweis der ökologischen Unbedenklichkeit noch in einer endgültigen Ablehnung des Vorhabens wegen unvermeidbarer Eingriffe in Natur und Landschaft bestehen.

Diese Planungsebene ist nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz nicht UVP-pflichtig. Die UVP wird nur für einzelne Projekte durchgeführt, nicht jedoch für Programme oder Gesetze.

## 2.2 Linienplanung / Raumordnungsverfahren

Für die Linienbestimmung nach § 16 Abs. 1 Bundesfernstraßengesetz<sup>4)</sup> wird die Umweltverträglichkeit nach dem Planungsstand des

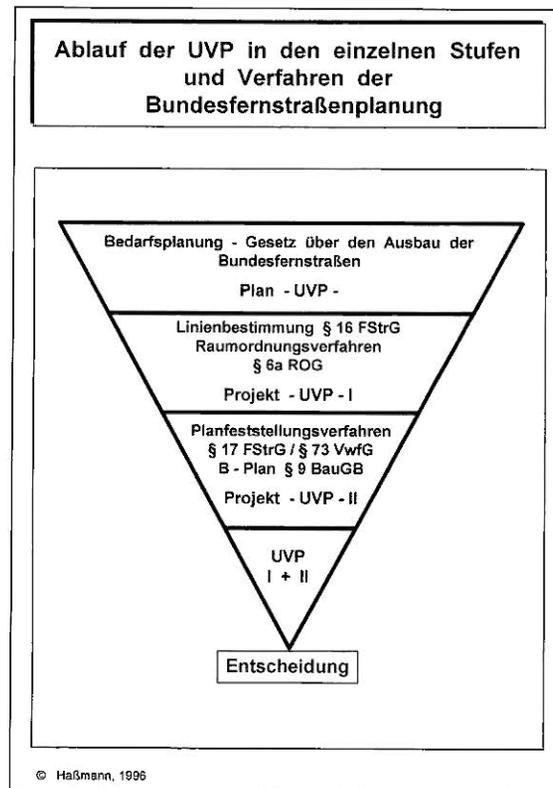


Abb. 2

- 3) Fernstraßenausbaugesetz (FStrAbG) vom 15. November 1993, Bundesgesetzblatt Teil I, 1993, S. 1879.
- 4) Bundesfernstraßengesetz (FStrG) vom 19. April 1994, Bundesgesetzblatt Teil I, 1994, S. 855.
- 5) Merkblatt für die Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung (MUVS), FGVS, ARS-Nr. 9/1990, Verkehrsblatt 1990, S. 373.

Vorhabens geprüft (§ 15 Abs. 1 UVPG). Im Raumordnungsverfahren oder in einem anderen raumordnerischen Verfahren können die raumbedeutsamen Auswirkungen auf die Umwelt-Schutzgüter entsprechend dem Planungsstand des Vorhabens ermittelt, beschrieben und bewertet werden (§ 16 Abs. 1 UVPG).

Zu den zu berücksichtigenden Umweltbelangen gehören auch die Belange von Natur und Landschaft.

Diese Planungsstufe ist in besonderer Weise geeignet, Möglichkeiten zur Vermeidung von Eingriffen oder anderen Nachteilen für Natur und Landschaft durch eine geeignete Planung und Linienführung zu berücksichtigen.

Es sind die Planungs- und Linienvarianten zu prüfen, die von der Sache her naheliegen, sich ernsthaft anbieten oder aufdrängen. Dazu kann auch der Ausbau vorhandener Straßen gehören, wenn er geeignet erscheint, die mit dem Vorhaben angestrebten Ziele ohne wesentliche Abstriche zu erreichen.

Bei Vorhaben des Bedarfsplanes für Bundesfernstraßen steht wegen der gesetzlich verbindlichen Bedarfsfeststellung der Straße die verkehrliche Erforderlichkeit des Vorhabens nicht in Frage. Die Betrachtung der Null-Variante dient ausschließlich als Bezugsgröße für die be- und entlastenden Wirkungen der möglichen Trassenvarianten.

Der Planungsbeitrag zur Linienfindung analysiert und bewertet raum- und variantenbezogen die Wirkungen des Vorhabens auf

die Schutzgüter nach § 2 UVPG und somit auch auf Natur und Landschaft. Er ist ein wesentlicher Planungsbestandteil zur Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung bei der Linien- und Standortfindung von Straßen („UVP-Stufe I“).

Dieser Planungsbeitrag ist die Umweltverträglichkeitsstudie (UVS). Zielsetzung, Arbeitsablauf sowie die speziellen Untersuchungsschritte der Umweltverträglichkeitsstudie sind im „Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung“ (MUVS<sup>5)</sup>) dargelegt.

## 2.3 Entwurfsplanung / Planfeststellung

Für die Genehmigung von Straßenbauvorhaben wird üblicherweise ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt.

In diesem Verfahren werden die Ergebnisse der „UVP - Stufe I“ berücksichtigt und um Umweltauswirkungen, die sich aufgrund der Detaillierung des Vorhabens im Rahmen der Entwurfsbearbeitung ergeben, ergänzt („UVP - Stufe II“).

Die materielle Bearbeitung der erforderlichen Prüferunterlagen erfolgt mit dem Instrumentarium des Landschaftspflegerischen Begleitplanes (LBP) sowie ggf. weiterer Untersuchungen. Diese werden in einem UVP-Bericht zusammengefasst („Allgemeinverständliche Zusammenfassung“) und von der Straßenbauverwaltung in das Zulassungsverfahren eingebracht, in dem die förmliche UVP durchgeführt wird (s. Abb. 2).

Der Landschaftspflegerische Begleitplan gehört zu den vom Träger des Vorhabens im Planfeststellungsverfahren vorzulegenden Unterlagen. Die landschaftspflegerische Begleitplanung baut auf dem landschaftspflegerischen Beitrag zur Linienfindung, insbesondere der UVS, auf.

Die rechtliche Grundlage für den Landschaftspflegerischen Begleitplan bildet das BNatSchG in Verbindung mit den landesgesetzlichen Vorschriften.

Das Naturschutzgesetz als Fachgesetz regelt, welche materiellen Anforderungen an den Planaufsteller und das Zulassungsverfahren (Planfeststellungsverfahren) zu stellen sind.

Die Eingriffsregelung nach § 8 BNatSchG in Verbindung mit den landesgesetzlichen Regelungen ist bei Planung und Ausführung des Neu- und Ausbaues von Bundes-

fernstraßen zu beachten. Danach hat der Träger eines mit einem Eingriff verbundenen Straßenbauvorhabens

- vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen,
- unvermeidbare Beeinträchtigungen so gering wie möglich zu halten (Teilvermeidung, Verminderung) und
- verbleibende erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes oder Landschaftsbildes auszugleichen, soweit es zur Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege erforderlich ist.

Der Eingriff ist zu unterlassen, wenn erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigungen nicht zu vermeiden und nicht im erforderlichen Maße oder in angemessener Frist auszugleichen sind und die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei der Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft im Range vorgehen.

Die Länder können bestimmen, daß bei vorrangigem Eingriff für nicht ausgleichbare erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigungen von Naturhaushalt und Landschaftsbild Ersatzmaßnahmen durchzuführen sind (s. Abb. 3).

Die Eingriffsregelung enthält rechtliche Anforderungen an die Durchführung von Straßenbauvorhaben, die neben den Anforderungen anderer Fachgesetze (z. B. Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)) stehen. Die Prüfergebnisse über die Vermeidbarkeit und Kompensation von Beeinträchtigungen haben gesetzlich zwingende Folgen.

In der Planfeststellung wird darüber entschieden, welche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft erforderlich sind. Maßnahmen, mit denen erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft vermieden oder vermindert werden, sind im Fachplan und im Erläuterungsbericht für das Vorhaben darzustellen.

Hinweise für die Abfassung des Landschaftspflegerischen Begleitplanes sind

- in den „Empfehlungen für die Abhandlung der Eingriffsregelung beim Bundesfernstraßenbau“ des Bundesministeriums für Verkehr (SMEETS et al. 1996),
- im Handbuch für Verträge über Leistungen der Ingenieure und Landschaftsarchitekten im Straßen- und Brückenbau (HIV-StB) (BMV 1995),
- in den Richtwerten für Kompensationsmaßnahmen beim Bundesfernstraßenbau (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1996),
- in den Hinweisen zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau (HNL-StB 87) (BMV 1987) sowie
- in den Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Landschaftspflege, Abschnitt 1: Landschaftspflegerische Begleitplanung (RAS-LP 1) (FGSV 1996)<sup>6)</sup> enthalten.

### 3 Materielle Anforderungen an die UVP-Unterlagen

Der wesentliche materielle Gegenstand der UVP ist die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines geplanten Straßenbauvorhabens auf die Schutzgüter Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft -

#### **Grundsatz 1** ( § 8 (2) BNatSchG ) :

Soweit wie möglich alle Beeinträchtigungen vermeiden.  
( im Sinne einer Vorhabensoptimierung )

#### **Grundsatz 2** ( § 8 (2) (3) BNatSchG ) :

Bei unvermeidbaren Beeinträchtigungen müssen Ausgleichsmaßnahmen durchgeführt werden.

#### **Grundsatz 3** ( § 8 (3) BNatSchG ) :

Abwägung über die Vorrangigkeit aller Belange bei nicht ausgleichbaren Beeinträchtigungen

#### **Grundsatz 4** ( § 8 (9) BNatSchG ) :

Bei Vorrangigkeit des Vorhabens sind je nach Landesrecht Ersatzmaßnahmen vorzusehen.

6) Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil Landschaftspflege, Abschnitt 1: Landschaftsgerechte Planung (RAS-LP 1), FGSV, Ausgabe 1996, FGSV-Verlag GmbH.

einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen - sowie Kultur- und sonstige Sachgüter (§ 2 UVPG).

Die Straßenbauverwaltung hat nach dem UVP-Gesetz die Pflicht, alle entscheidungserheblichen Unterlagen über die Umweltauswirkungen des Vorhabens vorzulegen. Auf Grundlage dieser Daten soll die Landesplanungsbehörde/Zulassungsbehörde in die Lage versetzt werden, die UVP im jeweiligen Verfahren durchzuführen.

Je nach Planungsstufe und Art der Straßenbaumaßnahme ist in jedem Einzelfall zu prüfen, ob und in welchem Umfang die einzelnen Angaben erforderlich sind, um die jeweiligen Wirkungen der Straßenbaumaßnahme aufzuzeigen sowie die Betroffenheit und Empfindlichkeit der Schutzgüter darzulegen. Anhaltspunkte für einen möglicherweise reduzierten Untersuchungsumfang sind z. B. eine geringe Anzahl von betroffenen Schutzgütern und/oder ein geringerer Betroffenheitsgrad dieser Schutzgüter.

Das UVP-Gesetz sieht keine Verfahrensvereinfachung bei „Bagatellfällen“ vor. Es ist somit nicht zulässig, Umweltaspekte von vornherein auszuschließen. Die anlage-, bau- und betriebsbedingten Wirkungen des Vorhabens auf die im UVP-Gesetz genannten Schutzgüter sind zu behandeln und ggf. Gründe zu benennen, warum eine vertiefte Untersuchung und konkrete Aussagen nicht erforderlich sind.

### 3.1 Unterlagen zum Raumordnungsverfahren

Für die verfahrensmäßige Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen des Raumordnungsverfahrens ist in Niedersachsen vom zuständigen Innenministerium eine entsprechende Arbeitsanweisung herausgegeben worden<sup>7)</sup>. In diesem Leitfaden sind die Mindestanforderungen an die im ROV vorzulegenden Unterlagen festgelegt. Sie müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

1. Beschreibung des Vorhabens nach Standort, Art und Umfang sowie Bedarf an Grund und Boden.
2. Beschreibung des Zustandes und der voraussichtlichen Entwicklungsmöglichkeiten der Umwelt im Auswirkungsbereich des Vorhabens.
3. Beschreibung der möglichen direkten und indirekten Auswirkungen des Vorhabens, insbesondere auf die Umwelt.
4. Beschreibung der Maßnahmen, mit denen erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt vermieden, vermindert oder so-

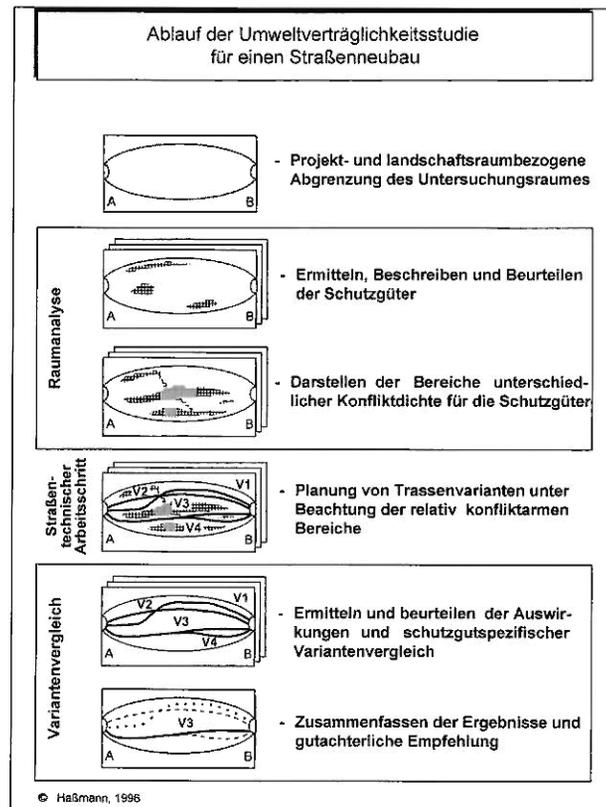


Abb. 4

7) Durchführung von Raumordnungsverfahren mit integrierter UVP; Nds.MI, März 1991.

weit möglich ausgeglichen werden, sowie der Ersatzmaßnahmen bei nicht ausgleichbaren Eingriffen in Natur und Landschaft.

5. Übersicht über die wichtigsten vom Träger des Vorhabens geprüften Vorhabenalternativen und Angabe der Auswahlgründe.
6. Eine allgemeinverständliche Zusammenfassung der in den Ziffern 1 bis 5 genannten Angaben. Sie muß die wesentlichen vom Vorhabenträger ermittelten Ergebnisse für die Prüfung der Umweltverträglichkeit der untersuchten Vorhabenalternativen beinhalten.

Die für die Prüfung der Umweltverträglichkeit entscheidungserheblichen umweltrelevanten Unterlagen (gemäß § 6 Abs. 3 und 4) werden im wesentlichen in der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) bearbeitet.

#### 3.1.1 Zielsetzung und Aufgabenstellung der Umweltverträglichkeitsstudie

Die UVS hat als fachplanerischer Beitrag die Aufgabe, alle Informationen zu liefern, die als Entscheidungsgrundlage für verschiedene Straßenbauvorhaben auf der Ebene der Linien- und Standortfindung zur Prüfung der Umweltauswirkungen erforderlich sind. Ziele und Aufgaben der UVS sind:

- Mitwirkung an einer möglichst umweltschonenden Planung des Vorhabens.

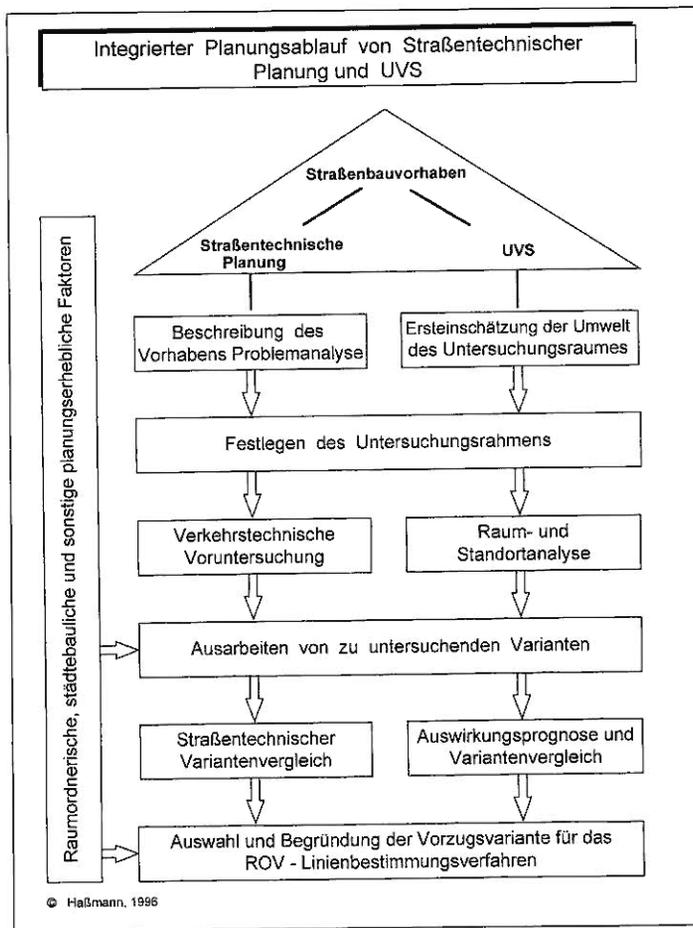
- Ermittlung, Beschreibung und Beurteilung der Umweltauswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter entsprechend § 2 (1) UVPG (Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft/Klima und Landschaft, einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen sowie Kultur- und sonstige Sachgüter) einschließlich der Möglichkeiten zur Vermeidung sowie der Prüfung der Ausgleichbarkeit von erheblichen Beeinträchtigungen.
- Erarbeitung von Angaben zu den entscheidungserheblichen Unterlagen gemäß § 6 (3 und 4) UVPG.

Inhaltliche Anforderungen an die UVS ergeben sich vor allem aus folgenden straßenbezogenen Vorschriften und Hinweisen:

- Hinweise zur Berücksichtigung von Naturschutz und Landschaftspflege in der Straßenplanung (HNL-StB 87, BMV 1987),
- Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsprüfung in der Straßenplanung<sup>5)</sup>,
- Handbuch für Verträge über Leistungen der Ingenieure und Landschaftsarchitekten im Straßen- und Brückenbau (HIV-StB 91, BMV 1995) sowie
- Ökologische Anforderungen an Verkehrsprojekte - Verwirklichung Deutsche Einheit - (BMV/BMU 1992).

Der generelle Untersuchungsablauf ist in Abb. 4 dargestellt. Die Beschreibung des Vorhabens, die Festlegung der Untersuchungsinhalte sowie die räumliche und zeit-

Abb. 5



liche Abgrenzung der Untersuchung sind klärende und vorbereitende Arbeitsschritte. Dabei sind die Untersuchungsrahmen den jeweiligen UVP-pflichtigen Vorhabentypen anzupassen. Die Untersuchung gliedert sich in Abhängigkeit vom jeweiligen Vorhabentyp im Regelfall in

- Raum-/Standortanalyse
- Auswirkungsprognose und Variantenvergleich

Die Arbeitsschritte der UVS sind in enger Verzahnung mit der straßentechnischen Planung durchzuführen. In Abb. 5 ist das integrierte Vorgehen dargestellt.

### 3.1.1.1 Raum-/ Standortanalyse

Die raumbezogene Empfindlichkeitsanalyse beinhaltet eine flächendeckende Bestandsaufnahme und Bewertung, orientiert an den Schutzgütern gem. § 2 des UVP-Gesetzes und unter Beachtung der übrigen einschlägigen Umweltgesetze des Bundes und des jeweiligen Landes. Innerhalb der zu berücksichtigenden Schutzgüter ergibt sich bewertungsbezogen die Möglichkeit der Unterscheidung zwischen der vorsorgeorientierten, nachhaltigen Sicherung der jeweiligen Ressource als Teil des Ökosystems einerseits und der Bedeutung der Umweltqualität im Hinblick auf seine aktuelle und

zukünftige Nutzung durch den Menschen z. B. zur Nahrungsmittelproduktion, Trinkwassergewinnung oder Erholung andererseits. Die jeweils zugrunde zu legenden Bewertungsmaßstäbe und Wertsysteme müssen entsprechend angepaßt werden. Die Bedeutung bzw. Leistungsfähigkeit sowie die Empfindlichkeit der Schutzgüter sind - unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Beeinträchtigungen (Vorbelastung) - zu ermitteln und einzuschätzen.

- Unter der Leistungsfähigkeit versteht man das Vermögen eines Landschaftsraumes, ökologisch und gesellschaftlich relevante Funktionen zu übernehmen.
- Mit der Empfindlichkeit wird die Wahrscheinlichkeit von Veränderungen der leistungsbestimmenden Faktoren der einzelnen Schutzgüter vor dem Hintergrund der mit einem Straßenbauvorhaben verbundenen Beeinträchtigungen der Schutzgüter beschrieben.
- Die Vorbelastung stellt die von menschlichen Nutzungen ausgehenden und im Untersuchungsraum bereits vorhandenen Beeinträchtigungen der Umwelt dar.

Im Ergebnis liegt eine flächendeckende Bewertung der relevanten Schutzgüterfunktionen in Einzelkarten vor. Eine Überlagerung der bewerteten einzelnen Schutzgüter ermöglicht die Ermittlung und Ab-

grenzung von Bereichen mit hoher Konfliktdichte und die Ausweisung relativ konfliktarmer Korridore. In der Regel verbleiben in solchen Korridoren eine Reihe von Konfliktschwerpunkten.

Die Ermittlung des Raumwiderstandes und seine kartographische Darstellung<sup>8)</sup> dienen insbesondere der Straßenplanung dazu, eine möglichst konfliktarme Trasse zu planen, indem soweit wie möglich eine Führung durch konfliktarme Bereiche vorgesehen werden kann. Wird eine Führung durch konfliktreichere Bereiche ersichtlich (sog. Riegelflächen), sind diese potentiellen Konfliktschwerpunkte zu kennzeichnen. Mit der Darstellung der konfliktarmen Bereiche wird schon zu diesem Zeitpunkt der UVS deutlich, ob

- eine Trassenführung durch relativ konfliktarme Teilräume mit potentiellen geringen Umweltauswirkungen möglich ist oder
- eine Trassenführung durch Teilräume mit sehr hohem/hohem Raumwiderstand notwendig wird, unter Inkaufnahme erheblicher Umweltauswirkungen, bei der für Vermeidung, Minderung und Kompensation u. U. beträchtliche Aufwendungen vorgesehen werden müssen.

### 3.1.1.2 Auswirkungsprognose und Variantenvergleich

Die Trassenvarianten werden auf der Grundlage der Raumwiderstandskarte unter Berücksichtigung der verkehrlichen Wirksamkeit und der technischen Machbarkeit entwickelt. Gegebenenfalls kommen Varianten hinzu, die aus anderen Gründen (raumordnerische, städtebauliche, verkehrliche, wirtschaftliche Gründe) in die Diskussion eingebracht und vom Vorhabenträger als prüfwürdig erachtet werden. Die weiter zu verfolgenden Varianten werden in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Fachbereichen ausgearbeitet und dabei im Hinblick auf ihre Umweltauswirkungen optimiert. Dazu sind Grobentwürfe aller Varianten, in der Regel im Maßstab 1:5000, zu erarbeiten. Aus der Raumanalyse ergeben sich Hinweise zur Vermeidung und Minderung von Umweltauswirkungen insbesondere zur

- Linienführung (Umfahrung von Konfliktbereichen),
- Gradientenlage sowie
- technischen Gestaltung der Baumaßnahme (z. B. Anschlußstellen, Brücken, Durchlässe).

8) Musterkarten für Umweltverträglichkeitsstudien im Straßenbau; ARS-Nr. 7/1995, Verkehrsblatt 1995, S. 264.

Alternative Lösungen mit kostenaufwendigen Ingenieurbauwerken (z. B. Tunnel) zur Minderung von Umweltauswirkungen werden als eigene Varianten in die Auswirkungsprognose und den Variantenvergleich eingestellt.

Die „Null-Variante“ ist nicht als Trassenvariante in die UVS einzubeziehen. Sie dient jedoch zur Bestimmung der verkehrlichen Situation des Prognose-Null-Falles, der als Vergleichsfall für die Trassenvarianten heranzuziehen ist (z. B. Entlastungseffekte). Aufbauend auf der Raumanalyse sind im Rahmen des Variantenvergleichs für jede Variante folgende Schritte durchzuführen:

- Übernahme und ggf. Detaillierung der Bestandserfassung und -bewertung der Raumanalyse;
- Ermitteln und Beschreiben der Projektwirkungen (Be- und Entlastungen) des Vorhabens auf die Umwelt;
- Ermitteln und Beurteilen der zu erwartenden Umweltauswirkungen einschließlich der Entlastungseffekte;
- Darstellen möglicher Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung;
- Abschätzen der verbleibenden Umweltauswirkungen und deren mögliche Ausgleichbarkeit (Maßnahmenrahmen);
- Vergleich der Trassenvarianten/Standortvarianten.

Zur Beurteilung der von den einzelnen Varianten zu erwartenden Auswirkungen auf die Umwelt hat sich als geeignetes methodisches Instrumentarium die ökologische Risikoanalyse erwiesen. Sie berücksichtigt auf angemessene Weise die komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen dem geplanten Vorhaben und dessen Auswirkungen auf die betroffenen Schutzgüter und Umweltnutzungen. Die Einschätzungen der erwarteten Umweltrisiken erfolgt durch Verknüpfung der prognostizierten Wirkungen eines Vorhabens mit den spezifischen Leistungen und Empfindlichkeiten der Schutzgüter (Abb. 6) in Form von qualitativen Wertstufen.

Die Beurteilung der Umweltrisiken erfolgt separat für jedes einzelne Schutzgut und für jede einzelne der vorgeschlagenen Varianten. Eine formalisierte Aggregation der Einzelrisiken ist nicht ratsam, da hier unterschiedlichste Sachverhalte mit verschiedenen Wertsystemen vorliegen und sich das Gesamtrisiko nicht notwendigerweise aus der Aggregation der Einzelrisiken ergibt.

Im Zusammenhang mit dem geplanten Straßenbauvorhaben ist die Ermittlung und Bewertung der zu erwartenden variantenspezifischen Entlastungseffekte von besonderer Relevanz. Neben direkten Wirkungen

gilt es zudem auch, die indirekten Folgen durch raumstrukturelle Wirkungen sowie kumulative Effekte mit anderen Planungen zu berücksichtigen.

Vor dem Hintergrund der Risikobeurteilung wird abschließend eine Rangfolgeeinschätzung vorgenommen, die eine Reihung der Varianten hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Belastungen mit dem Ziel erlaubt, die relativ umweltverträglichste Variante zu ermitteln.

Zur Nachvollziehbarkeit und Vermeidung von Prognose- und Bewertungsunsicherheiten sollten bei der Abschätzung und Beurteilung der Umweltauswirkungen auf die Schutzgüter/Schutzgutfunktionen folgende Punkte beachtet werden:

- Trennung von Sach- und Wertebenen,
- weitgehender Verzicht auf Aggregation von z. B. ordinalskalierten Risiko-, Gefährdungsstufen (hoch, mittel, gering), da hiermit immer ein Informationsverlust verbunden ist,
- Aggregation nur innerhalb einzelner Schutzgutfunktionen, erforderliche Gewichtungen sind begründet abzuleiten z. B. mit Bezugnahme auf repräsentative Vergleichsfälle,
- Methodenoffenheit bei der Wahl von Bewertungs- und Entscheidungsmodellen unter Anwendung von verbalen, graphischen und mathematischen Modellen (u. a. Wirkungsketten, Checklisten, Matritzen, Szenarien, Simulationen),
- Dokumentation der wertbildenden Kriterien und Beurteilungsrahmen unter Bezugnahme auf den aktuellen Wissens-/ Forschungsstand.

Im Rahmen der Beurteilung der Umweltauswirkungen sind Möglichkeiten zur Vermeidung und Minderung von Beeinträchtigungen (z. B. räumliche Vermeidung durch Trassen- und Standortwahl, Verschiebungen von Trassen und Standorten sowie durch Ingenieurbauwerke) zu berücksichtigen und zu dokumentieren.

### 3.2 Unterlagen zur Planfeststellung

Der Planungsbeitrag auf der Ebene der Entwurfsplanung zur Berücksichtigung der Umweltverträglichkeitsprüfung sowie des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist im wesentlichen der Landschaftspflege Begleitplan. Weitere Untersuchungen und Planungsbeiträge können erforderlichenfalls hinzukommen (klimatologische, städtebauliche, boden- und wassertechnische Untersuchungen usw.).

Die Eingriffsregelung des BNatSchG in Verbindung mit den landesrechtlichen Regelungen stellt gemäß § 6, Abs. 2 UVPG das speziellere Fachrecht dar.

Inhalt und Umfang der nach der Eingriffsregelung zu erstellenden Unterlagen erfüllen somit die entsprechenden Anforderungen des § 6, Abs. 3 und 4 UVPG.

Der LBP hat die Aufgabe, die konkreten Auswirkungen des Straßenbauvorhabens auf die Umwelt (einschl. der Auswirkungen auf Natur und Landschaft) zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten, soweit sie nicht bereits im Rahmen einer vorlaufenden UVS in ausreichender Konkretisierung abgehan-

Schutzgut	Variante				
	I	II	III	IV	V
Biotope	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
Boden	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
Wasser	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
Klima	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
Erholung / Landschaftsbild	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
Wohnen	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
Schutzgutübergreifende Parameter					
Flächenverbrauch gesamt	54,9	54,5	54,4	60,0	56,7
versiegelte Fläche	42,8	43,6	43,6	41,5	42,0
Rangfolge der Varianten aus Sicht aller Schutzgüter	3	4	2	4	1

eher günstig

eher ungünstig

( Quelle: Planungsgruppe Ökologie und Umwelt )

Abb. 6: Beispiel einer Einschätzung der Umweltrisiken von Varianten in qualitativen Wertstufen.

delt wurden. Darauf aufbauend sind Beeinträchtigungen soweit wie möglich zu vermeiden. Verbleibende Beeinträchtigungen sind durch Ausgleichs- und ggf. Ersatzmaßnahmen zu kompensieren.

Den „Empfehlungen für die Abhandlung der Eingriffsregelung beim Bundesfernstraßenbau“ des BMV (Smeets et al. 1996) sind für die Bearbeitung der einzelnen Schutzgüter zu entnehmen:

- Kriterien für die Bestandserfassung und -bewertung,
- Kriterien für die Ermittlung, Beschreibung und Beurteilung der Beeinträchtigungen und
- Kriterien für die Ableitung von Kompensationsmaßnahmen.

Art und Umfang der Kompensationsmaßnahmen sind gemäß den „Richtwerten für Kompensationsmaßnahmen beim Bundesfernstraßenbau“ des BMV (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt 1996) und bei Betrof-

fenheit von Amphibienlebensräumen gemäß des Merkblattes zum Amphibienschutz<sup>9)</sup> abzuleiten. Weiterführende Bestimmungen der Länder sind zu berücksichtigen.

Aufgabe der landschaftspflegerischen Begleitplanung ist es,

- die Auswirkungen des Vorhabens auf Natur und Landschaft zu ermitteln und zu beschreiben,
- Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu prüfen und zu entwerfen,
- Gestaltungs-, Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen zu prüfen und zu entwerfen sowie
- Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft den Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen vergleichend gegenüberzustellen.

Auf die Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Landschaftspflege, Abschnitt 1: Landschaftsgerechte Planung (RAS-LP 1)<sup>6)</sup>

und das HIV-StB (BMV 1995), wird verwiesen. Die Erfassung und Bewertung von Natur und Landschaft soll in Absprache mit den Naturschutzbehörden erfolgen. Die Ergebnisse der Aufnahme und Bewertung des Bestandes sowie die voraussichtlichen Auswirkungen des Vorhabens auf Natur und Landschaft werden im Bestands- und Konfliktplan zeichnerisch dargestellt und ergänzend im Textteil des Landschaftspflegerischen Begleitplanes beschrieben. Die landschaftspflegerischen Maßnahmen (Schutz-, Gestaltungs-, Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen) werden im Maßnahmenplan in der Regel im M 1:1000 dargestellt.

Prüfung und Entwurf der Vermeidungen und Minderungsmaßnahmen erfolgen in Verbindung mit dem Entwurf der Straße (Brücken, Stützmauern, Tunnel, Schallschirme, Bepflanzung, Tierdurchlässe und Grünbrücken).

Der LBP gehört zu den vom Träger des Vorhabens vorzulegenden Unterlagen. Die landschaftspflegerische Begleitplanung baut auf dem landschaftspflegerischen Beitrag zur Linienfindung, insbesondere der UVS, auf.

Festlegung des Untersuchungsrahmens der UVS	
Aufgaben und Arbeitsschritte	Fachliche Kriterien
1. Klären der wesentlichen Wirkfaktoren des Vorhabens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableiten der Wirkfaktoren/Wirkungen aus den technischen Projektinformationen.</li> </ul>
2. Festlegen der zu untersuchenden Schutzgüter bzw. Schutzgutfunktionen sowie Schwerpunkte und Detaillierungsgrad der Untersuchungen (ggf. Sondergutachten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grobeinschätzen der entscheidungserheblichen Umweltauswirkungen</li> <li>• Voraussichtliche Betroffenheit der Schutzgüter sowie deren Bedeutung für den Untersuchungsraum</li> <li>• Istzustand und Empfindlichkeit des betroffenen Landschaftsraumes</li> </ul>
3. Abgrenzen von Untersuchungsräumen (ggf. schutzgutbezogen und variantenbezogen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voraussichtliche Auswirkungen der Vorhabensvarianten (bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkungen)</li> </ul>
4. Festlegen eines Zeitrahmens der Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutzgutspezifischer Zeitraum für Untersuchungen (z. B. Vegetationsperiode)</li> <li>• Zeitbedarf für die UVS unter Einbeziehung der gesamtplanerischen Vorgaben</li> </ul>
5. Festlegen anzuwendender Methoden, Untersuchungstechniken (Messungen, Schätzungen, Prognosen usw.) sowie Bewertungsmaßstäbe und Umweltstandards	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden für die schutzgutspezifische Bestandserfassung</li> <li>• Methoden zur Erfassung der Wirkfaktoren</li> <li>• Methoden zur Erfassung der Wechselwirkungen</li> <li>• Methoden zur Ermittlung der projektbezogenen Auswirkungen</li> <li>• Beurteilungs- und Gewichtungsmethoden</li> <li>• Methoden zur Ermittlung der schutzgutspezifischen Minimierungs- und Kompensationsmaßnahmen</li> </ul>

Abb. 7, © Haßmann

#### 4 Ermittlung des Untersuchungsrahmens (Scoping)

Zu Beginn der fachlichen Bearbeitung der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) ist es notwendig, den Untersuchungsrahmen projektspezifisch festzulegen. Die rechtliche Grundlage bildet der § 5 UVPG.

Zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Untersuchung ist es erforderlich, den projektspezifischen Untersuchungsrahmen zu klären und festzulegen. Hierzu gehört das Abgrenzen des räumlichen Untersuchungsumfanges (Festlegen des Untersuchungsraumes) sowie das Eingrenzen der projektspezifischen inhaltlichen und methodischen Fragestellungen (s. Abb. 7).

Im Interesse einer fachgerechten, arbeits- und verfahrensökonomischen Durchführung der Studie sollte dies auf einer breiten Informationsgrundlage unter Einbeziehung des Sachverständigen Betroffener und Dritter in einer Art „Runder Tisch“ erfolgen (vgl. Allgemeine Verwaltungsvorschrift des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung Ziffer 0.4.6 und § 6). Zu den Beteiligten zählen neben dem Träger des Vorhabens und der für das Verwaltungsverfahren zuständigen Behörde im wesentlichen die vorgesehenen Bearbeiter der UVS einschließlich der Experten für die Untersuchungen, die Behörden und Stellen, die in ihrem Aufgabengebiet betroffen sind, so-

9) Merkblatt zum Amphibienschutz an Straßen (MAmS), Ausgabe 1987, BMV, FGSV Verlag GmbH.

wie Verbände nach § 29 BNatSchG und ggf. weitere sachkundige Personen.

Der Planungsstand des Vorhabens sollte soweit fortgeschritten sein, daß sich die wesentlichen Projektwirkungen und die Umweltsituation im Planungsraum einschätzen lassen. Dazu sollte auch klar sein, mit welcher oder welchen verkehrlichen oder baulichen Lösungen die Mängelsituation im Prinzip behoben werden kann. Zur Vorbereitung der Abstimmung des Untersuchungsrahmens sind vom Träger des Vorhabens geeignete Unterlagen als Diskussionsgrundlage zu erarbeiten. Um bei dem großen Kreis der Teilnehmer der Konferenz den Untersuchungsumfang erfolgreich erörtern zu können, müssen diese Besprechungen möglichst gut vorbereitet werden.

Die für Untersuchungen vorgesehenen Gutachter und die Straßenbauverwaltung erarbeiten hierzu ein „Scoping-Papier“, in dem das Straßenbauvorhaben dargestellt und ein Vorschlag zum Untersuchungsumfang unterbreitet wird (Abb. 8).

Von dem Abstimmungstermin (in Niedersachsen: Antragskonferenz) wird ein Protokoll gefertigt und allen Beteiligten der Antragskonferenz zugeleitet. Die Landesplanungsbehörde unterrichtet die Straßenbauverwaltung auf der Grundlage der Ergebnisse der Antragskonferenz über den voraussichtlichen Untersuchungsrahmen des Raumordnungsverfahrens einschließlich der zu untersuchenden Vorhabenalternativen. Dies wird allen Verfahrensbeteiligten zur Kenntnis gegeben. Auf dieser Grundlage können die voraussichtlichen Untersuchungsinhalte ermittelt werden.

Während der Bearbeitung der UVS kann es sich ergeben, daß die Untersuchungsinhalte ebenso wie die Abgrenzung des Untersuchungsraumes aufgrund neuer Erkenntnisse angepaßt werden müssen. Um diese Abstimmung zu gewährleisten, ist es sinnvoll, die Bearbeitung der UVS mit einem Arbeitskreis zu begleiten. In den Arbeitskreis sind - je nach Fragestellung - die jeweils sachverständigen Stellen zu berufen. Die in diesem Abstimmungsprozeß getroffenen Festlegungen sind als fachliche Beiträge zu verstehen und nicht als offizielle Stellungnahme (keine Vorwegnahme eines Erörterungstermines).

## 5 Durchführung der UVP in den Verwaltungsverfahren

Die Verfahrensunterlagen (Darstellungen, Zeichnungen, Kartierungen, Tabellen, Erläuterungen usw.) müssen so beschaffen

Unterlagen für den Abstimmungstermin zur Festlegung des Untersuchungsrahmens	
Unterlagen der Straßenbauverwaltung	Abstimmungsbedarf
<p><b>Kurzbeschreibung des Vorhabens und der Wirkfaktoren hierzu gehören u. a.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zustandsdarstellung, Mängelanalyse und Zielsetzung</li> <li>- Grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten</li> <li>- Pläne: Übersicht 1:25.000</li> <li>- Darstellung von Zwangspunkten</li> <li>- Begründung des Vorhabens</li> <li>- Einstufung des Vorhabens in Bedarfspläne und Bauprogramme etc.</li> <li>- Übersicht über die wesentlichen Wirkfaktoren des Vorhabens, z. B. Flächenbedarf, Verkehrsmengen, Immissionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vollständigkeit der Angaben</li> <li>- Ergänzen vorhandener Informationen durch die Beteiligten</li> <li>- Festlegen weiter zu verfolgender Lösungsmöglichkeiten</li> </ul>
<p><b>Kurze Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erste Einschätzung und Darstellung (zweckmäßig in einer Karte)</li> <li>- der Schutzgüter durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung vorhandener Daten</li> <li>• Darstellung der Nutzungen</li> <li>• Darstellung offensichtlicher Konflikte</li> <li>• ggf. Ortsbegehung</li> </ul> </li> <li>- Übersicht über zu beachtende Planungen und vorhandene Daten (z. B. Landschaftsprogramme, Landschaftspläne, Raumordnungspläne, Schutzgebiete, Bauleitpläne etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergänzen der Ersteinschätzung der Schutzgüter und Benennen von weiteren Konflikten</li> <li>- Eignung und Vollständigkeit der Daten</li> <li>- Erstellen einer Übersicht über fehlende und noch zu beschaffende Daten</li> <li>- Ergänzung vorhandener Informationen durch die Beteiligten</li> </ul>
<p><b>Vorschlag zum Untersuchungsrahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einschätzung zu Inhalt, Art, Umfang, Detaillierungsgrad und Zeitrahmen der für erforderlich gehaltenen Untersuchungen</li> <li>- Angaben zu Untersuchungsschwerpunkten</li> <li>- Angaben zu methodischen Vorgehen und zur Bewertung</li> <li>- Vorläufige Abgrenzung des Untersuchungsraumes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klären des erforderlichen Untersuchungsbedarfes zu den einzelnen Schutzgütern sowie die Notwendigkeit von speziellen Untersuchungen</li> <li>- Festlegen von Untersuchungsschwerpunkten</li> <li>- Notwendige Zeiträume der Bestandserfassung</li> <li>- Festlegen von Untersuchungs- und Bewertungsmethoden sowie Bewertungskriterien</li> <li>- Festlegen des vorläufigen Untersuchungsraumes</li> </ul>
<p><b>Angaben zum Planungsablauf/Beteiligte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Übersicht über den Zeitrahmen und den Ablauf der Planung (ggf. graphisch, Zeitdiagramm)</li> <li>- Vorschlag über die in der weiteren Planung zu beteiligenden Behörden, Sachverständigen, Verbände</li> <li>- vorgesehene Verwaltungsverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ggf. Konstitution eines projektbegleitenden Arbeitskreises und Bestimmung der im weiteren Planungsprozeß zu Beteiligten</li> <li>- Notwendige Stellungnahmen und Genehmigungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• formelle Anforderung</li> <li>• Zuständigkeiten</li> <li>• Zeitbedarf</li> </ul> </li> </ul>

Abb. 8: Quelle: MUVS' Ent. 8/1996.

sein, es der Landesplanungsbehörde und den am Verfahren Beteiligten zu ermöglichen, die Vereinbarkeit des Vorhabens mit den Erfordernissen der Raumordnung und Landesplanung sowie mit den Fachplanungen zu prüfen.

Die UVP-Unterlagen sind Grundlage für die Beteiligung anderer Behörden und für die Einbeziehung der Öffentlichkeit. Sie müssen deshalb zur besseren Nachvollziehbarkeit in einer eigenständigen, allgemeinverständlichen Unterlage zusammengefaßt

werden. Dabei ist besonders darauf hinzuweisen, daß dieses Papier eine umweltbezogene Zusammenfassung von Daten und Unterlagen ist. Zu den heranzuziehenden Unterlagen zählen z. B. die UVS, lärmtechnische Berechnungen, wassertechnische Gutachten sowie städtebauliche Untersuchungen usw.

Um dieses Papier allgemeinverständlich und überschaubar zu halten, sind Querverweise und Kurzdarstellungen der entsprechenden Gutachten und Planungsgrundlagen sinnvoll. Zu den Antragsunterlagen, die von der Straßenbauverwaltung zur Einleitung des ROV vorgelegt werden müssen, gehört auch ein Variantenvergleich aus gesamtplanerischer Sicht.

Die Straßenbauverwaltung erarbeitet einen Erläuterungsbericht, in dem durch eine Zusammenschau aller Untersuchungsergebnisse eine Linienvariante vorgeschlagen wird. Neben dem Vergleich der Umweltauswirkungen der untersuchten Varianten werden hierbei u. a. die Aspekte Verkehrssicherheit, Wirtschaftlichkeit, Sozialverträglichkeit und Siedlungsentwicklung einbezogen.

Anhand der allgemeinverständlichen Zusammenfassung (gemäß § 6 UVPG) sowie beigefügter Planungsgrundlagen und Gutachten, die eine fachliche Bewertung der Umweltauswirkungen beinhalten, wird die UVP von der jeweils zuständigen Behörde durchgeführt.

Diese Behörde hat nach Abschluß der Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 9 UVPG), behördlichen Stellungnahmen (§ 7 u. 8 UVPG) sowie eigener Ermittlungen eine eigene zusammenfassende Darstellung der Umweltauswirkungen des Vorhabens zu erarbeiten (§ 11 UVPG) und eine Bewertung der entscheidungserheblichen Umweltauswirkungen vorzunehmen (§ 12 UVPG).

Hierzu werden die umweltbezogenen, festgesetzten Bewertungsmaßstäbe (Abfallgesetz, BNatSchG usw.) sowie weitere fachplanerische Leitlinien und Vorgehen im Sinne einer wirksamen Umweltvorsorge einbezogen.

Die Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt erfolgt unter dem Gesichtspunkt der Umweltvorsorge und einer medienübergreifenden Betrachtungsweise anhand fachlicher Bewertungsmaßstäbe.

Die Umweltbewertung ist eine wesentliche Grundlage für die nachfolgende Abwägung aller öffentlichen und privaten Belange im Rahmen der Zulassungsentscheidung.

### Literatur

Bundesministerium für Verkehr (1987): Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau - Ausgabe 1987 - HNL-StB 87, Verkehrsblatt 41. Jg., H. 5/1987, S. 217-225.

Bundesministerium für Verkehr und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1992): Ökologische Anforderungen an Verkehrsprojekte - Verwirklichung Deutsche Einheit - vom 09. April 1992, Verkehrsblatt H. 9/1992, S. 274 - 276.

Bundesministerium für Verkehr (1995): Handbuch für Verträge über Leistungen der Ingenieure und Landschaftsarchitekten im Straßen- und Brückenbau (HIV-StB); ARS-Nr. 20/1995, Verkehrsblatt 1995, S. 611.

Planungsgruppe Ökologie + Umwelt/Planco GmbH (1988): Endbericht: Berücksichtigung außerörtlicher Umwelteffekte von Bundesfernstraßen in der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP), (FENr. 98083/86).

Planungsgruppe Ökologie + Umwelt (1996): Richtwerte für Kompensationsmaßnahmen beim Bundesfernstraßenbau, Forschungsbericht im Auftrag des BMV, Schriftenreihe Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des BMV, Heft 714.

SMEETS u.a. (1996): Empfehlungen für die Abhandlung der Eingriffsregelung, Schriftenreihe Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des BMV, Heft 668.

### Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Heiner Haßmann  
Niedersächsisches Landesamt  
für Straßenbau  
Dezernat für Landschaftspflege  
Sophienstraße 7  
30159 Hannover

*Es wurde versucht, die Autobahn  
in die Landschaft einzubinden -  
die Größe des Eingriffs bleibt  
jedoch unübersehbar  
(Foto: Pretscher).*



Elke Ferner

## Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems - die Auffassung der SPD

### 1 Ausgangslage

Die drei großen politischen Umwälzungen in Europa:

- Deutsche Einheit
- Öffnung Osteuropas
- Europäischer Binnenmarkt

haben zu Beginn der 90er Jahre die Rahmenbedingungen für Verkehrspolitik in Deutschland dramatisch verändert. Alle Verkehrswachstumsprognosen der Vergangenheit sind innerhalb kürzester Zeit deutlich übertroffen worden. Die Freigabe der Güterverkehrskabotage Mitte 1998 läßt einen weiteren drastischen Zuwachs im Bereich des Straßengüterverkehrs erwarten.

Deutschland ist als Haupttransitland im Herzen Europas von diesen Entwicklungen mit Abstand am meisten betroffen. Unser Straßennetz ist zwar eines der bestausgebauten der Welt, es ist aber schon heute den Belastungen kaum noch gewachsen.

Ein deutlicher weiterer Ausbau des Fernstraßennetzes zur Aufnahme der zu erwartenden Verkehrsströme ist weder aus ökologischen Gründen (Landschaftsverbrauch, Zerschneidungswirkungen, zunehmende CO<sub>2</sub>-Emissionen etc.) noch finanzpolitisch vertretbar. Der Unterhaltungsaufwand nimmt schon heute einen so großen Raum ein, daß für Neuinvestitionen die Spielräume immer kleiner werden.

Gleichzeitig wachsen jedoch die Forderungen an die Politik, individuelle Mobilität und freien Güteraustausch dauerhaft sicherzustellen.

In diesem Spannungsfeld muß die Verkehrspolitik radikal neue Antworten finden, um die erkennbar auf uns zukommenden Probleme zu lösen. Die Rezepte der Vergangenheit sind unbestritten für die Zukunft nicht mehr anwendbar.

### 2 Ziele einer neuen Verkehrspolitik

Sicherstellung von Mobilität und Güteraustausch kann nicht bedeuten, wucherndes Verkehrswachstum als Naturgesetzlichkeit hinzunehmen. Es muß vielmehr gelingen, wie dies im Bereich der Energiepolitik längst akzeptiert wurde, die Begriffe Wirtschaftswachstum und Verkehrswachstum zu

entkoppeln. In der Zielhierarchie steht deshalb an erster Stelle *Verkehrsvermeidung* im Sinne einer möglichst weitgehenden Eindämmung der prognostizierten Zuwachsraten.

An zweiter Stelle steht eine *Verlagerung* möglichst hoher Verkehrsanteile auf die umweltfreundlichen Verkehrsträger Bahn, Binnenschiff, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) und den gesamten Umweltverbund. Hier wird von konservativer Seite immer noch argumentiert, die Verlagerungspotentiale reichten nicht aus, und deshalb könne man ohnehin nichts tun. Dies trifft nicht zu: Schon heute sind Bahn und Binnenschiff in der Lage, durch Produktivitätssteigerungen aus dem Stand erhebliche Mehranteile an Verkehr zu übernehmen. Außerdem muß die Politik natürlich in Zukunft die Kapazitäten und die richtigen Rahmenbedingungen für größere Verlagerungsanteile schaffen.

An dritter Stelle der Zielhierarchie steht die umweltgerechte *Umgestaltung* der verbleibenden Straßenverkehrsanteile. Die SPD ist realistisch: Lkw und Pkw werden auch zukünftig tragende Säulen im Verkehrssystem sein. Sie müssen jedoch *stärker* als bisher mit den anderen Verkehrsträgern vernetzt und so umweltgerecht wie möglich umgestaltet werden.

### 3 Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems

Die Verkehrspolitik hat drei grundsätzliche Steuerungsinstrumente:

- *Fiskalpolitische Instrumente* (Steuern, Abgaben etc.) zur preislichen Steuerung;
- *Investitionspolitik* als entscheidende Stellenschraube für den Ausbau der verschiedenen Infrastrukturen;
- *ordnungspolitische Instrumente* zur Sicherung umwelt- und sozialverträglicher Erscheinungsformen des Verkehrs.

Bei der Preissteuerung geht es insbesondere um die Schaffung fairer Wettbewerbsbedingungen für alle Verkehrsträger durch Abbau offener und verdeckter Subventionen und die Herstellung eines realistischen Preissystems im Verkehrsmarkt. Der Verbrauch des knappen Gutes „öffentlicher Verkehrsraum“ und „Umwelt“ muß sich - je

nach dem Grad der Inanspruchnahme - in entsprechenden Preisen niederschlagen. Dies führt ganz zwangsläufig zum Einstieg in die *Internationalisierung der externen Kosten* jedes Verkehrsträgers, wie er jetzt auch mit Nachdruck von der EU-Kommission im Grünbuch „Faire und effiziente Preise im Verkehr“ gefordert wird. Solange der Straßengüterverkehr in Europa nicht einmal seine vollen Wegekosten, geschweige denn die externen Folgekosten für die von ihm verursachten Auswirkungen zu tragen hat, wird ein integriertes Gesamtverkehrskonzept mit einer Vernetzung und Kooperation gleichwertiger Partner ein Wunschbild bleiben. Die jetzigen Wettbewerbsverzerrungen machen - wenn sie aufrechterhalten bleiben - das System Straßengüterverkehr auch auf Dauer konkurrenzlos. Steuerungsinstrument muß dabei so rasch wie möglich eine *fahrleistungsbezogene Straßbenutzungsgebühr für Lkw* sein, die mit modernen satellitengestützten elektronischen Instrumentarien ohne großen bürokratischen Aufwand erhoben werden kann. Die jetzige Vignetten-Lösung für den Straßengüterverkehr hat dagegen im Endeffekt sogar zu einer spürbaren Verbilligung der Lkw-Transporte geführt, ein abstruses Ergebnis!

Im Bereich des Pkw's sind dagegen Bemaßungsmodelle mit vernünftigem Aufwand nicht darstellbar. Eine berechenbare und schrittweise Belastung des Umweltverbrauchs durch Anhebung der Mineralölsteuer bei gleichzeitiger Entlastung der Arbeitskosten, wie wir sie in unserem *Öko-Steuerkonzept* vorgeschlagen haben, zeigt dagegen eine sozialverträgliche und langfristig steuernde Möglichkeit zur Stärkung des Umweltverbundes auf.

Im Bereich der *Investitionspolitik* fallen die Entscheidungen über die Produktionsbedingungen der verschiedenen Verkehrsträger. Man kann es auch so formulieren: „Autobahnen sind in Beton gegossene Ordnungspolitik“. Die jahrzehntelange ausschließliche Förderung des Straßenbaus und die völlige Vernachlässigung von Schiene und ÖPNV haben zu den jetzigen Ergebnissen geführt. Deshalb ist dort ein *dringender Nachholbedarf* für eine deutliche Kapazitätserweiterung der Infrastrukturen alternativer Verkehrsträger gegeben. Diesem Nach-

holbedarf werden die von der jetzigen Bundesregierung getroffenen Haushaltsentscheidungen in keiner Weise gerecht. Nach wie vor wird der Schienenverkehr benachteiligt. Dabei spielt heute der Einsatz von Telematik zur besseren Kapazitätsausnutzung z. B. auf der Schiene eine wichtige Rolle.

Von besonderer Bedeutung bei künftigen Investitionsentscheidungen ist die Schaffung einer leistungsfähigen *Schnittstelleninfrastruktur*, um insbesondere den kombinierten Ladungsverkehr (KLV), der m. E. die Gütertransportform der Zukunft ist, deutlich zu stärken. Modernste Umschlageneinrichtungen mit telematischen Logistikhilfen müssen die heute noch zu hohen Umschlagkosten senken helfen. Die Konkurrenzfähigkeit des KLV's wird maßgeblich von diesem Punkt abhängen.

*Ordnungspolitische Rahmenbedingungen* müssen besonders dahingehend verändert

werden, den motorisierten Straßenverkehr umweltgerecht umzugestalten. Hier seien nur die Stichworte Verbrauchsbegrenzungen, Emissionsregelungen, aber auch Lenk- und Ruhezeiten, Harmonisierung der Kontrollbedingungen und Sanktionsmechanismen in Europa, Vorrangregelungen für öffentliche Verkehrsmittel in der Straßenverkehrsordnung etc. genannt. Auch die Vorschriften zur Straßenverkehrssicherheit sind ein wesentliches Steuerungsinstrument. Es muß vermieden werden, daß sich der Straßenverkehr durch Verstöße gegen Sicherheits-, Sozial- und Umweltvorschriften einen Wettbewerbsvorsprung vor anderen Verkehrsträgern verschafft.

#### 4 Einbindung der Instrumente in ein Gesamtkonzept

Es gibt keinen Königsweg für die Verkehrswende. Nötig ist vielmehr eine gleichzeitige Anwendung aller von mir genannten Instru-

mente im Rahmen eines *integrierten Gesamtverkehrskonzeptes*, das die Systemvorteile der verschiedenen Verkehrsträger jeweils dort nutzt, wo sie ihre Stärken haben. Die *Verknüpfung und Kooperation* muß in Zukunft an die Stelle des heutigen unregulierten Wettbewerbs treten. Dies setzt Gestaltungswillen und den Mut zu vordergründig unpopulären Maßnahmen voraus. Für die Zukunft ist aber nur so Mobilität für Menschen und Güter in einem umwelt- und sozialverträglichen Rahmen sicherzustellen.

#### Anschrift der Verfasserin:

Elke Ferner MdB  
SPD-Bundestagsfraktion  
Leiterin der AG Verkehr  
Deutscher Bundestag  
Bundeshaus  
53113 Bonn



Einen kleinen Beitrag, Auto-Mobilität so umweltgerecht wie möglich umzugestalten, kann die richtige Pflege von Verkehrsändern leisten. Links eine vorbildliche Mahd: Leitpfähle sind sichtbar, die Verkehrssicherheitsansprüche daher erfüllt; es folgt ein Streifen, der z. B. Insekten noch Blätter- und Saugnahrung bietet. Die rechte Abbildungsseite zeigt dagegen eine „Totalrasur“ (Fotos: Pretscher).

Dirk Fischer

## Das Auto von morgen in Stadt und Region - Wege zur umwelt- und raumverträglichen Mobilität - Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems -

In der Diskussion um „Das Auto von morgen in Stadt und Region - Wege zur umwelt- und raumverträglichen Mobilität“ sowie bei der Frage, welche Instrumente zur Steuerung des Verkehrssystems dazu beitragen können, unsere Mobilität zu sichern, spielt die künftige Verkehrsentwicklung eine zentrale Rolle. Dabei führen die politischen, wirtschaftlichen und strukturellen Veränderungen in Deutschland und Europa zu einem Verkehrswachstum, das die Leistungsfähigkeit unseres Verkehrssystems in einer bisher nicht gewohnten Weise herausfordert.

Die Verkehrsprognosen für den Zeitraum von 1988 bis zum Jahr 2010 gehen von einer Zunahme des Güterverkehrs auf der Straße um 95 % und des Personenverkehrs um 30 % aus. Der Güterverkehr wird sich im Transitverkehr durch Deutschland verdoppeln. Für den Personenverkehr wird sogar eine Verdreifachung erwartet. Diese Entwicklung stellt keine Trendfortschreibung im Rahmen der Prognose zum Bundesverkehrswegeplan dar, sondern unterstellt ein mittleres Szenario mit ordnungspolitischen Vorgaben.

In diesem Zusammenhang sei auch daran erinnert, daß der Verkehrssektor bereits in den vergangenen Jahren enorm gewachsen ist: von 1980 bis 1994 hat allein der motorisierte Individualverkehr in Deutschland von rd. 500 Mrd. Personenkilometern auf über 750 Mrd. Personenkilometer zugenommen. Auch die Zuwachsraten im Lkw-Fernverkehr sind erheblich gestiegen: Während die Verkehrsleistung 1980 noch bei rd. 80 Mrd. Tonnenkilometern lag, waren es 1993 im gesamten Bundesgebiet bereits rd. 146 Mrd. Tonnenkilometer.

Die „persönliche Mobilität“ ist in den letzten Jahrzehnten nahezu selbstverständlich geworden. Bei einer Bevölkerung von 81,5 Mio. Menschen sind rd. 42 Mio. Pkw-Führerscheinbesitzer und mit etwa 40 Mio. Pkw in Deutschland besitzt statistisch gesehen fast jeder zweite Bundesbürger und nahezu jeder Führerscheinbesitzer ein eigenes Auto.

Die Verkehrspolitik muß sich den zentralen Herausforderungen stellen, die den Bedürfnissen und Anliegen der Bürger und glei-

chermaßen den Anforderungen der Wirtschaft entsprechen. Deutschland als europäische Verkehrsdrehscheibe und Transitland Nr. 1 in Europa muß die Zukunftsaufgabe im Verkehr bewältigen, die steigende Mobilität und den Schutz der Umwelt in einem leistungsfähigen Verkehrssystem miteinander zu vereinbaren. Folgende Ziele einer zukunftsorientierten Verkehrspolitik müssen konsequent verfolgt werden:

- Umweltschonende Fahrzeug- und Fahrzeugtechnologien müssen dazu beitragen, daß die verkehrsbedingten Umweltbelastungen auch bei zunehmendem Verkehr weiter sinken. Dabei steht die Senkung der Verbrauchs- und Emissionswerte im Vordergrund; aber auch neue Materialien und Konstruktionen im Straßenbau können dazu beitragen, beispielsweise die Lärmemissionswerte zu reduzieren.
- Intelligente Verkehrssysteme müssen die Verkehrsströme vernetzen bzw. optimieren und auch sicherer gestalten.
- Der Güterverkehr muß insgesamt besser gemanagt, leistungsfähiger gestaltet und umweltschonender abgewickelt werden. Das gesamte Verkehrswesen muß intelligent, integrativ und effizient mit den Ressourcen umgehen.
- Der öffentliche Personennahverkehr, vor allem die Bahn, müssen strukturell und organisatorisch gestärkt werden.
- Im nationalen und internationalen Wettbewerb kann sich die deutsche Verkehrswirtschaft nur mit marktwirtschaftlichen Instrumenten behaupten, wie beispielsweise die Straßenbenutzungsgebühr für Lkw auf Autobahnen zeigt.
- Im Rahmen einer staatlichen Infrastruktur-Verantwortung und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen muß die private Produktion von Verkehrsdienstleistungen gestärkt werden. Unternehmerisches Handeln ist auch im Verkehrsbereich zu nutzen, die Politik muß hierfür die marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen schaffen. Die Privatisierungsstrategie des Bundes hat in vielen Verkehrsbereichen bereits zu Erfolgen geführt. Als Beispiele sind die Bahnreform, die Privatisierung der deutschen Flugsicherung und der Lufthansa sowie der Autobahn Tank & Rast AG zu nennen. Weitere Privatisierungen im Bereich

von Häfen und Flughäfen werden konsequent fortgesetzt.

- Für die umweltgerechtere Bewältigung der künftigen Verkehrszuwächse sind gezielte, verkehrspolitische Maßnahmen und Strategien in allen Verkehrsbereichen notwendig. Hierfür brauchen sowohl die Wirtschaft als auch die Politik Maßnahmen, die
  - die Effizienz der einzelnen Verkehrssysteme optimieren,
  - den Verkehr auf den jeweils ökonomisch und ökologisch sinnvollsten Verkehrsträger lenken und
  - unnötige Transporte, Umweltbeeinträchtigungen und Kosten vermeiden helfen.

Es gibt mehrere Wege, das starke Wachstum von Personen- und Güterverkehr zu bewältigen.

Eine erste Alternative wäre, die Mobilität durch drastische Verteuerung des Verkehrs einzuschränken. Dieser Ansatz mag zwar auf den ersten Blick zumindest umweltpolitisch interessant sein. Seine Auswirkungen sind jedoch zwiespältig: Eine erhebliche Verteuerung des Verkehrs beschwört eine Verringerung der gesamtwirtschaftlichen Produktivität, Kosten- und Preissteigerungen, dadurch eine Verschlechterung der Wettbewerbsposition unserer Unternehmen und letztlich Gefahren für Wohlstand und Wachstum in unserer Gesellschaft insgesamt herauf.

Dirigistische Eingriffe, die Mobilität gewaltsam einschränken, lehnen wir ab.

Eine zweite Möglichkeit ist, die Kapazitäten der Verkehrsinfrastruktur auszuweiten. Dieses Konzept erfordert Zeit und erhebliche Finanzmittel und ist insbesondere umweltpolitisch nicht mehr überall durchsetzbar. Gerade das Problem der Durchsetzbarkeit verhindert in vielen Fällen, Neu- und Ausbauprojekte zügig zu realisieren. Demnach kann auch der alleinige Weg der Kapazitätsausweitung nicht der richtige Lösungsansatz sein.

Der dritte Weg beinhaltet eine „Entkopplung“ von Wirtschaftsentwicklung und Verkehrswachstum. Das Ziel heißt: Wirtschaftswachstum bejahen - Verkehrswachstum begrenzen. Das Vorbild für diese neue Stra-

ategie könnte der Energiesektor sein, wo nach den Ölkrisen in den 70er Jahren eine Abkoppelung gelungen ist, ohne das wirtschaftliche Wachstum zu beeinträchtigen. Zentraler Ansatzpunkt einer Entkoppelungsstrategie ist, Transportprozesse zu rationalisieren, d. h. den Wirkungsgrad in Ablauf, Organisation und Infrastruktur zu verbessern. Eine Produktivitätssteigerung im Verkehrssystem ermöglicht mehr Verkehr ohne höhere Verkehrs- und Umweltbelastung. Sie bietet insofern eine Möglichkeit der Mobilitätssicherung in einer wachsenden Wirtschaft. Dabei gibt es schon Erfolge: Im Zeitraum von 1965 bis 1990 sind die Verkehrsleistungen im Straßengüterverkehr um 172 % gestiegen, die Fahrleistungen dagegen nur um 85 %. Die Entkoppelung von Fahr- und Verkehrsleistungen konnte durch eine höhere Effektivität in Transportablauf und -organisation, u. a. durch größere Fahrzeugkapazitäten und bessere Auslastung, erreicht werden. Gerade in diesen Bereichen war die Bahnreform Grundlage dafür, daß ein privatwirtschaftlich effizient geführtes Unternehmen, wie die Deutsche Bahn AG (DB AG), die vorhandene Schieneninfrastruktur besser nutzt und auch eine spürbare Verbesserung der Kostensituation erreicht. Denn die Gründung des neuen Unternehmens ist eine wichtige Weichenstellung für ein modernes Verkehrswesen. Damit wird es der DB AG endlich ermöglicht, als Unternehmen am Markt zu agieren und neue Marktanteile zurückzugewinnen.

Moderne Systeme der Kommunikations-, Leit- und Informationstechnik, zusammengefaßt unter dem Begriff „Telematik“, können unsere investitions- und ordnungspolitischen Maßnahmen wirksam ergänzen und unterstützen. Für die Verkehrspolitik stellt daher die Telematik einen nicht mehr wegzudenkenden Schwerpunkt dar. Über die Netzbeeinflussung, bei der der Verkehr mit Wechselwegweisern über günstige Alterna-

tivrouten geführt wird, lassen sich 20 % bis 40 % des Durchgangsverkehrs umleiten. Das bedeutet eine bessere Nutzung des Straßennetzes, eine Verringerung von Staus und Unfällen und damit auch eine weitere Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Um das starke Verkehrswachstum zu bewältigen, kommt der Vernetzung der Verkehrsträger eine zentrale Rolle zu. Die Verkehrswege und Verkehrsmittel müssen so miteinander verknüpft werden, daß Transportketten gebildet werden können, in denen verschiedene Verkehrsträger zum Einsatz kommen - je nachdem, welches Transportmittel die jeweilige Aufgabe unter technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten am besten erfüllen kann. Ziel ist es dabei, Schiene und Schifffahrt stärker in diese Transportketten einzubinden. Ein wichtiges Element der Vernetzung ist der Bau und Ausbau von Güterverkehrszentren. Von ihnen ist vor allem eine Steigerung des kombinierten Verkehrs zu erwarten.

Ein weiterer Ansatzpunkt der Rationalisierung der Transportprozesse ist, Leerverkehre zu minimieren. Weil 30 % des Güterverkehrs in Deutschland heute noch Leerverkehre sind, werden an vielen Stellen in Deutschland Konzepte der City-Logistik entwickelt, um durch eine Vernetzung der Speditionen und durch den Einsatz elektronischer Logistik-Konzepte unnötigen Güterverkehr zu verringern. Im Raum Kassel hat etwa ein solches City-Logistik-Konzept dazu geführt, daß man bei gleichen Transportmengen die Zahl der Fahrten in die Stadt von 15 auf 4 verringern konnte.

Nach wie vor spielen in diesem Zusammenhang auch die Infrastrukturmaßnahmen - vor allem im Straßen- und Schienenverkehr - eine wichtige Rolle. Entscheidend sind hierfür die erheblichen Verbesserungs-

potentiale im Verkehrsfluß. Dazu gehört der Bau von Ortsumgehungen, mit denen der Durchgangs- und vor allem den Schwerlastverkehr aus den Innenstädten und Ortszentren hinaus verlagert wird. Die Vorteile sind deutlich zu erkennen: Der innerstädtische Verkehr wird entlastet, der Verkehrsfluß verbessert und damit die Umweltbelastungen deutlich verringert. Deshalb ist im Rahmen der mittelfristigen Infrastrukturplanungen ein umfangreiches Ortsumgehungsprogramm aufgelegt. Der Bundesverkehrswegeplan 1992 sieht bundesweit den Bau von 5.200 km Ortsumgehungen vor. In vielen Fällen sind es kleinere, schrittweise Verbesserungen, die durchgreifende Effizienzsteigerungen und eine Stärkung umweltorientierter Verkehrssysteme bewirken.

Im Bereich des Verkehrs bestehen vielfältige Herausforderungen: Politik, Wirtschaft und Wissenschaft müssen sich an den Diskussionen darüber konstruktiv beteiligen, damit das Verkehrssystem auf dem Weg in die Zukunft Schritt für Schritt eine spürbar andere Gestalt annimmt. Dabei gibt es keine Patentlösungen und keine Mechanismen, die alle Probleme beseitigen. Es muß alles dafür getan werden, um Mobilität als Basis des Wohlstandes umweltgerecht zu gestalten. Mit dem hier vorgestellten zukunftsweisenden, integrativen verkehrspolitischen Gesamtkonzept werden Lösungsansätze offensiv angegangen.

#### Anschrift des Verfassers:

Dirk Fischer MdB  
Vorsitzender der Arbeitsgruppe Verkehr der  
CDU/CSU-Bundestagsfraktion  
Bundeshaus  
53113 Bonn



Ein Schilderwald: vielfach heute schon ein nahezu selbstverständlicher Landschaftsbestandteil (Foto: Pretscher).

Jens Kurnol

## Marktorientierte Instrumente im Verkehr<sup>\*)</sup>

### 1 Raumplanung und marktorientierte Instrumente

Der Beitrag der räumlichen Planung zu einem zukunftsfähigen Verkehr liegt vor allem darin, durch Gestaltung einer entsprechenden Siedlungsentwicklung die Möglichkeiten der einzelnen Person zu verbessern, individuellen Verkehrsaufwand zu reduzieren. Das Verhalten dieser Person selbst kann mit den der räumlichen Planung zur Verfügung stehenden Instrumenten hingegen kaum beeinflusst werden. Räumliche Planung findet ihre Grenzen dort, wo sie gegen individuelle, mit geringen Kosten verbundene Erreichbarkeiten agieren muß. Um die individuelle Nutzung der - zu erhaltenden und neu zu schaffenden - verkehrssparenden Strukturen zu erleichtern, sind deshalb Maßnahmen nicht nur zur Beeinflussung des Angebots, sondern auch zur Steuerung der Nachfrage notwendig.

### 2 Finanzielle Förderung des Stadtverkehrs

Auch wenn der Titel bereits den Schwerpunkt der weiteren Ausführungen kennzeichnet, sind zunächst einige Bemerkungen zu den Auswirkungen der finanziellen Förderung des Verkehrs notwendig. Das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) kann dabei als Beispiel dienen; steuerliche Regelungen und Investitionen z. B. in Bundesverkehrswege sollten aber nicht vergessen werden.

Trotz sehr guter finanzieller Ausstattung des GVFG kann für eine integrative Verkehrsplanung heute die Städtebauförderung eine deutlich größere Bedeutung haben. Wegen der flexibleren Einsatzmöglichkeiten dieser Förderung gilt das trotz der deutlich geringeren Finanzausstattung<sup>1)</sup>.

Die Förderinstrumente und Förderverfahren des GVFG müssen so umgestaltet werden, daß Maßnahmen zur besseren Verträglichkeit des Verkehrs leichter gefördert werden können. Diese müssen einfacher umsetzbar sein als die für Neubau und Ausbau der Infrastruktur. Dafür ist mindestens eine Gleichbehandlung von motorisiertem und - bisher überhaupt nicht eigenständig gefördertem - nicht-motorisiertem Verkehr erforderlich. Darüber hinaus ist dem oberirdischen öffentlichen Verkehr deutliche Priorität einzuräumen. In besonderem Maße gilt das für verkehrlich hochbelastete Regio-

nen, in denen Finanzhilfen im Straßenbau nur noch für Verbesserungen im Umweltverbund gewährt werden sollten. Dies trifft ebenfalls für kleine und mittlere Städte zu, in denen das Nachfragepotential für den öffentlichen Verkehr lange unterschätzt wurde. Auf jeden Fall sollte die auch in den Städten betriebene gleichzeitige Förderung von öffentlichem Personennahverkehr (ÖPNV) und Autoverkehr - vor allem vor dem Hintergrund immer knapper werdender Haushaltsmittel - aufgegeben werden.

### 3 Marktorientierte Steuerungsinstrumente

#### 3.1 Grundlagen

Grundsätzlich lassen sich im Verkehr zwei Ansatzpunkte für eine Steuerung über Preise unterscheiden: Der Betrieb des Fahrzeuges und die Nutzung der Infrastruktur. Die Instrumente des ersten Bereichs sind bekannt und bewährt; im wesentlichen sind die Mineralölsteuer und die Kraftfahrzeugsteuer zu nennen. Auch im zweiten Sektor liegen mit der Steuerung der Parkraumnutzung einige Erfahrungen in Deutschland vor, während die Zahlung nutzungsabhängiger Gebühren für Straßen, im Gegensatz zu Schifffahrt, Eisenbahn und Luftverkehr, nicht (mehr) üblich ist.

Die Entscheidung, welchem von diesen beiden Ansatzpunkten der Vorzug gegeben wird, oder wie eine eventuelle Kopplung aussehen sollte, ist abhängig vom zugrundeliegenden Zielsystem. In der gegenwärtigen politischen und wissenschaftlichen Kontroverse werden im wesentlichen drei Ziele des Einsatzes marktorientierter Instrumente unterschieden<sup>2)</sup>.

- *Finanzierung* von Infrastruktur, also Beschaffung von Einnahmen für den Straßenbaulastträger,
- *verkehrliche Lenkung*: durch zeitliche und räumliche Verlagerung optimale Auslastung der Infrastruktur und Senkung der Stauwahrscheinlichkeit,
- *Verringerung der Umweltverschmutzung*: Durchsetzung des Verursacherprinzips, z. B. durch Internalisierung der externen Kosten.

Diese Beschränkung auf verkehrliche Ziele ist aus Sicht von Raumordnung und Städtebau unbefriedigend. Dem Katalog ist deshalb ein viertes Ziel hinzuzufügen, das al-

lerdings eng mit dem dritten zusammenhängt;

- *Entlastung verkehrlich hochbelasteter Räume*: Vermeidung von motorisiertem Verkehr und Verringerung des Flächenbedarfs für Verkehrszwecke, z. B. durch Verringerung der Zahl der Autos und der zurückgelegten Kilometer, Senkung der Unfallzahlen, Lärminderung sowie Beeinflussung des Standortwahlverhaltens. Zumindest die ersten drei Ziele sind in mehr oder weniger starker Ausprägung sowohl in der Diskussion als auch in der Umsetzung zu beobachten und keineswegs eindeutig definiert. So diente die Mineralölsteuer ursprünglich explizit dem Ausbau der Verkehrsinfrastruktur, ist aber heute nicht mehr zweckgebunden und wird für allgemeine Haushaltszwecke verwendet. Gleichzeitig kommt ihr unter globalen Umweltgesichtspunkten aber eine besondere Bedeutung zu, weil die Emission von CO<sub>2</sub> direkt mit dem Treibstoffverbrauch gekoppelt ist. In Konzeptionen zu einer ökologischen Umgestaltung des Steuersystems wird der Mineralölsteuer deshalb regelmäßig besondere Bedeutung beigemessen. Auch die Kraftfahrzeugsteuer diente ursprünglich zur Abgeltung der Infrastrukturnutzung, vor allem beim Abstellen der Autos, sie hat diese Zweckbindung mittlerweile allerdings hinter sich gelassen. Sie ist so umgestaltet worden, daß durch gespreizte Steuersätze die Emissionsaspekte in den Vordergrund rücken. Zugleich liegen aber die Steuersätze für Dieselmotoren in Pkw deutlich höher, weil der Mineralölsteuersatz auf Dieselmotoren niedrig gehalten wird, um der deutschen Transportwirtschaft Wettbewerbsnachteile zu ersparen. (Hier kommt also noch ein fünftes, bislang nicht genanntes Ziel: „Ver-

\*) Es handelt sich bei diesem Text um eine gekürzte und überarbeitete Fassung eines Beitrags des Verfassers in den „Informationen zur Raumentwicklung“, Heft 7/8, 1996, zum Thema: „Ballungsverkehr - Integrierte Verkehrsplanung und Verkehrsvermeidung“.

1) LEERKAMP, B., SCHNÜLL, R. (1993): Finanzierung des ganzheitlichen Straßenraumentwurfs. Heutige Grenzen und neue Ansätze. Gutachten im Forschungsfeld „Städtebau und Verkehr“ des Experimentellen Wohnungs- und Städtebaus im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Hannover.

2) vgl. z. B. Sachverständigenrat für Umweltfragen (1994): Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Wiesbaden. Tz. 799.

besserung der Wettbewerbsfähigkeit“ zum Tragen.)

Das Lenkungsziel ist vor allem in der Parkraumbewirtschaftung zu finden. Langzeitparker an zentralen Plätzen werden durch hohe Gebühren verdrängt, um durch Kurzzeitparker eine höhere Umschlaggeschwindigkeit und damit eine größere Zahl potentieller Besucher der Zentren zu ermöglichen. Auch dieses Ziel wird relativiert, wenn eine Anhebung der Parkgebühren, z. B. mit dem Hinweis auf erhöhten Reparaturaufwand durch Frostschäden - also mit dem Finanzierungsaspekt -, begründet wird.

### 3.2 Mineralölsteuer

Die Mineralölsteuer wirkt flächendeckend. Sie hat den räumlich umfassendsten Wirkungsbereich aller diskutierten marktorientierten Instrumente.

Die Höhe der Mineralölsteuer hat sich zwischen 1975 und 1990 wenig verändert. Sie wurde in diesem Zeitraum von 0,44 DM auf 0,57 DM erhöht und blieb damit deutlich unter dem Anstieg der Lebenshaltungskosten. Seit 1990 hat es deutlichere Erhöhungen des Steuersatzes gegeben. Für Vergaserkraftstoff liegt er heute bei 0,98 DM und für Diesel bei 0,61 DM. Die durchschnittliche Motorleistung der auf deutschen Straßen fahrenden Pkw hat sich im gleichen Zeitraum von 46 kW auf 63 kW deutlich erhöht. Die verbesserte Effizienz der einzelnen Motoren wurde somit relativiert, und der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch von Pkw mit Otto-Motor sank nur von 10,0 l/100 km 1975 auf 9,3 l/100 km im Jahr 1994<sup>3)</sup>.

Die räumlich differenzierenden Effekte einer Mineralölsteuer sind generell wenig ausgeprägt, da sich die durchschnittlichen Fahrleistungen regional wenig unterscheiden. Allerdings ist die Datenlage für detaillierte Hypothesen nur bei den Berufspendlern so gut, daß differenzierte Antworten gegeben werden können:

- In den Umlandkreisen der Kernstädte sind hohe Pendlerquoten zu verzeichnen, sie korrespondieren in der Regel mit geringen Pendeldistanzen.
- In vielen Kreisen und vor allem in kreisfreien Städten mit niedriger Quote werden relativ größere Pendeldistanzen zurückgelegt.
- Quer zu dieser Typisierung liegt das Pendelverhalten im Einzugsgebiet sehr großer Städte, wo entlang der Verkehrsachsen ein größerer Teil der dort lebenden Erwerbstätigen auch relativ lange Wegstrecken zurücklegt.

Bei diesen Berufspendlerangaben ist zu berücksichtigen, daß die Anzahl der Fernpendler insgesamt sehr gering ist. Nur

210.000 Personen pendelten 1987 täglich über mehr als 50 km Entfernung. Diese geringe Anzahl der Fernpendler war relativ gleichmäßig über alle siedlungsstrukturellen Kreistypen verteilt.

Die Datenlage für die Freizeit- und Versorgungsverkehre ist ausgesprochen schlecht. Dennoch soll hier ein kleiner Hinweis gegeben werden: Bei weitem nicht alle Bürgerinnen und Bürger sind gleichmäßig betroffen. Eine Untersuchung für das Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau ergab für die untersuchten Gebiete in Stuttgart, daß die Hälfte der für regelmäßige Freizeitaktivitäten mit dem Auto zurückgelegten Distanzen von nur einem Zehntel der Bevölkerung im Untersuchungsgebiet verursacht werden und daß ein Viertel der Einwohner für 70 bis 80 % der gefahrenen Kilometer verantwortlich ist (ExWoSt-Projekt Stuttgart - „Verkehrserfordernisse“ = Forschungsprogramm Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, Forschungsfeld „Verkehr im Städtebau, Projekt Stuttgart - Verkehrserfordernisse“<sup>4)</sup>). Es zeigt sich von daher, daß eine Mineralölsteuererhöhung bei diesem Verkehrszweck nur einen begrenzten Personenkreis treffen würde.

Wenn man den Blick auf die privaten Haushalte richtet, geraten zwangsläufig auch die sozialpolitischen Auswirkungen ins Visier. Die vorliegenden Untersuchungen verweisen durchgängig auf einen glockenförmigen Belastungsverlauf bei den Autobesitzern: Die geringverdienenden Haushalte werden relativ gering, die Haushalte mit mittleren und leicht überdurchschnittlichem Einkommen relativ hoch und die Haushalte mit hohem Einkommen wieder relativ gering belastet. Gravierende sozialpolitische Verwerfungen durch eine stetige, in kleinen Sätzen angehobene Mineralölsteuer sind daher nicht zu befürchten.

#### Wirkungen:

Für die *Raumordnung* ist bedeutsam, wie sich durch die beschriebenen Instrumente die Nachfrage nach Boden in den verschiedenen siedlungsstrukturellen Gebietstypen entwickelt. Für den *Städtebau* sind vor allem die Effekte auf die kleinräumige Nutzungsmischung von Belang, also die Frage, welcher Beitrag zu einer „Stadt der kurzen Wege“ geleistet wird.

Konkret ist zu ermitteln, welche Wirkungen sich in bezug auf die bestehenden und zukünftigen Nutzungen ergeben, wie sich die Dichte der Besiedlung entwickelt und ob dezentral konzentrierende Wirkungen zu erwarten sind.

*Großräumig wirkende Maßnahmen*, wie die Erhöhung der Mineralölsteuer, wirken flächendeckend kostensteigernd. Die auto-

besitzenden Haushalte haben verschiedene Möglichkeiten, darauf zu reagieren.

Naheliegender ist kurzfristig eine Verringerung der Distanzen für weniger wichtige Fahrten, eine Anpassung des Fahrstils und ein Umstieg auf weniger energieintensive Verkehrsarten. Auch - und vor allem - werden umziehende oder sich neugründende Haushalte die Verteuerung des Kfz-Verkehrs in ihre Standortentscheidungen einbeziehen.

Mittelfristig ist vor allem zu erwarten, daß energieeffizientere Fahrzeuge zum Einsatz kommen. Ausgelöst werden auch erste Entscheidungen über Standortverlagerung von bestehenden Haushalten. Hierdurch erhöht sich tendenziell die Nachfrage nach Wohnraum und damit auch nach Boden in Zentrumsnähe. Die Nutzung des teurer gewordenen Faktors Boden wird dadurch intensiviert.

Langfristig sollte die durch niedrige Raumüberwindungskosten erleichterte großräumige Trennung der Funktionen tendenziell wieder erschwert, d. h. entfernungs-sensiblere Lebensstile wieder attraktiver werden: Wohnen, Freizeiterleben und Arbeitsplatz sollten näher zusammenrücken und daraus eine größere Dichte resultieren. Wegen der Tendenz zu geringeren Entfernungen wird sich die Nachfrage nach Boden an den Rändern der Agglomerationen - relativ zum Status quo - verringern und in den (Sub-)Zentren erhöhen. Der Nutzungsdruck, unter dem das Gebiet außerhalb der (Sub-)Zentren steht, wird durch die relativ gesenkte Attraktivität geringer werden. Die relativ zum Autoverkehr erhöhte Attraktivität des öffentlichen Verkehrs führt zusätzlich dazu, daß das Umfeld von Haltestellen des Schienenverkehrs als Wohn- und Dienstleistungsstandort stärker nachgefragt wird und sich Subzentren herausbilden<sup>5)</sup>.

*Kleinräumig* dürfte die erhöhte Nachfrage nach zentralem Boden gleichzeitig allerdings eine Nutzungsmischung erschweren. Dies folgt aus den unterschiedlichen Zahlungsbereitschaften für die verschiede-

3) Verkehr in Zahlen 1992 und 1995; Motorisierung und Kraftstoffverbrauch deutscher und ausländischer Fahrzeuge auf dem Straßennetz der Bundesrepublik Deutschland; Angaben ab 1985 für unverbleiten Vergaserkraftstoff, alle Angaben ab 1990 nur für die alten Länder.

4) HOLZ-RAU, C.; KUTTER, E. (1995): Verkehrsvermeidung. Siedlungsstrukturelle und organisatorische Konzepte. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (Hrsg.): Materialien zur Raumentwicklung, Heft 73, Bonn.

5) STAEHELIN-WITT, E.; BLÖCHLIGER, H. (1995): Marktwirtschaftliche Reformvorschläge: Unterstützen sie die Raumplanung? Studie im Auftrag des Bundesamts für Raumplanung und des Eidg. Justiz- und Polizeidepartements, Bern, S. 104.

nen Nutzungen wie, Wohnen, Konsum oder Dienstleistungen. Die auf den Verkehrssektor beschränkte Einführung marktorientierter Instrumente würde hier über die weitere Differenzierung von Bodenpreisen einen ohnehin vorhandenen unerwünschten Trend verstärken.

Welcher durch pauschale Verkehrsverteuerungen ausgelöste Effekt schließlich stärker sein wird - der „großräumig konzentrierende“ oder der „kleinräumig entmischende“, läßt sich pauschal nicht sagen: Die Frage nach der „Stadt der kurzen Wege“ bleibt deshalb offen.

### 3.3 Road Pricing

Straßenbenutzungsgebühren sollen die Straßennutzung effizienter regeln, indem zum Ausgleich von Nachfrage nach Verkehrsaufwand und Angebot an Infrastruktur der Preismechanismus für bislang weitestgehend unentgeltlich zur Verfügung gestellte Infrastruktur angewendet wird. Dies bedeutet nicht, daß die Infrastruktur privatisiert wird. Sie wird nur nicht mehr allen Nutzern kostenlos zur Verfügung gestellt<sup>6)</sup>. Das sog. *Kordonmodell* kann als eine vereinfachte Form eines flächendeckenden Straßenbenutzungsgebührensysteams angesehen werden. Es eignet sich besonders für städtische Gebiete, in denen aufgrund der hohen Netzdichte eine genaue Bepreisung<sup>7)</sup> der einzelnen Streckenabschnitte kaum möglich erscheint. Denkbar sind verschiedene Varianten: Das einfache Mautstellenmodell, wie es in Bergen, Oslo und Trondheim verwirklicht worden ist und im Stuttgarter MobilPass-Feldversuch untersucht wurde, zieht einen Ring um den zentralen Bereich der Stadt, dessen Durchfahrt in eine Richtung (in der Regel stadteinwärts) kostenpflichtig ist. Personen, die den Mautring regelmäßig passieren, zahlen dementsprechend mehr als die, die dies wenig oder seltener tun. Das Fahren innerhalb des Mautringes selbst bleibt von der Kostenerhöhung ausgespart. Ein kleiner Teil der den innerstädtischen Verkehr verursachenden Personen - nämlich die Einpendler - zahlt dementsprechend einen höheren Anteil an allen Einnahmen, während die Innenstadtbewohner, die den Ring gar nicht passieren, nur einen kleinen Anteil zahlen<sup>8)</sup>. Dieses Modell kann zu einem *Zonenmodell* modifiziert werden, in dem nicht nur die Einfahrt in ein Gebiet (die Innenstadt) gebührensichtlich ist, sondern mehrere Tarifzonen innerhalb des Stadtgebietes unterschieden werden. Die Überfahung einer Kordonlinie (Tarifgrenze) sollte mit einem niedrigeren Preis belegt werden als im einfachen Kordonmodell, um unerwünschte

räumliche Ausweichreaktionen zu vermeiden. Gegenüber dem einfachen Mautstellenmodell hat dieser Vorschlag den Vorteil, eine den Reduktionszielsetzungen genauer entsprechende Steuerung zu ermöglichen. Hier wird auch der innerstädtische Autoverkehr erfaßt, sofern die Zonen klein genug gewählt werden und die Fahrten Tarifgrenzen überschreiten.

Road Pricing eignet sich vor allem für die Internalisierung sogenannter Staukosten und die Beschaffung von Finanzmitteln für den Betreiber der Straße. Weniger geeignet ist es dagegen für die Anlastung von Unfall- und Umweltkosten. Die Konsequenz aus der Kombination von Lenkungsziel und Finanzierungsziel ist offensichtlich. Sie lautet je nach Zielsetzung entweder: Maximiere die Zahl der die Tarifgrenze überschreitenden Fahrzeuge unter der Nebenbedingung, einen gewissen Betrag an Einnahmen nicht zu unterschreiten (Lenkung), oder sie lautet: Maximiere die Einnahmen unter der Nebenbedingung, eine gewisse Zahl an einfahrenden Autos nicht zu unterschreiten (Finanzierung). Beide Alternativen stellen unter Gesichtspunkten einer Entlastung der Stadt von den negativen Wirkungen des Autoverkehrs keinen Fortschritt dar, sondern verstärken sie im Gegenteil noch.

Umweltziel und Verkehrslenkungsziel widersprechen sich beim Road Pricing in weiteren Punkten<sup>9)</sup>: Stauvermeidung bedeutet, den existierenden Verkehr räumlich und zeitlich möglichst gleichmäßig über den Tag zu verteilen, um die Straßeninfrastruktur optimal zu nutzen. Das geschieht durch hohe Preise in Spitzenstunden und niedrige oder gar keine Gebührenerhebung in Zeiten schwacher Verkehrsnachfrage. Die durch die einzelne Autofahrt verursachten Belastungen wie Emissionen und Unfälle sind aber weitgehend unabhängig von der Uhrzeit, zu der die Fahrt durchgeführt wird. Es müßte hier zusätzlich eine Art Basisabgabe verlangt werden, die zu jeder Zeit gleich ist. Das zweite Problem ist, daß Staupreise, vor allem aus Gründen der Akzeptanz, für Vielfahrer rabattiert werden (Wochen- und Monatskarten). Umweltpreise müßten aber genau entgegengesetzt Wenigfahrer mit niedrigen Fix- und hohen variablen Kosten belohnen. Dieser Widerspruch läßt sich innerhalb des Instruments nicht auflösen.

Die größten Schwierigkeiten der genannten Modelle von Straßenbenutzungsgebühren liegen in der Abgrenzung der Streckenabschnitte bzw. Zonen, die überhaupt oder mit unterschiedlichen Preisen belegt werden sollen. Vor diesem Problem steht auch die

Deutsche Bahn AG bei der Festlegung der von Nutzern zu zahlenden Trassenpreise. Es ist genau die Bestimmung der marginalen Kosten des einzelnen Streckenabschnittes, die seit 1994 die Diskussion um die Trassenpreisliste bestimmt. Auch die grundsätzlich einfacher vorzunehmende Abgrenzung von Zonen wirft verschiedene, aus räumlicher Sicht entscheidende Fragen auf, die noch nicht geklärt sind.

Die Autoren einer für Erlangen durchgeführten Modellrechnung eines kleinräumig differenzierten *Road Pricings* kommen zu dem Schluß, daß Straßenbenutzungsgebühren aus städtebaulicher Sicht der „Entwicklung eines differenzierten Kriterienrasters in den kommunalpolitischen Vorgaben“ bedürfen. Nur so ließen sich Verkehrsverlagerungen und Umwegfahrten zielorientiert ausgleichen<sup>10)</sup>.

#### Wirkungen:

Zur Entlastung verkehrlich hochbelasteter Räume müssen marktorientierte Instrumente jeden gefahrenen Kilometer mit höheren Kosten belegen, also flächendeckend wirken. Road Pricing-Systeme eignen sich aber vor allem für die Steuerung von überschüssiger Nachfrage, also für den Umgang mit knapper Verkehrsinfrastruktur<sup>11)</sup>. Zur Verminderung der durch den Verkehr verursachten Umweltprobleme eignen sich überregionale wirksame Instrumente auch deshalb besser, weil sie den Individuen größere Entscheidungsspielräume und damit mehr Handlungsoptionen ermöglichen.

- 6) Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.) (1993): Zukunft Stadt 2000. = Abschlußbericht der Kommission Zukunft Stadt 2000, Bonn.
- 7) Es erscheint zweckmäßig, den englischen Begriff *Pricing* (etwas frei) mit Bepreisung zu übersetzen.
- 8) ELVESTAD, B. (1995): Road Pricing. In Norway to collect money? In Germany to save the cities? Vortrag auf dem UTECH-Kongreß „Umweltgerechter Verkehr: Schadstoff- und Lärmentlastung durch Benutzer Vorteile und Road Pricing“ am 14.02.1995, Berlin
- 9) PERL, A.; HAN, J. D. (1994): Automotive Pricing and Sustainable Mobility. Papier vorgelegt auf der 1. Ecomove-Konferenz 25. und 26. Mai 1994 in Kassel, S. 7.
- 10) ZUMKELLER u. a. (1993): Wirkungen von europaweit geförderten Verkehrstechnologien auf Verkehr und Städtebau. Gutachten im Forschungsfeld „Städtebau und Verkehr“ des Experimentellen Wohnungs- und Städtebau im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. München, S. 66.
- 11) Dies schließt nicht aus, daß Road Pricing bei entsprechender Entgelthöhe auch Fahrleistungen reduzieren kann.

**Exkurs****Akzeptanz von Road Pricing-Systemen**

Die Akzeptanz der Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren ist auch von der Verwendung der eingenommenen Gelder abhängig. Diese kann grundsätzlich in vier Kategorien erfolgen:

- Finanzierung neuer oder Verbesserung und Unterhaltung bestehender Straßeninfrastruktur,
- Verwendung für Maßnahmen im öffentlichen Verkehr,
- Finanzierung von allgemeinen öffentlichen Aufgaben,
- Rückerstattung an die Bürger, z. B. über einen Öko-Bonus.

Von der politisch festzulegenden Verteilung der Einnahmen auf diese Kategorien hängen die indirekten Wirkungen marktorientierter Instrumente ab. Schließlich sind auch noch Effekte zu beachten, die aus der räumlichen Verteilung der Eingaben resultieren: Welche Gebietskörperschaft erhält welchen Anteil an den Einnahmen, und was tut sie damit?

Der letzte Aspekt beschreibt das Dilemma, Autofahrende unterschiedlich zu belasten: Personen, die das gebührenpflichtige Gebiet regelmäßig befahren, bezahlen natürlich mehr als diejenigen, die es wenig oder gar nicht befahren. Soweit ist dieser Aspekt erwünscht. Besonders bei einem Mautring tritt aber ein Problem auf, welches z. B. in Trondheim, Norwegen zu beobachten ist: Die Anzahl der Fahrten von zahlenden Autofahrern innerhalb des Mautrings ist dort gleich der von nicht zahlenden Autofahrern, die innerhalb des Ringes wohnen. Erstere zahlen aber zwei Drittel der Einnahmen, während ein Drittel der im Ring wohnenden so gut wie gar keine Gebühren zahlen, weil sie den Mautring nicht passieren, das kostenpflichtige Gebiet also nicht verlassen. Die öffentliche Akzeptanz ist deshalb bei den außerhalb wohnenden Autofahrern deutlich geringer<sup>12)</sup>.

**4 Bewertung**

Was folgt daraus für eine zukunftsfähige Stadt- und Regionalentwicklung? Wie schon einleitend beschrieben, kann Planung nicht gegen preiswerte individuelle Erreichbarkeiten arbeiten, die aus subventionierten Verkehren resultieren. Von daher sollte sie zunächst allen Ansätzen, die faire und effiziente Preise im Verkehr ermöglichen, aufgeschlossen gegenüberstehen. Weil die Wirkungen einer solchen Verteuerung aber kaum absehbar sind, sollte über Mittel und Wege nachgedacht werden, die auf jeden Fall einen Schritt in die richtige Richtung darstellen und bei denen sichergestellt ist, daß sie keinen negativen Beitrag zur Zielerreichung liefern.

Anfangen (oder weitermachen) sollte man deshalb - auch wenn es nur zweitbeste Lösungen sein sollten - bei den bestehenden Instrumenten, die einer zukunftsfähigen Planung zuwiderlaufen. Als Beispiele seien hier einerseits nochmals die Rahmenbedingungen bei den bestehenden Finanzhilfen in der Finanzierung des Gemeindeverkehrs, in der Städtebauförderung und auch die Investitionen in Bundesverkehrswege genannt, die es zu überprüfen gilt. Andererseits ist auch die Planung gefragt, denn die Nutzung des Pkw ist nicht verwunderlich, wenn sowohl groß- als auch kleinräumig die Raumdurchlässigkeit immer weiter erhöht und gleichzeitig Versorgungsmöglichkeiten, Arbeitsplätze und adäquate öffentliche Verkehrseinrichtungen bei Neuerschließungen sowie Nachverdichtungen gar nicht oder nur mit großer zeitlicher Verzögerung (und unter Finanzierungsvorbehalt) vorgesehen werden.

Rahmenbedingungen, die den im deutschen Nationalbericht zu Habitat II und im Bericht „Nachhaltige Stadtentwicklung“ der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR, seit 1998 Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, BBR) entwickelten drei Grundpfeilern einer nachhaltigen Entwicklung, nämlich einer haushälterischen Bodenpolitik, einer stadtverträglichen Mobilitätspolitik und einer vorsorgenden Umweltpolitik verpflichtet sind, unterstützen die erforderlichen Änderungen im Mobilitätsverhalten.

Marktorientierte Instrumente schaffen dabei Anreize für notwendige technische und organisatorische Innovationen.

Begonnen werden sollte mit den bestehenden Instrumenten, da die Diskussion über neue Instrumente angesichts der mit der Umsetzung verbundenden Aufgaben manchmal den Eindruck eines „Ablenkungsmanövers“ erweckt, oder, wie BANISTER (1994) es ausdrückt: „Road Pricing has been described as the most successful theoretical but the least acceptable political contribution of economists to transport planning“.

Die Erhöhung der Mineralölsteuer ist nur ein Bestandteil eines Gesamtpaketes für eine zukunftsfähige Verkehrspolitik, sie ist notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung. Sie ist kein Königsweg für eine umweltverträgliche städtische Verkehrspolitik, Mineralölsteuererhöhungen bedürfen der Ergänzung durch Planung (insbesondere Bauleitplanung und Regionalplanung), durch Verkehrsberuhigungs- und Geschwindigkeitsregulierungsmaßnahmen sowie nicht zuletzt durch ein kommunales und regionales Flächenmanagement. Marktorientierte Instrumente, die - wie gezeigt wurde - nur einen kleinen Beitrag zur Verminderung des Verkehrsaufwandes leisten können, helfen beispielsweise nicht weiter bei der Verringerung der durch Lärm und Unfälle verursachten Probleme; das Ordnungsrecht bietet dort weit bessere Möglichkeiten. Genauso sind Maßnahmen für den „Kopf“ als ein Element der „Verkehrserziehung“ zwar notwendig, jedoch allein nicht ausreichend für nachhaltige Verhaltensänderungen im Verkehr.

Wir müssen also weg von sektoralen Lösungsversprechen und hin zu einer „Integrierten (Verkehrs-)Planung“. Es muß eine neue Planungskultur entwickelt bzw. angewendet werden, die geeignet ist, die heute oft noch zu beobachtenden Kommunikationssperren abzubauen.

**Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Volksw. Jens Kurnol  
Bundesamt für Bauwesen und  
Raumordnung  
Am Michaelshof 8

53177 Bonn

12) ELVESTAD, B.: a.a.O. [Anm. 8].

Antonius Engberding

## Der Wandel der Automobilindustrie aus Sicht der IG Metall

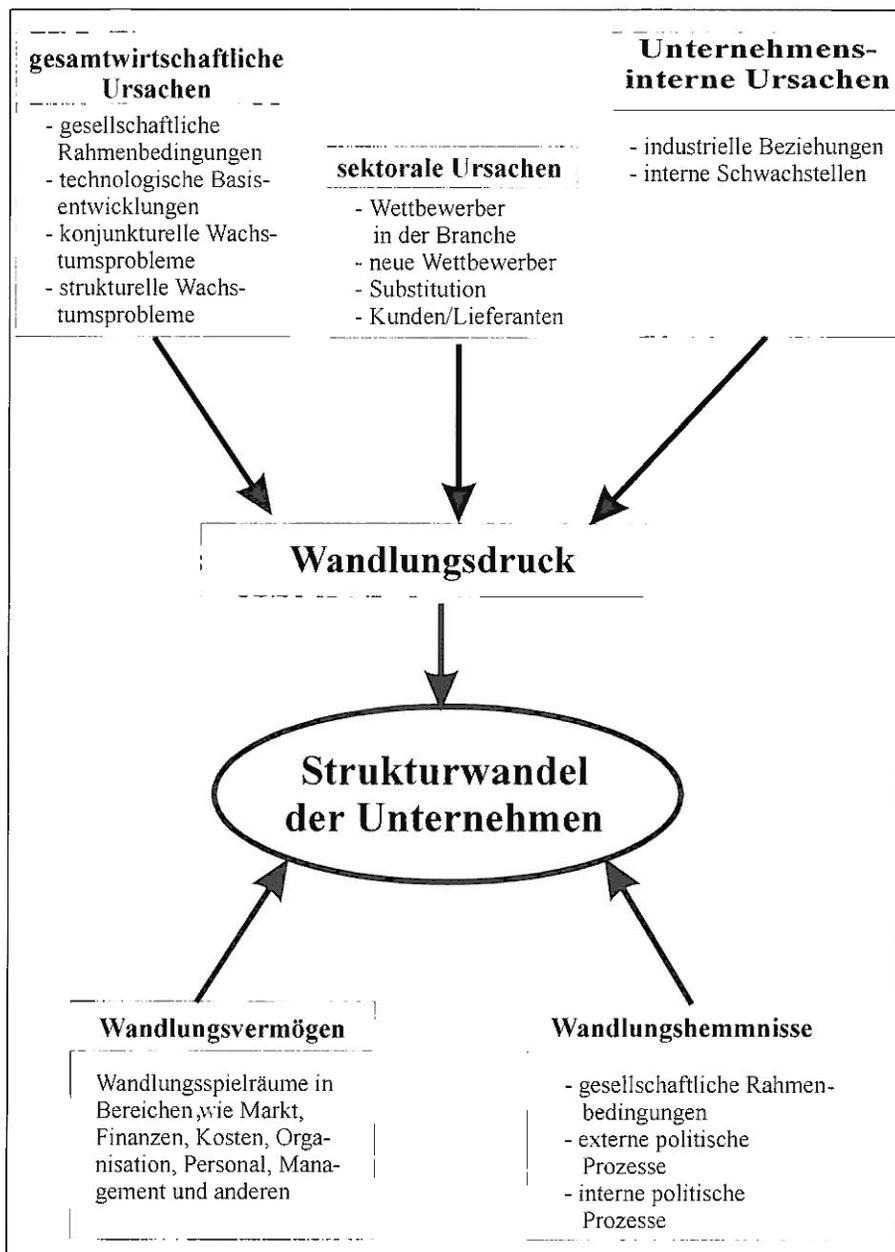


Abb. 1

Strukturwandel ist ein komplexes Problem: Der sektorale Strukturwandel vollzieht sich über einzelwirtschaftliche Entscheidungen, die durch gesellschaftliche Rahmenbedingungen, Wettbewerbsprozesse und unternehmensinterne Faktoren verursacht und beeinflusst sind.

Strukturwandel wird einerseits durch Unternehmen ausgelöst, andererseits sind sie aber auch dem Strukturwandel der Branche und der Gesamtwirtschaft unterworfen und

müssen sich ihm anpassen. Diese Anpassungsvorgänge lösen ihrerseits wiederum Strukturwandel aus.

Anhand eines kleinen Modells (Abb. 1) soll hier untersucht werden, welche Faktoren den Strukturwandel der Automobilunternehmen derzeit und zukünftig bestimmen. Es besteht weder ein Anspruch auf Vollständig- noch auf Ausführlichkeit.

### Einflußgrößen des Strukturwandels der Automobilindustrie

Folgende Einflußgrößen bewirken einen Anpassungs- oder Wandlungsdruck auf die Unternehmen der Automobilindustrie:

#### 1. Gesamtwirtschaftliche Ursachen, dazu gehören:

- gesellschaftliche Rahmenbedingungen, wie etwa die Einführung einer emissionsorientierten Kfz-Steuer, die die Hersteller zur Entwicklung verbrauchsärmerer Motoren zwingt;
- technologische Entwicklung, wie das Vordringen der Elektronik beim Auto und beim Verkehrssystem (Telematik);
- konjunkturelle Wachstumsprobleme, die der Automobilindustrie in den Jahren nach dem „Vereinigungsboom“ Schwierigkeiten bereiteten. Dies führte zu Anpassungsmaßnahmen, wie etwa einer drastischen Reduzierung der Gewinnschwellen (Produktionsmenge oder Auslastungsgrad, ab dem Gewinn erzielt wird). Die 4-Tage-Woche bei VW ist beispielsweise Ergebnis dieses Anpassungsdrucks;
- strukturelle Wachstumsprobleme, die sich darin zeigen, daß die Wachstumsraten in den klassischen Industrieländern stagnieren und die Unternehmen mit Globalisierungsstrategien darauf reagieren. Dabei weist der Automobilmarkt inzwischen typische Anzeichen eines Commoditymarktes (Gebrauchsgütermarkt) hauptsächlich: allein der Preiswettbewerb prägt das Verhalten der Wettbewerber in der Branche.

#### 2. Sektorale Ursachen, also branchenspezifische Probleme, wie:

- die Rivalität in der Branche, die angesichts der beschriebenen Sättigungstendenzen schärfer wird. Ausdruck dessen ist der 'Lopez'-Konflikt VW/Opel;
- neue kostengünstige Wettbewerber, wie Korea und Malaysia, die auf den Markt drängen;
- der Substitutionswettbewerb; beispielsweise gewinnt die Bahn Marktanteile im Geschäftsreiseverkehr durch den ICE;
- Kunden- und Lieferantenbeziehungen, wobei der Preisdruck auf die Zulieferer ein deutliches Beispiel dafür ist.

### 3. Zu den unternehmensinternen Ursachen, die die Unternehmen zu einer Anpassung zwingen, gehören insbesondere:

- die industriellen Beziehungen, die durch höhere Ansprüche der Arbeitnehmer an Mitgestaltung einerseits und den Rigiditäten einer starren Hierarchie andererseits geprägt sind;
- interne Schwachstellen, die Wettbewerbsnachteile gegenüber der Konkurrenz bedeuten.

Die aufgezeigten Faktoren erzeugen einen *Wandlungs- oder Veränderungsdruck*, der zu einem internen Strukturwandel führen muß, wenn die Unternehmen überleben wollen. Dem gegenüber steht die Fähigkeit zur Anpassung an den Strukturwandel. Sie wird bestimmt durch:

- *das interne Anpassungsvermögen*. Damit sind Flexibilitätspotentiale gemeint, also Handlungsspielräume auf den Märkten, finanzielle und qualifikatorische Ressourcen, Flexibilität der Produktion, Kernkompetenzen, die Wettbewerbsvorteile darstellen und nicht zuletzt die Produktivität der industriellen Beziehungen. An diesem Anpassungsvermögen hat die Automobilindustrie in den letzten Jahren stark gearbeitet. Schlagworte, wie Leanproduction, Leanmanagement, Outsourcing und Gruppenarbeit, sind Ausdruck dieser Bestrebungen.
- *Wandlungshemmnisse, die aus Interessen der Allgemeinheit, interner und externer Akteure resultieren*. Dazu gehören:
  - gesellschaftliche Rahmenbedingungen, beispielsweise Genehmigungsverfahren, Umweltschutzaufgaben oder das Arbeitsrecht. Einerseits sind sie aus Gemeinwohlinteressen unerlässlich; andererseits hemmt diese Gemeinwohlverpflichtung die Unternehmen bei Anpassungsprozessen;
  - externe politische Prozesse, d. h. der Einfluß Dritter auf Anpassungsprozesse, z. B. das Konkurrenzverhalten, das bei hoher Rivalität in der Branche zu Preiswettbewerb zwingt, dem sie sich nicht entziehen kann. Dieser Kostensenkungswettbewerb reduziert aber innovative, finanzielle und personelle Handlungsspielräume.
  - interne politische Prozesse, d. h. der Einfluß interner Akteure, insbesondere die Beharrungstendenzen der Automobilbürokratie, die eher zu internen Machtkämpfen neigt als zur innovativen Veränderung angesichts der Herausforderungen des Strukturwandels.

Diese schematische Darstellung zeigt die Einflußgrößen auf den Wandel der Auto-

mobilitätsindustrie. Während diese Analyse noch leicht war, bestehen bei der Prognose des zukünftigen Wandels Mehrdeutigkeit und Unsicherheit. Dazu nur einige Schlagworte:

- Während sich die Sättigung der entwickelten Märkte weiter fortsetzen wird, hängt die Erschließung neuer Märkte wesentlich von den dortigen politischen Rahmenbedingungen ab. Dies gilt insbesondere für die GUS-Staaten (Gemeinschaft Unabhängiger Staaten) und ihr riesiges Potential.
- Die Rivalität in der Branche wird sich angesichts neuer Konkurrenten in den Massenmärkten weiter verschärfen.
- Die Konflikt- und Kompromißfähigkeit in den industriellen Beziehungen innerhalb Deutschlands werden angesichts des steigenden Wettbewerbsdrucks und der Notwendigkeit von Strukturveränderungen des Sozialstaates schwieriger. Derzeit zeigt sich einerseits eine hohe Kompromißfähigkeit zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und andererseits eine hohe Konfliktfähigkeit bei der Durchsetzung sozialer Gerechtigkeit.
- Bei den allgemeinen Rahmenbedingungen ist zwar von Stabilität auszugehen, es besteht aber eine hohe Mehrdeutigkeit bei dem für die Automobilindustrie relevanten Feld der Verkehrspolitik. Hier gibt es verschiedene Szenarien, die sich letztlich darin unterscheiden, wie sich ökonomische, ökologische und soziale Interessen in der zukünftigen Verkehrspolitik gewichten.

Dieser letzte Bereich soll hier näher diskutiert werden. Als Bezugsrahmen kann dabei die Forderung der sog. Rio-Konferenz (Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) 1992 in Rio de Janeiro) nach einer nachhaltigen Entwicklung dienen. Eine Diskussion dieses schillernden Begriffs soll hier nicht geleistet werden. Es besteht jedoch Konsens darüber, daß eine nachhaltige Entwicklung nur als Einheit sozialer, ökonomischer und ökologischer Faktoren verstanden werden kann. Bei einem Bauern in der sog. Dritten Welt erscheint es einsichtig, daß er auf einen ökologischen Raubbau verzichten kann, wenn sich seine soziale Situation verbessert, wozu die ökonomischen Voraussetzungen geschaffen werden müssen. In einer komplexen Industriegesellschaft wird es schwieriger.

Die Vertreter ökologischer, ökonomischer und sozialer Interessen sind machtvoll:

- Ökologische Interessen zum Umbau des Verkehrssystems werden deutlich vertreten und gut begründet. Der öffentlichen

Meinung ist heute weitgehend klar, daß die Umweltauswirkungen des Verkehrs reduziert werden müssen.

- Ökonomische Interessen haben aufgrund der enormen Bedeutung der Automobilbranche für Standort, Wachstum, Exporte und regionale Strukturen ein hohes Gewicht.
- Soziale Interessen sind aufgrund der ca. 1 Mio. Arbeitsplätze dieser Branche und den davon abhängigen Einkommens- und Lebensbedingungen vieler Familien ein wesentlicher Einfluß.

### Die Position der IG Metall

Die IG Metall stellt sich einer notwendigen Veränderung des Verkehrssystems. Wir haben 1990 anlässlich unseres verkehrspolitischen Kongresses zu Auto, Umwelt und Verkehr gefordert: "Umsteuern, bevor es zu spät ist". Damals haben wir formuliert: „*Unser Ziel ist ein humanes, umweltverträgliches und effizientes Verkehrssystem. Das heute dominierende Auto muß als Bestandteil eines integrierten Verkehrssystems neu konzipiert werden*“. Daran halten wir auch heute fest.

Als Vertreterin sozialer Interessen sehen wir uns in der Verantwortung, den notwendigen Strukturwandel des Verkehrssystems mitzugestalten. Obwohl wir 'Partei' sind, nehmen wir in Kauf, daß bei diesem Wandel ein Teil der Arbeitsplätze zu heute nicht mehr denen von morgen entspricht. Wir wissen aber auch, daß Arbeitnehmer von den ökologischen Folgewirkungen der Massenmotorisierung betroffen sind. Nicht nur deshalb führen wir seit 1990 einen konstruktiven Dialog mit der Ökologiebewegung. Schließlich wußten wir schon immer, daß ökonomische Stabilität und Prosperität Voraussetzungen für eine soziale Entwicklung sind.

Wir haben uns programmatisch auf eine sozial-ökologische Reformstrategie verpflichtet, bei der der Verkehrssektor eine wesentliche Rolle als Beschäftigungsfeld der Zukunft spielen soll. Dabei ist Verkehrspolitik für uns kein separater Politikbereich, der sich nur unter verkehrlichen Gesichtspunkten optimieren läßt (siehe auch Abb. 2):

- Verkehrspolitik ist zuallererst Gesellschaftspolitik;
- Verkehrspolitik ist Industriepolitik, insbesondere angesichts der Relevanz der Automobilbranche;
- schließlich steht Verkehrspolitik als solche in der Verantwortung, das Verkehrssystem gestalten zu müssen. Auf die spe-

zifische Verkehrspolitik soll in diesem Beitrag nicht weiter eingegangen werden.

## Verkehrspolitik ist Gesellschaftspolitik

Weder Markt noch Bürokratie werden regeln können, wieviel und welchen Verkehr wir in Zukunft haben wollen:

- Der Markt ist blind gegenüber langfristigen ökologischen, sozialen und auch ökonomischen Knappheiten; marktliche Suchprozesse unterbleiben bei Innovationen mit hohem Risiko.
- Die Bürokratie ist taub, wenn sie über den aktuellen politischen Druck hinaus Alternativen entwickeln soll. Bürokratische Suchprozesse finden erst gar nicht statt.

Der IG Metall-Vorsitzende Klaus ZWIKEL hat Ende 1995 ein Bündnis für Arbeit vorgeschlagen. Ziel war eine gesellschaftliche Vereinbarung zur Senkung der Arbeitslosigkeit. Diese Idee eignet sich ebenso als neues Steuerungsmodell zwischen Markt und Bürokratie für den Bereich Verkehr. Ein Bündnis für Verkehr steht dabei im Spannungsfeld ökologischer, ökonomischer und sozialer Interessen:

- Die grüne Bewegung wird sofort ein Bündnis *gegen* Verkehr wollen,
- die Industrie ein Bündnis für *mehr* Verkehr,
- notwendig ist aber ein Bündnis für den *richtigen*, d. h. einen humanen, umweltverträglichen und effizienten Verkehr.

Wo aber liegt der Kompromißbereich zwischen der Verhinderung der globalen Klimakatastrophe, der freien Fahrt für freie Bürger und dem Bestandschutz für eine Millionen Arbeitsplätze? Was ist die Schnittmenge ökologischer, ökonomischer und sozialer Interessen? Weder die Dominanz einer Interessenlage noch höhere ethische Einsichten werden die Interessengegensätze ausräumen können. Wir halten, nicht zuletzt aufgrund unserer langen Erfahrung, Verhandlungsprozesse für einen geeigneten Weg, gesellschaftliche Vereinbarungen zu treffen.

## Verkehrspolitik ist Industriepolitik

Der Begriff „Industriepolitik“ ist schwammig und wird vielfach vor dem Hintergrund ideologischer Grundüberzeugungen wie „Markt oder Plan“, „Staatsinterventionismus“ oder „notwendige Wachstumsstrategie“ diskutiert. Industriepolitik ist die Schnittmenge verschiedener Politiken. Alle diese Politikbereiche haben ihre spezifischen Aufgaben mit einer industriepolitischen Komponente, wie die Beschaffungs- und



Abb. 2: Projekt „Mobilität der Zukunft“, IG Metall, Abteilung Wirtschaft.

Infrastrukturpolitik (staatliche Nachfrage), Währungspolitik (Exportförderung), Arbeitsmarktpolitik (Qualifikation) und Steuergesetzgebung (Steuervergünstigungen). Dabei geht es nicht um die Frage, ob der Staat überhaupt in Wirtschaftsstrukturen eingreifen soll. Er tut es auf vielfältige Weise, sei es über Steuern, Nachfrage, Gesetze, Verordnungen usw.

Während die staatliche Rolle bei diesen branchenunspezifischen Rahmenbedingungen (horizontale Industriepolitik) unumstritten ist, scheiden sich die Geister bei „vertikaler Industriepolitik“, also sektorspezifischen Eingriffen des Staates in Wirtschaftsstrukturen. Doch auch hier macht der Staat Industriepolitik, nicht zuletzt in Verbindung mit der Verkehrspolitik. So fördert ein breit ausgebautes und tempolimitfreies Autobahnnetz die Automobilindustrie. Regionale Infrastruktur, Qualifikationsbedarfe und Forschungskapazitäten, die strategisch wichtige Industrien benötigen, werden durch den Staat geschaffen.

Das „ideologische Getöse“ gegen Industriepolitik ist naiv; der ordnungspolitische Tabubruch war immer gesellschaftsfähig.

Wir wollen eine *Strukturgestaltungspolitik*, die ein effizientes, umweltverträgliches und humanes Gesamtverkehrssystem fördert, das den gesellschaftlichen Bedarf an zukunftsfähiger Mobilität im Inland deckt und für den weltweiten Bedarf Vorbildfunktionen hat und damit Exportmärkte schafft. Dazu ist eine Abwendung vom perspektivlosen Preis- und Verdrängungswettbewerb und die Hinwendung zu einem perspektivreichen Innovationswettbewerb nötig. Autos bauen können fast alle Länder dieser Welt. Ökologisch und sozial verträgliche Verkehrssysteme sind das Geschäftsfeld der Zukunft. Dies erfordert auch eine neue Qualität industrieller Beziehungen. Gewinner ist nicht mehr der, der die Personalkosten beschneidet und die Zulieferer unter Druck setzt. Pioniergewinne erzielt der, der innovative Kompetenzen hat. Diese existieren nicht in Computern, Robotern

und hochautomatisierten Anlagen. Sie existieren in den Fähigkeiten, im Wissen und der Lernbereitschaft der Belegschaften.

Wir wollen eine *Strukturanpassungspolitik*, um die Arbeitsplätze von heute auf die Beschäftigungsfelder der Zukunft zu lenken. Der notwendige Strukturwandel des Verkehrssystems wird zu einem sektoralen Strukturwandel der Verkehrsbranchen führen. Strukturwandel ist häufig ein Null-Summen-Spiel mit Gewinnern und Verlierern. Die Arbeitnehmer sind in vielen der diskutierten Szenarien die Verlierer:

- Wer den Benzinpreis auf 5 DM erhöht, internalisiert sicherlich alle externen ökologischen Kosten. Wer bezahlt dann aber für die externen sozialen Kosten der dadurch arbeitslosen Automobilarbeiter und Fernfahrer?
- Wer seine internationale Position im Verdrängungswettbewerb über radikale Personalschnitte meint verbessern zu können, senkt seine betriebswirtschaftlichen Kosten durch Steigerung gesellschaftlicher Lasten.

Experimente, d. h. Suchprozesse sind nötig, um neue Beschäftigungsfelder zu finden, die den Schutz der Umwelt und soziale Dienstleistungen im Verkehr mit der Schaffung von Arbeit verbinden. Diese stellen sich allerdings nicht allein über den Markt ein. Auch Subventionsverteilungen nach dem Gießkannenprinzip helfen wenig. Wir brauchen einen gesellschaftlichen Konsens über die Ziele zukünftiger Mobilität, Rahmenbedingungen dafür, damit ein Innovationswettbewerb dieser Ziele einsetzen kann und ein wenig Mut, etwas Neues zu probieren.

## Anschrift des Verfassers:

Antonius Engberding  
IG Metall - Vorstand  
Wirtschaftsabteilung  
Lyoner Straße 22

60528 Frankfurt am Main

Gunter Zimmermeyer

## Auto mit Zukunft - mit dem Auto in die Zukunft

### Einleitung

Bei Diskussionen über die Mobilität der Zukunft entstehen oft schnelle Übereinstimmungen in der Beurteilung der heute bestehenden eminenten Bedeutung des Autos, in seinen enormen nachteiligen Auswirkungen und in der Furcht, daß sich diese auch in die Zukunft fortschreiben. Bei manchen ist die Neigung groß, derzeitige Nachteile des motorisierten Straßenverkehrs eher zu überzeichnen. Daraus läßt sich die Notwendigkeit politischer Maßnahmen gegen das Auto einleuchtender ableiten. Eine Weiterentwicklung der Technik muß eingebettet sein in langfristige und übergreifende Ziele zur Mobilität. Dazu gilt es, die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen des Verkehrs zu prüfen mit der Frage, was realistischerweise langfristig getan werden kann, um die Bestimmungsgrößen für das Verkehrswachstum zu beeinflussen.

Mit Bezug auf die vielen Sorgen und Ängste, die die Menschen für ihre Zukunft bewegen, indem die Entwicklungen der letzten Dekaden fortgeschrieben werden, muß auf den Physiker und großen zeitgenössischen Philosophen Sir Charles POPPER verwiesen werden. Er sagte treffend: „Die Zukunft ist nicht die Fortsetzung der Vergangenheit“ (POPPER 1995), sie beginnt mit jedem Augenblick, der die Gegenwart zur Vergangenheit werden läßt, ständig neu; die Karten werden ständig neu gemischt und verteilt; nicht notwendigerweise zum Besseren hin.

In den letzten Jahren war es an der Tagesordnung, mit Fokussierung auf die Nachteile aus dem Wachstum des Verkehrs die Mobilität einschränken zu wollen, um die vermeintlichen Probleme zu lösen. Mobilität und Umweltschutz zu vereinen, ist derzeit das Ziel vieler Überlegungen. Aber es wäre zu kurz gegriffen, wenn nur der Umweltschutz und nicht auch andere Aspekte, wie die Sicherheit, in solche Zielsetzungen mit einbezogen würden.

Die Bundesregierung prüft in allen zuständigen Ressorts solche Fragen. So prüft beispielsweise das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) z. Zt., die Mobilität in sein neues Konzept von Leitbildern und Leitprojekten aufzunehmen unter dem Motto, „Mobilität ist machbar“. Das Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und

Städtebau (BMBau) prüft die Frage, wie Verkehr mit planerischen Maßnahmen vermieden werden kann, und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geht weit in die Zukunft und globalisiert das Thema „Sustainable Development“. Daß sich das Bundesministerium für Verkehr (BMV) mit dem Thema beschäftigt, ist selbstredend, ein Beitrag dazu befindet sich in diesem Heft (vgl. Beitrag NÄKE).

Eine wesentliche Frage meines Themas ist: wie kann der Bedarf an Mobilität so problemlos wie möglich befriedigt werden und welche Rolle spielt das Auto dabei. Umweltschutz nimmt in der Diskussion die zentrale Rolle ein, obgleich diese eigentlich sinnvollerweise der Sicherheit zufallen sollte.

In die Überlegungen zu diesem Thema „umweltgerechte Mobilität“ werden auch immer wieder sog. alternative Energieträger und alternative Antriebe einbezogen. Das soll auch in diesem Beitrag geschehen, allerdings unter dem Rubrum additiv, nicht alternativ, und mit Blick auf ihre Bedeutung in der Zukunft.

Welche Bedeutung wird individuelle Mobilität bekommen und wodurch wird sie befriedigt?

Dazu muß man wissen, was sind die Bestimmungsgrößen der Mobilität, welche Verfügbarkeiten haben die Energieträger und zu welchen Kosten werden sie nutzbar sein, welche Beziehungen haben die Nachfrager nach Mobilität zu den angebotenen

Produkten, welche Nachteile entstehen dadurch; das wiederum beeinflusst die Nachfrage, wenn nämlich die Vorteile etwa durch Nachteile geschmälert werden.

### Mobilität

Die deutsche Automobilindustrie stellt sich ihrer Verantwortung, ihren Teil für eine bedarfsgerechte, umweltverträgliche, den Sicherheitserfordernissen und den Kundenwünschen entsprechende Mobilität beizutragen. Aus der Aufgabenstellung, die Mobilität sicherzustellen, kann das Auto nicht hinausdebattiert werden. Es hat in der Vergangenheit den maßgeblichen Anteil im Mobilitätswachstum übernommen. Es wird auch in Zukunft einen wesentlichen Anteil zur Mobilität beitragen müssen. Mobilität ist nicht nur als eine Notwendigkeit zu sehen, um die Menschen mit den erforderlichen Gütern und dem Bewegungsspielraum zu versehen, sondern sie kann durchaus auch als ein Grundrecht für jeden einzelnen abgeleitet werden.

Wenn die Fahrleistungen weiter zunehmen, so entspringt dieses einem Bedarf und Bedürfnis, denn Mobilität ist gleichzeitig Voraussetzung als auch Ergebnis von Wirtschaften und Wohlstand.

Die Bestimmungsgrößen der Mobilität sind:

- Bevölkerungszunahme,
- steigende Erwerbstätigkeit,
- Zunahme der Ein-Personen-Haushalte,
- soziale Kontakte,
- steigende Reallöhne,

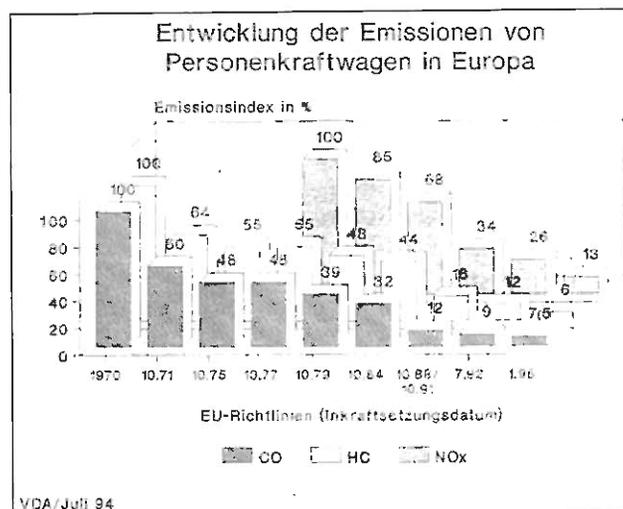


Abb. 1

- mehr Freizeit,
- räumliche Zersiedelungsprozesse,
- berufliche Mobilität sowie
- gestiegene Motorisierung.

Es besteht wenig Aussicht, daß es zu einem gesellschaftlichen Konsens darüber kommt, diese Faktoren in eine andere Richtung zu lenken, weil das Ziel der Verkehrsvermeidung angepeilt werden soll.

Die Notwendigkeit zu Mobilität entspringt nicht nur dem eigenen persönlichen Bedürfnis, sondern Mobilität wird durch eine Vielzahl von Politikfeldern, aber auch von wirtschaftlichen und touristischen Aktivitäten erzeugt.

#### Beispiel freier europäischer Binnenmarkt:

Die Grenzen für den Warenverkehr wurden geöffnet, damit in Europa die Güter dort produziert werden, wo dies am günstigsten geschieht. Hierdurch wird die Notwendigkeit geschaffen, daß diese Waren transportiert werden. Denn dort, wo sie hergestellt werden, werden sie nicht allesamt ge- oder verbraucht. Der Lkw ist das schnellste, flexibelste, schonendste und billigste Transportmittel. Die Bahn wäre mit der weitgehenden Übernahme dieser Aufgabe schon bei ihrer begrenzten Kapazität nicht in der Lage; sie ist auch ineffizienter und weniger wirtschaftlich. Die Kostenvorteile der Produktion andernorts würden dadurch wieder aufgezehrt. Aber auch motorisierter Individualverkehr wird durch andere Politikfelder erzwungen.

#### Beispiel Raumordnungs- und Planungspolitik:

Die Trennung von Wohnen, Arbeiten, Einkaufen und Freizeit führt zu Mobilitätsbedürfnissen, gleicherweise die Trennung von Alt und Jung in der Familie sowie die Zunahme von Singlehaushalten. Großveranstaltungen, die häufig von Kommunalpolitikern in Szene gesetzt werden, erhöhen den Individualverkehr ebenfalls. Im Juni haben beispielsweise etwa 20.000 Zuschauer das Endspiel zur Fußball-Europameisterschaft gesehen; ohne dieses Ereignis wären immerhin etwa 20 Mio. Fahr-km nicht abgeleistet worden.

Entscheidungen der Politik erzeugen also einerseits Mobilitätswünsche, andererseits verurteilen Umweltpolitiker die Mobilität - in erster Linie die mit dem Auto - und sie stehen Seite an Seite mit Finanzpolitikern, wenn es darum geht, die Mobilität über verschiedenste Abgaben und Steuern zu verteuern - damit wollen sie andererseits zwar erreichen, daß der Straßenverkehr wieder eingedämmt wird. Aber vielleicht wollen sie ihn ja auch gar nicht wirklich eindämmen, sonst gehen die Steuern ja noch weiter zurück.

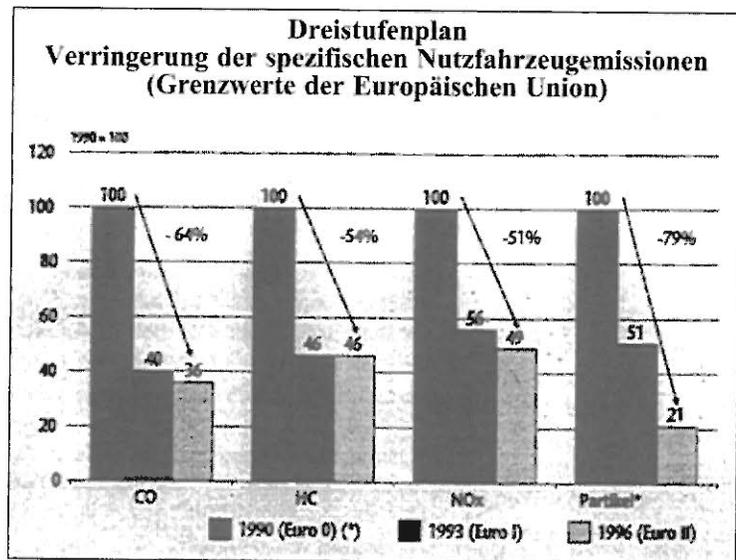


Abb. 2: \*) Bezugsgrundlage für Partikel sind die österreichischen und schweizerischen Grenzwerte vom 1. Oktober 1991.

#### Entwicklung und Prognose der Bestände und der Fahrleistungen

Die pro Person und Jahr im motorisierten Verkehr zurückgelegten Distanzen stiegen in Westdeutschland von 9.700 km im Jahre 1980 auf ca. 11.500 km im Jahre 1992. Über 82 % der insgesamt zurückgelegten ca. 950 Mrd. Personenkilometer in Deutschland in 1985 wurden mit dem Pkw bewältigt. Mitte 1996 lag der Pkw-Bestand in Deutschland bei 41 Mio. Einheiten.

Eine ähnlich starke Zunahme verzeichnet die Güterverkehrsmobilität. Sie hat etwa in den vergangenen 20 Jahren von 3.500 tkm auf 4.800 tkm pro Person zugenommen. Diese Wachstumsraten stimmen mit einer Reihe von weiteren Wirtschaftsdaten überein. Dabei wachsen die Transportleistungen sehr viel schneller als die Fahrleistungen, d. h. die Belastung des Verkehrsträgers Straße nimmt langsamer zu als die nachgefragte Leistung.

85% des Transportaufkommens in Deutschland entfallen auf den Lkw.

Im Güternahverkehr werden dabei nahezu 80 Prozent des gesamten Güteraufkommens bei 12 km mittlerer Transportentfernung transportiert. Dies kann auch auf Dauer nur dem Kraftfahrzeug vorbehalten bleiben.

Nach Untersuchungen der Universität zu Köln sind mehr als die Hälfte des in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg erzielten Produktivitätsfortschrittes unserer Volkswirtschaft der Nutzung des Kraftfahrzeuges als Transportmittel zuzuschreiben (VDA 1997).

Die aktuellen Verkehrsprognosen rechnen in absehbarer Zukunft auch nicht mit einer Trendumkehr.

Der Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA) geht von einem nur noch maßvollen

Anstieg der Fahrleistungen aus, weil ein Großteil des prognostizierten Anstiegs durch die Öffnung der Grenzen nach Osteuropa und durch die Verwirklichung des europäischen Binnenmarkts schon vorweggenommen ist. Das deckt sich durchaus mit den Annahmen anderer Institute (VDA 1997). Weiterhin werden elektronische Leit- und Informationssysteme eine bessere Auslastung ermöglichen und damit trotz steigenden Transportvolumens nicht zu einem signifikanten Anstieg der Verkehrsleistungen führen.

Der Pkw-Bestand in Deutschland wird bis zur Jahrtausendwende nur noch moderat steigen; danach mündet er in einen Sättigungsbereich bei ca. 45 Mio. Einheiten ein.

Die Automobilproduktion am Standort Deutschland ist nicht nur von theoretischem Interesse. Jeder 6. Arbeitsplatz „hängt am Auto“ und jede 4. Steuermark „kommt über das Auto herein“. Das zu ignorieren und Entscheidungen dagegen leichtfertig zu treffen, wäre verantwortungslos. Die Zukunft des Automobilstandortes Deutschland und damit vieler Arbeitsplätze ist an viele Einflußgrößen gekoppelt. Zuverlässige Prognosen sind kaum möglich. Um bei den schlechten und sich weiter verschlechternden Standortbedingungen die Automobilproduktion in Deutschland zu halten, sind vor allem solche Innovationen wichtig, die das Auto so attraktiv machen, daß es vom Markt akzeptiert wird.

#### Umweltaspekte des Straßenverkehrs

Insbesondere Umweltschützer und manche Umweltpolitiker klagen das Auto als Hauptemittent und Verursacher vielfältiger Um-

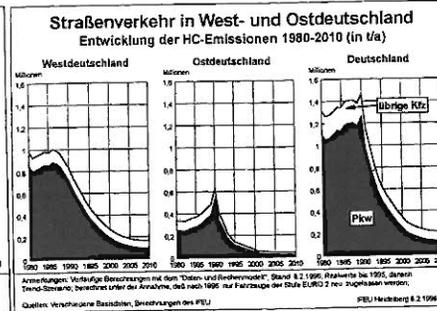
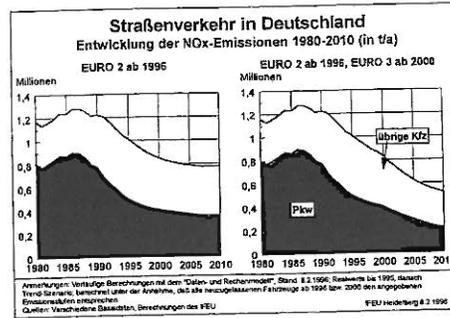
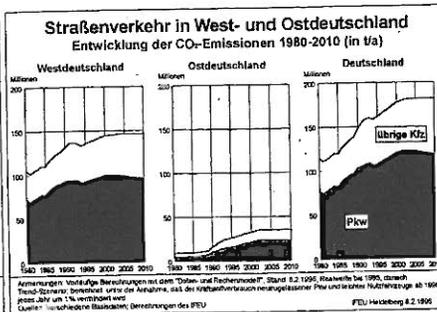
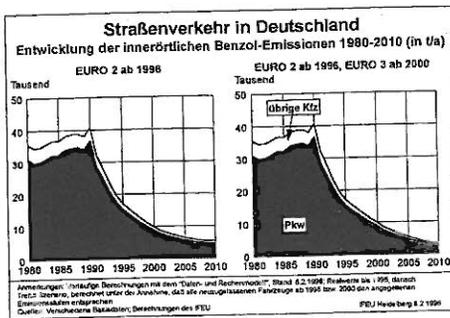


Abb. 3: Daten- und Rechenmodell: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 bis 2010 (UFOPLAN Nr. 105 06 057).

Abb. 4: Daten- und Rechenmodell: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 bis 2010 (UFOPLAN-Nr. 105 06 057).

weltprobleme an. Seine angeblich hohen spezifischen Emissionen führten allein schon wegen seiner bisherigen und insbesondere bei seiner zukünftig wachsenden Anzahl und der ungebrochenen Zunahme der Fahrleistungen zu einem unausweichlich zunehmenden Umweltproblem. Aus dieser Argumentation werden massive Forderungen zur Verbesserung der Eigenschaften des Autos selbst, aber auch zur Beschränkung seines Einsatzes, unter den Schlagworten „Verlagerung“, „Verteuerung“ und „Vermeidung“ von motorisiertem Straßenverkehr gestellt.

Die vorgebrachten Mutmaßungen bezüglich einer ungebrochenen Zunahme der Bestandszahlen, der Fahrleistungen und damit einer weiteren Zunahme der Umweltbelastungen sind jedoch unbegründet und damit unberechtigt. Die Bestimmungsgrößen sind keineswegs grenzenlos - wie eben schon aufgezeigt - und hinzu kommt eine sehr positive Entwicklung der fahrzeugeigenen Umweltfaktoren (Abb. 1).

**Beispiel Abgase:**

Was sind die Einflußgrößen für die Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs?

Mit der europaweit gültigen Abgasgesetzgebung sind die spezifischen Emissionen der Kraftfahrzeuge drastisch abgesenkt worden (Abb. 2). Weitere Verschärfungen sind derzeit in Vorbereitung.

Ähnliche Erfolge wie der Pkw hat auch das Nutzfahrzeug zu verzeichnen. Nach dem

europäischen Dreistufenplan werden dessen spezifische Emissionen gegenüber 1990 zwischen 50 und 80 Prozent zurückgehen. Damit werden auch beim Lkw die Emissionen insgesamt zurückgehen.

Schon heute lassen sich deshalb in Deutschland Erfolge in der Emissionsbilanz für den Straßenverkehr erkennen. Das Institut für Energie und Umweltforschung, Heidelberg (IFEU) hat Berechnungen der Emissionsentwicklung durchgeführt und findet für 1987 eine Trendwende bei der Emissionsentwicklung des gesamten Straßenverkehrs (Abb. 3, 4, 5). Diese Feststellung trifft zu, obwohl sich der Fahrzeugbestand vergrößert und verändert hat und die Fahrleistungen zugenommen haben.

Es ist erfreulich, daß es in den letzten Jahren endlich gelungen ist, auf dem Feld der Emissionsberechnung zusammenzuarbeiten. Umweltbundesamt, Berlin (UBA), IFEU und VDA haben gelernt, daß es falsch war, unterschiedliche Berechnungsmethoden anzuwenden und sich dann in der Öffentlichkeit über unterschiedliche Emissionsdaten auseinanderzusetzen. Die wahren Emissionswerte sind nicht politisch motiviert, sondern nach bestem Wissen abgeschätzt.

Diese Wende im Emissionstrend des Straßenverkehrs ist in der Öffentlichkeit leider nicht zur Kenntnis genommen worden.

Die Prognosen lassen erkennen, daß die mobilen Quellen im Verlaufe der 90er Jahre ähnliche Erfolge bei der Emissionsminderung haben werden wie die stationären Quellen in den 80er Jahren.

Bei realistischen Annahmen über den Bestand, die Fahrleistung, die Durchdringung mit Katalysatorfahrzeugen usw. werden die Gesamtemissionen der Pkw's in wenigen Jahren - je nach Emissionskomponente - um 40 bis 90 % zurückgegangen sein.

Schon heute sind in Deutschland mehr als 20 Mio. Pkw mit geregelter Katalysator ausgerüstet; das sind allein hierzulande so viele wie sonst in ganz Europa zusammen.

Das heißt aber andererseits auch, daß in Deutschland immer noch ca. 11 Mio. Pkw mit Ottomotor ohne Katalysator fahren. Nach einer Shell-Studie verursachen 10 % der Fahrzeuge 60 % aller Emissionen. Umweltpolitisch wäre es also eine Aufgabe ersten Ranges, Anreize zu schaffen, daß diese Fahrzeuge zügig durch abgasgeminderte und kraftstoffsparende Neufahrzeuge ersetzt werden. Dadurch könnte auch der Kraftstoffverbrauch und damit die CO<sub>2</sub>-Emission gesenkt werden, weil der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch der heute angebotenen Pkw etwa 20 % unter dem der mehr als 10 Jahre alten Fahrzeuge liegt.

**Beispiel Kraftstoffverbrauch:**

Der Kraftstoffverbrauch der von der deutschen Automobilindustrie in Deutschland verkauften Pkw ist zwischen 1978 und heute um nahezu 25 % zurückgegangen. Für die Zukunft haben wir der Bundesregierung zugesagt, den Kraftstoffverbrauch der Pkw von 1990 bis 2005 um weitere 25 % zu senken.

Eine ähnlich positive Entwicklung beim Kraftstoffverbrauch ist auch beim Lkw schon seit den 60er Jahren eingeleitet worden. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch eines 38-Tonnen-Lastzuges ist von ca. 48 l/100 km auf ca. 35 l/100 km zurückgegangen.

Damit ist in Deutschland und auch in Europa beim Straßenverkehr ein wichtiger und angemessener Beitrag zur Luftreinhaltung in der Umsetzung. Deutschland ist auch hier Vorreiter und schon erfolgreich auf diesem Weg.

Dennoch wird die deutsche Automobilindustrie die technische Weiterentwicklung z. B. der Abgasbehandlung und der Motoren vorantreiben, um die noch weiter bestehenden Potentiale der Emissionsminderung auszuschöpfen.

**Beispiel Ressourcenverbrauch:**

Ein weiterer wesentlicher Kritikpunkt ist der Ressourcenverbrauch von Stoffen und Materialien.

Das Auto ist schon immer, verglichen mit anderen komplexen Konsumprodukten (z. B. Haushaltsgegenstände), schonend mit den Ressourcen umgegangen. Immerhin werden schon seit langer Zeit etwa 75 % davon, nämlich der Metallanteil, wiederverwertet. Darüber hinaus hat im Februar 1996 die deutsche Automobilindustrie der Bundesregierung zugesagt, dazu beizutragen, daß die Mißstände bei der Altautoverwertung, die in anderen Branchen geschehen, nämlich bei Verwertern und Shredder-Unternehmen, abgestellt werden, und daß die Deponiebeanspruchungen durch Altautos schrittweise zurückgefahren werden bis auf nur noch 5 % in 2015.

Mit diesen umweltpolitischen Maßnahmen ist erkennbar, daß wesentliche Kritikpunkte am Auto nicht oder so nicht mehr bestehen. Die nachgesagte Notwendigkeit, zu schnellen Änderungen im Verkehrssystem kommen zu müssen, ergibt sich also nicht, nicht so stark oder nicht so drängend.

### Das Auto der Zukunft

Dennoch wird sehr viel getan, um das Auto der Zukunft an die zuvor genannten Erfordernisse anzupassen.

Alle sog. alternativen Kraftstoffe gehen in diese Entwicklungsüberlegungen ein.

#### Biokraftstoffe:

Die Automobilhersteller haben alle den Diesel soweit umgerüstet, daß Rapsölmethyl-ester (RME), der sog. *Biodiesel*, eingesetzt werden kann. Soweit Biodiesel verfügbar und zu wirtschaftlichen Verhältnissen lieferbar ist, macht das auch Sinn. Falsch wäre es, in Diskussionen über neue Subventionen einzutreten oder die Sicherheit nationaler Energiequellen zu beschwören. Denn die Bereitschaft der Landwirtschaft, den ökologisch mit Vor- und Nachteilen versehenen Biokraftstoff anzupflanzen, wird stark von den am Weltmarkt erzielbaren Weizenpreisen abhängen. Die Verfügbarkeit ist damit nicht verlässlich.

Andererseits benötigt Biomasse, um sie für mobile Quellen einzusetzen, in der Regel noch Konvertierungsverfahren, die energieaufwendig sind. So macht es in einem Gesamtkonzept eher Sinn, die Biomasse in stationären Anlagen einzusetzen und damit das Mineralöl für den mobilen Bereich freizusetzen.

Denn die Vorteile des Kraftstoffs aus Mineralöl liegen auf der Hand. Das Verhältnis aus verfügbarem Energieinhalt und Gewicht oder Volumen ist mit Abstand am günstigsten.

Auch andere Antriebsarten, wie *Elektro* oder *Erdgas*, haben das Problem, sich gegen einen Platzhalter beweisen zu müssen, an dessen Weiterentwicklung seit 100 Jahren gearbeitet wird. Es fehlt oftmals die Infrastruktur, und wichtige Anforderungen werden nicht in gleicher Weise wie bei den herkömmlichen Antrieben erfüllt - beispielsweise die Reichweite bei Elektrofahrzeugen.

Alle diese Antriebsarten haben heute nur Nischenfunktionen. Sie dehnen sich mit ihrer Weiterentwicklung aus. Insbesondere der *Hybridantrieb* wird sich stärker durchsetzen; das ist ein Antrieb, der in der Stadt einen Elektromotor einsetzt und für Überlandfahrten durch Diesel angetrieben wird. Gasfahrzeuge werden insoweit eine Zukunft haben, als sie einen Zwischenschritt zu einer wichtigen Antriebsart der Zukunft darstellen, der *Brennstoffzelle*. Die Brennstoffzelle bei Daimler-Benz hat in wenigen Jahren eine gewaltige Entwicklung erfahren, sie ist aber noch lange nicht serienreif. Ihr Vorteil ist die praktische Emissionsfreiheit. Es ist mit Sicherheit eine bedeutsame Antriebsform für die Zukunft.

Alle neuen Antriebe müssen in folgenden Kriterien mit den herkömmlichen Antrieben konkurrieren:

- vergleichbare Wirtschaftlichkeit,
- ausreichende Reichweite,
- ausreichende Fahrleistungen,
- ausreichende Transportleistungen,
- gleichwertige Eigenschaften bei Sicherheit, Komfort, Handhabung,
- geringer Energieverbrauch,
- geringe Emissionen sowie
- Ressourcenschonung.

Das macht den Einstieg für neue Antriebe schwer.

Was wird aber morgen sein, bevor die Brennstoffzelle ihren vermutlichen Siegeszug beendet hat?

Die Autos werden noch weniger emittieren, noch weniger Kraftstoff verbrauchen; dazu werden sie im Mittel kleiner und mit immer mehr Elektronik ausgestattet. Dies gilt in erster Linie für das Motormanagement, es gilt aber auch für das Fahren an sich. Das automatische Fahren wird noch auf sich warten lassen. Die Technik dazu ist weit, aber das Umfeld und die Rahmenbedingungen noch nicht. Telematik wird aber ein unverzichtbares Element sein, um die Verkehre zu verflüssigen und zu vernetzen.

Abschließend, insgesamt betrachtet wird das Auto der Zukunft nahtlos eingebettet sein in ein Gesamtverkehrssystem, mit dem die Mobilitätsansprüche so störungsfrei wie möglich befriedigt werden können.

POPPER wurde eingangs zitiert und es soll jetzt mit einer seiner Forderungen geschlossen werden: „Optimismus ist Pflicht“ (POPPER 1995). Das gibt uns den Auftrag, die Entwicklungen voranzutreiben, mit denen wir die Zukunft positiv gestalten können.

### Literatur

POPPER, Karl. R. (1995): Alles Leben ist Problemlösen, Piper Verlag, 6. Auflage.

Verband der Automobilindustrie (Hrsg.) (VDA) (1997): VDA-Jahresbericht.

### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Gunter Zimmermeyer  
Geschäftsführer des Verbandes der Automobilindustrie e.V.  
Westendstraße 61

60325 Frankfurt am Main

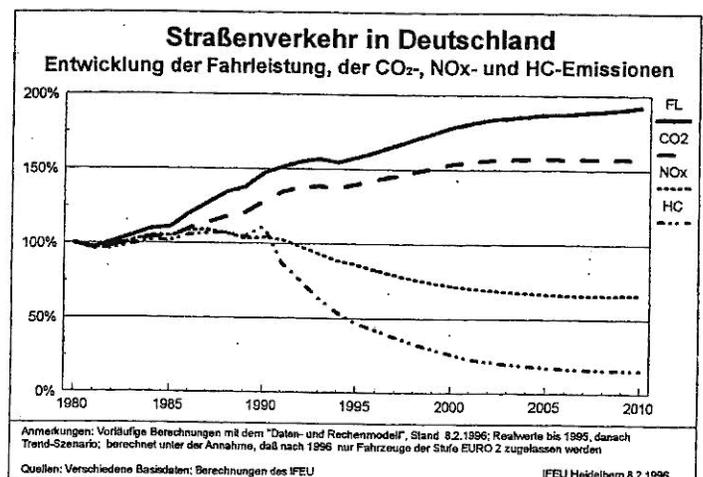


Abb. 5: Daten- und Rechenmodell: Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 bis 2010 (UFOPLAN-Nr. 105 06 057).

## Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege (DRL)

## - Gesamtverzeichnis -

Heft Nr. 1, September 1964	Straßenplanung und Rheinuferlandschaft im Rheingau	
Heft Nr. 2, Oktober 1964	Landespflege und Braunkohlentagebau	- vergriffen <sup>*)</sup> -
Heft Nr. 3, März 1965	Bodenseelandschaft und Hochrheinschifffahrt	
Heft Nr. 4, Juli 1965	Landespflege und Hoher Meißner	- vergriffen -
Heft Nr. 5, Dezember 1965	Landespflege und Gewässer	- vergriffen -
Heft Nr. 6, Juni 1966	Naturschutzgebiet Nord-Sylt	
Heft Nr. 7, Dezember 1966	Landschaft und Moselausbau	
Heft Nr. 8, Juni 1967	Rechtsfragen der Landespflege	- vergriffen -
Heft Nr. 9, März 1968	Landschaftspflege an Verkehrsstraßen	
Heft Nr. 10, Oktober 1968	Landespflege am Oberrhein	
Heft Nr. 11, März 1969	Landschaft und Erholung	- vergriffen -
Heft Nr. 12, September 1969	Landespflege an der Ostseeküste	- vergriffen -
Heft Nr. 13, Juli 1970	Probleme der Abfallbehandlung	- vergriffen -
Heft Nr. 14, Oktober 1970	Landespflege an der Nordseeküste	
Heft Nr. 15, Mai 1971	Organisation der Landespflege	- vergriffen -
Heft Nr. 16, September 1971	Landespflege im Alpenvorland	
Heft Nr. 17, Dezember 1971	Recht der Landespflege	- vergriffen -
Heft Nr. 18, Juli 1972	Landespflege am Bodensee	- vergriffen -
Heft Nr. 19, Oktober 1972	Landespflege im Ruhrgebiet	- vergriffen -
Heft Nr. 20, April 1973	Landespflege im Raum Hamburg	
Heft Nr. 21, November 1973	Gesteinsabbau im Mittelrheinischen Becken	- vergriffen -
Heft Nr. 22, Mai 1974	Landschaft und Verkehr	
Heft Nr. 23, Oktober 1974	Landespflege im Mittleren Neckarraum	
Heft Nr. 24, März 1975	Natur- und Umweltschutz in Schweden	
Heft Nr. 25, April 1976	Landespflege an der Unterelbe	- vergriffen -
Heft Nr. 26, August 1976	Landespflege in England	
Heft Nr. 27, Juni 1977	Wald und Wild	
Heft Nr. 28, Dezember 1977	Entwicklung Großraum Bonn	
Heft Nr. 29, August 1978	Industrie und Umwelt	
Heft Nr. 30, Oktober 1978	Verdichtungsgebiete und ihr Umland	- vergriffen -
Heft Nr. 31, Oktober 1978	Zur Ökologie des Landbaus	
Heft Nr. 32, März 1979	Landespflege in der Schweiz	
Heft Nr. 33, August 1979	Landschaft und Fließgewässer	- vergriffen -
Heft Nr. 34, April 1980	20 Jahre Grüne Charta	

Heft Nr. 35, Oktober 1980	Wohnen in gesunder Umwelt	
Heft Nr. 36, Januar 1981	Neues Naturschutzrecht	
Heft Nr. 37, Mai 1981	Umweltprobleme im Rhein-Neckar-Raum	
Heft Nr. 38, Juni 1981	Naturparke in Nordrhein-Westfalen	- vergriffen -
Heft Nr. 39, September 1982	Naturpark Südeifel	
Heft Nr. 40, Dezember 1982	Waldwirtschaft und Naturhaushalt	- vergriffen -
Heft Nr. 41, März 1983	Integrierter Gebietsschutz	- vergriffen -
Heft Nr. 42, Dezember 1983	Landespflege und Landwirtschaft	- vergriffen -
Heft Nr. 43, November 1984	Talsperren und Landespflege	
Heft Nr. 44, November 1984	Landespflege in Frankreich	
Heft Nr. 45, Dezember 1984	Landschaftsplanung	- vergriffen -
Heft Nr. 46, August 1985	Warum Artenschutz?	- vergriffen -
Heft Nr. 47, Oktober 1985	Flächensparendes Planen und Bauen	- vergriffen -
Heft Nr. 48, Dezember 1985	Naturschutzgebiet Lüneburger Heide	- vergriffen -
Heft Nr. 49, März 1986	Gefährdung des Bergwaldes	- vergriffen -
Heft Nr. 50, Juli 1986	Landschaften nationaler Bedeutung	
Heft Nr. 51, Dezember 1986	Bodenschutz	- vergriffen -
Heft Nr. 52, Juli 1987	Natur- und Umweltschutz in Österreich	
Heft Nr. 53, Dezember 1987	25 Jahre Deutscher Rat für Landespflege	
Heft Nr. 54, April 1988	Zur Entwicklung des ländlichen Raumes	- vergriffen -
Heft Nr. 55, September 1988	Eingriffe in Natur und Landschaft	- vergriffen -
Heft Nr. 56, Dezember 1988	Zur Umweltverträglichkeitsprüfung	- vergriffen -
Heft Nr. 57, November 1989	Erholung/Freizeit und Landespflege	- vergriffen -
Heft Nr. 58, Dezember 1989	Wege zu naturnahen Fließgewässern	- vergriffen -
Heft Nr. 59, April 1991	Naturschutz und Landschaftspflege in den neuen Bundesländern	
Heft Nr. 60, Dezember 1991	Natur- und Umweltschutz in Italien	
Heft Nr. 61, April 1992	Natur in der Stadt	
Heft Nr. 62, Juni 1993	Truppenübungsplätze und Naturschutz	
Heft Nr. 63, Oktober 1993	Wege zur umweltverträglichen Landnutzung in den neuen Bundesländern	
Heft Nr. 64, November 1994	Konflikte beim Ausbau von Elbe, Saale und Havel	
Heft Nr. 65, Dezember 1994	Ökologische Umstellungen in der industriellen Produktion - Steuerung von Stoffströmen zur Sicherung des Naturhaushaltes	
Heft Nr. 66, Dezember 1995	Pflege und Entwicklung der Potsdamer Kulturlandschaft	
Heft Nr. 67, April 1997	Leitbilder für Landschaften in „peripheren Räumen“	
Heft Nr. 68, Oktober 1997	Betrachtungen zur „Grünen Charta von der Mainau“ im Jahre 1997	

*\*) Vergriffene Hefte können bei der Geschäftsstelle leihweise bezogen werden.*

## Deutscher Rat für Landespflege

Schirmherr:	Bundespräsident Professor Dr. Roman HERZOG
Ehrenmitglieder:	<p>Professor Dr. h.c. mult. Graf Lennart BERNADOTTE, Insel Mainau - Ehrenvorsitzender</p> <p>Professor em. Dr. Konrad BUCHWALD, Hannover Ehem. Direktor des Instituts für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover</p> <p>Professor Dr. h.c. Kurt LOTZ, Hannover Ehrenvorsitzender der Umweltstiftung WWF Deutschland</p> <p>Professor Dr. Gerhard OLSCHOWY, Wiesbaden Ehem. Ltd. Direktor der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn-Bad Godesberg, Lehrbeauftragter und Honorarprofessor an der Universität Bonn</p>
Vorstand:	<p>Professor em. Dr. Dr. h.c. Wolfgang HABER, München - Sprecher Lehrstuhl für Landschaftsökologie der Technischen Universität München - Weihenstephan</p> <p>Professor Dr.-Ing. E.h. Klaus R. IMHOFF, Essen - Stellvertretender Sprecher Ehem. Vorstandsmitglied des Ruhrverbandes</p> <p>Professor Dr.-Ing. Klaus BORCHARD, Bonn - Geschäftsführer Rektor der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn</p>
Ordentliche Mitglieder:	<p>Professor Dr. Ulrich AMMER, München Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz der Ludwig-Maximilians-Universität München</p> <p>Direktor und Professor Dr. Josef BLAB, Bonn Bundesamt für Naturschutz</p> <p>Professor Dr. Wilfried ERBGUTH, Rostock Juristische Fakultät der Universität Rostock</p> <p>Professor Dr. Günther FRIEDRICH, Essen Landesumweltamt NRW</p> <p>Professor Reinhard GREBE, Nürnberg Planungsbüro Grebe, Landschafts- und Ortsplanung, Freier Landschaftsarchitekt BDLA</p> <p>Professor Dr. Wilhelm HENRICHSMEYER, Bonn Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn</p> <p>Professor Dr. Ulrich KÖPKE, Bonn Professur Organischer Landbau an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn</p> <p>Forstdirektor a. D. Volkmar LEUTENEGGER, Konstanz Geschäftsführer der Mainau GmbH</p> <p>Professor Dr. Hans Walter LOUIS LL.M., Braunschweig</p> <p>Dr. Siegbert PANTELEIT, Herne Geschäftsführer der INPRO, Heitkamp Projektentwicklungs-, -management- und -betriebsgesellschaft mbH, Dortmund</p> <p>Dipl.-Volksw. Ulrich PETSCHOW, Berlin Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin</p> <p>Professor Dr. Manfred RENGER, Berlin Institut für Ökologie - FB 7 der TU Berlin</p> <p>Professor Dr. Michael SUCCOW, Greifswald Direktor des Botanischen Instituts und des Botanischen Gartens der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald</p> <p>Professor em. Dr. Herbert SUKOPP, Berlin Institut für Ökologie der Technischen Universität Berlin</p>
Korrespondierende Mitglieder:	<p>Dr. Gerta BAUER, Lüdinghausen Büro für Landschaftsökologie und Umweltplanung - Ordentliches Mitglied von November 1990 bis Oktober 1998</p> <p>Professor Dr. Herwig HULPKE, Leverkusen Bayer AG, Konzernstab Qualitäts-, Umwelt- und Sicherheitspolitik, Leverkusen</p> <p>Professor Dr. Werner KONOLD, Freiburg Institut für Landespflege der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg</p> <p>Professor Dr. Konrad OTT, Greifswald Professur für Umweltethik, Fachrichtung Landschaftsökologie, Botanisches Institut und Botanischer Garten, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald</p> <p>Universitätsprofessor em. Wolfram PFLUG, Bisingen Ehem. Inhaber des Lehrstuhls für Landschaftsökologie und Landschaftsgestaltung der Technischen Hochschule Aachen - Ordentliches Mitglied von Oktober 1973 bis Oktober 1995</p> <p>Professor em. Dr. Dr. h.c. Lore STEUBING, Gießen Institut für Pflanzenökologie der Justus-Liebig-Universität Gießen - Ordentliches Mitglied von November 1993 bis Oktober 1998</p> <p>Professor Dr. Eberhard WEISE, Monheim - Ordentliches Mitglied von November 1993 bis Oktober 1998</p>
Geschäftsstelle:	Konstantinstraße 110 • 53179 Bonn Telefon 0228/33 10 97 • Telefax 0228/33 47 27 • eMail: DRL-Bonn@t-online.de