

Canzler, Weert; Knie, Andreas

**Book — Digitized Version**

## Das Ende des Automobils: Fakten und Trends zum Umbau der Autogesellschaft

**Provided in Cooperation with:**

WZB Berlin Social Science Center

*Suggested Citation:* Canzler, Weert; Knie, Andreas (1994) : Das Ende des Automobils: Fakten und Trends zum Umbau der Autogesellschaft, ISBN 3-7880-9872-4, C.F. Müller Verlag, Heidelberg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/112234>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



## WZB-Open Access Digitalisate

## WZB-Open Access digital copies

---

Das nachfolgende Dokument wurde zum Zweck der kostenfreien Onlinebereitstellung digitalisiert am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH (WZB). Das WZB verfügt über die entsprechenden Nutzungsrechte. Sollten Sie sich durch die Onlineveröffentlichung des Dokuments wider Erwarten dennoch in Ihren Rechten verletzt sehen, kontaktieren Sie bitte das WZB postalisch oder per E-Mail:

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung gGmbH  
Bibliothek und wissenschaftliche Information  
Reichpietschufer 50  
D-10785 Berlin  
E-Mail: [bibliothek@wzb.eu](mailto:bibliothek@wzb.eu)

The following document was digitized at the Berlin Social Science Center (WZB) in order to make it publicly available online.

The WZB has the corresponding rights of use. If, against all possibility, you consider your rights to be violated by the online publication of this document, please contact the WZB by sending a letter or an e-mail to:

Berlin Social Science Center (WZB)  
Library and Scientific Information  
Reichpietschufer 50  
D-10785 Berlin  
e-mail: [bibliothek@wzb.eu](mailto:bibliothek@wzb.eu)

---

Digitalisierung und Bereitstellung dieser Publikation erfolgten im Rahmen des Retrodigitalisierungsprojektes **OA 1000+**. Weitere Informationen zum Projekt und eine Liste der ca. 1 500 digitalisierten Texte sind unter <http://www.wzb.eu/de/bibliothek/serviceangebote/open-access/oa-1000> verfügbar.

This text was digitizing and published online as part of the digitizing-project **OA 1000+**. More about the project as well as a list of all the digitized documents (ca. 1 500) can be found at <http://www.wzb.eu/en/library/services/open-access/oa-1000>.

**Canzler/Knie**  
**Das Ende des Automobils**



**Weert Canzler / Andreas Knie**

# **Das Ende des Automobils**

**Fakten und Trends zum  
Umbau der Autogesellschaft**

**Mit einem Nachwort von Ulrich Steger**



**Verlag C.F. Müller**

Die Titelabbildung zeigt die Skulptur „Langzeitparkplatz“ von Arman

---

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Canzler, Weert:**

Das Ende des Automobils : Fakten und Trends zum Umbau der Autogesellschaft / Weert Canzler ; Andreas Knie. Mit einem Nachw. von Ulrich Steger. – 1. Aufl. – Heidelberg : Müller, 1994

ISBN 3-7880-9872-4

NE: Knie, Andreas

---

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

1. Auflage 1994

© Verlag C.F. Müller GmbH, Heidelberg

Titelentwurf: Johannes Nawrath, Hamburg

Druck und Verarbeitung: Druckerei Lokay, Reinheim

Gedruckt auf matt Recycling Offset-Papier

Printed in Germany

ISBN 3-7880-9872-4

## **Inhalt:**

Einleitung: Das Automobil als Rennreiselimousine	7
1. Die ökologischen und gesellschaftlichen Folgekosten des Automobils	16
2. Die ökonomische Bedeutung der Autoindustrie	26
3. Das automobiler Leitbild: stabil und robust über 100 Jahre	37
4. Zur historischen Genese des Automobil-Konzeptes	46
5. Die Grenzen des Automobil-Leitbildes	
5.1. Schneller, schwerer, stärker, teurer: Grundmuster der Automobilentwicklung	56
5.2. Mobilitätsschranken und Marktveränderungen	65
5.3. Entwicklungsleistungen der Automobilindustrie unter politisch-administrativen Begrenzungen	78
6. Modernisierung der Autoindustrie: auf dem Weg zu einem neuen Leitbild?	100
Quellen und weiterführende Literatur: ein kommentierter Überblick	115
Nachwort von Ulrich Steger: Totgesagte leben länger - 7 Kontrapunkte	128
Glossar	133





## Einleitung: Das Automobil als Rennreiselimousine

"Die Entwicklung des Autos kann so wie bisher nicht weitergehen", schrieb noch vor wenigen Jahren Daniel Goeudevert selbstkritisch. Der langjährige Chef des Volkswagenkonzerns, Carl Hahn, holte den als Querdenker geltenden Goeudevert 1989 überraschend in den Konzernvorstand nach Wolfsburg. Als sich wenig später noch der ehemalige hessische Wirtschaftsminister und Ökologie-Professor Ulrich Steger als neuer Umweltvorstand dazu gesellte, schien beim Unternehmen Volkswagen eine Art neue Nachdenklichkeit einzuziehen. Im Sommer 1992, also nur nach kurzer Zeit, verließ zuerst Ulrich Steger, wenig später Daniel Goeudevert die Führungsetage im Wolfsburger Hochhaus. Mit dem Porsche-Enkel und früheren Chef der VW-Tochter Audi, Ferdinand Piëch, und dem von General Motors angeheuerten José Ignacio López bilden nun zwei Vertreter eines Managertyps die Machtachse im VW-Konzern, die ganz andere Ziele verkörpern, als über den Sinn des Autos zu philosophieren: Kosten-Senkung! Der Wechsel der Führungskräfte Goeudevert/Steger zu Piëch/López scheint symptomatisch für die Stimmungslage der deutschen Autobranche. Nachdem im Jahre 1992 bereits der Höhepunkt der deutschen Sonderkonjunktur überschritten war, ist diese größte und mächtigste deutsche Industriebranche 1993 durch das Tal der Tränen gegangen. Ende 1993 mußte man beim Verkauf von Pkws einen Absatzeinbruch von mehr als einem Viertel verbuchen. Wer aber geglaubt hatte, daß mit dem Einbruch der Absatzzahlen auch ein kritisches Überdenken des Produktes "Automobil" einsetzen würde, sah sich getäuscht. Im Gegenteil. Um wieder Land in Sicht zu bekommen, werden alle Experimente am Produkt oder Reformen in der Modellpolitik eingefroren. Die Herausforderungen der Zukunft werden nicht etwa in den Grenzen der Automobilgesellschaft vermutet. "Unsere eigentliche Herausforderung" - so Ferdinand Piëch auf der VW-Hauptversammlung im Juni 1993 - "wird deshalb in Zukunft sein, ob wir es schaffen, dieses Modellangebot zu noch wettbewerbsfähigeren Preisen als heute auf den Markt zu bringen". Die Absatzkrise von Pkws erscheint als klassisches strukturelles Problem und wird von der Autoindustrie zu einer Krise der Produktionsorganisation und der industriellen Beziehungen umdefiniert. Der Standort Deutschland wird für zu teuer erklärt, Optimierungen an der Wertschöpfungskette erzwingen neue globale industrielle Beziehungsgeflechte, und unter dem Stichwort "lean production" ziehen vor dem Hintergrund des Schreckensbildes Japan sozialdarwinistische Regulierungsmechanismen in die Fertigungsabläufe ein. Es scheint, daß die Autobranche zur Bewältigung der so definierten Krise geradezu die identitätsstiftende Wirkung des Autos braucht. Man setzt auf Bewährtes. In ganzseitigen Anzeigen warb beispielsweise der von Piëch

und López geleitete Konzern im Sommer 1993 mit der Parole: "Volkswagen - da weiß man, was man hat."

Im Bemühen um die Optimierung der Produktionsabläufe und zur Senkung der Kosten eröffnen sich plötzlich allerdings kleine, ungeahnte innovative Fenster am Produktfirmament. Den Herstellern sind nämlich in den letzten Jahrzehnten im Bemühen um technische Perfektion ihre Produkte zu teuer geraten. Das Autofachblatt "mot" errechnete, daß zwischen 1981 und 1991 der durchschnittliche Neupreis eines Pkw in der Bundesrepublik von 16.800 DM auf 31.610 DM und damit um stolze 88 Prozent gestiegen ist. Das durchschnittlich verfügbare Einkommen im Westen der Bundesrepublik wuchs im selben Zeitraum dagegen nur um rd. 50 Prozent. Die Verteuerung der Autopreise ist zudem nicht durch eine entsprechend individuelle, geschweige denn eine gesellschaftliche Nutzensteigerung gerechtfertigt. Die Autos müssen also auch wieder billiger und damit in ihren technischen Eigenschaften bescheidener werden. "Down-sizing" heißt das entsprechende Modewort hierzu. Die massive Kritik beim Erscheinen der bis 400 PS starken S-Klasse-Fahrzeuge der Mercedes-Benz AG haben darüber hinaus in der Branche offenkundig Signalwirkung gehabt. Denn mit diesem 2-Tonnen-Fahrzeug demonstriert sich die Branche quasi selbst, daß Automobilentwicklung nach dem einfachen Muster immer ein bißchen schneller, ein bißchen schwerer, ein bißchen stärker und damit auch ein bißchen teurer an Grenzen stößt. Zudem sind durch die weltweit gestiegenen Zulassungszahlen auch die Probleme der individuellen Massenmotorisierung in der öffentlichen Diskussion ein beherrschendes Thema. Treibhauseffekt und Klimaveränderungen, Sommersmog und Müllberge bleiben auf der Tagesordnung und zwingen auf staatlicher Ebene zu schärferen Auflagen. Für die im Herbst 1993 abgelaufene 55. Internationale Automobilausstellung (IAA) in Frankfurt hatte sich der federführende Automobilverband daher nicht umsonst das vielsagende Motto: "Mobilität, Vielfalt, Toleranz" ausgedacht. In der Tat: Die Branchengrößen zeigten sich auf dieser weltweit größten Automesse den Zeichen der Zeit gegenüber sensibel. Der gebeutelte Mercedes-Konzern stellte mit der "Vision A 93" ein nur 3,35 Meter langes Nahverkehrsauto vor. BMW präsentierte die zweite Auflage seines Minis mit dem Namen "E1". Bei beiden Studien sind neben sehr sparsamen Verbrennungsmotoren auch andere Antriebssysteme wie Elektromotoren und Hybridantriebe in der Diskussion. Ob der von Volkswagen schon vor 2 Jahren vorgestellte "Chico" oder der Fiat "downtown", der Ford "Sub-B" oder der Renault "Zoom", es handelt sich jeweils um kompakte "Vollwertautos", die - einem Motto der Branche in den 50er und frühen 60er Jahren entsprechend - innen größer als außen konstruiert sind, also ein gutes Platzangebot mit bescheidenen äußeren Ausmaßen, die Verwendung wiederverwertbarer Materialien mit einem sparsamen und schadstoffreduzierten Motorenangebot ver-

binden. Diese "Concept Cars" standen in der Berichterstattung der Medien häufig im Vordergrund und täuschten damit über die tatsächliche Situation in der Produktpolitik der Branche hinweg. Denn bei Licht betrachtet ist die Realität eine andere. Bis auf den schon seit gut 5 Jahren auf dem Wartegleis stehenden Golf "Ecomatic", der mit einem sparsamen Diesel in Kombination mit einer neuartigen Schwungnutzautomatik einen durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von 5,5 Litern pro 100 Kilometern verspricht, setzte die Autobranche bei den tatsächlichen Produkten auf das alte Muster. Ob es der neue Golf-Kombi oder der Golf-Cabrio ist, der neu gestylte Passat, der neue Chrysler Vision oder der neue Mazda Xedos 9, vom neu aufgelegten Porsche 911 Carrera oder dem Super-Luxus-Kombi Audi Avant RS 2 ganz zu schweigen, alle wirklich kaufbaren Produkte verkörpern, wenn man einmal von dem wachsenden Anteil von Dieselmotoren absieht, das gleiche Entwicklungsmuster: schneller, schwerer, stärker, teurer. "Das Nachfolgemodell eines Autos ist immer größer, stärker und schneller. Es bietet mehr Technik, mehr Ventile und mehr PS, mehr von allem. Aber ist es wirklich automobiler Fortschritt, wenn wir heute Familienlimousinen auf die Straße schicken, die so schnell sind wie die Rennwagen der sechziger Jahre?", formulierte der bei VW geschafte Goeudevert noch vor drei Jahren diesen auch heute noch gültigen Trend. Wie viele andere forderte auch der Bundesverkehrsminister zur IAA 93 die "ökologische Wende" im Automobilbau, bezeichnenderweise sieht er sich aber noch dazu gezwungen, einstweilen von einem "Drei-Liter-Mittelklasse-Auto" zu "träumen". Die durchaus sichtbaren Ansätze, beispielsweise die Kultivierung des direkteinspritzenden Diesels, eine besonders sparsame Spielart der Dieselmotortechnik, werden bei diesem vorherrschenden Muster nahezu pervertiert. Die VW-Tochter Audi plant zur Zeit die Entwicklung eines solchen direkteinspritzenden Dieselmotors als V8-Triebwerk mit projektierten 200 PS, um damit den neuen, weitgehend aus Aluminium gefertigten Audi 300 anzutreiben. Die geräumige Luxuslimousine beschleunigt dann "standesgemäß" von 0-100 km/h in weniger als 10 Sekunden und kommt auf eine Endgeschwindigkeit von über 200 km/h bei sehr günstigen Verbrauchswerten von unter 9 Liter pro 100 Kilometer Stadtverkehr. Damit soll sich dann auch ein großes Luxusauto mit annähernd gutem Gewissen fahren lassen. Was wäre, wenn diese vielen Ingenieurstunden anderen Entwicklungsmustern und tatsächlich bescheideneren Zielgrößen verpflichtet würden?

Obwohl durchaus fortschrittliche, ressourcensparende Technik entwickelt wird und obwohl die Autohersteller weltweit schon seit Jahrzehnten nicht nur an anderen schadstoffvermeidenden Antriebssystemen in aufwendig designten Studien arbeiten, scheinen die Ansätze nur bis an die Schwelle der Vor-Entwicklung zu reichen, aber nicht darüber hinauszugehen. Oder, wenn für diese einmal die Serienfreigabe erteilt wird, auf traditionelle Bahnen gezwungen, in ihrem Ergebnis

praktisch konterkariert zu werden. Warum ist das so? Wenn wir heute von Automobil sprechen oder schreiben, haben wir alle, ob Hersteller oder Kunden, ob Bundestagsabgeordnete, Minister oder Greenpeace-Mitglied, ob in Los Angeles, New York, Bremen oder Tokyo, dasselbe Verständnis. Technisch ausgedrückt handelt es sich dabei um eine auf vier Rädern montierte Zelle, die Platz für mindestens vier Personen und etwas Gepäck bietet und von einem Hubkolben-Verbrennungsmotor angetrieben wird, der mit Benzin oder Diesel versorgt werden muß. An dieses Vehikel stellen die Kunden, so jedenfalls argumentieren die Hersteller und die Fachpresse, ganz bestimmte Erwartungen: eine hohe Reichweite, mit einer Tankfüllung müssen mindestens 500 km zurückgelegt werden können, eine sehr gute Beschleunigung, eine hohe Endgeschwindigkeit sowie Zuladungskapazität. Seit gut 100 Jahren wird für diese technische Konfiguration das Wort Automobil gebraucht. Sobald elementare Dinge fehlen oder verändert sind, beispielsweise kein Hubkolbenmotor eingebaut ist, spricht man schon vom "Elektromobil" oder "E-Fahrzeug". Sicherlich gibt es unterschiedliche Spielarten oder Interpretationen: Sportwagen, Kombis, Geländewagen. Aber alle fußen letztlich auf ein und demselben Automobil-Konzept. Ob man kurze Wege in der Stadt, mit oder ohne Gepäck, zum Kino oder zum Einkaufen fährt, ob alleine oder mit Familie, ob über Land oder in ferne Länder, ob eher betulich oder schnell und sportlich, alle bekannten Fahr- und Verwendungsstile lassen sich offenbar zur Zufriedenheit der Autofahrer mit diesem Konzept bewältigen. Wir bezeichnen dieses Verständnis von einem Automobil daher als Rennreiselimousine, um die Konzentration ganz verschiedener Nutzungsarten in einem Basiskonzept auch sprachlich auszudrücken. Wenn im folgenden von dem "Leitbild Rennreiselimousine" die Rede ist, dann wird damit die überaus große Verständigung ausgedrückt, die offenkundig nicht nur bei allen Herstellern, sondern auch bei den Autokäufern vorzuherrschen scheint. Diese Verständigung hat die Konsequenz, daß auch zukünftig auf dieser Grundlage und mit diesem Bild im Kopf die Fahrzeuge entwickelt, gekauft und gefahren werden. Seit Jahrzehnten schon besitzt dieses Automobilkonzept als Schnittmenge verschiedener Ansprüche bei den Kunden zweifellos eine hohe Attraktivität. Heimliche oder offene Rennfahrergelüste können genauso befriedigt werden wie die Fahrt in den Urlaub mit einer vierköpfigen Familie, der Transport von sperrigen Geräten oder der wöchentliche Großeinkauf.

Wenn sich alle Beteiligten diesem Konzept verpflichtet fühlen, scheint in der Tat klar, daß beispielsweise die viel diskutierten Fahrzeuge mit alternativen Antrieben keine Realisierungschance besitzen. Sie sind keine Automobile, weil sie beispielsweise mangels Reichweite nicht mit dem Konzept der Rennreiselimousine kompatibel sind. Daß diese Fahrzeuge keine Schadstoffe ausstoßen und nahezu lärmarm dahinrollen, sind bislang keine automobilrelevanten Eigenschaften, son-

dem repräsentieren höchstens sehr unverbindliche gesellschaftliche Wunschvorstellungen. Solange das Leitbild der Rennreiselimousine stabil bleibt, also kein Hersteller aus der Phalanx der Branche ausbricht und auch kein neuer kompetenter Anbieter auftaucht, und die Käufer sich nach wie vor auch an diesem Leitbild orientieren, so lange haben alle anderen Fahrzeugkonzepte im Rahmen einer neu gewichteten Verkehrspolitik keine Chancen. Die Nutzung alternativer Kraftstoffe wie Methanol oder Wasserstoff, die Verwendung einer völlig neuen Antriebseinheit in einem darauf abgestimmten Fahrzeugkonzept, erfüllen nicht die Vorgaben der Rennreiselimousine, die mit dem an Bord mitzuführenden Energiespeicher der flüssigen Kohlenwasserstoffe als technischem Kern das Maß der Dinge darstellt. Die Hersteller werden daher mit der Serienfreigabe alternativer Projekte sehr vorsichtig sein.

Aber, so bleibt zu fragen, kann denn tatsächlich mit einer auch zukünftigen Stabilität dieses Leitbildes gerechnet werden? Uns scheinen in diesem Zusammenhang drei Tendenzen bemerkenswert, die wir durchaus als Ablösungserscheinungen vom bisherigen Verständnis des Automobils als Rennreiselimousine interpretieren:

1. Die Autoindustrie hat durch das Entwicklungsmuster schneller-schwerer-stärker-teurer in den letzten Jahren das Konzept quasi überreizt. Mit großem technischen Aufwand wurde häufig ohne Maß und Ziel einer blinden Optimierungsphilosophie gehuldigt.
2. Neben der Diskrepanz zwischen den Möglichkeiten der Rennreiselimousine mit einer Reichweite von über 500 km und dem tatsächlichen objektiv meßbaren Fahrverhalten - das Auto wird in überwiegender Mehrzahl für Kurzfahrten genutzt - gibt es eindeutige Anzeichen, daß die Akzeptanz bei den Kunden nachzulassen beginnt. Immer stärker wird jedenfalls, so weit überhaupt vorhanden, auf Nischen-Angebote zurückgegriffen. Sehr abweichende Interpretationen vom Konzept der Rennreiselimousine wie beispielsweise der MiniVan finden bei den Käufern immer stärkeren Anklang. Moderat motorisierte Einsteigermodelle, früher häufig eher von Kunden stiefmütterlich behandelt, entpuppen sich als Verkaufsschlager. In Umfragen zeigen die befragten Autofahrer darüber hinaus großes Interesse an anderen Fahrzeugkonzepten.
3. Die meßbaren Umweltschäden sowie die immer stärker diskutierten gesundheitlichen Risiken der automobilen Massenmotorisierung zwingen die staatlichen Akteure zu immer strengeren Auflagen und rigideren Re-

gulierungskonzepten, die von der Erhöhung der Benzinsteuer bis zur Fest-schreibung von "Null-Emissions-Autos" reichen. Damit schränken sie auch die Funktionen der Rennreiselimousine immer weiter ein.

Selbst wenn diese Tendenzen sich tatsächlich verstärken sollten, fallen neue verkehrspolitische Optionen nicht vom Himmel. Allerdings böten sich in Kenntnis der bisherigen Bedeutung des Leitbildes der Rennreiselimousine sowie der möglichen Auflösungstendenzen neue politische Optionen. Die bislang extrem polarisierte Diskussion zu diesem Thema, auf der einen Seite die sich rechtfertigende und verteidigende Autoindustrie, auf der anderen Seite die diese Industrie und ihre große Bedeutung häufig ignorierenden Teile der Umweltbewegung, ist jedenfalls in ihrer Verkrustung nicht geeignet, neue Lösungsansätze zu entwickeln. In deutschen Landen geht nach Lage der Dinge ohne die Autoindustrie zum Thema Verkehr nichts. Schon die blanke ökonomische Macht dieses Industriesektors läßt alle autokritischen Konzepte in ihrem Hoheitsgebiet zu intellektuellen Stilübungen verkommen. Freilich hat die Autoindustrie bislang auch demonstriert, daß sie freiwillig nicht gewillt ist, andere Grundmuster für eine Neuinterpretation von Automobilität zu akzeptieren.

### **Zu den Kapiteln des Buches**

In dem vorliegenden Band steht das konkrete Auto und nicht so sehr die abstrakte Mobilität im Zentrum der Erörterung. Die umweltpolitische und wissenschaftliche Diskussion um das Auto und seine Rolle im künftigen Verkehr ist in vollem Gange. Im *ersten Kapitel* werden die ökologischen Auswirkungen des Autoverkehrs behandelt. Schon lange ist das Auto als einer der Hauptumweltsünder in Verruf geraten. Die Städte ersticken im Blech, Stadtluft macht nicht nur frei, sondern auch zunehmend krank. Die globale Erwärmung und das Ozonloch gehen zu einem Fünftel auf das Konto des Autoverkehrs, Tendenz steigend. Das Gespenst des automobilen Verkehrskollapses geht um.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Automobilindustrie wird immer wieder als Sachzwangargument gegen allzu große Veränderungen in der Verkehrspolitik ins Feld geführt. Im *zweiten Kapitel* werden die ökonomischen Eckdaten der Fahrzeugindustrie und die jüngsten wirtschaftlichen Turbulenzen dieser Schlüsselbranche zusammengefaßt. Trotz neuer Märkte in Osteuropa und Asien muß die Automobilindustrie 1993 weltweit Absatzeinbußen hinnehmen. Die massiven Investitionen der 80er Jahre haben zu Überkapazitäten geführt. Die deutschen Unternehmen haben sich in ihren Investitionsplanungen und Marktabschätzungen

von dem vereinigungsbedingten Boom von 1990 und 1991 täuschen lassen. Zu den konjunkturellen Einbußen und der Verschiebung zum Verdrängungswettbewerb aufgrund der weltweiten Überkapazitäten kommt erschwerend hinzu, daß die politischen und sozialen Rahmenbedingungen in Bewegung geraten sind. Neue Beschränkungen für den Autoverkehr drohen: befristete Fahrverbote in ozonbelasteten Innenstädten, verschärfte Abgaswerte für Neufahrzeuge und neue Steuern für den Treibstoff des überkommenen Herzstücks des Automobils, des über 100 Jahre alten Verbrennungsmotors. Gleichzeitig verändern sich die Kundenwünsche und das Nachfrageverhalten rapide.

In dieser turbulenten Situation setzen die Automobil-Unternehmen auf die bewährten Rezepte der Kostenreduktion und Effizienzsteigerung in der Produktion. Im *dritten Kapitel* geht es um die Begründungsmuster der Automobilunternehmen für ihre Aktivitäten. Die wichtigste deutsche Industriebranche optimiert mit Milliardenaufwand eine Produktlinie, die sich möglicherweise bereits in der Schlußphase ihres Lebenszyklusses befindet. Zweifel am Produkt Auto kommen erst gar nicht auf. Die Unternehmen besinnen sich auf ihr Kerngeschäft, sie pflegen ihr Verkehrsleitbild auf Basis der Rennreiselimousine mehr denn je. Ihr Erfolgsmotto und die Philosophie ihrer Forschungs- und Entwicklungsprojekte entspringen immer noch der naiven Wachstums-Formel "schneller-höher-weiter". Die Autohersteller halten das klassische Auto auf der Grundlage des Verbrennungsmotors schließlich nach wie vor für das Vorbild für die erhofften neuen Massenmärkte der Welt. Die Autoindustrie droht an ihrem eigenen Erfolg zu scheitern. Wenn sie weiterhin die Veränderung der Rahmenbedingungen für ihr Produkt ignoriert und sich gegen wirkliche Produktinnovationen sperrt, wird sie zur großen Krisenbranche der Zukunft. Auf der anderen Seite gibt es durchaus interessante Ergebnisse der Forschungen um Alternativen zum klassischen Auto. Auch diese werden in dem Kapitel einschließlich einer kritischen Würdigung ihrer Realisierungschancen dargestellt. Warum trotz aller Probleme und drohender Restriktionen das klassische Auto weiterhin das dominante Konzept für die Fahrzeug- und Antriebsentwicklung ist, wird in diesem Kapitel mit der Stärke des Leitbildes der Rennreiselimousine begründet. Verkehr und Mobilität sind mehr als das mittlerweile hochbetagte Auto und sein hochgezüchteter Verbrennungsantrieb. Auch der Verkehr unterliegt Wachstumsgrenzen, die ökologischen Anforderungen und die gesellschaftlichen sowie politischen Umfeldbedingungen verschärfen sich. Der Verkehr der Zukunft wird sich den Zielen der Nachhaltigkeit, d. h. der Ressourcenschonung und der Zumutbarkeit für eine wachsende Menschheit und die nachfolgenden Generationen und ökologischen Verträglichkeit verpflichten müssen. Das bedeutet den Abschied vom Universalverkehrsmittel Auto und die Rückbesinnung auf die Stärken anderer Träger des "Systems Verkehr".

Der Verbrennungsmotor bietet keine Perspektiven: Die Antriebstechnik ist umweltpolitisch eine Sackgasse, technisch ausgereizt und bei weiterer globaler Verbreitung von ungeheurer Zerstörungsdynamik. Trotz aller Verbesserungen in der Abgasreinigung und trotz großer Verbrauchseinsparungen durch ausgefeilte Motortechnik und günstigere Luftwiderstandswerte steigt der Ausstoß an Schadstoffen absolut, die Autos werden immer größer, immer schneller und vor allem, es werden immer mehr. Dennoch müssen wir eine Erfolgsgeschichte konstatieren. Eine kleine Geschichte der Motorenentwicklung und der Automobilisierung soll im *vierten Kapitel* den Siegeszug des auf dem Verbrennungsmotor basierenden Universalautos illustrieren. Zugleich wird deutlich, welche Beharrungskraft die zum Stand der Technik geronnenen Motorkonzepte haben. Auf der Grundlage des Standes der verbrennungsmotorischen Technik und der Definitionsmacht seiner professionellen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Protagonisten blieben alle alternativen Antriebs- und Fahrzeugkonzepte bislang chancenlos.

Der Verkehr braucht neue politische Rahmenbedingungen: Mobilität ist mehr als Automobilität. Im *fünften Kapitel* werden die Grenzen des bisherigen automobilen Verkehrs aufgezeigt. Im ersten Abschnitt geht es dabei um das Grundmuster der Autoentwicklung "schneller, schwerer, stärker und teurer." An ausgewählten Modellreihen deutscher Hersteller läßt sich dieses Muster eindrucksvoll belegen. Die Modellpolitik der letzten Jahre zeigt, daß die Höhermotorisierung in Verbindung mit preistreibenden Ausstattungen und erhöhten Sicherheitsleistungen der vielbeschworenen Souveränität des Kunden Hohn spricht. Der Kunde und die Kundin müssen kaufen, was der Markt bietet. Da werden nach einem Modellwechsel oder Faceliftung die schwach motorisierten Einstiegsvarianten fallengelassen und höher motorisierte Varianten mit attraktiven Ausstattungs- und das Gewicht erhöhenden Sicherheitspaketen angeboten.

Nutzungsverhalten versus Motoraufrüstung, das ist der Schwerpunkt des zweiten Abschnittes in diesem Kapitel. Den Angeboten der Autohersteller und den politischen Rahmenbedingungen stehen das Nutzungs- und das Nachfrageverhalten der Millionen Autokunden und Verkehrsteilnehmer gegenüber. Anhand einer mittlerweile umfangreichen empirischen Datenbasis zum Nutzungsverhalten von Autofahrerinnen und Autofahrern läßt sich anschaulich zeigen, daß in den letzten Jahrzehnten die Schere zwischen motorischer Aufrüstung der Autos und der hinsichtlich Geschwindigkeit, Länge der Fahrt und Belegung des Innenraumes eher bescheidenen Nutzung der Autos immer weiter aufgegangen ist. Schließlich soll der dritte Abschnitt des fünften Kapitels die Fragen nach den politischen Rahmenbedingungen für das Auto von morgen beantworten helfen. Die verschiedenen Träger des "Systems Verkehr" haben unterschiedliche Stärken und Schwächen. Bis-



her war die Rollenzuteilung der einzelnen Mobilitätsformen jedoch höchst einseitig, und der Wettbewerb fand unter ungleichen Bedingungen statt. In der wirtschafts- und umweltwissenschaftlichen Diskussion setzt sich jedoch die Forderung nach der "Internalisierung externer Kosten" durch. D. h., daß die ökologischen und sozialen Kosten des motorisierten Individualverkehrs in die Preise für Anschaffung, Betrieb und Entsorgung der Autos eingerechnet werden müssen. Dann wird das Autofahren dramatisch teurer, und sowohl andere Verkehrsträger als auch alternative Antriebe bzw. Fahrzeuge erhalten eine reelle Chance, ihren Platz innerhalb des Verkehrssystems zu verbessern. Große Hoffnungen sind mit staatlichen Regulierungsstrategien gegen den überbordenden Verkehr in den USA verbunden. Am Beispiel der weltweit beachteten strengen Abgasgesetzgebung in Kalifornien wird der Frage nachgegangen, ob von harten Umweltauflagen tatsächlich ein heilsamer Zwang zu weitreichenden Innovationen im Verkehrsbereich ausgehen kann. Zweifel sind angebracht, vor allem wenn die Fahrzeughersteller opponieren und die Techniker des Status quo sich verweigern.

Der künftige Verkehr braucht ein neues Leitbild und den Abschied von der alten Mobilitätstechnik. Im *sechsten Kapitel* finden sich einige Überlegungen zu Optionen und Restriktionen einer "ökologischen Modernisierung" der Autoindustrie. Derzeit gibt es vor allem eine Reihe von Fragen: Was heißt Mobilität unter den Bedingungen der Ressourcenschonung und drastischer Senkungen von Schadstoffemissionen? Wie werden sich die politischen Rahmenbedingungen für die verschiedenen Verkehrsträger entwickeln? Welche Chancen haben alternative Antriebe wie beispielsweise der Elektromotor oder die Gasturbine? Wer können die Träger von Mobilitätsveränderungen sein? Wie stark sind die Beharrungskräfte und wo sind die Orte und Fahnenträger notwendiger technischer Innovationen? Welche sozialen Innovationen gehen in den "Verkehr von morgen" ein? Welche Rolle kann die staatliche Technologiepolitik spielen?

Auf ein weitergehendes Interesse an den verwendeten Quellen und einschlägiger Literatur zielt der abschließende Überblick. Der Literaturüberblick erfüllt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Er eröffnet nur einen Blick auf die Fülle des Materials und zeigt sogleich, wie sehr die aktuellen Verkehrs- und Mobilitätsfragen wissenschaftlich und politisch "umkämpft" sind. Daß auch die in diesem Buch entwickelten Thesen vom "Ende des Automobils" in seiner bis heute dominierenden technischen Realisierung nicht unumstritten bleiben, liegt auf der Hand. In dem Nachwort "Totgesagte leben länger - 7 Kontrapunkte" pointiert der um einen explizit kritischen Kommentar gebetene Ulrich Steger seine von automobilrealpolitik geprägte Sicht der Dinge.

# 1. Die ökologischen und gesellschaftlichen Folgekosten des Automobils

In den 90er Jahre ist das Automobil nicht mehr das unangefochtene Aushängeschild der Wohlstandsgesellschaft. Als Schadstoffemittent und Quelle für Lärm und Unfallgefahren besonders in Städten und Ballungsräumen ist der Straßenfahrzeugverkehr seit Jahren öffentlicher Kritik ausgesetzt. Mit den Motorisierungswellen in den 70er und 80er Jahren stieg zudem mehr und mehr der Platzbedarf der Fahrzeuge. Die Zunahme der Autos in den Städten ist eine für die Urbanität und die Lebensqualität der Städte überaus problematische Entwicklung. Kein Gebrauchs- und Konsumgut hat in den reichen Regionen der Welt eine solche Verbreitung gefunden und ist gleichzeitig eine sprudelnde Quelle für Belastungen ganz verschiedener Art wie das Automobil.

Die hohen sozialen und ökologischen Kosten des Autoverkehrs sind in der jüngeren umwelt- und verkehrswissenschaftlichen Diskussion immer wieder aufgelistet und bilanziert worden. Vor zehn Jahren schrieben die Autoren des "Szenario Autoverkehr 2000" im Vorwort: "Das Mißverhältnis zwischen den ökologischen und sozialen Kosten des Autoverkehrs und allseits proklamierten gesellschaftlichen Zielsetzungen ist so deutlich, daß gegenwärtige Tabus wohl kaum auf Dauer aufrechterhalten werden können." Wie die Autoren sich täuschen sollten. Die Leidensfähigkeit der von den sozialen und ökologischen Belastungen Betroffenen ist offenbar viel größer als vermutet. Dazu kommt die schwache politische Artikulationsfähigkeit und Vertretungsmacht der betroffenen Gruppen, insbesondere der Nichtautofahrer, der Anlieger verkehrsreicher Straßen, der Alten und der Kinder.

Die Belastungen durch den Autoverkehr sind vielfältig und miteinander verschränkt. Ihre Wahrnehmung und öffentliche Thematisierung unterliegt offenbar Konjunkturen. So zeigen die Autohersteller seit wenigen Jahren vor dem Hintergrund der allgemein gestiegenen Empfindlichkeit für die Probleme der Entsorgung ein verstärktes Engagement, um mit Rücknahmeversprechen für Altfahrzeuge und dem Aufbau von Demontagekapazitäten das Problem des Automülls künftig einzugrenzen. Schon werden neue Modelle recyclinggerecht konstruiert. Trotzdem bleiben bei aller Vorbereitung auf die künftige Wiederverwertbarkeit von Autos millionenfache Altlasten, deren Beseitigung mit hohen Kosten verbunden, aber grundsätzlich machbar ist. Folgende verschiedene Belastungstypen durch den massenhaften Autoeinsatz, zum größten Teil mit wesentlich schwierigeren Problemen als das Recycling verbunden, sind darüber hinaus besonders deutlich:

## Schadstoffemissionen

Die Emissions-Bilanz nach der massiven Zunahme des Autoverkehrs ist für Mensch und Natur eindeutig belastend. Bei fast allen Schadstoffen ist der relative Anteil des Straßenverkehrs an den Gesamtemissionen in der Bundesrepublik in den 80er Jahren gestiegen, beispielsweise bei den Stickoxiden von 43,9 im Jahr 1980 auf 58,4 vH zehn Jahre später und beim Staub von 6,7 auf 13,3 vH. Auch beim Treibhausgas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das bislang nicht limitiert wird, stieg der Anteil von 13 auf 18,1 vH, während beim Kohlenmonoxid (CO) der Anteil von 70,5 auf 67,9 vH nur leicht zurückging (siehe auch Tabelle 1).

Neben den die Erdatmosphäre und die globalen natürlichen Stoffkreisläufe gefährdenden Emissionen kommen zusätzlich lokale Belastungen durch die massenhafte Nutzung des Autos hinzu. In den Sommermonaten spielt die bodennahe Ozonbelastung, der sogenannte Sommersmog, eine wichtige Rolle. Der Sommersmog entsteht durch photochemische Reaktionen aus Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen unter Sonneneinstrahlung, die durch hohe Temperaturen verstärkt werden. Eine hohe Ozonkonzentration in der Atemluft ist giftig; besonders alte Leute und Kinder leiden dann oft unter Atemproblemen, Kopfschmerzen, Schleimhautreizungen und Müdigkeit. Der in der Schweiz geltende Grenzwert von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft wird u. a. auch vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) propagiert. Dieser Wert ist an vielen Verkehrsbrennpunkten längst überschritten. Das Bundesimmissionsschutzgesetz verpflichtet die Kommunen, bei zu hohen Ozonbelastungen Gegenmaßnahmen bis hin zu Fahrverboten zu ergreifen. In den nächsten Jahren ist in der Bundesrepublik Deutschland verstärkt mit verkehrseinschränkenden Maßnahmen zu rechnen. Als erstes Bundesland hat Hessen Grenzwerte und abgestufte Verkehrseinschränkungen beschlossen. Ein Pilotversuch zur teilweisen Sperrung innerstädtischer Verkehrswege bei Überschreiten von kritischen Belastungsgrenzen wird zur Zeit in Heilbronn vorbereitet.

Im Jahr 1992 wurden weltweit mehr als 50 Millionen Pkw produziert, allein in der größer gewordenen Bundesrepublik kamen im gleichen Jahr über 4,5 Millionen Fahrzeuge dazu. Trotz der Absatzkrise in der Branche seit Anfang 1993 ist eine Ausweitung der Autoproduktion für die 2. Hälfte der 90er Jahre durchaus wahrscheinlich. Die EG-Kommission geht davon aus, daß die Wachstumsrate von 30 vH, die zwischen 1980 und 1990 auf dem gemeinsamen Markt erzielt wurde, zwar zukünftig geringer ausfällt. Dennoch erwartet sie auch noch zwischen 1991 und 2000 eine Steigerung von 16 vH für Personenkraftwagen, so daß im Jahre 2000 mit einer Produktion von 16 Mio Einheiten in Europa (einschließlich

japanischer "Transplants") zu rechnen ist. Mit einem weiter anhaltenden Wachstum des Fahrzeugbestandes und der Verkehrsleistung werden auch die Maßnahmen zur spezifischen Absenkung der Schadstoffwerte weitgehend wirkungslos bleiben. Selbst der von der Autoindustrie und deren Interessenvertretern als rettende Lösung angebotene Einsatz von geregelten Dreiwegekatalysatoren in Pkw - seit dem 1.1.1993 für alle Neufahrzeuge EG-weit verbindlich vorgeschrieben - kann nicht die erhoffte Minderung der Schadstoffemissionen erbringen. Der Katalysator zeigt zudem in der Start- und Kaltphase nur eine geringe Filterleistung. Selbst funktionsfähige Abgasreinigungstechniken können nicht alle Schadstoffe reduzieren oder gar eliminieren. Für Kohlendioxid gibt es beispielsweise überhaupt keine Filtertechniken. Die Katalysatortechnik verweist noch auf ein anderes grundsätzliches Dilemma von End-of-Pipe-Techniken, nämlich ihre begrenzte Wirkung aufgrund eines erhöhten Wartungsaufwandes und Ressourceneinsatzes. Bei den in Erprobung befindlichen Partikel-Filtern für Dieselfahrzeuge wird der Wartungsaufwand noch einmal erheblich steigen. Die Schadstoff-Entsorgung ist damit - wie bei jeder Filtertechnik - letztlich nur zeitlich und örtlich verschoben.

Tabelle 1: Anteile des Straßenverkehrs an den Luftverunreinigungen in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1990

Schadstoffe:	Straßenverkehr insgesamt:	davon Pkw-Anteil:
CO:	67,9 vH	95,0 vH
NO <sub>x</sub> :	58,4 vH	60,0 vH
SO <sub>2</sub> :	05,1 vH	39,5 vH
Organische Verbindungen:	44,4 vH	86,8 vH <sup>1988</sup>
Staub:	13,3 vH	26,7 vH

Quelle: eigene Berechnungen, Daten: BMV: Verkehr in Zahlen, Bonn 1993, S. 290 ff.

Eine andere Belastungsform ist mit dem Abrieb der Fahrbahnen, Reifen und Bremsbeläge, der Staubeentwicklung und dem Salz- bzw. Granulateinsatz zur Sicherung der Straßen bei witterungsbedingten Störungen verbunden. Diese Belastung hat in der Verkehrsforschung den plakativen Namen "Seitenstreifen-Altlast" erhalten. Teilweise bis zu 220 Meter links und rechts der Fahrbahn reicht der Ra-

dius der Verteilung von einigen dieser Stoffe. Aufgrund der Feinverteilung der Stoffe und mangelnder Kenntnisse über mögliche Langzeit- und Synergieeffekte sind Schutz- und Kompensationsmaßnahmen umwelttechnischer Art bisher nicht in der Diskussion. Auch ist die Diffusion der Schadstoffe in das Grundwasser und in die Nahrungsketten zwar grundsätzlich möglich, ihre Ausmaße und langfristigen Wirkungen sind aber unerforscht. Für die landwirtschaftliche Nutzung, Trinkwassergewinnung, Erholungsflächen usw. sind die Seitenstreifen-Altlast-Gebiete in der Regel nicht geeignet. Für hochverdichtete Räume wie etwa dem Ruhrgebiet handelt es sich dabei um beträchtliche Flächeninanspruchnahmen, da sie den für die eigentlichen Straßen und Wege benötigten Raum um bis zum Faktor 10 übertrifft.

In einigen spektakulären Untersuchungen über langfristige Gesundheitsgefährdungen von Bewohnern verkehrsreicher Straßen hat sich der Verdacht erhärtet, daß die Krebsanfälligkeit höher ist als in Wohngebieten mit einer besseren Luftqualität. Nach dem Hamburger Krebsregister liegen die Todesraten der Anwohner verkehrsreicher Straßen bei Lungenkrebs um 34 vH und bei Dickdarmkrebs um 68 vH höher als der Durchschnitt. Andere Studien haben eine häufigere Anfälligkeit bei allergischem Asthma und einen allgemein schwächeren Immunschutz bei Anliegern hochfrequentierter Straßen festgestellt.

### **Die Zerstörung des Raumes**

Die ökologischen und sozialen Kosten des Autoverkehrs lassen sich meistens kaum einzeln analysieren oder gar isolieren. Die Schwierigkeit der präzisen Analyse und einer eindeutigen Ursache-Wirkung-Zuordnung läßt jede Quantifizierung ungenau werden. So wie der Autoverkehr mit seinen Schadstoff- und Lärmemissionen die Anwohner verkehrsreicher Straßen sowohl physisch als auch psychisch belastet, so hat die starke Zersiedelung der Landschaft und der Wohngebiete ebenfalls verschiedene Auswirkungen. Zum einen führt die Zersiedelung und Versiegelung der Landschaft zur Störung großflächiger Ökotope und der für die Regeneration der Ökosysteme notwendigen Naturräume. Damit sind kaum zu quantifizierende ökologische Kosten verbunden. Zum anderen wird in vielen Fällen die Lebens- und Wohnqualität der Menschen beeinträchtigt, weil gewachsene Wohngebiete zerschnitten sind, Kinder und Alte sich nicht mehr vor die Tür wagen, weil sie von den durch den Fahrzeugverkehr beherrschten Straßen gedrängt werden. Mittlerweile nehmen die Straßen, Wege und Parkplätze in der Bundesrepublik mehr Platz in Anspruch als die Wohnbebauung. Der Ballungsraum Rhein-Ruhr hat beispielsweise einen Verkehrsflächenanteil von 11 vH an der Gesamtflä-

che. Zum größten Teil ist die vom Verkehr beanspruchte Fläche versiegelt, was die Störung oder Unterbrechung natürlicher ökologischer Kreisläufe, primär des Wasser- und Luftkreislaufes, bedeutet. Das städtische Mikroklima ist aber von funktionierenden ökologischen Kreisläufen in hohem Maße abhängig.

Erst langsam vollzieht sich in der Stadt- und Raumplanung ein Wechsel vom Ideal der "autogerechten Stadt" zu weniger autozentrierten Planungsvorstellungen. Seit Ende der 50er Jahre wurde in der Bundesrepublik Deutschland die autogerechte Stadt zunehmend zur stadtplanerischen Grundnorm. Der Wiederaufbau kriegszerstörter Städte und die sozialtechnokratischen Sanierungsstrategien des innerstädtischen Kahlschlags haben in vielen Städten einen großzügigen Straßenbau auch möglich gemacht. Viele Ruhrgebietsstädte beispielsweise und die Satellitenstädte in Hamburg, München oder Berlin sind anschauliche Beispiele für autogerechten Städtebau in den 50er und 60er Jahren. Voller Stolz verwiesen die Architekten und Planungsbürokraten auf die Verwirklichung eines der Hauptziele der "Charta von Athen", nämlich der räumlichen Funktionstrennung von Arbeiten, Wohnen, Einkaufen und Erholen. Das Auto erschien als ideales verkehrstechnisches Medium für das Entwicklungsziel der Stadt-Moderne, die Trennung der verschiedenen in der Industrialisierung des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts in der Stadt integrierten Lebensbereiche.

Vorbei sind allerdings die Zeiten, als der Autobahnausbau noch Priorität bei den politisch-programmatischen Zielen der Verkehrspolitik hatte. Nach nunmehr über 20 Jahren ruft beispielsweise die Autobahnplanung des Bundesverkehrsministers aus den Anfängen der sozialliberalen Koalition von 1971 Erstaunen und den Eindruck von naiver Planungseuphorie hervor. Danach war das Ziel, daß 85 Prozent der Bevölkerung bis zur nächsten Autobahn höchstens 10 Kilometer entfernt wohnen. Dieses Planziel wäre einem Netzausbau auf rund 20.000 Kilometer auf der Fläche der alten Bundesrepublik gleichgekommen. (Zum Vergleich: die Gesamtlänge des bundesdeutschen Autobahnnetzes beträgt 1993 etwas mehr als 11.000 Kilometer.)

Das Leitbild der autogerechten Stadt erfuhr in der Bundesrepublik in den 70er Jahren mit den ersten massenhaften Stauerfahrungen und gegenläufigen Siedlungstrends kräftige Erosionen. Das städteplanerische Motto hieß Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre "Revitalisierung der Innenstädte". Die Realentwicklung verlief allerdings widersprüchlich. Neben dem Attraktivitätsgewinn für die Innenstädte war zugleich eine weitere Zersiedelung in städtischen Randregionen zu beobachten. Analog zur sozialstrukturellen Entwicklung zerfaserte auch die Raumstruktur in den Städten und in den angrenzenden Räumen: während die

Zahl der gutverdienenden Einzel- und Kleinhaushalte in den Innenstadtbereichen anstieg und dort zu tiefgreifenden Umstrukturierungsprozessen führte, konzentrierten sich einkommensschwache Schichten in den Satellitensiedlungen der Wirtschaftswunderjahrzehnte und einkommensstarke Familien in weiträumigen Wohngebieten des nach Möglichkeit grünen städtischen Umlandes. Diese Grobtrends scheinen bis heute ungebrochen zu sein. Gleichwohl sind die Planungs- und Infrastrukturvorgaben der 80er und 90er Jahre andere. Viele Städte streben eine Verschiebung des Modal-Splits zugunsten des öffentlichen Verkehrs an. Berlin beispielsweise hat sich ein Verhältnis von 80 vH zu 20 vH im Verhältnis des öffentlichen zum individuellen Verkehr innerhalb des S-Bahn-Ringes bis zum Ende des Jahrzehnts zum Ziel gesetzt. Die Erschließung und Verdichtung von Wohngebieten wird an die Anbindung ans öffentliche Verkehrsnetz geknüpft. Seit mehreren Jahren werden sogar in mehreren Städten Wohnprojekte mit dem Ziel "Wohnen und Leben ohne Auto" vorangetrieben. Aufsehen erregte eine Studie an der Universität Bremen, die eine zeitlich begrenzte Autoabstinenz Bremer Bürger wissenschaftlich begleitet hat. Aus dem Versuch "Leben ohne Auto" ist ein starker Impuls für ein geplantes "autofreies Neubauviertel" entstanden.

Die Ergebnisse des Baus einer autogerechten Infrastruktur sind in den meisten Städten und Ballungsgebieten im nachhinein nur sehr schwer zu korrigieren. Der Straßenrückbau und die Sperrung von öffentlichen Straßen für den privaten Autoverkehr bleiben die ganz großen Ausnahmen. Eine Reintegration der verschiedenen Funktionsbereiche in den Städten ist in weiter Ferne. Teilweise erhält die derzeitige Situation entgegen allen planerischen und kommunalpolitischen Intentionen eine eigene Dynamik. Das Beispiel München zeigt, daß diejenigen Münchner mit Kindern, die es sich leisten können, die Innenstadtbezirke nicht zuletzt wegen der Luftbelastung und Unfallgefahr für die Kinder in Richtung Umland verlassen. Damit vergrößert sich der Pendlerstrom, der alltäglich zwischen innerstädtischen Arbeitsplätzen und außerstädtischen Wohngebieten hin- und herfließt. In München wird mit großem Aufwand versucht, diese Entwicklung mit attraktiven Nahverkehrsangeboten zu kompensieren.

Der Flächenverbrauch durch das Auto erstreckt sich nicht allein auf die Stadt. Aufgrund der Zersiedelung und des gestiegenen Freizeitverkehrs ist der ländliche Raum ebenfalls massiv vom Autoverkehr betroffen. Straßenneubau und vor allem die Verbreiterung bestehender Straßen führen zu einem erheblichen Flächenverbrauch. Der 10-Jahresvergleich von 1981 gegenüber 1971 zeigt, daß der Anteil der Straßen bis 6 Meter Breite gesunken, während der Anteil über 6 Meter Breite stark gestiegen ist. Auch bisher kaum frequentierte ländliche Randregionen wer-

den von freizeithungrigen motorisierten Besuchern, die die Stadt fliehen, problemlos erreicht.

Zum verschwenderischen Flächenverbrauch und zur Zerschneidung von Stadtgebieten und Landschaften kommen spezifische kulturelle Beeinträchtigungen durch den ausufernden Autoverkehr, die darin liegen, daß die Automobile mit der ihnen eigenen Ästhetik und gleichförmigen Infrastruktur die kulturellen Besonderheiten und historischen Profile vieler Städte und Landschaften überschatten. Mittelalterliche Stadtkerne gewinnen durch Autoschlangen, Ampelanlagen und Parkhäuser in aller Regel nichts. Idyllisch gelegene Seen und Flußufer werden durch Auto-picknick und Rastplatzbänke kaum reizvoller. Abgesehen davon, daß die Abgasemissionen oft einen beträchtlichen Schuldanteil an der Zerstörung historisch wertvoller Bauwerke haben, sei es direkt durch lokale Verschmutzung wie die Fassadenverunreinigung unmittelbar an verkehrsreichen Straßen oder sei es indirekt durch den Anteil am ätzenden sauren Regen. Der Kölner Dom wurde eher unfreiwillig zum weltweit bekannten Mahnmal der Auswirkungen des sauren Regens auf Baukunstwerke.

### **Lärmemissionen**

Nach Befragungen Ende der 80er Jahre fühlte sich in der alten Bundesrepublik mehr als die Hälfte der Bevölkerung durch Straßenverkehrslärm belästigt. Ungefähr ein Viertel der Menschen konnte sich demnach in seiner Wohnung erst dann unterhalten, wenn es alle Fenster geschlossen hielt.

Zwar ist die Geräuschwahrnehmung ein subjektives Phänomen, doch lassen sich anhand von dB-Messungen objektive Geräuschniveaus quantifizieren. Schwere Lastkraftwagen haben die höchsten Geräuschemissionen, bei Pkw und Motorrädern hängt der Geräuschpegel entscheidend von den Reifen, von der Geschwindigkeit und vom Fahrverhalten ab. Hohe Geschwindigkeiten, exzessives Beschleunigungsverhalten und die seit Mitte der 80er Jahre besonders beliebten Breitreifen tragen maßgeblich zu den Geräuschbelastungen bei, die vom Autoverkehr ausgehen. Die konventionelle bautechnische Antwort auf die Lärmbelastungen sind Lärmschutzwälle, Isolierfenster und lärmschluckende Straßenüberbauungen. Die Lärminderungen durch den passiven Lärmschutz in den letzten 20 Jahren werden allerdings ständig konterkariert.

Vermutlich gehören die Lärmemissionen zu den am schwersten zu bemessenen sozialen Kosten des Autoverkehrs. Weil die Belastungen individuell sehr unter-



schiedlich empfunden und Lärmbelastungen insgesamt eher unterschätzt werden, spielen die verkehrsbedingten Verkehrsprobleme in der Öffentlichkeit nur eine untergeordnete Rolle. Die Wirkungen von permanentem Lärm sind möglicherweise weniger spektakulär, weil sie als Krankheitssymptome eher auf eine längere Frist in Form von Nervosität und Störungen des vegetativen Nervensystems auftreten. Üblicherweise werden fast ausschließlich Wertminderungen von Immobilien als zu quantifizierende Kosten angenommen. In Überlegungen von Christian Leipert zur ökologisch erweiterten Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wird dieses Dilemma ebenfalls benannt: "Folgekosten lärmbedingter Erkrankungen sind aufgrund der multifaktoriellen Verursachungsproblematik schwierig zu identifizieren, wenn man einmal von den anerkannten berufsbedingten Lärmkrankheiten absieht."

Unstrittig ist hingegen, daß die Lärmbelastungen, auch wenn sie unterhalb gesundheitsbeeinträchtigender Niveaus liegen, ein wichtiger Grund für das Umzugs- und Fluchtverhalten vieler Städter und Fernstraßenanrainer ist. Viele wochenendlichen Kurztrips und alljährlich ersehnte Urlaubsreisen sind auch mit dem Wunsch verbunden, Ruhe oder eine andere, weniger nervenzehrende Geräuschkulisse zu erleben. Dieses lärmbedingte Fluchtverhalten kann man mit Leipert sicher treffend als "Erhöhung der Lärmvermeidungskosten" bezeichnen. Ironischerweise werden die meisten Lärmfluchtbewegungen mit dem eigenen Auto realisiert.

### **Unfälle, Tote und Verletzte**

Die meisten und umfangreichsten Berechnungen zu den erfaßten und zusätzlichen volkswirtschaftlichen Kosten werden zu den Unfallschäden und Unfallopfern gemacht. Aufgrund der allgemeinen Versicherungspflicht von Kraftfahrzeugbenutzern gibt es immer wieder Anlässe für konkrete Kostenkalkulationen. Die Datenbasis von Einzelfällen in einer fast lückenlosen Reihe von Varianten läßt die Berechnungen für eine Gesamtübersicht der Kosten und Folgekosten der autobedingten Unfälle machbar erscheinen. Mit der Perfektionierung der Unfallkostenberechnungen in Versicherungen und in der Wissenschaft setzte zugleich ein gesellschaftlicher Gewöhnungseffekt ein. Die alltäglichen Opfer - immerhin ist derzeit alle 45 Minuten ein tödlich verunglücktes Verkehrsoffer zu beklagen - werden als gegeben hingenommen, lediglich spektakuläre Unfälle wie z. B. Massenkarambolagen auf Autobahnen geraten noch in die Medien. Fast ein Drittel aller Unfalltoten im Straßenverkehr sind Fußgänger und Fahrradfahrer, darunter ein überproportional hoher Anteil von Kindern und alten Menschen. Die alltäglichen Unfälle tauchen nur noch als Teilinformationen im Polizeibericht auf.

Nun ist zwar die Zahl der Toten und Schwerverletzten bei Unfällen in den letzten Jahren drastisch zurückgegangen. In den alten Ländern der Bundesrepublik ist beispielsweise die Gesamtzahl der im Straßenverkehr Getöteten von 14870 im Jahr 1975 auf 7906 im Jahr 1990 gesunken. Die Zahl der Unfälle mit Personenschaden und mit hohen Sachschäden ist aber im gleichen Zeitraum gestiegen. Im Jahr 1990 wurden in der alten Bundesrepublik insgesamt 340.000 Unfälle mit Personenschaden registriert. Im direkten Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln ist das Auto um ein Vielfaches unsicherer, die Zahl der Toten pro Einheitskilometer liegt beim Straßenverkehr 7 mal, die der Verletzten sogar 60 mal höher als beim Eisenbahnverkehr. Aufgrund der Wertsteigerung der Gesamt-Fahrzeugflotte ist auch das Ausmaß der Sachschäden in der Zeitspanne von 15 Jahren erheblich gestiegen. Das Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg (UPI) beziffert die durch Unfälle im Pkw-Verkehr entstandenen volkswirtschaftlichen Kosten für 1989 auf 60,6 Milliarden DM.

Die Entwicklung der Unfallhäufigkeit und Unfallschwere wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Neben der Zunahme der Fahrzeugmenge und der Verkehrsleistung sind fahrzeugseitige Eigenschaften, die Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsregeln sowie natürlich das Verhalten bzw. das Können der Verkehrsteilnehmer entscheidend.

Ebenso wie die Fahrzeugentwicklung mit ihrer Gleichzeitigkeit von Höhermotorisierung und sicherheitstechnischen Verbesserungen ist der Aus- und Umbau der Verkehrsinfrastruktur in seinen Wirkungen ambivalent. Eine jüngere Untersuchung zu den Unfalleffekten des Baues von Ortsumgehungen zeigt dies eindeutig. Ortsumgehungen waren und sind neben Fahrbahnverbreiterungen und dem Autobahnbau ein zentraler Teil des Ausbaus des Straßennetzes. Sie werden allgemein u. a. mit dem Argument vorgenommen, die Unfallgefahren im Ortsdurchfahrtsbereich zu verringern. Statt dessen haben sich aber die Unfallhäufigkeit und die Unfallschwere auf den Ortsumgehungsstraßen erhöht. Dies ist mit dem Anstieg des Verkehrsaufkommens aufgrund des Attraktivitätsgewinns des Straßenangebots und mit der nunmehr möglichen höheren Geschwindigkeit zu erklären.

Die Verbesserung der aktiven und passiven Fahrzeug-Sicherheit kann hinsichtlich des Verhaltens der Fahrzeugenker ebenfalls nicht intendierte Wirkungen haben. Mehr technische Sicherheit führt in Verbindung mit stärkeren Motorleistungen oft zu einem riskanteren Fahrverhalten. Das gestiegene subjektive Sicherheitsgefühl verleitet einige Autofahrer zur Aufgabe eines zurückhaltenden Fahrstils. Aus verkehrspsychologischer Erfahrung kann mehr sicherheitstechnische Sicherheit zu mehr fahrverhaltensbedingter Unsicherheit führen. Schließlich bestimmen die

höchsten Sicherheitsstandards den Stand der Konstruktionsanforderungen an ein Auto. Am Beispiel der Solarfahrzeuge auf Basis der Leichtbauweise sind die innovationsfeindlichen Wirkungen des Sicherheitstrends ersichtlich. Leichtbaufahrzeuge erreichen die Sicherheitsauflagen nur selten und haben in Crashesituationen gegenüber den stahlverstrebten und tendenziell gepanzerten Normalfahrzeugen tatsächlich schlechte Karten.

Die ökologischen und gesellschaftlichen Belastungen durch das Auto sind - will man sie resümieren - vielfältig und konterkarieren den Nutzen des Autos in hohem Maße. Ein Großteil der Umweltprobleme resultiert aus der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Antriebsenergien. Vor allem sind die Schadstoffemissionen mit teilweise unabsehbaren Folgen verbunden, der Katalysatoreinsatz hat nur partielle Wirkungen; eine filtertechnische Lösung ist für das Treibhausgift CO<sub>2</sub> noch überhaupt nicht in Sicht. Darüber hinaus haben die Zerstörung des Raumes, die Lärmemissionen und die Unfälle mit der massenhaften Verbreitung des Autos kritische Ausmaße erreicht. Die staatliche Auflagen- und Regulierungspolitik hat bisher die Steigerung der Umweltbelastungen nicht verhindern können. Angesichts der großen Belastungen für Mensch und Umwelt steigt jedoch der Druck, durch umweltpolitische Auflagen, primär mit verschärften Grenzwerten und Fahrverbotsdrohungen, sowohl die Beeinträchtigungen der Lebensqualität vor Ort abzumildern als auch den globalen ökologischen Gefahren zu begegnen.

## 2. Die ökonomische Bedeutung der Autoindustrie

### Der Kampf um die Weltmärkte

In der Diskussion um ein Tempolimit auf deutschen Autobahnen erhielt ein Argument beinahe die Macht eines Vetos, nämlich der angebliche Standortnachteil für die deutsche Autoindustrie, der sich aus einer Geschwindigkeitsbeschränkung für die bekanntermaßen schnellen deutschen Autos ergäbe. Daß in fast allen auto-produzierenden Ländern der Welt, besonders rigide im Autoland USA, Geschwindigkeitsbegrenzungen auf öffentlichen Straßen gelten, wird in der Klage über den vermeintlichen Standortnachteil geflissentlich übersehen. Unbestritten ist die Automobilindustrie eine Branche mit großer wirtschaftlicher und damit gesellschaftlicher Bedeutung. In der wirtschaftlichen Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland gewann die Autoindustrie in den Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg einen zunehmend wichtigeren Status. Kein anderer Wirtschaftszweig in der Bundesrepublik dürfte eine vergleichbare öffentliche Aufmerksamkeit genießen wie die Autoindustrie. Längst zur Schlüsselindustrie avanciert, droht die Branche mit dem beliebtesten Konsumgut sogar überschätzt zu werden. Nicht nur das Produkt Automobil wird vielfach wie ein Fetisch behandelt, auch die im Rampenlicht stehende Autoindustrie erscheint oft sankrosankt. Voller Stolz und zugleich etwas ängstlich wird in der öffentlichen Diskussion auf die große Zahl gutbezahlter Arbeitsplätze und auf die beeindruckende Gehaltssumme in der Branche hingewiesen: 1992 waren in den alten Ländern der Bundesrepublik über 844.000 Menschen im Straßenfahrzeugbau beschäftigt, an die eine Lohn- und Gehaltssumme von ca. 56 Milliarden DM ausgezahlt wurde.

Schließlich geht es nicht allein um die überdurchschnittliche Löhne und Sozialleistungen zahlenden Autohersteller. Mit den großen Automobilfirmen sind eine Vielzahl von Zulieferern und Service- und Reparaturbetrieben eng verbunden, sie bilden weitreichende Produktionsnetzwerke. Teilweise bestehen große regionale Abhängigkeiten, so ist beispielsweise die niedersächsische Region Wolfsburg/Braunschweig/Salzgitter in hohem Maße von der Volkswagen AG und ihren Zulieferern abhängig. Jede Grundsatzentscheidung des weltweit tätigen Konzerns VW, einen Autotyp an einem anderen Standort zu fertigen, zieht unmittelbare regionalwirtschaftliche Konsequenzen nach sich. Am Beispiel von VW wird deutlich, daß Unternehmenspolitik zugleich auch faktisch regionale Strukturpolitik ist, was im übrigen auch das große Engagement der niedersächsischen Landesregierung für den VW-Konzern erklärt. Auch nachdem der Bund und das Land Niedersachsen ihre beherrschende Stellung als Mehrheitsaktionäre bei Volkswagen auf-

gegeben haben, ist die politische Sorge um den größten deutschen Autohersteller geblieben. Volkswagen ist als größter europäischer Hersteller ein krasses Beispiel für die Produkt-Monostuktur, die in der gesamten Branche vorherrscht. Gerät das Auto in eine Absatzkrise, sind nicht nur die einzelnen Werke zu Produktionskürzungen und Personaleinsparungen gezwungen, sondern die Regionen, in denen die Autowerke oft eine dominierende Rolle spielen, sind insgesamt betroffen. Oft hängt die regionale Ökonomie auf Gedeih und Verderb sogar von einem Modell ab, so muß beispielsweise der VW-Standort Emden und das Arbeitskräfte-Einzugsgebiet Ostfriesland auf den Erfolg des Mittelklassenwagens Passat hoffen. Nach dem Verkauf der in den 70er Jahren erworbenen Schreibmaschinen- und Elektronikfirma Triumph Adler konzentriert sich VW ausschließlich auf das Autogeschäft. Lediglich einige für die Produktion strategisch wichtigen Beteiligungen und Neugründungen bestehen noch, so die ertragreiche Informatik-Tochter VW-Gedas. Andererseits hat VW unter dem eigenen Unternehmensdach eine Vielzahl von Aktivitäten, die durchaus in externer Regie liegen könnten. So wurde beispielsweise eine eigene Roboterproduktion aufgebaut. Verschärfend kommt hinzu, daß VW sehr stark auf ein Automodell fixiert ist. Der Golf wurde nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes 1992 in Deutschland 414.132 mal neu zugelassen, das sind mehr als die Hälfte aller neuzugelassenen Fahrzeuge der Marke VW, die insgesamt 813.036 betragen. Mit dem Golf steht und fällt, wie schon mit dem Vorgänger-Modell, dem Käfer, die wirtschaftliche Lage des Unternehmens.

Es ist nicht möglich, die Autoindustrie nur im regionalen oder nationalen Maßstab zu sehen. Der Autoweltmarkt ist trotz noch vorhandener Zoll- und Mengeneinfuhrbeschränkungen hochentwickelt, die weltweite Konkurrenz ist hart, und an die Stelle von Wachstumsgewinnen ist vor allem nach dem Erstarken der japanischen Autoindustrie zunehmend der Verdrängungswettbewerb getreten. Verkaufszahlen und Produktionskosten werden einem globalen Vergleich unterworfen. Die Einkaufspolitik der Autohersteller folgt zunehmend dem Grundsatz des Global-sourcing, sie richtet sich nach den weltweit günstigsten Angeboten von Ausgangsmaterialien und Vorprodukten. Die großen Autokonzerne forcieren den Aufbau eines globalen Netzes von Werken der Endmontage und der Komponentenfertigung, um je nach Wechselkurs und Marktverschiebungen die Produktion flexibel von einem Standort zum anderen verlagern zu können. Zusätzlich verspricht man sich eine größere Marktnähe. Aus diesem Grund bauen beispielsweise BMW und neuerdings Mercedes-Benz Montagewerke in den USA. Eine Studie einer Forschergruppe des Massachusetts Institute of Technology (MIT-Studie) erregte 1990 einiges Aufsehen, als diese die Produktionsbedingungen und Produktivitätsniveaus in den Automobilwerken dieser Welt untersucht und bewertet haben. Darin wurde ein erheblicher Vorsprung der japanischen Werke, einschließlich ihrer amerikani-

schen und europäischen Ableger, den sogenannten Transplants, vor den amerikanischen und europäischen Fabriken diagnostiziert. Obgleich die MIT-Studie unter heftige Kritik geriet, weil sie Unvergleichbares zu vergleichen versuchte und damit Hitlisten der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit aufstellte, hat sie zentralen Elementen der Lean production wie die Verringerung der Fertigungstiefe, neue Logistikkonzepte und die Förderung der Gruppenarbeit zu einer breiten Popularität verholfen. Abflachen der betrieblichen Hierarchien, Outsourcing und Begrenzung der Teilevielfalt sind weitere Stichworte in den Reorganisationsbemühungen zu einer wettbewerbsfähigen Produktion (nicht nur) in der Automobilindustrie. Innerhalb und außerhalb der Autobranche sind die Prinzipien der schlanken Produktion in aller Munde, und Zielvorgaben für die Erhöhung der Produktivität werden allerorten ausgegeben, nur über das Produkt gibt es kaum Diskussionen. Das Auto selbst ist in den hektischen Umstrukturierungsaktivitäten der Autofirmen nicht tangiert. Es wird erstaunlich unkritisch behandelt in einer Lage, in der bis dato stabile betriebliche Tabus wie die Hierarchiestruktur oder die Eigenfertigung wichtiger Fahrzeugkomponenten zur Disposition stehen.

Einige Daten zur Weltfahrzeugproduktion: 1992 betrug die Weltproduktion (einschließlich Lastkraftwagen, Busse, Traktoren und sonstige Nutzfahrzeuge) 49.433.475 Einheiten. Das ist nach dem Rekordjahr 1990 mit über 50 Millionen die zweitgrößte jährliche Produktion in der Geschichte des Automobils. Bemerkenswert ist, daß der Anteil der in Japan produzierten Fahrzeuge von 1990 annähernd 13,5 Millionen um 1 Million Fahrzeuge im Jahr 1992 gesunken ist. In dieser Reduktion spiegelt sich die verstärkte Etablierung von Transplants in den USA und Europa wider. Die deutsche Produktion betrug 1992 knapp 5,2 Millionen Einheiten, also mehr als 1/10 der Weltproduktion, wobei allein in der VW-Gruppe (Volkswagen, AUDI, SEAT und Skoda) fast 3,5 Millionen Fahrzeuge hergestellt wurden. Für 1993 wurde ein Rückgang der Produktions- und Verkaufszahlen registriert, der jedoch regional sehr unterschiedlich verlaufen ist. Während in Westeuropa die Entwicklung der Verkaufszahlen von Land zu Land sehr schwankte und in Japan rezessionsbedingt Einbußen von fast 10 Prozent hingenommen werden mußten, waren die Steigerungsraten in den neuen asiatischen Märkten, besonders in China und in Südamerika, beeindruckend. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß die Ausgangszahlen in diesen Regionen gegenüber den etablierten Märkten in Europa, Nordamerika und Japan sehr bescheiden sind. Beispielsweise stiegen in der Volksrepublik China die Verkaufszahlen 1992 im Vergleich zum Vorjahr von 95.300 auf 220.000 und in Argentinien von 131.869 auf 218.335 Autos.

Eine Sonderkonjunktur bestimmte den deutschen Automarkt in den Jahren 1990 und 1991. Die Verkaufszahlen haben sich in Deutschland nach der Vereinigung der beiden deutschen Staaten stürmisch entwickelt. Der Vereinigungsboom brach allerdings 1992 schon wieder ein. Nach fast 4,2 Millionen Autoverkäufen in Deutschland 1991 wurden im folgenden Jahr ungefähr 900.000 Autos weniger abgesetzt. Nur zwei deutsche Hersteller erreichten 1992 noch Wachstumsraten, VW 3,2 Prozent und BMW sogar 5,5 Prozent mehr als 1991. Alle anderen mußten z. T. erhebliche Einbußen hinnehmen, allen voran Mercedes-Benz mit einem Minus von 12,1 Prozent. Der Abwärtstrend hat sich 1993 fortgesetzt und auch VW und BMW erfaßt. Die negativen Veränderungsdaten in den ersten fünf Monaten 1993 gegenüber den ersten fünf Monaten 1992 lagen zwischen 15 bei VW und BMW, 33,7 Prozent bei Mercedes-Benz und gar 53,7 Prozent bei Porsche. Die weltweite Krise der Autoindustrie wirkte sich in Deutschland besonders stark aus, weil sie infolge der vereinigungsbedingten Sondernachfrage verzögert worden war und auf gerade eingerichtete zusätzliche Kapazitäten gestoßen ist. Die IG Metall konstatierte im Sommer 1993 europaweite Überkapazitäten von 1,5 bis 2 Millionen Fahrzeuge. Ehrgeizige Investitionspläne wurden 1993 unter dem Eindruck massiver Ertragseinbrüche radikal gestutzt. Der VW-Konzern strich die für 1993 geplanten Investitionen von 12 Milliarden DM um die Hälfte zusammen, Mercedes-Benz sieht Einsparungen bis 1997 von 6 Milliarden DM vor und will zugleich die Produktivität um 40 Prozent steigern.

Insgesamt haben die Automobilindustrie, die mit ihr verbundenen Zulieferer und die sonstigen vor- und nachgelagerten Branchen Anfang der 90er Jahre einen Anteil von ungefähr einem Sechstel aller Arbeitsplätze in Deutschland, ihr Anteil am Bruttosozialprodukt beträgt etwa ein Fünftel. Diese hohen Anteile wurden durch die krisenbedingten Produktionsrückgänge und Massenentlassungen im Jahr 1993 nur marginal reduziert. Sie haben damit volkswirtschaftliche Ausmaße erreicht, die selbst von den klassischen altindustriellen Branchen und heutigen Großsubventionsnehmern Kohle und Stahl nie erreicht worden sind. Überdies hat die Automobilindustrie wegen ihres hohen Exportanteils eine besondere Position, ein knappes Fünftel machen exportierte Straßenfahrzeuge am Gesamtexport der Bundesrepublik Deutschland aus. Im Jahr 1991 lag die Autoindustrie mit einem Exportvolumen von ca. 115 Milliarden DM deutlich vor den traditionellen deutschen Exportbranchen Maschinenbau (98 Milliarden), Chemie (83 Milliarden) und Elektroindustrie (78 Milliarden). Diesem Wert stand im gleichen Jahr ein Importvolumen von ca. 70 Milliarden DM gegenüber. Der Automobilindustrie wird neben der wichtigen Rolle für die Außenhandelsbilanz auch immer wieder die Rolle des Konjunkturmotors der deutschen Industrie zugeschrieben. Die vielfältigen Zuliefererbeziehungen bedeuten für die chemische Industrie, die Textil-, die son-

stige Metall- und für die elektrotechnische Industrie ein umfangreiches Auftragsvolumen.

## Die Autoindustrie im Strukturwandel

Die wichtige Position der Autoindustrie innerhalb der deutschen Volkswirtschaft ist das Ergebnis eines phänomenalen Aufstiegs eines Industriezweiges nach dem Zweiten Weltkrieg. Den exorbitanten Bedeutungszuwachs erfuhr die Branche erst in den späten 50er und 60er Jahren und folgendem, also im westdeutschen Nachkriegsboom. Noch in den 30er Jahren war die deutsche Automobilindustrie in einer extremen Außenseiterposition. Nach der Jahreshöchstproduktion in Deutschland von 101.701 Pkw im Jahre 1928 sank der jährliche Pkw-Ausstoß nach einer Liberalisierung der Zollgesetzgebung auf 41.727 im Jahr 1932. Aus wirtschaftshistorischer Sicht ist der Aufstieg der Automobilindustrie in Deutschland umso erstaunlicher, weil zu Beginn der 30er Jahre das Ende der noch jungen deutschen Autoindustrie drohte. Die deutschen Autohersteller, die in der Vorkriegszeit weder Erfahrungen mit Kleinwagen noch mit den Methoden der Massenproduktion hatten, waren den amerikanischen und französischen Konkurrenten auf dem heimischen Markt nicht gewachsen. Das Auto war zwar in Deutschland "erfunden" worden, doch sein Siegeszug als Massenkonsumartikel und Exportgut kam lange nicht zustande. So stieg zwar der Pkw-Bestand in den Jahren 1921 bis 1929 von 60.000 auf 422.000, damit besaßen aber nicht einmal ein Prozent aller Deutschen ein Auto. Von den etwa 130 deutschen Marken zu Beginn der 20er Jahre waren Ende des Jahrzehnts nur noch 10 übriggeblieben. Die Akzeptanz des Autos war zudem in der Vorkriegszeit gespalten: "Wenn nicht die öffentliche, so könnte doch die veröffentlichte Meinung den Eindruck erwecken, als ob schon damals alles auf die Massenmotorisierung hindrängte. Die Archive und Regionalzeitungen vermitteln aber teilweise ein anderes Bild: da gibt es noch eine Flut von Klagen über den wachsenden Autoverkehr und über die Rücksichtslosigkeit eines der Tradition der Jagd verhafteten Automobilismus."

Die tiefen Einbrüche in der industriellen Entwicklung und die Erfahrungen mit dem Strukturwandel insbesondere in von der Montan- und Schwerindustrie geprägten Regionen wie dem Ruhrgebiet oder alten Industriestandorten im Saarland zeigen, daß eine machtvolle wirtschaftliche Stellung ganzer Branchen in kurzer Zeit erodieren kann. Der industrielle Niedergang kann schneller erfolgen als der schnellste Aufbau. Vor diesem Hintergrund ist auch die Umbau- und Diversifikationsstrategie des Daimler Benz-Konzerns zu sehen. Das Ziel des "integrierten Technologiekonzerns mit großen Synergien" wurde in den 80er Jahren von Teilen



des Daimler Benz-Managements, der Führung der Deutschen Bank, dem Hauptaktionär und wichtigsten Depotverwalter, und mit Unterstützung der baden-württembergischen Landesregierung angestrebt. Hauptargumente der Protagonisten der bislang größten Umstrukturierung eines Automobilunternehmens in Deutschland - allen voran Edzard Reuter, dem Architekten des "Technologie-Konzerns Daimler Benz" - waren die gemeinsame Einschätzung der weiteren Globalisierung der Märkte und die Notwendigkeit einer organisatorischen Mindestgröße für den Hochtechnologie-Wettbewerb. Der Sprung vom traditionsreichen Autobauer zum Anbieter von Verkehrssystemen sollte gelingen, indem sowohl Unternehmen der Luft- und Raumfahrt als auch Kapazitäten zum Bau von Schienenfahrzeugen sowie relevante Einheiten zur eigenen Entwicklung von Querschnittstechnologien wie Mikroelektronik und Werkstofftechnik erworben wurden. Trotz aller strategischen Weitsicht und einer radikalen Strukturreform, die zur Schaffung von vier Konzernsäulen unter einem gemeinsamen Holdingdach führte, gestaltet sich der Umbau von Daimler Benz bis heute schwierig. Besonders Mercedes-Benz, das mit Abstand größte, zum Zeitpunkt der Umstrukturierung hoch profitable und mit einem tief verwurzelten Produktethos verbundene Kernunternehmen der Daimler Benz AG, läßt sich nicht einfach in eine neue Konzernstruktur integrieren. Die Forderung nach dem Technologiekonzern für den künftigen Wettbewerb blieb bisher abstrakt, die Pläne von Edzard Reuter erwiesen sich als zu technokratisch und unternehmenskulturell nicht abgesichert. Das Auto ist - wahrscheinlich mehr noch als bei anderen Herstellern - bei den Nachfolgern von Gottlieb Daimler und Carl Benz der "identitätsstiftende Kern" ihrer Arbeit. Diese Tradition und die Qualitätsansprüche an das Produkt prägen das Selbstverständnis und die Unternehmenskultur bei Daimler Benz. Auch die Forschung und Entwicklung wird determiniert durch den "Weltstandard Mercedes". Experimentierfreude und Innovationsbereitschaft werden durch eine solche Selbstbindung an Tradition und Qualitätsvorgaben wahrlich nicht gefördert. Nur das Beste ist gut genug, nur das Bewährte kann verbessert werden - so lauten nach wie vor die Wahlsprüche der schwäbischen Autobauer.

Einen Einbruch in die bis dato gefestigte Branchenstruktur gab es Ende der 80er Jahre, als der Konkurrent BMW in den Verkaufszahlen gegenüber Mercedes immer besser wurde und zum Überholen ansetzte und als die aufwendig entwickelte neue S-Klasse 1991 in die Kritik geriet. Die Paradelimousine von Mercedes, ein 2-Tonnen-Fahrzeug mit viel Komfort und einem noch einmal gestiegenen Treibstoff-Verbrauch, ist die Inkarnation der Rennreiselimousine: schnell, kräftig, schwer und bequem. Die Beurteilung von Fachpresse und breiter Öffentlichkeit war fast einhellig: Die S-Klasse ist nach 7 Jahren Entwicklungszeit konstruktiv ein Fossil, ökologisch eine Katastrophe und technisch ein offenkundiges Beispiel

für deutsches Overengineering. Diese Einschätzung ging einher mit einem realen Verlust an Marktanteilen: BMW produzierte 1992 mit 580.259 Fahrzeugen erstmals mehr Autos als Mercedes, wo man gegenüber 1991 einen Produktionsrückgang von über 40.000 Autos hinnehmen mußte und mit einer Jahresproduktion von 531.457 deutlich hinter den Erzkonkurrenten zurückfiel.

Das vernichtende Urteil über die S-Klasse wirkte nicht nur destabilisierend auf Mercedes-Benz, sondern traf die gesamte deutsche Autoindustrie, weil sie die Krise der Produktphilosophie aller Autohersteller offenbarte. Das Leitbild der Rennreiselimousine war erschüttert, die Entwicklungsvorgaben des "schneller-höher-weiter" waren angesichts der Umweltgefährdungen durch die Emissionen des Verbrennungsmotors, der Dauerstaus auf den Straßen und der verstopften Städte nicht mehr plausibel. Das Umweltbewußtsein in breiten Kreisen der Öffentlichkeit war zudem geschärft und der Freiheitsmythos des Autos verblaßte. Außerdem zeigte der S-Klasse-Schock, daß das Marktsegment der Kleinwagen offenbar jahrelang vernachlässigt worden war. Die Entwicklungsziele "kleiner, leichter, sparsamer" waren kurz nach den Ölpreisturbulenzen der 70er Jahre aus den Pflichtenheften der Entwicklungsingenieure wieder verschwunden. Erst nach dem Vereinigungsboom und den Verkaufserfolgen ausländischer Kleinwagenanbieter 1992/93 stieg die Aufmerksamkeit der deutschen Autounternehmen für das Kleinwagensegment. Zur Internationalen Auto-Ausstellung (IAA) im Herbst 1993 in Frankfurt standen Designstudien neuer Kleinwagen im Mittelpunkt.

Der Trend der letzten Jahre zu größeren Wagen und teureren Modellen ist auch darin begründet, daß die Gewinnmargen deutlich höher sind als bei Kleinwagen und Billigmodellen. Große Hoffnungen werden nun mit den noch kaum erschlossenen Märkten in Osteuropa und in Asien verbunden. Besonders Volkswagen setzt auf die chinesische Karte, mit frühen Joint ventures und massiven Investitionen in eigene Produktionskapazitäten in der Volksrepublik China konnte VW sich in China bis 1993 einen Marktanteil von über 50 Prozent sichern. Von einer Marktsättigung ist China noch weit entfernt. Angeboten werden die gleichen Standard-Modelle wie auf anderen Märkten der Welt, insofern ist nicht nur der Ford'sche Mondeo ein Weltauto, sondern der Golf, der Corolla, der Astra, der Colt und viele andere Modelle gleichermaßen. Wie sich VW und die anderen Autohersteller die Motorisierung nach westlichem Vorbild in den dichtbevölkerten Stadtregionen Chinas vorstellen, bleibt dabei allerdings ihr Geheimnis. Abgesehen von der Raumknappheit ist das Problem steigender weltweiter klimarelevanter Emissionen und der mit steigender Motorisierung anwachsende Rohölverbrauch vollkommen ungelöst. Vor dem Hintergrund dieser neuen Motorisierungswellen in dichtbevölkerten Teilen der Erde ist die Forderung nach einem 2-

3-Liter-Auto, nach einem regional und global verträglichen Auto, berechtigter denn je.

Auch wenn die Autoindustrie aufgrund ihrer öffentlichen Präsenz und der Attraktivität ihrer Produkte bisweilen in ihrer realen wirtschaftlichen Bedeutung gegenüber weniger auffälligen Branchen überschätzt wird, so sind doch ihre beschäftigungspolitischen und regionalwirtschaftlichen Effekte keinesfalls zu vernachlässigen. Mit der großen regionalen und volkswirtschaftlichen Bedeutung der Autoindustrie in der Bundesrepublik ist auf der anderen Seite die Furcht vor konjunkturellen Einbrüchen und strukturellen Friktionen verbunden. Die Verantwortung der Autounternehmen geht weit über die Verantwortung gegenüber den Aktionären und Beschäftigten hinaus. Die politischen und gesellschaftlichen Ansprüche an die Unternehmen sind nicht zuletzt aufgrund ihrer in bestimmten Regionen dominanten Position so groß, daß sie in den Unternehmensentscheidungen nicht ungestraft ignoriert werden können. Eine falsche Produktpolitik und mangelnde Zukunftsvorsorge der Automanager fällt auf die Belegschaften und auf die gesamte Region mitsamt ihren Zulieferern zurück. Die Autounternehmen können es sich wegen ihrer immensen beschäftigungspolitischen und regionalwirtschaftlichen Verantwortung noch weniger als andere Unternehmen leisten, die Veränderung von ökonomischen, gesellschaftlichen und ökologischen Rahmenbedingungen für ihre Produkte zu übersehen. Umso erstaunlicher ist es, daß außer dem Daimler Benz-Konzern kein deutsches Autounternehmen eigene Forschungskapazitäten institutionalisiert hat, um sich systematisch und über den kurzfristigen Horizont von Marktstudien hinaus über mögliche und wahrscheinliche Veränderungen der Rahmenbedingungen Kenntnisse zu verschaffen. Unter dem Dach der Daimler Benz AG arbeitet die "Forschungsgruppe Berlin" als eine zwanzigköpfige, interdisziplinär zusammengesetzte Forschungseinheit, die auch nach eigenem Verständnis sozialwissenschaftliche Technikforschung betreibt.

### **Staatliche Vorleistungen in der Infrastruktur**

Der Siegeszug des Autos und die Massenmotorisierung seit Beginn der 60er Jahre konnte nicht voraussetzungslos erfolgen. Mit der Massenmotorisierung ging die Einrichtung und der Ausbau einer gigantischen Verkehrsinfrastruktur einher. Die Förderung des Pkw war ein prioritäres Ziel der Bundesregierungen nach dem Zweiten Weltkrieg, wie Dietmar Klenke in einer Untersuchung der ersten fünfzehn Jahre bundesdeutscher Verkehrspolitik nachgewiesen hat. Die Motorisierung wurde nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen angestrebt. Nach Ansicht von Dietmar Klenke war der motorisierte Individualverkehr auch eine sozio-kulturelle

Antwort auf die kollektivistischen Strukturen des Nationalsozialismus: "Man wußte die Pkw-Motorisierung nicht allein als Konjunkturmotor und Träger des technischen Fortschritts zu schätzen, sondern auch als gewichtigen sozialen und kulturellen Stabilitäts- und Integrationsfaktor, als Faktor neudeutscher Sinnstiftung. Der Pkw avancierte im Schatten der militärischen und ideellen Katastrophe des Nationalsozialismus zum neudeutschen Nationalsymbol der Wiederaufstiegsgesellschaft." Zur Verkehrsinfrastruktur gehören nicht nur Straßen, Brücken und Tunnel, sondern auch Parkplätze, das Rettungswesen und der Verkehrsfunk. Die allermeisten Teile und Maßnahmen der Verkehrsinfrastruktur, die für das Funktionieren des motorisierten Individualverkehrs notwendig sind, wurden und werden mit öffentlichen Mitteln betrieben. Auch wenn die Kfz- und Mineralölsteuer von den Autonutzern gezahlt wird, um zweckgebunden für Straßenbau und -wartung eingesetzt zu werden, umfaßt die Verkehrsinfrastruktur darüber hinaus gehend Aufgaben, die weder von den Nutzern, geschweige denn von den Autoherstellern finanziert werden, sondern letztlich als öffentliches Gut von allen steuerzahlenden Bürgern aufgebracht werden. Die Meinungen über die Deckungsrate der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung gehen weit auseinander. Während der Verkehrsökonom Ulrich van Suntum eine fast 100%ige Deckung der Verkehrsinfrastrukturkosten durch die staatlichen Einnahmen aus den Kfz- und Mineralölsteuern errechnet, weisen andere Verkehrswissenschaftler und Umweltökonomien immer wieder auf die sonstigen Kosten hin, die als externe Kosten bisher nicht in die Rechnung eingegangen oder aber schwer zu quantifizieren sind oder, wie beispielsweise für das Ambulanz- und Rettungswesen sowie die verlorenen Erträge aus alternativer Nutzung von Straßen- oder Parkraum, in keiner verkehrswirtschaftlichen Rechnung berücksichtigt werden. Der Autokritiker Dieter Teufel z. B. hat für 1989 ein Defizit von über 200 Milliarden DM errechnet, das aus der Gegenrechnung von allen quantifizierbaren technischen, ökologischen und sozialen Kosten aus dem Auto- und Lkw-Verkehr zu den Einnahmen aus der Kfz- und Mineralölsteuer entsteht.

Unabhängig davon, wie hoch die sozialen Kosten und die Deckungslücke für die Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur wirklich sind, werden die Infrastrukturkapazitäten grundsätzlich wie ein freies Gut genutzt. Augenscheinlich ist aber auch die Nutzung der Verkehrsinfrastruktur - wie die Nutzung der bislang ebenso als freie Güter betrachteten natürlichen Umweltmedien Luft, Wasser und Erde - begrenzt. Pauschale Kostenerhebungen wie die Kfz-Steuer stehen jedoch in keiner Relation zur konkreten Straßennutzung. Erst mit neueren Konzepten des Roadpricing werden in der verkehrswissenschaftlichen Diskussion Vorschläge erörtert, die eine Nutzung von Infrastrukturkapazitäten mit Kosten belegen. Mit variablen Straßennutzungspreisen könnten zudem verkehrslenkende Effekte in räumlicher

und in zeitlicher Hinsicht erzielt werden. In Verkehrsspitzenzeiten würde das Fahren auf vielbenutzten Strecken spürbar teurer als auf schwach frequentierten Straßen in verkehrsarmen Zeiten. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen der Bundesregierung hat in seinem Gutachten "Auto und Umwelt" von 1973 das Road-pricing wegen umsetzungstechnischer und theoretischer Bedenken rundherum abgelehnt: "Die nach der Theorie erforderliche Ermittlung der Grenzkosten ist praktisch nicht durchführbar und würde selbst bei erheblichen Abstrichen an der Ermittlungs-, Rechnungs- und Kontrolleffizienz die Verwaltung überfordern." Technisch scheint das Road-pricing durch den Einsatz von Informationstechnik und Chip-Karten zumindest für Stadtzufahrten und Autobahnen künftig durchaus machbar. Ein Modellprojekt unter der technischen Leitung der Bosch-Tochter ANT wird in Baden-Württemberg vorbereitet. Die Abbuchung der Straßenbenutzungseinheiten soll dabei analog zu den Telefonkarten realisiert werden, die Anonymität der Nutzer und ihrer Streckenwahl bliebe gewahrt. Auch international werden verschiedene Formen des Road-pricing erprobt. Problematisch erscheinen vor allem die sozialen Auswirkungen, wenn unter sich verschärfenden Knappheitsbedingungen die Straßennutzung den Gesetzen des freien Marktes übergeben wird, und am Ende einer kleinen Anzahl Mobilitätsgewinnern eine große Anzahl von Mobilitätsverlierern gegenübersteht.

Im jüngsten Verkehrswegeplan der Bundesregierung aus dem Jahr 1993 wurde zwar noch keine Abkehr vom öffentlichen Straßenbau vorgenommen, wie es von vielen Verkehrswissenschaftlern (und den immer noch wenigen Verkehrswissenschaftlerinnen) gefordert wird. Es wurde sogar der Neubau von Autobahnstrecken festgeschrieben, wovon die geplante West-Ost-Verbindung A 44 durch das Rothaargebirge und die neue Ostsee-Autobahn in Mecklenburg-Vorpommern die umstrittensten sind. Der Straßenbau wird auch im Bundesverkehrswegeplan weiterhin ausgeweitet, das Autobahnnetz wird um 2.400 Kilometer auf 13.300 km und das Bundesstraßennetz um 5.600 km vergrößert. Das Umweltbundesamt erwartet übrigens einen Zuwachs der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch von Straßennetzerweiterungen induzierten zusätzlichen Verkehr von 7 Prozent. Dennoch ist eine Akzentverschiebung gegenüber früheren Verkehrswegeplänen zu konstatieren: der Aus- und Neubau von Gleisstrecken wird verstärkt gefördert. Insgesamt sind für den Zeitraum 1991 bis 2010 Investitionen in Höhe von 414 Milliarden DM (in Preisen von 1991) vorgesehen. Der größte Teil der geplanten Ausgaben für den Straßenbau, nämlich über 60 Prozent, wird für die Instandhaltung des bestehenden Straßennetzes benötigt, das besonders in den 70er und 80er Jahren sehr großzügig ausgebaut worden ist. Durch die starke Inanspruchnahme der öffentlichen Straßen ist der Wartungs- und Sanierungsbedarf erheblich gestiegen. In den Verkehrswegeplänen von 1973, 1980 und 1985 lagen die Anteile der Investitionsmittel für die

Bundesfernstraßen noch bei 54 Prozent und mehr der Gesamtinvestitionen im Verkehrsbereich, während sie im Planansatz von 1992 auf 46 Prozent gesunken sind. Dieser Anteil umfaßt trotzdem noch mehr als 191 Milliarden DM. Nach alten und neuen Bundesländern differenziert, sind die Zahlen allerdings ernüchternd. In den alten Ländern sind die Quoten fast gleich hoch geblieben. Der hohe Anteil an Investitionen für den Schienenverkehr in den neuen Bundesländern ist durch den enormen Ersatzbedarf im Schienennetz der alten DDR und durch den Ausbau des Bahnknotens Berlin zu erklären.

Die staatlichen Infrastrukturleistungen für den Straßenverkehr sind - genau wie für den Schienenverkehr - auch beschäftigungspolitisch von beachtlichem Umfang. Der weitere Ausbau und die zu erwartenden Folgekosten berühren die finanziellen Grenzen des Staates, nicht zuletzt deshalb werden künftig private Finanzierungsformen im Straßenwesen wahrscheinlicher.

Die ökonomische Bedeutung der Autoindustrie und mit ihr verbundener Wirtschaftsaktivitäten ist - so muß zusammenfassend festgehalten werden - für die Bundesrepublik Deutschland groß. In regional- und strukturpolitischer Hinsicht existieren partielle Abhängigkeiten von einzelnen Autounternehmen bis hin zum Ausgeliefertsein vom Verkaufserfolg bestimmter Modelle. Gerade die Autoindustrie unvorbereitet in einen Strukturwandel, sind damit erhebliche regionalwirtschaftliche und beschäftigungspolitische Probleme verbunden. Gleichzeitig ist eine Diversifizierung von Autofirmen die Ausnahme und, wie das Beispiel Daimler Benz zeigt, aufgrund unternehmenskultureller Restriktionen schwierig. In der Krise zu Beginn der 90er Jahre ist sogar die gegenläufige Entwicklung zu beobachten, nämlich die Konzentration der Autohersteller auf ihr Kerngeschäft. Vorrang haben Kostenreduktion und die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, eine kritische Überprüfung des Produktes Automobil hat keine Chance.

Die staatlichen Infrastrukturvorleistungen für den Autoverkehr sind immens. Sie stoßen nach dem Anstieg der Verkehrsleistung und angesichts zu erwartender Folgekosten im motorisierten Individualverkehr an Finanzierungsgrenzen. Zusätzliche zweckgebundene staatliche Mehrforderungen an die Verkehrsteilnehmer oder Benutzungsentgelte von öffentlichen und privaten Wegebetreibern sind unvermeidlich. Das Autofahren wird nicht zuletzt auch deshalb teurer.

### **3. Das automobiler Leitbild: stabil und robust über 100 Jahre**

Die global wirksamen Umweltbelastungen, die mit der massenhaften Nutzung von Automobilen verbunden sind, haben daher auch die Kritik an den Automobilherstellern schärfer werden lassen. Nachdem in den 80er Jahren von allen Automobilunternehmen in die produktionstechnische Basis und die Modernisierung der fabrikorganisatorischen Voraussetzungen investiert wurde, vermuteten viele Beobachter, daß in den 90er Jahren mehr die Frage des Produktes Automobil selbst im Konzerninteresse stehen würde. "Hier geht es um neue Antriebssysteme, Energieverbrauch und Emissionen, neue Materialien, Sicherheit, Platzbedarf des Automobils und um seine Einbettung in neue verkehrspolitische Konzepte", lauteten die Hoffnungen der meisten Automobilforscher noch Ende der 80er Jahre.

Es bleibt erst einmal festzuhalten, daß trotz sehr kritischer Diskussionen in der Öffentlichkeit über die Folgeprobleme der massenhaften Motorisierung die Autohersteller nicht nur am Autokonzept der Rennreiselimousine insgesamt, sondern gerade auch an dessen technischem Kern, dem Hubkolben-Verbrennungsmotor, bis heute festgehalten haben. Die Unternehmen müssen sich daher mit zunehmendem Aufwand gegenüber Vorwürfen rechtfertigen, sie orientierten sich starr an überholten Fahrzeugkonzepten und würden damit ihrer umweltpolitischen Verantwortung nicht gerecht. Weder konnte eine drastische Verschärfung der amerikanischen Schadstoffgrenzwerte zu Beginn der 70er Jahre, noch der Ölpreisschock Mitte der 70er oder die Ökowelle der 80er Jahre die Hersteller zu einer grundlegenden Überprüfung ihrer Modellpolitik bewegen.

#### **Gereifte Technik für die Zukunft**

Insbesondere rückt das Festhalten am Hubkolben-Verbrennungsmotor auf der Basis der Verwendung flüssiger Kohlenwasserstoffe ins Zentrum der Kritik. Mit der Wahl dieser Antriebstechnik sind die Umweltbelastungen der limitierten Schadstoffe CO, HC, NO<sub>x</sub> und der Partikel verbunden, wobei die bislang nicht in das gesetzliche Regelwerk aufgenommenen Belastungen beispielsweise durch CO<sub>2</sub>, Formaldehyd oder Edelmetalle noch hinzugerechnet werden müssen. Obwohl die Industrie im Rahmen einer ganzen Reihe von Projekten zu alternativen Antriebslösungen arbeitet und mittlerweile über sehr viel Erfahrung auch auf

diesem Gebiet verfügen dürfte, bleiben alle Repräsentanten der Autoindustrie hinsichtlich eines möglichen Einsatzes alternativer Antriebssysteme sehr skeptisch. Überhaupt scheinen aus Sicht führender Entwicklungschefs bei der Frage zukünftiger Automobilkonzepte nur sehr ausgewählte Parameter für eine Weiterentwicklung am Konzept der Rennreiselimousine "offen" zur Disposition zu stehen. Die umwelt- und gesellschaftspolitischen Herausforderungen der kommenden Jahre bewegen nämlich die Entwicklungschefs keineswegs zur Überprüfung aller grundlegenden Entwicklungslinien. Im Gegenteil: "gereifte" Technik dient in den Augen der Automobilingenieure auch in den zu erwartenden ökonomischen Auseinandersetzungen, im Kampf um die Reduzierung der Produktionskosten, geradezu als Voraussetzung für den ökonomischen Überlebenskampf einzelner Anbieter. Beispiele wie Citroen, Borgward, NSU oder die zur Zeit wieder einmal kritische Lage von Mazda demonstrieren der Branche immer wieder, daß sich eine abweichende, innovative Produktpolitik betriebswirtschaftlich jedenfalls nicht auszahlt. "Die Motoren werden weiterhin Otto- und Diesel-Hubkolbenmotoren sein, mit nochmals verringerten Verbrauchs- und Abgaswerten", hieß es unmißverständlich schon Ende der 80er Jahre beispielsweise in der Audi-Chefetage. "Zusammenfassend gilt für den (zukünftigen - d. A.) Antrieb von Pkws: Die Summe aller Vorteile von noch nicht in Serie befindlichen Antrieben wird nicht ausreichen, deren Nachteile zu kompensieren und den fast 110 Jahre gereiften Hubkolbenmotor zu gefährden, viel weniger noch abzulösen". Denn: "die Funktionsgüte, der Reifegrad und vor allem die Kosten altbewährter Baugruppen und Werkstoffe sind schwierige Hürden für ganz neue Lösungen". Oder wie es ein BMW-Entwicklungsingenieur ausdrückte: Der Vorteil in der "Weiterentwicklung bestehender Systeme gegenüber 'Alternativen' ist, daß man auf Bestehendem aufbauen kann und - meistens - mit der vorhandenen Infrastruktur weiterleben kann".

Diese Haltungen ziehen sich unverändert bis in die jüngste Gegenwart hinein. Der wohl einflußreichste Verbrennungsmotoren-Forscher im deutschsprachigen Raum, der Aachener Professor Franz Pischinger, stellte 1991 fest: "In absehbarer Zeit gibt es keine Alternative zum Verbrennungsmotor. Das Entwicklungspotential dieser in der Vergangenheit überwiegend empirisch entwickelten Maschine ist noch bei weitem nicht ausgeschöpft und gestattet es, sich auch in Zukunft den neuen Anforderungen zu stellen". "Otto- und Dieselmotoren werden eine gute Zukunft haben, wenn es gelingt, das erforderliche Gleichgewicht zwischen realisierbarem technischen Fortschritt und den zu begleitenden gesetzlichen Bedingungen" zu schaffen, drückte sich Peter Hanenberger, Technik-Vorstand der Opel AG 1993 nicht ungeschickt aus. BMW-Chefentwickler Wolfgang Reitzle sieht auch für alternative Energieträger wie Rapsöl oder Wasserstoff neben Sicherheits- und Infrastrukturprobleme vor allen Dingen "keinen Markt".



## Energiespeicher als Schlüssel der Antriebstechnik

Warum wehrt sich also die Autoindustrie seit Jahrzehnten beharrlich, auch nur in Nischenanwendungen andere Antriebssysteme einzusetzen? Die grundlegenden Diskussionen um die Frage der Antriebssysteme von Automobilen wurden eher zu Beginn der 70er Jahre geführt, als das Thema Antriebstechnik erstmals im Zusammenhang mit einer drastischen Verschärfung der Abgasgrenzwerte in den USA weltweit öffentlich diskutiert wurde. Aus den Debatten zu Pro und Contra des Verbrennungsmotors von damals läßt sich ein bis heute noch gültiges Legitimationsmuster ablesen. "Es gibt Leute, die das Abgasproblem glauben dadurch lösen zu können, daß der Verbrennungsmotor durch die Dampfmaschine oder den Elektromotor ersetzt wird. Vor dieser Illusion" - so ein führender Funktionär des Verbandes der Deutschen Automobilindustrie (VDA) bereits 1970 - "muß gewarnt werden." Der Elektroantrieb war bereits damals Thema, aber die Automobilindustrie-Vertreter räumten diesem keine Realisierungschancen ein. "Der Elektromotor wäre zum Fahrzeugantrieb durchaus geeignet, aber ich sagte schon eingangs, daß für Straßenfahrzeuge nicht nur der Motor, sondern auch der zu speichernde Energievorrat bedeutsam ist. Solange kein Speicher für elektrischen Strom zur Verfügung steht - und die Aussichten, ihn zu finden, sind minimal -, der in seiner Kapazität dem Tank für flüssigen Kraftstoff auch nur einigermaßen entspricht, kann der Elektromotor den Verbrennungsmotor nicht ersetzen", begründete der Verbandsfunktionär seine "Warnung" vor dem E-Antrieb.

Zunächst könnte jemand die Frage stellen - so beispielsweise das Vorstandsmitglied der MAN AG, Zinner, im Jahr 1972: "Warum plagt Ihr Euch mit dem recht lärmenden und stinkenden Gesellen, der der Verbrennungsmotor noch häufig ist, warum zerbrecht Ihr Euch den Kopf über Probleme, die nur von der veralteten hin- und hergehenden Bewegung der Triebwerksteile kommen, wenn es viel elegantere Lösungen des Fahrzeugantriebes gibt, die weder Lärm noch Gestank verbreiten, wie z. B. den von Akkumulatoren gespeisten Elektromotor?" Die Antwort darauf lautet - so Zinner, "daß solche oder andere Lösungen entweder an Energiedichte oder an Wirtschaftlichkeit oder an beiden zusammen heute noch längst nicht das bieten, was der Verbrennungsmotor zu leisten vermag. Die Einführung der Kraftmaschine hat den Menschen von der Sklavenarbeit befreit, die Einführung des Verbrennungsmotors hat die Entfernungen auf unserer Erde verkürzt, sie hat den Menschen beweglich gemacht. Ein heute etwa ausgesprochenes Verbot des Verbrennungsmotor im Straßenverkehr" - so bilanzierte Zinner die kulturellen Wirkungen diese Antriebstechnik - "durch Gesetz würde die Entfernungen wieder wachsen lassen". Der Hauptgeschäftsführer des Verbandes der Automobilindustrie Günther Brenken gab in einem Übersichtsartikel "Die technische Situation

der Automobilindustrie nach der Energiekrise" sehr ähnliche Gründe für das Fehlen von Elektromobilen bei einer gleichzeitigen Dominanz des Verbrennungsmotors an: "Der hohe Preis und das hohe Gewicht der mitzuführenden Batterien... Wenn man man von dem hohen Eigengewicht absieht, entspricht der Energieinhalt der Batterien eines Elektromobils heutiger Bauart etwa dem von 5 l Kraftstoff, während Kraftfahrzeuge herkömmlicher Bauart im Mittel einen Tankinhalt zwischen 40 und 60 l aufweisen. Damit ist auch gleich der Fahrbereich solcher Elektrofahrzeuge bestimmt".

Einer der wohl publizistisch engagiertesten Automobilingenieure, der Getriebeentwickler und langjährige Leiter der Forschung im Hause Daimler-Benz, Hans Joachim Förster, brachte 1990 die in der Autoindustrie herrschende Vorstellung von der Überlegenheit des Verbrennungsmotors gegenüber allen anderen Systemen auf den Punkt. "Der Energiestoff, der an Bord mitgeführt wird, ist der entscheidende Faktor, der individuelle Mobilität erst ermöglicht und die Automobiltechnik wesentlich prägt." Diese Grundsatzentscheidung, so Förster, bestimmt wesentliche technische Eigenschaften des Automobils. Der Energievorrat an Bord wird zum Schlüssel für die Antriebstechnik stilisiert. "Da Nachtanken immer, besonders aber bei Selbstbedienung in der heutigen Form, überaus lästig ist, sollte der Kraftstoffvorrat für mindestens 600 km reichen. Wegen ihrer überlegenen Eigenschaften (Energiedichte nach Masse und Volumen, Handhabbarkeit, Speicherefähigkeit, schnelle Auffüllung) werden die Kraftstoffe auch in Zukunft Kohlenwasserstoffe sein". Andere Konzepte zur Gewährleistung von individueller Mobilität sind dann gar nicht mehr denkbar. Beispielsweise wird in Kalifornien an der Bereitstellung von Energie auf anderen Wegen gearbeitet. Über Induktionsspuren, die in die Straßenoberfläche gelegt werden, könnten mit Elektromotoren ausgerüstete Fahrzeuge zumindest auf Hauptstrecken versorgt werden. Mit zusätzlichen Pufferbatterien ausgerüstete Fahrzeuge würden jedenfalls über eine erhebliche Reichweite verfügen können.

### **Die Interpretation des Automobils als Rennreiselimousine**

Wenn man die Pflichten- und Lastenhefte moderner Serienfahrzeuge auf ihre grundlegende Philosophie durchschaut, überrascht die große Verständigung im Weltautomobilbau über genau die von Hans Joachim Förster skizzierten Grundannahmen. Ob die Fahrzeuge in Nordamerika, Europa oder Japan konstruiert, gebaut und verkauft werden, das grundlegende Muster, wonach sich alle Hersteller in ihrer Produktpolitik ausrichten, ist ein Automobilkonzept einer auf vier Räder montierten Zelle, ausgestattet mit einem Verbrennungsmotor, um wenigstens vier Per-

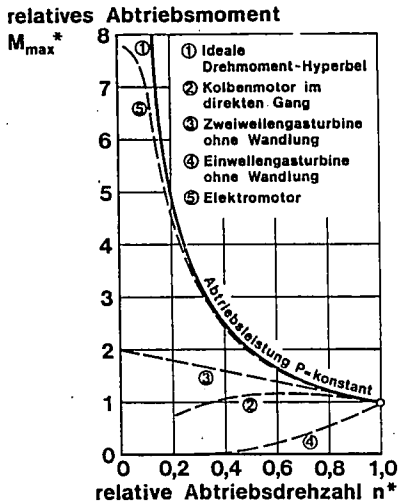
sonen möglichst mit guter Beschleunigung mindestens 500 km weit transportieren zu können. Alle ingenieurwissenschaftliche Raffinesse wird auf diese Grundmuster verpflichtet. Reichweite, Leistungsstärke, Höchstgeschwindigkeit, Platzangebot und Beschleunigungswerte sind die Kernelemente der Definition vom Automobil - egal ob in Nordamerika, Europa, Afrika oder Asien. Wir bezeichnen das Ergebnis dieser Tendenz, alle unterschiedlichen Anforderungsprofile in einem Grundmuster zu vereinigen, als Rennreiselimousine. Mit dieser Interpretation vom Automobil ist die Automobilindustrie schon seit Jahren einem Standardkonzept verpflichtet, das ganz unterschiedliche Transportbedürfnisse, ob kurze Wege in der Stadt, Überlandfahrten oder Fernverkehrsbedürfnisse, ob allein, mit mehreren Personen und viel Gepäck oder gar mit Transportgut oder ganz alleine universell abzudecken beansprucht.

Mit der Fixierung auf ein solches Verständnis von "Automobil" werden aber gerade auch die Bewertungsmuster alternativer Antriebskonzepte festgeschrieben. Als VW-Vorstandschef Ferdinand Piëch sein schon berühmtes Konzept vom "3-Liter-Auto" vorstellte, bei dem ein direkteinspritzender Dieselmotor neben der Leichtbauweise die Schlüsseltechnik darstellt, forderte er, das bisherige Fahrzeugkonzept eines Kompaktautos sogar noch dahingehend zu erweitern, daß sogar eine Reichweite von 1000 km ohne Auftanken möglich wird. Piëch, die "Inkarnation der Optimierung", wie es in Branchenkreise heißt, markierte darüber hinaus die Richtung der zukünftigen Entwicklung: "Aufgabe ist es also, ein neues Technikkonzept zu finden, nicht aber ein reduziertes neue Fahrzeugkonzept zu definieren". Deutlicher hätte das Einschwören auf die Fortentwicklung der Rennreiselimousine kaum ausfallen können. Selbst der als Industriekritiker und "Energiepapst" bekannte Anthony Lovins läßt sich mit dem von seinem Institut vorgeschlagenen superleichten Hybrid-Fahrzeug von diesem Automobilverständnis leiten, indem er einen Antrieb projektiert, mit dem vier Erwachsene mit nur 8 Gallonen Kraftstoff (ca. 30 Liter) von der einen zur anderen amerikanischen Küste fahren können. Stellvertretend für die Konstrukteure in der Automobilindustrie und die zuarbeitenden Forscher formulierte der Schweizer Fachhochschullehrer Hans R. Ris die sich daraus für alternative Antriebskonzepte ergebende Konsequenz: "Soll die Akzeptanz der Elektrofahrzeuge sichergestellt werden, so ist der vom konventionellen Fahrzeug her bekannte und geschätzte Kundennutzen auch auf dieses zu übertragen...".

Bei der Bewertung von neuen Elektrokonzerten werden daher immer die vom Verbrennungsmotor gewohnten technischen Eigenschaften zugrunde gelegt. Als BMW mit der zweiten Version des E 1 ein sehr fortgeschrittenes Konzept eines ganz für den Elektroantrieb ausgelegten Fahrzeugkonzeptes der Öffentlichkeit

vorstellte, hatten die Tester nichts anderes zu tun, als dieses Konzept mit den bislang gewohnten Automobileckdaten zu vergleichen: "Kommt z. B. ein BMW 3er in seiner schwächsten Version (316i) mit 1,6 Liter Motor und 100 PS bei 460 kg Zuladung auf eine Spitze von 191 km/h", um natürlich auch noch die 12,9 Sekunden für die Beschleunigung von 0 auf Tempo 100 bei einer Reichweite einer Tankfüllung von 800 km hinzuzufügen, schneidet der neue E1 schlecht ab! Dieser hat nur eine Leistung von 45 PS, kommt auch nur 250 km weit und braucht schon, um von 0 auf Tempo 80 zu kommen, 18 Sekunden. Die Spitzengeschwindigkeit beträgt ohnedies nur 120 km/h. Von Schadstoffwerten, Klimaproblematik, Verbrauchswerten und Geräuschemissionen oder Ressourcenverbrauch ist hier natürlich nicht die Rede. Wie problematisch die von einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor bekannten Maßstäbe tatsächlich sind, mag an dieser Stelle nur der Beschleunigungswert zeigen. Ob ein Fahrzeug von 0 auf Tempo 100 in 10 oder erst in 15 Sekunden spurtet, ist vielleicht für die Formel 1 wichtig, für das Alltagsverhalten von Fahrzeugen bleibt diese Aussage ohne großen Wert. Viel wichtiger ist das Drehmomentverhalten.

Abb. 1: Drehmomentcharakteristik einiger Antriebssysteme



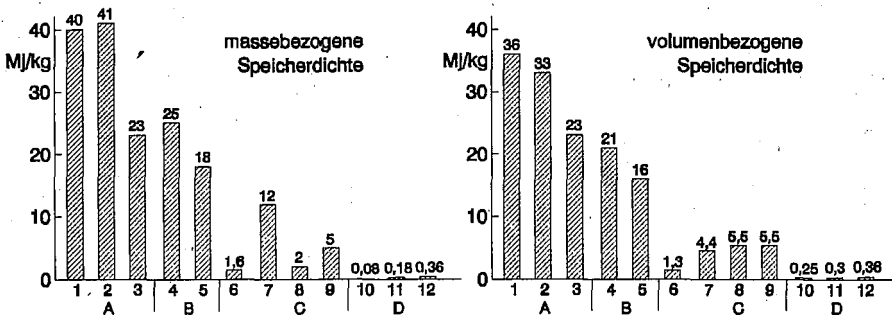
Quelle: Walzer, Peter: Die Gasturbine, Düsseldorf 1990, S. 18

Selbst für die von sportlichen Fahrern verlangte "Spritzigkeit" eines Autos ist eher das Drehmomentverhalten eines Antriebssystems von zentraler Bedeutung. Fahrzeuge benötigen nämlich zur Überwindung ihrer Massenträgheit ein

möglichst hohes Drehmoment, das auch bei niedrigen Drehzahlen realisiert werden kann. Aus dem Stand heraus schnell einzufädeln oder kurz einmal aus dem Kolonnenverkehr auszuscheren, um einen Lastkraftwagen zu überholen, sind alles Eigenschaften, die als technische Voraussetzungen für eine hohe Verkehrssicherheit gelten. Diese sehen nämlich bei den einzelnen Antriebsarten recht unterschiedlich aus, wobei der Elektroantrieb geradezu konkurrenzlos gut abschneidet, wie der Drehmomentvergleich in Abb. 1 zeigt.

Zwei Befunde scheinen daher aus diesen Entwicklungen im Automobilwesen der letzten Jahren äußerst bemerkenswert. Einmal besteht ein grundlegender Konsens bei allen großen Herstellern von Automobilen in der Festschreibung eines genau definierten Konzeptes von Automobil, der Rennreiselimousine. Darüber hinaus dient den Automobilherstellern dieses Konzept auch als Anforderungsprofil für die Bewertung alternativer Fahrzeugkonzepte. Damit sind natürlich klammheimliche Einstiegshürden verbunden, die alternativen Konzepten die Realisierung verwehrt und ihren technischen Möglichkeiten gar nicht gerecht werden. Den Autoherstellern ist mit diesem Konzept einer Rennreiselimousine die Definition eines technischen Massenproduktes gelungen, das praktisch als Schnittmenge die unterschiedlichen Ansprüche der Kunden abdeckt. Solange die alternativen Antriebe, also insbesondere die Elektrotraktion, mit diesem Rennreiselimousinen-Konzept nicht kompatibel sind, kommt aus Sicht der Autohersteller auch keine Serienfreigabe in Frage.

Abb. 2: Energiedichte verschiedener Energieträger



A Kohlenwasserstoff, B Alkohole, C Wasserstoff, D Elektrizität

1 Dieselkraftstoff, 2 Ottokraftstoff, 3 Propan flüssig, 4 Ethanol, 5 Methanol, 6 H<sub>2</sub> gasförmig, 7 H<sub>2</sub> flüssig, 8 Metallhydrid TiFe, 9 Metallhydrid Mg, 10 Pb/PbO<sub>2</sub>-Batterie, 11 Ni/Fe-Batterie, 12 Na/S-Batterie

Quelle: Walzer, Peter: Die Gasturbine, Düsseldorf 1990, S. 3

In den Sozialwissenschaften wird diese hohe Übereinstimmung von Vorstellungen der Anbieter über die technische Profilierung des Produktes als Leitbild bezeichnet. Der Begriff des Leitbildes beschreibt Verständigungsprozesse mit einer hohen Verbindlichkeit und kollektiven Projektionskraft, die für die daran Beteiligten eine Art sinnstiftende Funktion bietet. Wer also dem Leitbild entsprechend denkt und handelt, dem wird Sicherheit geboten. Allerdings werden damit technische Korridore betreten, die dann zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten stark begrenzen. Das Leitbild Rennreiselimousine drückt auf Herstellerseite den weltumspannenden Verständigungsprozeß auf dieses Konzept aus. Damit vermindern sich für die Unternehmen die ökonomischen Risiken, denn die langfristige Investitionspolitik wird bei allen Unternehmen von diesem Leitbild bestimmt. Auf der anderen Seite erlaubt die Anerkennung dieses Leitbildes keinem Hersteller einen grundlegenden technischen Vorsprung mehr. Im Weltautomobilbau werden auf internationalen Konferenzen, koordiniert von der amerikanischen Society of Automotive Engineers (SAE), die jeweiligen Denkmuster vorgestellt, diskutiert und miteinander abgeglichen. Auf den großen Automobilausstellungen in Frankfurt, Tokyo, Detroit und Genf werden die Produkte vorgestellt und die grundlegenden Entwicklungsziele abgestimmt. Man verpflichtet sich gegenseitig immer wieder auf das Konzept der Rennreiselimousine. Der für die Autoindustrie kennzeichnende harte ökonomische Wettbewerb kann sich erst auf der Basis dieses gemeinsamen Grundverständnisses, eben von gemeinsam geltenden Leitbildern, entwickeln. Erst wenn die Grundrichtungen festgelegt und damit die Spielregeln definiert sind, beginnt der Kampf um Kostenvorteile, technische Detailneugkeiten und Marketingstrategien.

Der Begriff Leitbild kennzeichnet aber nicht nur einen hohen Grad an Übereinstimmung bei den Herstellern, sondern umfaßt auch die Bereitschaft der Autokäufer, die vorgefundenen Produkte zu akzeptieren und deren technische Eigenschaften im Rahmen von Verwendungsroutinen auch zu internalisieren. Nicht nur bei den Herstellern herrscht aus Gründen der Kostenminimierung ein starkes Interesse an einem hohen Grad von Vereinheitlichung. Gerade auch die Autofahrer üben in dieser Frage einen starken Standardisierungsdruck aus. Wer heutzutage aus Europa kommend in die USA fährt, oder gar nach Asien, Afrika oder Australien, wird - abgesehen von der Frage Links- oder Rechtsverkehr - beim Automobil die erwartete gleiche Bedienungsoberfläche vorfinden. Die Pedale für Gas und Bremse, die Schaltung, die Bordanzeigen, alle grundlegenden Instrumente zur Steuerung eines Fahrzeuges haben sich längst zu einem Standardset vereint. Zusammen mit dem sehr stark geregelten Verkehrssystem ist die Bedienung einer relativ komplexen Maschinerie wie ein Automobil sehr stark von Gewohnheiten bestimmt, die tief im Vorbewußten verankert sind. Die Tendenz zur Beharrlich-

keit, zum Widerwillen gegenüber Änderungen im Produktbereich, geht - und dies scheint in der Tat wichtig zu sein - nicht nur von den Herstellern aus. Auch die Kunden üben durch ihre ausgeprägte Erwartungshaltung eine konservierende Funktion aus.

Die nach dem zweiten Weltkrieg tendenziell in allen Industriestaaten gestiegenen Zulassungszahlen dokumentieren zudem, daß die Definition des Konzeptes von einem Automobil als Rennreiselimousine offenkundig jahrzehntelang weltweit für die unterschiedlichen Bedürfnisstrukturen genügend Einlassungen geboten hat. Jedenfalls sind keine großen Aufkündigungswellen von Kundenseite her bekannt geworden, die Hersteller zu einer grundlegenden Abkehr vom Konzept der Rennreiselimousine gezwungen hätten. Die Frage stellt sich daher, woher kommt diese Interpretation von Automobiliät als Rennreiselimousine und warum hat dieses Konzept eine so lange Stabilitätsphase durchlaufen können?

## 4. Zur historischen Genese des Automobilkonzeptes

Die Definition vom Automobil als Rennreiselimousine, einem Konzept, das mindestens vier Personen auf einer auf vier Rädern montierten Zelle möglichst schnell und möglichst weit transportieren soll und daher mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet werden muß, der flüssige Kohlenwasserstoffe verwertet, ist natürlich auch nicht einfach aus dem Nichts gekommen. Aus einer ganz spezifischen historischen Situation heraus entstanden, hat dieses Muster offenkundig lange Jahre eine ausgeprägte Stabilität besessen. Insbesondere die im Zusammenhang mit der Kritik des Autos im Zentrum stehende Frage des Antriebes ist eng mit der Definition und Stabilisierung dieses Konzeptes verbunden. Würde Automobil technisch und kulturell anders übersetzt, könnten auch andere Antriebe realisiert werden. Inwieweit die Erfolgsgeschichte des Verbrennungsmotor mit diesem Konzept des Automobils verbunden ist, verdeutlicht der folgende Rückblick.

### Unterschiedliche Antriebskonzepte um die Jahrhundertwende

Zu Beginn des "selbstfahrenden Zeitalters" gegen Ende des 19. Jahrhunderts lassen sich zunächst noch ganz unterschiedliche konstruktive Versuche erkennen, um die kutschenähnlichen Fahrzeuge mit einer eigenen motorischen Kraft auszurüsten. Neben Dampfmaschinen standen insbesondere verschiedene Arten von Elektromotoren bei den Konstrukteuren hoch im Kurs. Beide Motorenbauarten konnten durch eine gewisse Zuverlässigkeit und vergleichsweise gute Fahreigenschaften vor der Jahrhundertwende ihre Marktführerschaften behaupten. Was hingegen beiden Antriebstechniken fehlte, waren damals technische Voraussetzungen zur Überwindung regionaler Begrenzungen. Diese sollten sich umso nachteiliger auswirken, als die ersten selbstbeweglichen Kutschen mehr und mehr vom Adel und von industriellen Kreisen genutzt wurden, um den Repräsentationsbedürfnissen zur Wiedersichtbarmachung der Klassen- und Standesunterschiede genüge zu tun. Im Zeitalter des schienenengebundenen Massenverkehrs mußte daher die Herrschaft über Raum und Zeit im Rahmen populärer sportlicher Renn- und Fernfahrten in einem erlesenen Teilnehmerfeld zurückgewonnen werden. Darüber hinaus begannen Anfang des 20. Jahrhunderts Tempo und Geschwindigkeit zu einem elementaren Merkmal von Moderne zu werden. "Die Herrlichkeit der Welt ist um eine neue Schönheit bereichert worden", schrieb Marinetti 1909 in sein futuristisches Manifest, "die Schönheit der Geschwindigkeit... Ein brüllendes Automobil, das durch ein Maschinengewehr zu laufen scheint, ist viel schöner als die Nike von Samothrake".



Mit dem bis 1900 schlecht abzusetzenden Nebenprodukt Benzin konnte hierzu im Verbrennungsmotorenbau ein flüssiger und noch dazu hochangereicherter Energiespeicher an die bereits bekannte Gasmotorentechnik angepaßt werden und bot somit zwei interessante Perspektiven für die Befriedigung der Spieltriebe früher "Herrenfahrer": den Reiz hoher Endgeschwindigkeiten und das Potential für eine von regionalen Infrastrukturen weitgehend unabhängigen Mobilität.

## **Die Ära Mercedes und ihre Folgen**

Es lag aber wohl an der erfolgreichen Zusammenarbeit eines typischen Selbstfahrers dieser Zeit, dem in Nizza lebenden Kaufmann Emil Jellinek mit dem Chefkonstrukteur der Daimler Gesellschaft, Wilhelm Maybach, daß die vorherrschenden Nutzerwünsche unmittelbar in die Konstruktion von Fahrwerk und Motor übersetzt werden konnten und in Gestalt des "Mercedes" das erste erfolgreiche Rennautomobil der noch jungen Automobilgeschichte hervorbringen sollte. Mit einem tiefergelegenen Schwerpunkt und dem wassergekühlten 4-Zylinder-4-Takt-Ottomotor repräsentierten die Mercedes-Autos auch äußerlich die Abkehr von der Kutsche. Im Gegensatz zu den brav tuckernden Motoren der Konkurrenten entschied man sich bei der Konstruktion des Mercedes-Motors dafür, durch eine höhere Kompression schnelleren Gaswechsel für höhere Drehzahlen anzustreben. Für die 35 PS-Leistung mußte die Maschine daher bereits mit 1000 Umdrehungen pro Minute aufheulen. Die Erfolge bei Rennveranstaltungen insbesondere in Südfrankreich in den Jahren 1900-1903 fielen so deutlich aus und sollten auf technischem Gebiet eine so nachhaltige Auswirkung haben, daß weitsichtige französische Beobachter bereits damals von der beginnenden "Ära Mercedes" sprachen.

Im zeitgenössischen automobilen Konstruktionsbau beförderte der Erfolg dieses Renn-Automobilkonzeptes eine überaus starke Kopier- und Nachbaubewegung. Bislang mußte im Verbrennungsmotorenbau - wie auch in den anderen Antriebs-techniken - noch mit verschiedenen Grundbausteinen und Konstruktionsprinzipien operiert werden. Die technische Arbeit befand sich sozusagen noch "im Fluß". Bei der gestellten Aufgabe einer möglichst zeit- und raumunabhängigen Mobilität standen die Techniker und Ingenieure vor einer vollkommen neuen Situation und konnten nicht - wie in der betrieblichen Konstruktionspraxis zumeist üblich - auf bereits realisierte Muster zurückgreifen. Neben dem Viertaktverfahren suchten viele Konstrukteure die spezifischen Vorteile der kompakteren Zwei-Takt-Arbeitsweise auszuspüren. Darüber hinaus experimentierten die Autobauer mit ganz unterschiedlichen Hub- und Rotationskolben-Triebwerken. Nun aber, in den ersten Jahren des neuen Jahrhunderts, konnten durch eine Orientierung am

"Vorbild" Mercedes mehr und mehr dieser konstruktiven Pfade "geschlossen" und eine Art stillschweigender Konsens zur Konsolidierung des wassergekühlten Viertakt-Otto-Hubkolbenmotors eingeleitet werden.

Verbrennungsmotoren repräsentierten daher in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts eine den Bedürfnissen der Zeit durchaus angepaßte Antriebslösung, ohne daß den zeitgenössischen "Automobilisten" in den Sinn gekommen wäre, dem Verbrennungsmotor eine zeitlose technische Überlegenheit zu attestieren. Zur Illustration des damaligen technischen Zustandes legte Eugen Diesel, Erfindersohn und Schriftsteller, am Beispiel des Wagenbesitzes der Familie Diesel in den ersten Jahren nach der Jahrhundertwende interessante Einblicke vor: "Ohne Chauffeur kam allenfalls ein technisch erfahrener und motoreifriger Herrenfahrer aus, der sehr viel Zeit hatte und aus dem Umherjagen in der Welt ein Lebensziel machte. Wer indessen in einem anderen Beruf steckte, und war er selbst Ingenieur, der konnte den Chauffeur kaum missen. Fast jeden Tag war etwas am Wagen zu tun. Ventile waren einzuschleifen, Ölkohle vom Kolben zu entfernen, das Gestänge der Abreißzündung nachzustellen, der Vergaser auseinanderzunehmen. Immer wieder war man gezwungen, sich in die Eingeweide des Wagens zu versenken, und da mußte man mit Schraubenschlüssel, Ölkanne und gelbem Schmierfett operieren, das man in Ermangelung einer Fettpresse dick auf den Zeigefinger auftragen mußte." Es waren insbesondere die renntauglichen Eigenschaften, die den dominanten, aber zeitbedingten Interessen der ersten Wagenbesitzer entgegen kamen, so daß der Benzinwagen - wie er bisher genannt wurde - in diesen ersten Jahren mit dem Begriff des Automobils synonym gesetzt und kulturell fest verankert wurde.

Seit dieser Zeit ist das Konzept der Rennreiselimousine bei Herstellern, "Herren- oder Selbstfahrern" und dem Publikum als "Automobil" fest im Bewußtsein. Alle anderen technischen Konfigurationen, insbesondere mit anderen Antriebsaggregaten, werden daher konsequenterweise gleich als "Öko- und Elektromobile" oder als "Conceptcars" bezeichnet. Seit dieser Zeit wird die im automobilen Alltag eingesetzte Technik aber eben auch maßgeblich von der Tauglichkeit in Rennwettbewerben geprägt. Schon die innerbetriebliche Konzeptdefinition sowie die letztliche Entscheidung zur Serienfreigabe hing in der Geschichte der Automobilentwicklung oft genug von der Bewährung der Konstruktionen im Rennalltag ab. "Der Zweck der Rennen ist die Züchtung einer gebrauchsfähigen Motorenwagenrasse", schrieb die "Allgemeine Automobil Zeitung" in deutlichen Worten bereits 1904.

Selbst heute gilt, wie es ein Chronist der Mercedes-Benz-Geschichte formulierte: "Tempo bleibt für einen Automobilingenieur ein Wert an sich, eine Herausforderung". Solange keine publikumswirksamen Veranstaltungen mit anderen Zielwerten wie Sparsamkeit oder anderen umweltverträglichen Eigenschaften etablierbar sind, bleiben "Ökomobile" im innerbetrieblichen Machtgefüge der Unternehmen nur sehr schwer durchsetzbar. Die gesellschaftliche Aneignung des Konzeptes Rennreiselimousine verlief jedenfalls - und dies müssen sich alle Vertreter alternativer Antriebs- und Fahrzeug-Systeme ins Stammbuch schreiben lassen - von den Ursprüngen an auf einer sehr breiten Basis.

### **Verbrennungsmotoren auch bei veränderten Umwelten**

Etwa gegen 1905 änderten sich die Umfeldbedingungen aber bereits. Der Reiz der Rennveranstaltungen war zurückgegangen. Das Automobil verlor als ausschließliches Spielzeug aristokratischer und industrieller Kreise an Bedeutung. Mehr und mehr gewannen alltagspraktische und gewerbliche Nutzungsformen an Interesse, für die der benzinbetriebene Verbrennungsmotor aber nicht mehr optimal einsetzbar war. Hier zeigte sich, daß ein Verbrennungsmotor von alleine - und unter Last - gar nicht fahren konnte, für gewerbliche Transportzwecke aber eine wesentliche Voraussetzung. Hohe Endgeschwindigkeiten und ein möglichst weiter Aktionsradius konnten im verdichteten Verkehrsraum der urbanen Zentren ebenfalls kaum noch als Vorteile ins Gewicht fallen. Die mit Verbrennungsmotoren ausgerüsteten Fahrzeuge gerieten zudem auch noch von einer anderen Seite her in die öffentliche Kritik. Von den "Hygienikern" wurde nun der "Geruch der Abgase" scharf angegriffen, und den äußerst national Gesinnten der Automobilisten fiel auf, daß die für die Produktion von Benzin notwendigen aliphatischen Kohlenwasserstoffe nicht der heimischen Rohstoffbasis entstammten, sondern aus dem Ausland importiert werden mußten.

In Herstellerkreisen trafen die veränderten Verwendungs- und Nutzungswünsche der Autonutzer allerdings auf erhebliche Vorbehalte. Unter den Motorenbauern war man nämlich mittlerweile sehr froh, mit dem Hubkolben-Verbrennungsmotor über eine erprobte Basiseinheit für die technische Bewältigung von individueller Mobilität zu verfügen. Zwar zeigte sich die junge Industrie in vielen konstruktiven Fragen des Automobils noch uneinig, und jeder Hersteller war noch sehr darum bemüht, seinem Automobil zumindest nach außen hin ein unverwechselbares Produktprofil zu verleihen. In der komplizierten Antriebstechnik aber dominierte sehr früh eine konvergente Entwicklung. Daß diese Motorentechnik in ihrer Eigenschaft vorwiegend die Renninteressen der frühen Automobilisten repräsentierte,

interessierte die Konstrukteure dabei weniger. Viel wichtiger war in dieser Phase der technischen Unsicherheit und des hohen Risikos der Rückgriff auf eine funktionstaugliche Antriebseinheit. In Autobauer-Kreisen sprach man erleichtert davon, daß nun endlich die "Jahre des unsteten Tastens, des Erfindens" vorüber seien, daß das "Haschen nach immer neuen Ausführungen" und ein "entarteter Erfindergeist" nun durch "eine sorgfältige Detailarbeit" abgelöst werde. "Die Entwicklung des Motorwagens ist durch den Erfindungsdrang in den ersten Jahren nicht wenig gehemmt worden. Nachdem sich die Ansichten geklärt und gewisse Normalbauarten herausgebildet haben, sei es hauptsächlich die wissenschaftliche Forschung an dem heutigen Motorwagen, der der Ingenieur seine Aufmerksamkeit zuwenden solle. "Weniger erfinden, mehr konstruieren, sei auch hier endlich das Lösungswort"- schrieben zeitgenössische Kommentatoren.

Den Architekten des "Automobils" Emil Jellinek und Wilhelm Maybach selbst war die Rennphase nur als eine vorübergehende Mode erschienen, die bestenfalls zur Popularisierung des Automobils geeignet war. Beide blieben daher nicht beim Rennauto stehen, sondern widmeten sich geschäftlichen und technisch ehrgeizigen Weiterentwicklungen in der Automobiltechnik. Es entbehrt sicherlich nicht einer gewissen Tragik, daß die Geschäftsleitung der Daimler-Werke die bis dahin so erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Erfolgs-Duo aufkündigte, als Maybach mit neuen Antriebs- und Traktionssystemen experimentierte und damit die von ihnen ja selbst mit ausgelösten "Schließungen", die Konzentration der Entwicklungsarbeit auf die Optimierung des Hubkolben-Verbrennungsmotors, durch neue konstruktive "Öffnungen", die erneut mit hohen funktions- und fertigungstechnischen Risiken behaftet waren, zu unterminieren drohte.

Mit der Etablierung eines branchenweit gültigen Grundmotors verbanden sich für die Hersteller in Abhängigkeit des bereits erreichten Konvergenzgrades viele Vorteile. Durch den Ausschluß mannigfacher konstruktiver Möglichkeiten und die kollektive Verständigung auf elementare Basisprinzipien konnte nun die betriebliche Konstruktionsarbeit übersichtlicher verlaufen. Viertakt-Arbeitsverfahren, Wasserkühlung, Hubkolben-Triebwerk mit Drehmomentwandler waren Konstruktionsprinzipien und Bauelemente, die nun in einer Art "black-boxing"-Verfahren im weiteren Entwicklungsprozeß in ihrer Bedeutung nicht mehr zur Disposition standen. Durch die Ausweisung einer firmenübergreifenden gemeinsamen Praxis standen eindeutige Verhaltensweisen für die verschiedenen lokalen Praxen in einem Unternehmen zur Verfügung, die den Aufbau einer professionellen Identität ermöglichte. Schließlich erlaubte die Ausweisung von "Normalbauarten" die Einführung kostengünstiger standardisierter Bauweisen auf sicherem, risikoarmen konstruktiven Grund. Der Verbrennungsmotorenbau schuf sich somit die Grund-

lage, auch von den Möglichkeiten einer Kostendegression großer Stückzahlen zu profitieren, während bei anderen Antriebstechniken noch mit teuren Einzelstücken gearbeitet werden mußte. Für die Automobilisten wirkten sich diese Schließungs- und Konsolidierungsentscheidungen sicherlich in einer verbesserten Funktionssicherheit der Aggregate aus, wenngleich der Gebrauchswert der Rennmotoren im Alltagsleben eingeschränkt war. Allerdings begannen sich die Herren- und zunehmenden "Selbstfahrer" an diese technischen Vorgaben zu gewöhnen und die Bedienung eines mit Verbrennungsmotor ausgerüsteten Fahrzeugs mehr und mehr als Normalität zu betrachten. Denn andere Optionen, die aus Nutzersicht eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Fahrzeugkonzepte erlaubt hätten, standen schon zum Ende des ersten Jahrzehnts des 20. Jahrhundert kaum noch zur Verfügung.

### **Hohe Konvergenz technischer Lösungen**

Dieser bereits erreichte Grad an Verständigung in der noch jungen Autoindustrie, der ja auch einen kostengünstigen Erfahrungstransfer bedeutete, konnte offenbar nicht gleich wieder aufgegeben werden, um für die veränderten Anforderungsprofile neue Wege der Antriebstechnik zu "öffnen". Damit existierte ein Technikangebot, das auch für die mögliche Entstehung neuer Marktsegmente zunächst zum Maß der Dinge wurde. Denn es verhält sich keineswegs so, daß neue gewerbliche Verwendungskontexte lukrative Marktsegmente boten, die in einer Art Nachfrage-Sog die Entwicklung neuer Antriebsaggregate hätten ermöglichen können. Diese auch heute noch sehr verbreitete Hoffnung auf marktwirtschaftliche Regulierungs- und Steuerungsmechanismen zur Sicherung eines optimal angepaßten volkswirtschaftlichen Güterangebotes verkennt die bereits bei formierten Markt- und Branchenstrukturen mit technisch aufwendigen Produktgruppen existierenden hohen Markteintrittshürden für Neuanbieter. Während im Verbrennungsmotorenbau ein hoher Grad an Konsens über die grundlegenden Konstruktionsprinzipien herrschte, der sich in einer unübersehbaren Konvergenz der Bauformen niederschlug, standen die verschiedenen Hersteller von Elektromotoren oder Dampftriebssystemen noch mitten in den Auseinandersetzungen über die technischen Grundlagen. Normalbauarten waren noch nicht definiert, folglich fehlte auch ein überbetriebliches Referenzsystem mit einer ausgewiesenen gemeinsamen Praxis. Zwar gestaltete sich die Suche nach geeigneten konstruktiven Formen noch sehr viel offener als im Verbrennungsmotorenbau, doch mußten diese technischen Freiheiten für die Unternehmen mit hohen Erschließungskosten bezahlt werden. Der fehlende Konsens im Elektromotoren- und Dampfmaschinenbau zur Konsolidierung einer ganz bestimmten konstruktiven Richtung verhinderte damit die Ent-

stehung von Synergieeffekten, die sich in einer Funktions- und Betriebssicherheit sowie in einer Degression der Kosten hätte niederschlagen können. Bezeichnenderweise gaben die beiden Elektrokonzerne Siemens und AEG beim Einstieg in das lukrativ erscheinende Automobilgeschäft just genau in der Hochphase der "Mercedes-Ära" die Idee zur Entwicklung einer eigenen Elektrotraktion auf und adaptierten kurzerhand den funktionserprobten und ökonomisch kalkulierbaren Stand der Verbrennungsmotorentechnik. Einen schon vorhandenen Wissens- und Erfahrungsbestand neuen Verwendungsgebieten anzupassen, schien damals und scheint auch heute erheblich einträglicher als gegen bestehende Technikangebote, die als Ausdruck inkorporierter kollektiver Erfahrung eine Macht des Faktischen darstellen, neue Produktprofile zu suchen. Denn selbst wenn der Verbrennungsmotor beispielsweise im Taxibetrieb aus volkswirtschaftlicher Sicht und hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit nur suboptimal war, bot er aus betriebswirtschaftlicher Perspektive immer noch verlässlichere Perspektiven als ein völlig neues Elektromotorenkonzept, das ohne Rückgriff auf überbetrieblich abgesicherte Erfahrungen entwickelt werden mußte.

Noch vor dem Beginn des Ersten Weltkrieges konnte daher weltweit die scheinbar paradoxe Situation beobachtet werden, daß sich zwar die Verwendungsmöglichkeiten für Automobile über die sportlichen und elitären Interessen reicher Oberschichten hinaus mehr und mehr auf gewerbliche Bereiche ausdehnten, daß dies aber mit einer Konvergenz in der Frage der Antriebstechnik begleitet wurde. Durch die Mercedes-Rennerfolge war rasch, aber eben auch eindeutig und scheinbar unumkehrbar ein bestimmter Konstruktionstyp festgeschrieben und als eine Art "gemeinsame Praxis" nahezu weltweit abgesichert worden. Die Arbeitsverfahren, die verwendeten Maschinenelemente und die Kraftstoffwahl waren Entscheidungen aus einem Markttrend heraus, der nur für ganz wenige Jahre vorherrschend gewesen war, und blieben somit, quasi künstlich, auch weiterhin erhalten. Der selektierte und wohlsortierte Wissens- und Erfahrungskanon stand offenkundig als "Automobil" in seinen Grundzügen nicht mehr zur Disposition, obwohl Nutzungs- und Verwendungsformen sich ausgeweitet hatten. Seit dieser Zeit müssen auf Nutzerseite sicherlich größere Kompromisse bei der Akzeptanz der Rennreiselimousine erbracht werden. Die sehr unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnisse hätten ohne das Kompromißkonzept der Rennreiselimousine, technisch gesehen, sicherlich zweckdienlicher optimiert werden können.

Die Vorzüge dieser Art von Verständigungen sind natürlich gerade für Hersteller umso größer, je ausgedehnter und stabiler die gemeinsam kultivierten Technik-elemente wirken können. Allen Trägern dieses Konsolidierungskonsenses, den Herstellern, der Zulieferindustrie, die an stabilen Rahmenbedingungen sehr inter-

essierte technikwissenschaftliche Forschung, das überbetriebliche Ausbildungs- und Normsystem, allen diesen Akteuren ist daher an einer weitgehenden Sicherung dieser Wissens- und Erfahrungsbestände gelegen, ohne daß hierfür erst aufwendige Kommunikationsformen gefunden oder gar "Verschwörungen" gegen eine neues Technikprojekt unternommen werden müßten.

Die technische Etablierung und gesellschaftliche Anerkennung der Rennreiselimousine heißt freilich nicht, daß nun alle Entwicklungsarbeit aufhört oder die Produkte in Aussehen und Eigenschaften vollkommen gleich sind. Durch die Auswahl, Feststellung und der weiteren konstruktiven Disposition entzogenen Bauelemente entstand kurz nach der Jahrhundertwende die Basislinie im Verbrennungsmotorenbau, die mit der Festlegung der Bau- und Konstruktionselemente so wie der elementaren Funktionsprinzipien eine Art strenge Grammatik für die betriebliche Technikentwicklung bot. Die Wahrung der grammatischen Regeln erlaubte Verständigung, ermöglichte Anschlußfähigkeit und schaffte auf lokaler Ebene sehr unterschiedliche sprachliche Ausformungsmöglichkeiten. Mit einem fest umrissenen Set an Methoden, Regeln, Bau- und Konstruktionsformen, deren Wirkungsweisen durch Verbesserungen der Fertigungstechnik, neuen Materialien (Aluminium und Keramik) oder dem Einsatz elektronischer Meß- und Regeltechnik verändert werden, konnten in den folgenden Jahren erhebliche Optimierungserfolge geschaffen werden. Darüber hinaus bot dieser feste Grund auch die Möglichkeiten zur Ausbildung nationaler unternehmenstypischer Konstruktionsstile. Ein Honda Civic und ein Lincoln Town Car, ein Fiat Uno oder ein Mercedes-Benz 350 SE haben alle ein und denselben Typ von Verbrennungsmotor und fußen auf demselben Automobilkonzept, ohne daß jedoch in der Konstruktionsarbeit auf länder- oder firmenspezifische Eigenheiten verzichtet wird. Auch auf Kundenseite bieten sich dadurch Möglichkeiten zur Befriedigung von Bedürfnissen nach gesellschaftlicher Distinguierung. Ein Mercedesfahrer kann sichtbar demonstrieren, daß er mit dem Fahrer eines Fiat Uno nicht viel gemein hat, obwohl beide demselben Konzept einer Rennreiselimousine huldigen. Auch auf internationaler Ebene entwickelten sich auf der Basis der fest verankerten Grundsatzentscheidungen unterschiedliche konstruktive Trends. Eine motorische Leistungssteigerung durch mehr Hubraum zu erreichen, wurde noch vor dem ersten Weltkrieg von einer eher intensiven Wachstumsdynamik abgelöst, bei der erneut auf Drehzahlsteigerungen und Kompressionserhöhungen gegebener Motorengrößen gesetzt wurde. Zylinderzahl, Ventillzahl und Ventilstellungen unterlagen bislang ebenfalls modischen Tendenzen im Automobilbau.

## Stabiles Leitbild

Der bisherige Erfolg des Verbrennungsmotors als Kernelement der Rennreiselimousine beruht auf Herstellerseite möglicherweise gerade darauf, daß im "herrschenden Stand der Technik" die Grundlagen fest markiert sind und als solide und massenhaft verwendete Wissens- und Erfahrungsbestände den Rahmen für eine flexible betriebliche Konstruktionsarbeit bieten. Die häufig wechselnden externen Forderungen nach mehr Leistung und höheren Geschwindigkeiten oder aber der Wunsch nach Verbrauchs-, Lärm- und Schadstoffreduzierungen konnten mit einem klar definierten Technikbestand immer mit neuen Motorkompositionen flexibel beantwortet werden, ohne auch nur millimeterweit die kurz nach der Jahrhundertwende eingeleiteten Schließungsentscheidungen zurückzuschreiben.

Hektik kommt in der Gemeinde des Weltautomobilbaus auch nur in solchen Phasen auf, wenn elementare Grundlagen im Verbrennungsmotorenbau zur Disposition stehen, beispielsweise als in den 50er Jahren plötzlich einige Hersteller mit Turbinenantrieben experimentierten, und dabei die an einem Test der Chrysler-Konzern beteiligten 200 Versuchskunden plötzlich an einem solchen Antriebskonzept gefallen fanden und Kaufbereitschaft signalisierten; oder in den 60er Jahren, als mit NSU und Mazda zwei kleine Branchenaußenseiter renitent die Grundregeln des "herrschenden Standes der Technik" durch die Entwicklung eines Rotationskolbenantriebes mißachteten und sich auch hier schnell eine Fangemeinde bildete. Diese Reformen kündigten freilich noch nicht einmal das Grundmuster der Rennreiselimousine auf. Allerdings bedrohen solche Episoden die exklusiven Strukturierungsvorteile für die gesamte Branche, da plötzlich ehemals längst "geschlossene" Konstruktionspfade wieder geöffnet werden, und Kunden sich nicht mehr mit dem vorgegebenen Standard zufriedengeben. Es versteht sich von selbst, daß in einer solchen Situation das Interesse der Hersteller an einer Verteidigung des "herrschenden Standes" größer sein muß als die risikobehaftete Bereitschaft, von dem bisherigen sicheren Weg abzuweichen. "Wenn es nicht nötig ist zu ändern, ist es nötig nicht zu ändern", drückt daher auch ein Wahlspruch der Konstrukteure dieses durchaus funktionale Beharrungsinteresse aus. Die Autoindustrie konnte daher weltweit die technische Konfiguration einer Rennreiselimousine kultivieren und damit ein vergleichsweise funktionstaugliches und langlebiges Konsumprodukt schaffen.

Allerdings - dies gilt es immer mitzudenken - blieb das Automobil-Leitbild für die Durchschnittsfamilie viele Jahre lang durchaus sehr attraktiv. Die vielfältigen Ansprüche, die Fahrt in die Stadt oder in den Urlaub, konnten mit diesem Automobil vergleichsweise günstig bewältigt werden. Das Automobil blieb ohne funktionel-



les Äquivalent: Die Grundausrichtung der Politik trug lange Zeit zur Stabilität des Leitbildes bei: Die Ausdünnung des Öffentlichen Personennahverkehrs sowie der "Rückzug der Bahn aus der Fläche" sind hier nur einige spektakuläre Beispiele einer völlig auf das Automobil fixierten Verkehrs- und Strukturpolitik. Neben dem Beharren der Hersteller auf einer Fortführung der konsolidierten Wissens- und Erfahrungsbestände war es auch der von Kritikern vielfach beklagte "überschießende Bedeutungsgehalt", der für die Stabilität des Automobils sorgte. Die ursprünglichen Nutzerprofile der Jahrhundertwende konnten offenbar auch später von den meist männlichen Automobilisten aufgespürt, decodiert und in die eigene lebensweltliche Praxis übersetzt werden. In diesem Konzept verbindet sich nach wie vor das dicht beieinander liegende, eher heimliche Vergnügen an der Geschwindigkeit mit durchaus praktischen Transportbedürfnissen. "Autofahren schafft für die Person hinter dem Steuer illusionär eine Reihe willkommener Fähigkeiten und Möglichkeiten, von denen viele im evolutionären Entwicklungsprozess erfolgreich waren (Stärke, Schnelligkeit, hoher sozialer Rang) und daher heute noch aufgrund ihrer genetischen Verankerung als hochattraktive gelten". Man kann sich dieser Diagnose des Frankfurter Staatsanwaltes Erich Schöndorf sicherlich nicht ganz entziehen. Da die Einlassungen in die Rennreiselimousine mittlerweile suchartige Züge angenommen haben und daher auch nur mit entsprechenden Entzugstherapien - das Ökoautomobil, das kleiner, langsamer und daher auch sauberer wäre, käme da schon in Frage - zu beheben sind, scheint einleuchtend. Allerdings zeigt die historische Rückblende auch, daß die scheinbar genetisch eingelagerte Affinität zum Automobil zumindest in Deutschland gar nicht zutrifft. Bis weit in die 50er Jahre war Deutschland eher ein Automobil-Entwicklungsland. In der Autodichte, also der Zahl der zugelassenen Fahrzeuge pro Kopf der Bevölkerung, lag Deutschland lange weit hinter den USA, Großbritannien, Frankreich oder gar Neuseeland zurück. Noch 1931 kamen in den USA auf einen Kraftwagen statistisch 4,6 Einwohner, in Frankreich 27, in Kanada und Großbritannien 31 und im Deutschen Reich sogar 94. Wir haben uns also, zumindest in Deutschland, die kulturelle Affinität zum Automobil anezogen. Damit steht jedenfalls prinzipiell die Möglichkeit in Aussicht, daß wir uns das Automobil auch wieder aberziehen können.

## 5. Die Grenzen des Automobil-Leitbildes

### 5.1 Schneller, schwerer, stärker, teurer: Grundmuster der Automobilentwicklung

Wir haben bislang die Entstehung, Ausprägung und ökologischen Folgekosten des Autos auf Grundlage des Leitbildes der Rennreiselimousine behandelt. Diese gesellschaftlich akzeptierte Übersetzung von Automobil scheint aber nicht gänzlich unabhängig von Zeitgeistströmungen zu verlaufen. Bei der technischen Interpretation müssen die Hersteller neben konstruktiven und fertigungstechnischen Restriktionen auch gesamtgesellschaftliche Konstellationen, Befindlichkeiten, Modetrends usw. beachten. Eine völlig fertigungsorientierte und vom Eigensinn der Ingenieure dominierte Interpretation der Rennreiselimousine würde die Stabilität des Leitbildes Automobil zu untergraben drohen. Über viele Jahrzehnte schienen die Hersteller auch Konsequenzen aus diesen Erfahrungen zu ziehen. Als kurz nach der Jahrhundertwende die Renneuphorie zurückging, bemühten sich die Anbieter, kleinere, alltagstauglichere Fahrzeuge zu konstruieren; nach den beiden Weltkriegen, als die konventionellen Kraftstoffe Benzin und Dieselöl knapp waren, bot man Autos mit Holzvergaser oder mit Spiritusbetrieb an. In den 50er Jahren repräsentierten deutsche Automobile in Leistungsmerkmalen und Ausmaßen die für kurze Zeit herrschende neue deutsche Bescheidenheit. Als die "Wir-sind-wieder-wer"-Stimmung unüberhörbar wurde, übten sich auch die Hersteller nicht länger in Bescheidenheit. Die 70er Jahre markierten schließlich mit Ölpreiskrise und neuer Umweltbewegung den stärksten Einschnitt in der Nachkriegsentwicklung. Für wenige Jahre schien die Industrie auch diese erneute Trendwende vollzogen zu haben, die Autos wurden in den 70ern vermehrt mit sparsamen Diesellaggregaten ausgerüstet; Leistungsstärke, Ausmaße und Geschwindigkeiten blieben entsprechend dem vorherrschenden Trend des "small is beautiful" moderat.

#### Ölpreiskrisen schnell vergessen

Es hat aber den Anschein, daß gerade die kurze Zeit der "neuen Bescheidenheit" infolge der massiven Preiserhöhungen für Rohöl der Autoindustrie besonders starke Verzichts- und Entsagungsleistungen abgefordert hat. Kaum waren die krassesten Einschränkungen zurückgenommen, kehrte in den Entwicklungsabteilungen der Konzerne wieder das alte Wachstumsmuster des schneller, schwerer,

stärker, teurer zurück. Jedenfalls läßt sich seit Mitte der 70er Jahre ein eindeutiger Trend der Hersteller ausmachen, die Fahrzeuge in einem Maße wieder schneller, schwerer, stärker, teurer und damit auch durstiger werden zu lassen, die es zweifelhaft erscheinen lassen, ob die Marketingabteilungen hier tatsächlich das Ohr nahe genug am Zeitgeist hatten. Die Aggregate-Entwicklung der Volkswagen-AG, die noch 1976 den viel beachteten Serienstart eines Diesel-Golfs feiern konnte und damit bei der Etablierung dieser sparsamen Antriebstechnik Meilensteine gesetzt hatte, konnte sich offenbar nur wenige Jahre später in Projektionsarbeiten eines kompakten 6-Zylinder-Triebwerks mit mehr als 150 PS, den VR6, wieder im alten Muster austoben. Noch im Januar 1992, die Vorboten der ökonomischen Krise waren längst sichtbar, gab man in der für die Modellpolitik zuständigen "Produkt- und Strategie-Kommission" (PSK) das O.K. für die Entwicklung eines "rallyetüchtigen" Super-Golfs. Der aufwendig konstruierte 4-Zylinder Reihomotor mit den schon zum Standard gewordenen vier Ventilen pro Zylinder entwickelt 275 PS! Der fertige Prototyp, der für eine Sportzulassung 2.500 verkaufte Exemplare benötigt und immerhin 80.000 DM kosten soll, liegt zwar zur Zeit auf Eis, ist aber weit entfernt davon, aufgegeben zu werden.

Bei BMW, einem Hersteller, der sich bekanntermaßen besonders sportlichen Fahrern verpflichtet fühlt, schien in den 70ern für kurze Zeit ebenfalls eine Art Besinnlichkeit eingezogen zu sein. Zu Beginn der 80er Jahre stellten die Münchner mit dem sogenannten "ETA-Konzept" eine Motorenreihe vor, die nicht nur besonders schadstoffarm und kraftstoffsparend ausgelegt war. Im Unterschied zur branchenüblichen Rennsportorientierung, bei der die Leistung der Motoren insbesondere in hohen und meist völlig alltagsunüblichen Drehzahlbereichen erzielt werden, gingen die Konstrukteure hier erstmals einen anderen Weg. Durch eine besondere Getriebeauslegung und einige geometrische Veränderungen, insbesondere durch die Vergrößerung des Hubraums, konnte nicht nur das maximale Drehmoment gegenüber dem leistungsgleichen Vorgängermotor erhöht werden. Das antriebswichtige Drehmoment stand auch erheblich früher in unteren Drehzahlbereichen zur Verfügung. Die Motoren waren daher weniger sportlich, sondern eher alltagstauglich ausgelegt. Doch schon 1987 konnte BMW eindrucksvoll den Schwenk zurück zu einer möglichst sportlichen Interpretation der Rennreiselimousine demonstrieren. In diesem Jahr wurde als "Bekanntnis zu einem Stück technischer Faszination", wie sich die beteiligten Konstrukteure ausdrücken durften, ein 12-Zylinder Motor mit 5 Liter Hubraum vorgestellt. Eindrucksvoller hätte das Ende der Bescheidenheit nicht besiegelt werden können. Um allerdings die völlig unverünftige, sicherlich durch keinen Verweis auf Kunden, sondern offenkundig nur der Liebe und Leidenschaft der Ingenieure selbst entsprungene Hochmotorisierungswelle darzulegen, muß man nicht immer nur die Nobelhersteller

oder Sportwagenbauer zitieren. Die viele Jahre für biedere, aber eben auch motorisch bescheidene Fahrzeugentwicklungen bekannte Marke Audi scheint noch unter der Handschrift des damaligen Vorstandschefs Ferdinand Piëch völlig das Maß der Dinge verloren zu haben. Zur IAA im Herbst 1993 stellte die VW-Tochter mit dem "Audi Avant RS 2" einen in Kooperation mit Porsche entwickelten Kombi vor, der für einen Kaufpreis von 98.000 DM mit einem kaum glaublichen 315 PS starken Motor für eine Höchstgeschwindigkeit von 262 km/h ausgerüstet ist. Sicherlich setzte der bereits viel geschmähte, in Technikerkreisen aber auch bewunderte 12-Zylinder-Motor der Mercedes-Benz AG, der 1991 mit 6 Litern Hubraum erschien, den bisherigen Höhepunkt der maßlosen Hochmotorisierungswelle. Die 400 PS-Leistung beschleunigen einen 2-Tonnen-Koloß von 0-100 km/h in 6,3 Sekunden, geradeso, als ob ein Vorstandschef mit seinem Fahrer üblicherweise an Rennwettbewerben teilnimmt. Der Preis der Grundausstattung dieses 12-Zylinder-Giganten, der im Stadtverkehr mehr als 20 Liter Kraftstoff für 100 km benötigt, beträgt 205.000 DM.

Auch aggregierte Ergebnisse belegen diese Entwicklung der Hochmotorisierung eindeutig: Der Anteil der neuzugelassenen Fahrzeuge mit einer Höchstgeschwindigkeit von mehr als 150 km/h (in den alten Bundesländern) stieg von 72,9 1986 auf 84,1 Prozent im Jahre 1992. Dabei überschritt die Höchstgeschwindigkeit der 250 in Deutschland gebauten Modelle im Durchschnitt die Marke von 200 km/h. Die durchschnittliche Motorenleistung kletterte zwischen 1975 und 1992 von 62 PS auf 84 PS. Im gleichen Zeitraum wuchs der Anteil der zugelassenen Fahrzeuge mit mehr als 2000 ccm Hubraum von 7,8 auf 15,4 Prozent. Das Fahrzeuggewicht des Audi 80 beispielsweise erhöhte sich von 1980 bis 1990 von 930 auf 1190 kg. Einleuchtend, daß sich damit auch der Spritverbrauch erhöhte: Während der Golf I beim Modellstart 1974 noch mit 8,6 Litern für 100 km/h auskam, braucht der 1991 erstmals ausgelieferte Golf III schon 9,4 Liter pro 100 km/h.

Es lohnt sich daher, einmal bei ausgewählten Fahrzeugklassen genauer hinzuschauen, zumal die Autoindustrie immer wieder argumentiert, daß die Kunden die höher motorisierten Modelle bevorzugen und damit für die Stabilität des Leitbildes der Rennreiselimousine sorgen. Allerdings gestaltet sich die Überprüfung schwierig, da die Hersteller ständig neue Motorengenerationen einführen oder alte wieder aus dem Markt nehmen. Es erscheint uns daher sinnvoll, das bei einem Modellwechsel vom Hersteller zunächst angebotene Motorisierungsprogramm einmal entlang der Zeitachse zu vergleichen. Auch wenn noch Jahre nach der Einführung eines neuen Modells immer wieder neue Motoren in das Programm aufgenommen werden, kann man doch annehmen, daß die Firmen gerade beim Modellstart eine hohe Sorgfalt bei der Auswahl des Motorenprogramms walten las-

sen, so daß die unternehmerische Produktpolitik recht gut repräsentiert ist. Im folgenden werden für drei Modellreihen, dem VW-Golf, der BMW 3er-Reihe sowie der S-Klasse der Mercedes-Benz AG die Werte für Leistung, Höchstgeschwindigkeit und zulässiges Gesamtgewicht im Jahre der Erteilung der "Allgemeinen Betriebserlaubnis" angegeben. Darüber hinaus sind für die einzelnen Motorisierungsvarianten die Zulassungszahlen im Jahr des Modellstarts hinzugefügt. Die Aufstellung berücksichtigt zur besseren Übersicht nur das Programm für die Ottomotoren.

<b>VW- Golf</b>			
Leistung	Geschw.	zul. Ges. gewicht	Zulassungen
<b>Einführung des neuen Modells im Jahr 1974:</b>			
50 PS;	140km/h;	1180 kg;	35.328
70 PS;	160km/h;	1210 kg;	36.065
75 PS;	162km/h;	1210 kg;	10
<b>Modellwechsel im Jahr 1983:</b>			
54 PS;	151km/h;	1320 kg;	9.735
75 PS;	167km/h;	1400 kg;	25.765
90 PS;	178km/h;	1400 kg;	21
112 PS;	191km/h;	1430 kg;	92
<b>Modellwechsel im Jahr 1991:</b>			
60 PS;	155 km/h;	1470 kg;	5.993
75 PS;	167 km/h;	1535 kg;	5.398
90 PS;	178 km/h;	1550 kg;	7.429
116 PS;	196 km/h;	1565 kg;	255
174 PS;	225 km/h;	1680 kg;	-

**BMW 3er Reihe**

Leistung	Geschw.	zul. Ges.gewicht	Zulassungen
----------	---------	------------------	-------------

Modellangebot im Jahr 1975:

90 PS;	160 km/h;	1420 kg;	4.043
98 PS;	165 km/h;	1420 kg;	8.517
109 PS;	170 km/h;	1440 kg;	8.294
125 PS;	182 km/h;	1460 kg;	305

Modellwechsel im Jahr 1982:

90 PS;	175 km/h;	1450 kg;	514
105 PS;	184 km/h;	1460 kg;	649
125 PS;	196 km/h;	1510 kg;	1.192
139 PS;	202 km/h;	1540 kg;	1.009

Modellwechsel im Jahr 1988:

99 PS;	182 km/h;	1565 kg;	8.858
102 PS;	182 km/h;	1580 kg;	138
116 PS;	189 km/h;	1680 kg;	567
129 PS;	196 km/h;	1720 kg;	3.735
171 PS;	217 km/h;	1770 kg;	586

**S-Klasse, Mercedes-Benz AG**

Leistung	Geschw.	zul. Ges.gewicht	Zulassungen
----------	---------	------------------	-------------

Modellangebot im Jahr 1972:

160 PS;	190 km/h;	2130 kg;	7.813
185 PS;	200 km/h;	2135 kg;	12.652
200 PS;	205 km/h;	2195 kg;	3.116
224 PS;	210 km/h;	2275 kg;	2.675 (Zul. von 1975)

Modellwechsel im Jahr 1979:

156 PS;	200 km/h;	2080 kg;	2.531
185 PS;	210 km/h;	2110 kg;	16.553
218 PS;	215 km/h;	2135 kg;	6.915
241 PS;	225 km/h;	2175 kg;	5.467 (Zul. von 1980)

Modellwechsel im Jahr 1991:

231 PS;	230 km/h;	2420 kg;	8.108
286 PS;	245 km/h;	2520 kg;	1.833
326 PS;	250 km/h;	2530 kg;	3.073
408 PS;	250 km/h;	2650 kg;	3.503

Bei den ausgewählten Fahrzeugtypen zeigt sich die oben bereits angesprochene Entwicklungstendenz überaus deutlich: Die Fahrzeuge wurden, ob Golf, BMW oder Mercedes, immer schneller, schwerer, stärker, teurer. Sicherlich sind in diesem Zeitraum mit der Katalysatorteknik, dem Airbag, Gurtstraffer, ABS, einem verbesserten Seitenaufprallschutz, Servolenkung, Zentralverriegelung oder von Klimaanlage eine Reihe von zusätzlichen Ausstattungselementen eingeführt worden. Dennoch läßt sich beispielsweise die Gewichtszunahme des Golf-Einsteigermodells von 1180 kg zum Zeitpunkt des Modellstarts auf 1470 kg im Jahre 1991 dadurch allein wohl kaum begründen. Die enorme motorische Aufrüstung, die von den Herstellern immer wieder auch als Beitrag zur Verkehrssicherheit legitimiert wird, damit das Fahrzeug trotz höheren Fahrzeuggewichts auch weiterhin sicher durch den Straßenverkehr gelotst werden kann, erklärt aber nicht das beinahe schon skandalöse Ansteigen der Höchstgeschwindigkeit des Golf-Spitzenmodells aus dem Programm von 1975 von 162 km/h gegenüber den angegebenen 225 km/h des Golf III aus dem Jahr 1991.

Interessantes offenbart auch der Blick auf die Modellentwicklung bei Mercedes-Benz. Während die Modellreihe aus dem Jahr 1972 noch im Zeichen einer guten Autokonjunktur recht gediegen konstruiert wurde, verrät die 1979 erschienene Modellreihe die harten Zeiten der 70er Jahre und demonstriert richtiggehend "schlanke" Werte. Es würde nicht überraschen, wenn die Konzernleitung heute eher neidvoll auf die damals erreichten Ausmaße der SKlasse zurückblickt. Denn gerade im direkten hausinternen Vergleich fällt das Erscheinen der neuen S-Klasse 1991 umso krasser auf. Hier wird das Konzept der Rennreiselimousine auf die Spitze getrieben, die Autoindustrie entstellt ihr bisheriges Verständnis von Automobil selbst zur Karikatur. Während 1979 das Spitzenmodell mit ganzen 241 PS auskam, ist in der neuen Modellreihe schon das "Einsteigermodell" mit 231 PS motorisiert. Zwischen dem 79er und dem 91er "Spitzenmodell" liegt darüber hinaus eine Gewichts Differenz von 500 kg, fast das Gewicht eines Kleinwagens. Leider liegen keine verlässlichen Werte für den Kraftstoffverbrauch der Fahrzeugtypen vor, da sich zwischen 1975 und heute die Testverfahren mehrfach verändert haben. In Automobilbauerkreisen gilt aber die Faustformel, daß 100 kg an Gewichtszunahme mit einem Mehrverbrauch bis zu 1 Liter Kraftstoffverbrauch bezahlt werden muß. Das heißt, daß beispielsweise Mercedes-Benz seinen Motoren, nur um die Gewichtszunahme der Karossen auszugleichen, eine spezifische Verbrauchsreduzierung von 5 Litern abringen muß, wenn sie das vorherige Verbrauchsniveau nicht überschreiten will.

Da bei allen Modellreihen derselbe Trend erkennbar ist, obwohl es sich ja bei den ausgewählten Fahrzeugtypen um ganz unterschiedliche Marktsegmente handelt,

scheint offensichtlich ein brancheninternes Entwicklungsmuster vorzuherrschen. In den 70er Jahren kommen die Hersteller beim Modellstart bzw. Modellwechsel zunächst mit einem bescheidenen Motorisierungsprogramm aus. Bei Volkswagen sind es zunächst sogar nur drei Motoren, die den Kunden zur Auswahl standen, bei BMW und Mercedes konnten die Autokäufer zwischen jeweils vier Motoren wählen. Während die Stuttgarter Nobelmarke vornehm bescheiden die Zahl der angebotenen Ottomotoren bei vier beläßt, erweitern Volkswagen und BMW ihr Motorenprogramm auf fünf Varianten. Bemerkenswerterweise investierten alle Hersteller aber gerade dort ins Programm, wo die Kundennachfrage am schwächsten ist. Man kann sicherlich aus den Zulassungszahlen keine direkten Schlüsse auf die Präferenz der Kunden hinsichtlich des angebotenen Motorenprogramms ziehen. Vielfach sind bestimmte Ausstattungspakete für Kunden kaufentscheidender, bei denen dann eine bestimmte Motorisierung eher zufällig mitgekauft wird. Allerdings zeigen doch alle ausgewählten Modellreihen, daß die überwiegende Mehrzahl der Kunden jeweils die geringer motorisierten Modelle präferiert. Wenn es nicht gerade das Einsteigermodell ist, bleibt die überwiegende Mehrzahl der Kundschaft, und dies unabhängig von der Markenwahl, den vergleichsweise schwächeren Motorenangeboten verpflichtet. Und dies nicht nur in den 70er, sondern auch in den 80er Jahren. Im Kontrast hierzu erweiterten aber alle Hersteller ausgerechnet das Motorenprogramm in den höheren "PS-Rängen". Alle Anbieter glauben sich aufwendig konstruierte "Spitzenmotoren" leisten zu können, die jedenfalls nicht durch den vielbeschworenen Kundenwunsch gerechtfertigt werden können, sondern offenbar nur den Spieltrieb der Ingenieure befriedigen. Sieht man sich die Zahlen genauer an, dann zeigt sich beispielsweise sogar das Phänomen, daß die Motorisierungsprogramme auch gegen Verkaufstrends festgelegt wurden. Der 54 PS-Motor im Golf II war ab 1985 bis 1991, dem letzten Jahr vor der Umstellung auf das Modell III, der "Renner" im Volkswagenprogramm, beispielsweise verkaufte sich der mit diesem Motor ausgerüstete Golf 1985 72.000 mal. Warum dieser Motor nach dem Modellwechsel gekippt und durch ein Aggregat mit 60 PS ersetzt wurde, bleibt sicherlich das Geheimnis der Wolfsburger Konzernzentrale. Der seit 1983 im Programm befindliche 112 PS-Motor erreichte zwar 1984 eine Verkaufszahl von über 21.000 Einheiten, danach ging es allerdings steil abwärts, ab 1986 blieben die Zulassungen weit unter der Marke von 10.000 Fahrzeugen. Der beim Golf II ab 1985 zusätzlich verfügbare 139-PS Motor erreicht zunächst mit 15.000 Einheiten zwar einen Starterfolg. Aber auch dieses Aggregat wurde in den folgenden Jahren von den Kunden kaum mehr beachtet, die Zulassungen erreichten noch nicht einmal 5.000 Einheiten. Ausgerechnet in diesem äußerst schwachen Kundensegment blieben nicht nur die wenig erfolgreichen PS-starken Aggregate nach dem Modellwechsel erhalten, sondern



durch den 1992 noch zusätzlich eingeschobenen 150 PS-Motor verdichtete sich die Angebotspalette in diesem Bereich sogar noch.

Aber auch bei grundlegenden Modellwechseln, wie z. B. vom Opel Rekord auf das Nachfolgemodell Omega, bleibt eine kräftige Erhöhung der motorischen "Leistungsfähigkeit" nicht aus. Beim letzten Modellpolish erhielt der Rekord nochmals ein Motorenprogramm mit 60, 75, 90 und 101 PS Leistung. Der Omega, der im Sommer 1986 am Markt erschien, wurde bereits mit 82, 116 und 112 PS-starken Motoren angeboten. Noch deutlicher zeigen sich die Unterschiede in der Höchstgeschwindigkeit. Der "stärkste Rekord" erreichte 1977 173 km/h; der mit dem schwächsten Motor ausgerüstete Omega kam schon auf 176 km/h, das Spitzenmodell wurde mit einer Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h am Markt eingeführt.

Diese beinahe unglaubliche Entwicklung einiger zentraler Daten in relevanten Fahrzeugklassen ist auch mit der "Aufrüstungsspirale" von Sicherheitsbedürfnissen einerseits und einer angestrebten Leistungserhöhung andererseits zu erklären. Höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigung erfordern mehr Sicherheitsmaßnahmen. Mehr Sicherheitsmaßnahmen machen die Fahrzeuge schwerer und langsamer. Das Plus an Sicherheit wird also durch höhere motorische Leistung kompensiert oder sogar überkompensiert. Der Kreislauf beginnt von Neuem. Hinzu kommt, daß offenbar alle Autohersteller die Anforderungen an ihre Produkte sehr schnell angleichen, sei es hinsichtlich der Sicherheit, der Ausstattung oder der Fahrleistungen. Die Konkurrenz der Autoanbieter untereinander führt zu einer erstaunlichen Homogenisierung des Produktes. Die Autos erhalten dabei nicht nur eine Einheitsästhetik im Windkanal, sondern gleichen sich innerhalb der verschiedenen Klassen auch in Ausstattung und Fahrleistungen immer mehr an. Diese Tendenz der Homogenisierung der Anforderungen an das Auto wird durch die Automobil-Fachpresse verstärkt. Die Autozeitschriften sind traditionell mehr dem Rennsport verpflichtet und reproduzieren das Leitbild der Rennreiselimousine. Zugleich unterziehen sie die Autos ständigen Tests und Vergleichen und leisten damit der schnellen Adaption der Vergleichskriterien durch die Anbieter Vorschub. Schließlich war auch der Kraftstoffpreis nach dem Absinken der Rohölpreise zu Beginn der 80er Jahre und der folgenden Stagnation auf niedrigem Niveau wahrlich kein hemmender Faktor für die motorische "Aufrüstung". Der Verbrauch ist als Kriterium zur Bewertung von Fahrzeugen immer noch nicht wirklich verankert, seine Reduktion wurde lange gar nicht als Anspruch formuliert, weder von den Anbietern als Argument im Konkurrenzkampf noch von der testenden und vergleichenden Fachpresse.

In den Diskussionen um Potentiale für Kostensenkungen ist zwar häufig von x-verschiedenen Tankdeckeln und Hinterachsen die Rede. Die üppig ausgebaute Motorenpalette wird aber nicht erwähnt. Besonders deutlich zeigt sich dies im gebeutelten VW-Konzern. Als dort in der Wolfsburger Konzernspitze noch Carl Hahn saß, konnte sein "Zögling" Ferdinand Piëch bei der Tochter Audi viel Entwicklungsraum nutzen. Seitdem leistet sich der Konzern nicht nur zwei 6-Zylinder-Aggregate, die wegen der unterschiedlichen Einbauphilosophie, bei VW vorne quer, bei Audi vorne längs, nach jeweils anderen Randbedingungen optimiert sind, sondern auch noch andere sündhaft teure Spielereien. Während sich bei VW das Wolfsburger Forscherteam beim Einstieg in die Dieselseite für das Wirbelkammerprinzip entschied und viel Geld in die Entwicklung steckte, verfolgte man bei der Audi Tochter das Prinzip eines Direkteinspritzverfahrens. Entwickelte man in Wolfsburg einen mechanischen Lader, den G-Lader, bauten die Ingolstädter konventionelle Turbolader ein. Der Motorenbereich, die Spielwiese für technikverliebte Ingenieure. Jedenfalls zeigen die ausgewählten Zahlen, daß die Industrie nach einer Phase der Bescheidenheit und Zurückhaltung in den 70er Jahren wieder voll auf das Entwicklungsmuster der Technik "höher-schnellerweiter" gesetzt hat, dabei ganz offenkundig im direkten Wettbewerb untereinander die Orientierung verlor und das Konzept der Rennreiselimousine in den letzten 20 Jahren völlig überreizte.

Es ist nicht nur die schlechte Presse für die S-Klasse, die der Branche die Grenzen dieser motorischen Hochrüstung demonstriert hat. Die hohen Entwicklungskosten, die für die aufwendigen, aber kaum gekauften Motorenprogramme zu Buche schlagen, werden auf alle Fahrzeuge umgelegt. Das macht alle Fahrzeuge teurer. Der sportbegeisterte Leser der "auto, motor und sport" oder der "ADAC Motorwelt" kann sich zwar bei der Heftlektüre noch an den vielen PS-starken Motoren erfreuen, nur kann selbst er, auch wenn er rationalen Kostenargumenten gegenüber weitgehend immun ist, die dazugehörigen Autos kaum mehr bezahlen. Darüber hinaus scheint Autofahren in Deutschland mehr und mehr eine Gewissensfrage zu werden. Wenn man schon fährt, dann möchte man es in möglichst bescheidener und unauffälliger Art und Weise tun. Selbst im Oberklassenbereich ist die Zeit der nach außen gerichteten Präsentation von Luxus vorbei, Understatement ist gefragt. Für diesen offenkundig immer stärker werdenden Trend ist insbesondere die deutsche Autoindustrie zur Zeit denkbar schlecht gerüstet. Den Herstellern drohen daher die Kunden in allen Marktsegmenten davonzulaufen: Für diejenigen der Kunden, für die das alte Leitbild der Rennreiselimousine eine ungebrochene Faszination ausübt, werden die Automobile zu teuer. Die Gruppe der Indifferenten begreift die Rennreiselimousine als ein im Zeitalter des ausgehenden 20. Jahrhunderts zunehmend unangemessenes Fahrzeugkonzept.

## 5.2 Mobilitätsschranken und Marktveränderungen

Die Frage nach der zukünftigen Funktionsfähigkeit der Rennreiselimousine wird allerdings nicht nur von den technischen Vorgaben der Hersteller bestimmt. Ob ein Fahrzeug tatsächlich zu hoch motorisiert, zu teuer, zu schwer und zu durstig ist, hängt von den tatsächlichen Nutzungsbedingungen der Fahrzeuge im Alltag ab. Paradox ist beispielsweise schon die "Unternutzung" der bestehenden Fahrzeuge. Eine Fülle von empirischen Daten belegt, daß das Auto in den allermeisten Fällen für die konkrete Nutzung überproportioniert ist. Beispielsweise finden 61,2 Prozent aller Fahrten ohne Mitfahrer statt, während die Rennreiselimousine ständig Plätze für mindestens vier Personen bereithält.

### Das Auto wird anders genutzt und beurteilt

Die allermeisten Autofahrten sind zudem Kurzfahrten. So beträgt nach Untersuchungen von EMNID 1989 im Rahmen der "Kontinuierlichen Erhebung zum Verkehrsverhalten" (KONTIV) die Entfernung von 70 Prozent aller Fahrten weniger als 10 Kilometer. Nach einer Erhebung der Socialdata München im Auftrag des SPIEGEL-Verlages im Jahre 1992 betragen 49 Prozent aller Fahrten höchstens 5 Kilometer und 98 Prozent sind nicht länger als 50 Kilometer. Die Fahrleistung differiert zwischen städtischen Gebieten und ländlichen Regionen kaum. Die Befragung von 6.000 nach dem Zufallsprinzip aus der Halterdatei des Flensburger Kraftfahrtbundesamtes ausgewählten Autofahrern nach ihrer jährlichen Fahrleistung 1987/88 im Rahmen einer "Pkw-Halter-Befragung über Fahrleistungen" des Roland Berger Forschungs-Instituts ergab folgende Ergebnisse: Kernstädte: 13.900 km, hoch-verdichtetes Umland: 14.000, ländliches Umland 14.500, ländliche Region: 14.600 pro Jahr. Diese Zahlen relativieren die häufig genannte Annahme, daß die ländliche Bevölkerung auf eine erheblich höhere Autokilometerleistung angewiesen sei.

Im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums schloß das Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung (IVT) 1992 eine in diesem Zusammenhang interessante Studie ab. Unter dem Titel "Elektroauto und Mobilität" wurde das Einsatzpotential von Elektroautos ausgelotet und damit nach Mobilitätsbedürfnissen gefahndet, die auch ohne Rennreiselimousine abgedeckt werden können. Die Studie basiert auf der Auswertung aktueller Datenbestände der Meinungsforschungsinstitute EMNID und Infratest Sozialforschung zum Verkehrsverhalten und zur Verkehrsmobilität und Pkw-Nutzung. Die zentrale Fragestellung in der

Auswertung der EMNID- und Infratest-Daten war, in welchem Umfang die konventionell angetriebenen Pkw nach dem erforderlichen Leistungsprofil durch Elektro-Fahrzeuge substituiert werden können. Grundlage für den Vergleich war der Stand der Technik bei den Elektro-Fahrzeugen und die Berücksichtigung der bisher durchweg als problematisch betrachteten Leistungsmerkmale der E-Fahrzeuge hinsichtlich Beschleunigung, Geschwindigkeit, Reichweite, Zeitbedarf für Batterieaufladung und Beförderungskapazität. Von Interesse waren folgende Daten zum Mobilitätsverhalten und zur Pkw-Nutzung:

- die Gesamtzahl der Fahrten im Verlauf des Stichtages sowie des Beginns, des Endes, der zurückgelegten Entfernung, der Zeitspanne zum Beginn der nächsten Fahrt, des Fahrtzweckes, der Größe der Nutzergruppe, der sozialen Einordnung von Fahrer und Mitfahrer sowie der Beförderung von Gepäckstücken,
- die Pkw-Anzahl und ihre Stellung im Haushalt, geordnet nach Haltergruppe, Hubraumklasse, Alter der Fahrzeuge sowie der Fahrzeug- und Antriebsart.

Anhand von einigen Teilergebnissen kann das Substitutionspotential konventionell angetriebener Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge veranschaulicht werden:

- Nahezu 47 vH der Pkw in Deutschland sind Zweit- oder Drittwagen, von denen 42,6 vH der Hubraumklasse bis 1399 ccm zuzuordnen sind.
- 76 vH der Pkw bis 1399 ccm legen täglich weniger als 50 km und nur 8 vH mehr als 100 km zurück.
- Die durchschnittliche Fahrtlänge beträgt 16,6 km, nur knapp 14 vH aller Fahrten liegen über 25 Kilometer.

Auf Basis dieser und weiterer Daten zur Stellung und Nutzung der Pkw sieht das IVT ein gegenwärtiges Einsatzpotential von 5 Millionen E-Mobilen, also Einsatzmöglichkeiten, für die die begrenzte Reichweite und die aufwendigeren Ladungsmodalitäten nicht funktionsabträglich sind. Nach Einschätzung des IVT könnte die Zahl bis zum Jahr 2010 auf 7 Millionen, bei Markteinführungshilfen und steuerlicher Bevorzugung sogar auf 8 bis 9 Millionen Pkw steigen. Dieser Einschätzung liegt die Prognose einer weiter steigenden Fahrzeugausstattung der Haushalte zugrunde, für das Jahr 2010 rechnet das IVT beispielsweise mit einem Anteil von 39 vH aller Haushalte mit 2 Fahrzeugen und 12 vH mit drei Fahrzeugen (IVT 1992). Ob und wie das reale Nachfrageverhalten mit einer Ermöglichung und Förderung der Substitution der Autos auf Basis des Verbrennungsmotors durch E-Mobile korrespondiert, kann selbstverständlich nicht prognostiziert

werden. Veränderung von Nachfrageverhalten hängt von vielen Faktoren ab, nicht zuletzt von der Kostenentwicklung bei Anschaffung und Betrieb der Fahrzeuge und von der Stabilität der mit den Produkten verbundenen technischen und soziokulturellen Leitbilder.

Es sind aber nicht nur objektive Daten, die eine Trendverschiebung anzukündigen scheinen. Die meßbaren Veränderungen in der Nutzung des Automobils spiegeln sich durchaus auch in subjektiven Präferenzen wider.

Eine Studie des SPIEGEL mit dem Titel "Auto, Verkehr und Umwelt" vom Februar 1993, in der repräsentative Umfragen zu "mit dem Autofahren und dem Autokauf, der Nutzung der öffentlichen Nahverkehrsmittel, dem Straßenverkehr und den Umweltbelastungen durch das Auto verbundenen Einstellungen und Einschätzungen der deutschen Bevölkerung" (Vorwort) veröffentlicht werden, bestätigt im wesentlichen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zum Verkehrsverhalten. Darüber hinaus wurden schwerpunktmäßig Einstellungen der Bevölkerung zu verkehrstechnischen und verkehrspolitischen Themen erfragt und bei aller Vorsicht gegenüber der suggestiven Wirkung in der Abfrage vorformulierter Aussagen in der Tendenz interessante Einzelergebnisse gewonnen:

- 92 vH der Befragten stimmten folgender Aussage zu: "Statt immer leistungsstärkere Motoren zu bauen, sollte man umweltfreundliche Autos mit geringem Verbrauch herstellen". Die Einstellung erhielt zusammen mit der Aussage "Die Hersteller sollten Altfahrzeuge zur Rohstoffgewinnung zurücknehmen müssen" die höchste Zustimmungsrates im Themenfeld "Einstellungen zur Umweltbelastung durch Auto und Verkehr".
- Zur Zukunft des Automobils erhalten zwei Meinungen mit 88 vH die höchste Zustimmung: Erstens: "Die Forschung sollte sich auf die Nutzbarmachung alternativer Energiequellen (z. B. Rapsöl, Alkohol, Wasserstoff) für das Auto konzentrieren" und zweitens: "Das umweltfreundlichste Auto ist das Solar-Auto". Mit der Zustimmung zu diesen Aussagen ist keine Ablehnung des Autos verbunden. Im Gegenteil, der Einschätzung "Das Auto ist für mich auch in Zukunft nicht wegzudenken" wird ebenfalls eine Zustimmung von 85 vH zuteil.
- Über 80 vH der Befragten sind der Meinung: "Autofreie Zonen machen unsere Innenstädte attraktiver" und 64 vH fordern: "Die Innenstädte sollten für Autos gesperrt werden".

Andere Meinungsumfragen bestätigen diese Tendenzen:

- Ein Ost-West-Vergleich aus dem Zeitraum 1990/91 von der Bundesanstalt für Straßenwesen bezog sich auch auf die Meinungen der Verkehrsteilnehmer in Ost und West zu den aktuellen verkehrspolitischen Diskussionen. Während sich in den wesentlichen Punkten des Verkehrsverhaltens, wie der täglichen Verfügbarkeit und Nutzung des Autos sowie anderer Verkehrsmittel, kaum noch Unterschiede zwischen Ost und West in Deutschland feststellen lassen, gab es bei der Einstellung zu Tempolimits auf Autobahnen und Landstraßen z. T. erhebliche Differenzen. Zwar war zum Zeitpunkt der Befragung, in die 2.500 Verkehrsteilnehmer im Westen und 2.000 im Osten einbezogen waren, insgesamt eine Mehrheit für ein Tempolimit sowohl auf Autobahnen als auch auf Landstraßen. Die Teilergebnisse lagen aber weit auseinander: für eine Tempobegrenzung auf Autobahnen im Westen waren 57 vH der westdeutschen und 78 vH der ostdeutschen Pkw-Fahrer, für ein Limit auf Ost-Autobahnen sogar 63 vH (West) und 88 vH (Ost).

- Bei den Gesichtspunkten beim Autokauf bilden nach derselben Umfrage im Ost-West-Vergleich die Kriterien "geringe Schadstoffbelastung", "hohe Fahr-sicherheit" sowie "geringer Verbrauch und geringe Wartungskosten" sowohl im Westen als auch im Osten die Spitzengruppe. Hingegen werden die Kriterien "starker Motor", "spezielle Marke" und "hohe Geschwindigkeit" von allen befragten Eigenschaften als am wenigsten wichtig eingeschätzt.

Die überraschend kritische Haltung gegenüber den bestehenden Autokonzepten rührt wahrscheinlich aus den täglich erlebten Funktionseinschränkungen der Rennreiselimousine. Alltägliche Staumeldungen zeigen die Absurdität des auf die Spitze getriebenen individuellen Massenverkehrs. Das Fahrzeug ist offenbar in mehrerer Hinsicht ein "Stehzeug" (Vester). Nicht nur, daß es durchschnittlich 23 Stunden am Tag nicht bewegt wird, sondern steht. Von der Zeit, die es benutzt wird, steht es ebenfalls einen beträchtlichen Teil - im Stau. In der Rush-hour am Morgen und am Nachmittag geht in den Ballungsgebieten oft gar nichts mehr. Chronische Engpässe in den Zugangs- bzw. Ausfahrtsstraßen der Städte werden meistens schon gar nicht mehr in die halbstündlichen Verkehrsmeldungen aufgenommen. In der Feriensaison sind immer wieder dieselben Autobahnen verstopft. Die Kultusministerkonferenz bemüht sich, die Ferientermine der Bundesländer unter dem Gesichtspunkt der Stauvermeidung festzulegen. Die Funktion eines Stautelefonats kann in der Bundesrepublik wohl jedes Kind erklären. Der massenhafte Individualverkehr ist längst zu einer Schranke für individuelle Mobilität ge-

worden. Schätzungen gehen außerdem davon aus, daß auf bundesdeutschen Straßen staubbedingt jährlich durch zusätzlich verbrannten Treibstoff, höhere Unfallrisiken, stärkere Umweltbelastungen und Zeitverluste volkswirtschaftliche Schäden von mehr als 15 Milliarden DM entstehen.

Eine andere Mobilitätsschranke ist der Parksuchverkehr. In vielen Wohngebieten der Großstädte übertrifft der Parksuchverkehr bei weitem den Durchgangsverkehr. Allabendlich um die Häuserblocks schleichende Anlieger mit Parkwunsch, verstellte Kreuzungen und Fußgängerwege und beidseitig zugeparkte Wohnstraßen prägen das Gesicht vieler Stadtquartiere. In Altbaugebieten - in einer autolosen Zeit entstanden - sind die Möglichkeiten sehr beschränkt, Tiefgaragen zu bauen oder Parkraum in Parkhäusern zu bewirtschaften. Aus der Parkraumnot gerade in alten städtischen Wohngebieten entsteht nicht selten der sanfte Druck, auf's Auto zu verzichten, um den glücklich erlangten Parkplatz nicht zu gefährden. Die Forderung nach Fußläufigkeit von Einkaufsmöglichkeiten und Freizeiteinrichtungen erhält dann auch für ehemalige Autofahrer und heutige Parknotopfer eine ungeahnte Plausibilität.

Das Beispiel London verblüfft auch diejenigen, die bei jeder Gelegenheit den Tod der Innenstädte prophezeien, wenn die Autos aus ihnen verbannt würden. Die Londoner Innenstadt stellt jedoch ein eindrucksvolles Gegenbeispiel dar. Dort gibt es seit dem verheerenden Bombenanschlag vom Frühjahr 1993, der durch eine Autobombe verursacht war, faktisch ein Fahrverbot für Privatwagen. Lediglich Taxen, Liefer- und Botenfahrzeuge sowie einige Privatfahrzeuge mit Ausnahmegenehmigung dürfen die Zufahrtsschranken zur Londoner Innenstadt passieren. Aus Sicherheitsgründen verordnet, hat die autofreie Innenstadt dazu beigetragen, die urbane Attraktivität zu erhöhen. Die Büro- und Dienstleistungsquartiere Londons sind mittlerweile auch Einkaufs- und Freizeitzentren. Unterstützt wird dieser Effekt durch ein schnelles und engmaschiges öffentliches Verkehrsnetz, das eine schnelle Erreichbarkeit der Londoner City gewährleistet.

In den dichtbevölkerten Regionen Europas, vor allem in seinen Ballungsgebieten, kann überfüllten Straßen und Engpässen nur noch sehr selten durch Straßenneubau begegnet werden. Es gibt kaum mehr Flächen, die konkurrenzlos zur Verfügung stehen, und die Proteste von Anwohnern, Naturschützern und einer umweltsensiblen Öffentlichkeit sind bei Straßenbauprojekten in aller Regel vorprogrammiert. Die Akzeptanz neuer Straßenprojekte ist auf ein Minimum gefallen, selbst struktur- und regionalpolitisch begründete Neubáuvorhaben können oft nicht mehr überzeugen. Auf der anderen Seite ist das Wehklagen über das überforderte Straßennetz groß. Bereits Ende der 80er Jahre waren nach einer Studie des Bun-

desverkehrsministeriums fast 40 Prozent des gesamten Autobahnnetzes in der Bundesrepublik chronisch überlastet. Seitdem ist die Motorisierung noch einmal kräftig gestiegen, gegenüber 1988 fahren 1992 auf den Straßen der alten Bundesländer bei nur gering gestiegener Bevölkerungszahl und einem fast konstanten Straßennetz mehr als 7 Millionen Autos mehr. Die Zahl der Pkw lag 1992 bei über 39 Millionen. Die für die Fahrzeuge benötigte Fläche, in erster Linie Straßen und Parkraum, übersteigt in der Bundesrepublik seit Beginn der 60er Jahre deutlich den gesamten zur Verfügung stehenden Wohnraum. Dieser Flächenbedarf lag 1990 bei ca. 3700 Quadratkilometer, während die Gesamtwohnfläche bei etwa 2200 Quadratkilometer liegt. Dabei ist anzumerken, daß der durchschnittliche Wohnraum als wichtiger Indikator für den gestiegenen Wohlstand in Deutschland derzeit immerhin mehr als 37 Quadratmeter pro Kopf beträgt.

Die hohen Endgeschwindigkeiten erscheinen insbesondere angesichts der realen Möglichkeiten vollends absurd. Innerörtliche Begrenzungen der Höchstgeschwindigkeit und der dichte Verkehr auf Fernstraßen und Autobahnen verlangen viel niedrigere Geschwindigkeiten, als tatsächlich gefahren werden könnten. Die Situation ist paradox: die Autos sind insgesamt schneller und spurtkräftiger als jemals zuvor in der Automobilgeschichte, während die Gelegenheiten noch nie so eingeschränkt waren, diese Schnelligkeit "auszufahren".

Auf die Spitze getrieben wird der Widerspruch von Potentialität und Faktizität in der Autonutzung bei den mit Milliardenaufwand geförderten Verkehrsleitsystemen. Dort werden wichtige Merkmale des Individualverkehrs, die freie Wahl der Wegstrecke und die persönliche Wahl von Zeitpunkt und Gestaltung der Fahrt ad absurdum geführt. Verkehrsleitsysteme kollektivieren den Individualverkehr, weil sie dem Verkehrsteilnehmer verbindliche Empfehlungen für die Route, die Geschwindigkeit und den Zeitpunkt der Fahrt vorgeben. Erst mit einem hohen Verbindlichkeitsgrad sind Verkehrsleitsysteme durchführbar. Unter dem Motto "Informationstechnik ins Auto" werden in ersten Großversuchen und in opulent ausgestatteten Forschungsprogrammen wie dem europäischen Verbundprogramm PROMETHEUS Verkehrsleittechniken entwickelt und erprobt. Im Kern sehen alle Verkehrsleitkonzepte vor, die Verkehrsströme datentechnisch zu erfassen und im Sinne einer effizienteren Ausnutzung der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur mittels informationstechnischer Vernetzung mit allen Verkehrsteilnehmern zu lenken. Im konzeptionellen Extremfall wird die Lenkung bis in das einzelne Fahrzeug via Satellit fortgeschrieben, der Fahrer oder die Fahrerin werden dann in den Lenkungsarealen, wie beispielsweise dem Autobahnnetz, faktisch überflüssig. Der Individualverkehr ist in den Vorstellungen der ehrgeizigsten Vertreter von informationstechnisch basierten Verkehrsleitsystemen bereits suspendiert.



## Mobilität und Raumentwicklung

Verkehrswissenschaftliche Untersuchungen haben widersprüchliche Ergebnisse zur Mobilität hervorgebracht. Zum einen sind die Aktivitäten und die Wege, die eine Person durchschnittlich pro Tag zurücklegt, in den letzten Jahrzehnten gleichgeblieben. Durchschnittlich liegen die Aktivitäten bei 2,1 und die täglichen Wege pro Person bei 3,8. Gestiegen sind aber die Entfernungen, die im Durchschnitt bei jeder aushäusigen Aktivität überwunden werden. Der beispielhafte Vergleich der Mobilitätskennziffern der Jahre 1976 und 1982 für die Stadt Köln ergab außer der Entfernung und der durchschnittlichen Geschwindigkeit je Weg keine Veränderung. Die gleichzeitige Analyse der Verkehrsmittelwahl zeigte bei einem konstanten Anteil des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) von 15 Prozent drei bemerkenswerte Veränderungen: die Wege, die zu Fuß zurückgelegt wurden, haben von 41 auf 32 Prozent abgenommen, die Fahrradfahrten stiegen von 6 auf 12 und die Autonutzung von 36 auf 40 Prozent. Die Erhöhung der Entfernung pro Tag und Person bei gleichgebliebener durchschnittlicher Verkehrsdauer wurde durch die Verlagerung in der Verkehrsmittelwahl erzielt. Sie ist nicht zuletzt in den Segregationstendenzen begründet, die - auch ein Indiz für gewachsenen Wohlstand - vor allem in städtischen Regionen zu beobachten sind. Unter Segregation wird in der Stadt- und Raumplanung das Auseinanderfallen räumlicher Einheiten und die örtliche Trennung der Lebensbereiche Arbeiten, Wohnen, Freizeit und Einkauf verstanden. Die Segregationstendenzen der Nachkriegsjahrzehnte sind mit der massenhaften Verbreitung des Autos eng verbunden, sie waren gleichermaßen Förderer und Ergebnis der Massen-Automobilisierung. Im Zuge der Suburbanisierung wurden primär Wohnstätten auf's Land oder in die städtische Peripherie verlegt, während die Arbeitsorte und andere, vor allem kulturelle Aktivitäten nach wie vor an den alten städtischen Standorten geblieben sind. Im Berufsverkehr haben daher die zurückgelegten Entfernungen in den letzten Jahrzehnten ständig zugenommen. Die räumlich auseinandergefallenen Funktionsbereiche vieler Menschen können dann nur noch durch eine veränderte Verkehrsmittelwahl verbunden werden, wie an den Kölner Mobilitätsdaten anschaulich zu demonstrieren ist. Die Segregation wurde zudem sehr lange durch die stadt- und raumplanerischen Ideale der räumlichen Funktionsteilung gefördert. Nach der technokratisch zugespitzten Auslegung der Charta von Athen, in der 1929 vor dem Hintergrund der mangelnden Wohn- und Lebensqualität nach der Phase der wilden, urwüchsigen Industrialisierung eine Funktionsentmischung in den Städten gefordert worden war, sollten die Bereiche Arbeiten, Wohnen, Freizeit und Einkauf soweit voneinander getrennt werden, daß sie durch das "demokratische Verkehrsmittel" Auto mühelos zu erreichen waren. In diesem sozialplanerischen Kontext entstand das stadtgestalterische Leitbild der "autogerechten Stadt".

Die Segregation hat ihren Niederschlag sogar im Steuerrecht gefunden. Unter dem Abschreibungsposten Werbeaufwendungen kann für den einfachen Weg zwischen Wohnung und Arbeitsstätte eine Kilometerpauschale für jeden Arbeitstag geltend gemacht werden. Derzeit beträgt die Pauschale 65 Pfennig je Kilometer, was bei einer Wegstrecke von 50 Kilometer bei durchschnittlich 210 Arbeitstagen immerhin eine Summe von 6735,- DM ergibt, die voll vom zu versteuernden Einkommen abzuziehen ist. Diese steuerliche Behandlung des Autoverkehrs ist gegenüber den konkurrierenden Verkehrsträgern eine eindeutige Bevorzugung. Für die tägliche Bahnfahrt kann nur der günstigste Bahntarif, das ist in diesem Beispiel die monatliche Streckenkarte, angerechnet werden. Auch im Nahbereich ist die Autonutzung gegenüber dem ÖPNV und dem Fahrrad steuerlich im Vorteil. Der fahradfahrende Berufspendler kann nur 10 Pfennig je Kilometer ansetzen. Erschwerend kommt hinzu, daß Mitfahrende in einer Fahrgemeinschaft, wenn sie steuerehrlich sein wollen, auch nur 30 Pfennig pro Kilometer gelten machen können. Das geltende Steuerrecht fördert also zusätzlich die ökologisch schädlichste Verkehrsmittelwahl, nämlich die alleinige Nutzung des Privatwagens für den täglichen Arbeitsweg. Was als Ausgleich für die Überwindung der räumlichen Funktionstrennung gedacht war, hat sich als ökologisch kontraproduktiv und die Segregation konservierend und sogar fördernd erwiesen.

Analog zur gesellschaftlichen Entwicklung in Deutschland unterliegt auch die Einstellung der Menschen zur Mobilität und zum Auto sowie das alltägliche Mobilitätsverhalten einer fortgeschrittenen Differenzierung. Eine Pluralisierung von Einstellungen und Verhaltensweisen beziehungsweise die Vielfalt individueller Lebensstile bleiben natürlich nicht ohne Konsequenzen auf das Mobilitätsbedürfnis und die Akzeptanz vorgefundener technischer Interpretationen zur Gewährleistung dieses Bedürfnisses. Umgekehrt tragen auch technisch realisierbare und individuell finanzierbare Mobilitätsmöglichkeiten zur Entstehung neuer und Differenzierung bestehender Lebensstile bei. In der anwendungsorientierten Markt- und Sozialforschung wird seit einigen Jahren versucht, die Lebensstile begrifflich und quantitativ zu erfassen. Nicht alle Lebensstile sind mit der Präferenz für das Auto verbunden. Neben der Autobegeisterung und einer nach funktionalen Gesichtspunkten ausgerichteten distanzierten Autozuneigung ist auch Gegnerschaft und Gleichgültigkeit anzutreffen. Entsprechend differenzieren sich Umgangs- und Aneignungsformen gegenüber dem Auto aus. Leasing und Car-Sharing, neue Attraktivität der Bahn und die Fahrradeuphorie der letzten Jahre sind allesamt Facetten eines neuen Mobilitätsverständnisses, das die automobilen Ausschließlichkeit hinter sich gelassen hat.

Auch wenn es eine Reihe von Indizien für ein sensibilisiertes Umweltbewußtsein gibt, muß man sich vor einer allzu euphorischen Übertragung auf das individuelle Mobilitätsverhalten hüten. Die empirischen Anhaltspunkte für einen Wertewandel im Verkehrsbereich sind dünn. Offenbar ist die Neigung zur Ambivalenz gerade im Mobilitätsverständnis und -verhalten besonders groß. Ein Verkehrsexperte der Prognos AG zieht nach einem Jahrzehnt falscher Verkehrsprognosen eine ernüchternde Bilanz: "Bei unseren Personenverkehrs-Prognosen, die wir unmittelbar im Anschluß an den zweiten Ölpreisschock 1980/81 und mitten in der anschließenden Rezession 1982/83 durchgeführt haben, glaubten wir, den einsetzenden Wertewandel und ein entsprechendes Mobilitätsverhalten als Trendwende interpretieren und dementsprechend prognostizieren zu können. Es war eine krasse Fehlprognose - wenn die momentane Entwicklung tatsächlich bis zur Jahrtausendwende Bestand haben sollte! Wir konstatieren nämlich seit Jahren einen erheblichen Bewußtseinswandel - andererseits scheinen viele Verhaltensweisen kaum dazu zu passen." Ein gutes Beispiel des begonnenen Wertewandels und seiner ambivalenten Ergebnisse ist die Idee des Auto-Teilens. Das organisierte Car-Sharing, das es seit 1990 in der Bundesrepublik gibt, stößt zwar auf großes Interesse bei vielen verunsicherten Autofahrern und bei den Medien. Mit Ende 1993 ungefähr 3500 Nutzern und circa 280 Autos sind die 40 Car-Sharing-Organisationen aber nur ein zartes Pflänzchen der Verkehrsvermeidung. Ihre entlastenden Effekte sind minimal, ihre Expansionsfähigkeit stark eingeschränkt, weil sie keine kostengünstige Ersatzlösung, sondern der Ausstieg aus dem individuellen Autobesitz sein wollen. Interessant sind die Car-Sharing-Projekte vor allem aus ganz anderen Gründen. Zum einen sind die Mitglieder in Car-Sharing-Organisationen sozial hochaktive, finanzkräftige und vorwiegend jüngere Menschen, die nicht selten Multiplikatorfunktionen und andere gesellschaftlich einflußreiche Positionen ausfüllen. Es gibt also gute Gründe davon auszugehen, daß es sich bei den Auto-Teilern von heute um Trendsetter oder zumindest Trendanzeiger von morgen handelt. Zum zweiten eröffnen die Car-Sharing-Experimente, die zunächst von umweltbewegten Autofahrern selbstorganisiert begonnen worden waren, neue Geschäftsmöglichkeiten nicht nur für Autovermietungen, sondern auch für Autohersteller. Herstellerfirmen können aus diesen Erfahrungen der Autonutzung, die vom Eigentum abgetrennt ist, einiges lernen, wenn sie wirklich Mobilitätsanbieter sein wollen. Das programmatische Ziel, ein Mobilitätsanbieter werden zu wollen, hat sich bereits in die perspektivischen Reden vieler Automanager eingeschlichen. Einen Anfang in der Adaption neuer Produkt-Dienstleistungs-Angebote hat offenbar Mercedes-Benz gemacht, wo ab 1994 ein kombiniertes Leasingangebot gemacht werden soll. Mit diesem Angebot kann der Kunde nach Bedarf zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen aus dem eigenen Haus wählen, beispielsweise für den Sommer ein Kabrio, für den Urlaub einen Kombi und für den Stadtalltag ein

kleines Stadtauto. Mit diesem umfassenden Produkt- und Dienstleistungsangebot auf Leasingbasis, das von Mercedes-Chef Helmut Werner zur IAA 1993 vorgestellt wurde, wird zwar der Autoverkehr noch nicht reduziert oder gar Verkehr vermieden. Allerdings geht damit ein traditioneller Nur-Autobauer wie Mercedes-Benz einen großen Schritt in Richtung Mobilitätsanbieter. Dem traditionsreichen Autounternehmen kommt dabei entgegen, daß sie mit dem Finanzierungs- und Dienstleistungsunternehmen DEBIS unter dem gleichen Konzerndach zusammenarbeiten kann. In dieser Konstellation sind möglicherweise nicht nur die erwünschten Synergieeffekte leichter zu erzielen, vor allem könnten die mentalen Grenzen überwunden werden, die aus der Identifikation mit einem erfolgreichen Produkt entstanden sind.

### **Marktveränderungen: Weg vom Universalauto**

Es muß daher nicht mehr überraschen, daß sich diese objektive und subjektive Unzufriedenheit mit der Rennreiselimousine auch in den Kundenpräferenzen, soweit diese überhaupt zu identifizieren sind, niederschlägt. Jüngste Verschiebungen des Autoabsatzes und Differenzierungen des Mobilitätsmarktes belegen, daß die "Reinkultur" der Rennreiselimousine seit einiger Zeit langsam aber merklich an Attraktivität verloren hat. Andere Marktsegmente innerhalb des Automarktes, die das Konzept der Rennreiselimousine sehr weit auslegen, haben hingegen an Bedeutung gewonnen. So hat beispielsweise der Anteil der klassischen Limousinen an den Gesamtzulassungen in Deutschland von 86 Prozent im Jahr 1982 auf nur noch 74 Prozent im Jahr 1992 abgenommen. Die Marktnischen der Kabrios, der Kombis, der Großraumfahrzeuge ("Vans") und der Off-Road-Fahrzeuge sind hingegen überproportional gestiegen - eine Entwicklung, die man auf einen gestiegenen gesellschaftlichen Wohlstand zurückführen kann, weil es sich bei den Spezialfahrzeugen um teurere Produkte handelt. Die Zulassungen beispielsweise der Kombis stiegen im gleichen Zeitraum von 8,6 auf 14,6, die der Kabrios erreichten 2,3 gegenüber 0,5 Prozent. Diese Segmente wurden zunächst in erster Linie von ausländischen Anbietern abgedeckt. Eine solche Dynamik nimmt Willi Diez zum Anlaß, der Deutschen Autoindustrie vorzuwerfen, wichtige Veränderungen des Marktes zuerst mißachtet und dann mit der falschen Strategie beantwortet zu haben. Mit diesen Marktdifferenzierungen sind allerdings kaum ökologische Effekte verbunden, der Boom bei einigen Spezialfahrzeugen, die fast ausschließlich als zusätzliche Fahrzeuge genutzt werden, und bei den spritfressenden und vollkommen überüsteten Offroad-Fahrzeugen ist vielmehr mit einem Mehrverbrauch von Material- und Energieressourcen verbunden. Grundsätzlich zeigt diese Marktverschiebung aber, daß die jahrzehntelang dominierende Rennreisel-

mousine offenkundig ihre prägende Funktion für das Konzept Automobilität langsam einbüßt. Die Autonachfrage ist in durch verschiedene Lebensstile strukturierte Segmente geteilt. Künftige Segmentierungen und die entsprechenden Größenrelationen sind nur schwer zu prognostizieren. Nur eines scheint sicher, die Rückkehr zum status quo ante, in dem die Rennreiselimousine das Angebot der Hersteller und die Kundennachfrage nahezu vollständig bestimmte, ist ausgeschlossen. Das Universalauto, das die Funktionen des schnellen Reisens, der Kurzfahrten für Routineaktivitäten, der Repräsentation, der Freizeitgestaltung und des Lastentransportes erfüllen soll, wird nur eines von mehreren Autotypen sein.

Dazu kommt eine neue Tendenz, die zeigt, daß zunehmend wieder die früher weniger geschätzten Einstiegersversionen an Beliebtheit gewinnen. So war 1992 der 318i das meistverkaufte Modell aus der BMW 3er-Reihe, 1993 ist es der 316i. Und lag im ersten Quartal 1992 noch der 1,6 l der Opel-Astra bei den Bestellungen vorne, so ist es nun der 1,4 l. Sicherlich ist dies auch als ein Reflex auf die mit der Hochmotorisierung im Zusammenhang stehenden exorbitanten Preiserhöhung der Automobile zu interpretieren. Ganz ähnlich sieht der Trend bei den GTI-Zulassungen aus. Im Jahre 1977, als dieser Trendsetter erstmals von Volkswagen angeboten wurde, entschieden sich immerhin gleich 21.000 Kunden für diese betont sportliche Interpretation der Rennreiselimousine. Im Jahre 1992 waren es nur 9.300 Kunden. Ähnlich sehen die Zahlen bei der Konkurrenz aus. Bei Ford betrug der Anteil der XR 3i-Zulassungen an den verkauften Escort-Modellen zu Beginn der 80er Jahre noch etwa 15, während es zehn Jahre später gerade einmal 3 Prozent waren. Dagegen steigen die Zulassungen von Fahrzeugen mit den sparsamen Diesellaggregaten auch bei Herstellern, die bislang nicht als traditionelle Anbieter der Selbstzünder bekannt waren. Beim Audi 80 kletterte der Anteil der Diesellaggregate bei Inlandsverkäufen von bescheidenen 2,1 (1989) auf fast 15 Prozent im Jahre 1992. Bei BMW erlebte der Dieselmotor in der 5er Reihe fast eine boomartige Entwicklung. Von 1988 bis 1992 stieg dort der Anteil von 8,2 auf 25 Prozent. Schließlich sei auch noch vermerkt, daß der eilig nachgeschobene Dieselantrieb in der neuen S-Klasse von Mercedes das Gewissen der Käufer zu entlasten scheint. Schon kurz nach Serieneinführung wurden von der S-Klasse bereits 17 Prozent als 300 SD zugelassen.

In diesem Zusammenhang gewinnen Initiativen wie die jüngst von der Umweltschutzorganisation Greenpeace zur IAA 1993 veranstaltete "2 1/2-Liter-Auto-Kampagne" ihren Sinn. Greenpeace will in einer neuen Aktionsform den Aufstand der Kunden gegen die innovationsträge Autoindustrie organisieren und setzt damit auf den bereits vorhandenen Ablösetrend vom Leitbild der Rennreiselimousine. Auf Unterschriftenlisten sammelt die Umweltschutzorganisation deshalb seit

September 1993 verbindliche Kundenwünsche nach einem kleinem Leichtauto, das im Durchschnitt nicht mehr als 2-2 1/2 Liter Treibstoff verbraucht. Dahinter steht die Erwartung, daß zum einen ein recyclingfähiger Viersitzer mit nur 500 Kilogramm Eigengewicht, einer Spitzengeschwindigkeit von 120 km/h und einem optimierten Verbrennungsmotor kostenattraktiv in Serie gebaut werden kann. Zum anderen wird angenommen, daß eine ausreichend große Marktnachfrage im Prinzip vorhanden ist bzw. mit Hilfe branchenüblicher Marketing- und Werbestrategien zu erreichen ist. Als technische Referenz dient der Umweltschutzorganisation dabei die von Peugeot schon Mitte der 80er Jahre vorgestellte Konzeptstudie Vesta II, die offenkundig die Vorgaben der Rennreiselimousine nicht erfüllte und der damit auch keine Realisierungschancen eingeräumt wurden. Der Vesta II war nur 500 kg schwer, erreichte eine Spitzengeschwindigkeit von 120 km/h und verbrauchte nur 2,5 Liter Dieselkraftstoff.

Greenpeace agitiert also nicht gegen das Auto als Umweltsünde schlechthin, sondern initiiert eine Marketingkampagne für eine neue, bescheidenere Interpretation von Autobilität, für ein "Sparmobil". Ziel ist es, "eine Entwicklung hin zu einer ökologischen Mobilität anzuschieben", wie es in der Begründung der Kampagnenleitung für die Umweltbewegung heißt: "Ihr psychologischer Kniff liegt darin, eben nicht die Abschaffung des Autos zu fordern, sondern das Auto abzurüsten. Gegen die Forderung nach der Abschaffung läßt sich zu leicht polemisieren. Wer kann es sich aber leisten, gegen eine drastische Reduzierung der horrenden Umweltschäden durch das Auto zu sein? Auf diesem Glatteis der Diskussion müssen sich unsere Gegner bewegen, derer es wahrlich genug gibt: Die deutsche Autoindustrie fühlt sich zu Recht bedroht, denn ihre Stärken auf den internationalen Märkten hat sie bei den großen Autos, für Raser und Angeber."

Allerdings müssen alle Indizien für die Abkehr vom bisher dominanten Leitbild des Automobils mit Vorsicht betrachtet werden. Alle Bemühungen und Initiativen um die Entwicklung und Durchsetzung eines "Ökoautos", das zunächst einmal nur ein Synonym für eine bescheidenere, zurückhaltende Interpretation des Leitbildes der Rennreiselimousine ist, müssen vor dem Hintergrund gesehen werden, daß sich die Nutzung von Automobilen in vielen Fällen nach wie vor einer zweckrationalen Betrachtung und Kalkulation entzieht. Das Automobil war und wird wohl auch in Zukunft für weite Kreise der Bevölkerung ein Statussymbol bleiben. Wichtig und vielleicht sogar ausschlaggebend für die Präferenz des Autos sind die Funktionen und Mythen, die mit ihm verbunden werden: Unabhängigkeit, Freiheit und - allgemeiner gesprochen - das Mittel der Kompensation von Enttäuschungen und unerfüllten Wünschen. Die Rennreiselimousine wird also wahrscheinlich auch in den nächsten Jahren die Funktion einer psychischen Krücke erfüllen und

der Gebrauch des Automobils damit Kosten-Nutzen-Kalkulationen und Notwendigkeiten der ökologischen Vernunft nicht zugänglich sein. Für den "Auto-Süchtigen" könnte daher vielleicht das Öko-Auto die Ersatzdroge - gleichsam das Methadon des Asphaltes - sein und damit eine therapeutische Funktion erfüllen. Auch vor diesem Hintergrund wäre eine automobiler Abrüstung ein Zugewinn an Vernunft: "Wir brauchen auf unseren Straßen keine schnellen Hirsche, sondern Autos, die Ausdruck einer modernen Verkehrskultur sind", stellte der langjährige Chef des mächtigen TÜV Rheinland, Albert Kuhlmann, fest.

Es sind also verschiedene Puzzle-Teilchen, die auf eine langsam wachsende Bereitschaft zur Neuinterpretation von Automobilität, vorsichtig ausgedrückt, hoffen lassen. Jedenfalls kann man konstatieren, daß die Hochmotorisierungswelle der Hersteller, einmal von den Ankündigungen des "Down-sizing" abgesehen, und die tatsächlichen Wünsche und Möglichkeiten automobiler Realität sehr weit auseinanderklaffen. Ins Bild der kritischer bewerteten automobilen Wirklichkeit passen schließlich jüngste juristische Beiträge, die das bisherige Automobilkonzept auf seine Verfassungsverträglichkeit hin überprüfen möchten. Der Automobilverkehr verstößt nämlich gegen die grundgesetzlich garantierte körperliche Unversehrtheit, argumentieren engagierte Verfassungsrechtler: "Der Gesetzgeber muß dem Schutz von Leben und Unversehrtheit Vorrang verschaffen vor automobiler Entfaltung. Das rechtliche Instrumentarium und die legislatorische Macht dazu hat er. Er muß nur das Automobil und den Umgang mit ihm der Herrschaft derjenigen rechtlichen Prinzipien unterstellen, die einem gefährlichen Leib, Leben und Gesundheit bedrohenden, stinkenden, lärmenden, übermäßig Raum beanspruchenden Werkzeug gebühren".

## 5.3 Entwicklungsleistungen der Automobilindustrie unter politisch-administrativen Begrenzungen

### Der Verbrennungsmotor: charakteristischer und problematischer Kern der Rennreiselimousine

Die enormen Belastungen durch den massenhaften Automobilverkehr sind natürlich nicht ohne Wirkung auf die internationale Automobilindustrie geblieben. Die ökologischen und sozialen Folgeprobleme der Massenmotorisierung haben ein existenzgefährdendes Ausmaß erreicht. Die hohe Attraktivität des Leitbildes Automobil ist weiterhin vorhanden, es zeigt sich aber auch, daß sich die hochindustrialisierten Gesellschaften diese Form der Massenmotorisierung im Interesse der Gesamterhaltung immer weniger leisten können. Schon seit vielen Jahren wird daher auf staatlicher Ebene versucht, die Expansionstendenz des Automobils mit regulierenden Maßnahmen einzudämmen. Eigentlich waren die "goldenen Zeiten", wie sich Ford-Chef und Gründerenkel Henry Ford II gerne erinnerte, schon Ende der 60er Jahre vorbei. In den USA, wo zwar nicht das Auto selbst, dafür aber die Autogesellschaft erfunden wurde - in keinem anderen Kulturraum der Welt setzten Hersteller und Käufer so konsequent auf das Automobil und stilisierten dieses Fortbewegungsmittel zum sinnstiftenden Kern wie in den USA -, war es kaum verwunderlich, daß auch hier die Grenzen dieser massenhaft geübten automobilfixierten Lebensphilosophie zuerst spürbar wurden. Die USA bildeten daher auch den Maßstab staatlicher Regulierungspolitik. Mit dem "Motor Vehicle Air Pollution Act" (1965), dem "National Traffic and Motor Vehicle Safety Act" (1966), den "Clean Air Act Amendments" (1970) sowie der "Corporate Average Fuel Economy" (CAFE) im Rahmen des "Energy Policy and Conservation Act" (EPCA) von 1975 setzte schon Mitte der 60er Jahre die staatliche Regulierung ein, die sich insbesondere um die Themen Verkehrssicherheit, Schadstoffemissionen und Kraftstoffverbrauch drehte. Wenn im folgenden insbesondere auf die Entwicklung in den USA eingegangen wird, dann schlichtweg aus dem einfachen Grunde, weil in den USA die Standards für die Technikentwicklung gesetzt wurden und werden. Bisher wurden Regulierungsmaßnahmen zuerst in Kalifornien erlassen, dann von der amerikanischen Bundesbehörde übernommen und mit einiger Verzögerung auch in Europa eingeführt. Es gibt bislang keine Hinweise, daß sich dieses Muster in den nächsten Jahren verändern wird.

Im Mittelpunkt der öffentlichen Kritik standen seit Ende der 60er Jahre zunächst die Belastungen des Autoverkehrs mit den Schadstoffen Kohlenwasserstoff (HC),



Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxid (NO<sub>x</sub>), die insbesondere in den dicht besiedelten Gebieten Südkaliforniens zu enormen gesundheitlichen Belastungen der Bevölkerung führten. Mangels funktionaler Alternativen - der öffentliche Personennahverkehr war, soweit er überhaupt jemals bestanden hatte, in seiner Tauglichkeit erheblich eingeschränkt worden - setzten die staatlichen Behörden daher den Regulierungshebel an die Antriebseinheit der Automobile an.

Bis heute konzentriert sich die Kritik am Automobil in den USA daher auf den Verbrennungsmotor. Dieser Bereich stellt allerdings auch nicht irgendeine Komponente der Fahrzeugtechnik dar, sondern gilt als Herzstück, als technischer Kern des Automobils, der für die Hersteller eine Art identitätsstiftende Funktion darstellt. Bis heute bilden in den Automobilunternehmen die Motorenentwickler die mächtigste und einflußreichste Subgruppe im betrieblichen Kräftefeld. Obwohl zur Optimierung der Wertschöpfungskette von den Herstellern die Fertigungstiefe weiter verringert und mehr und mehr Komponenten und ganze Module weltweit eingekauft werden, die Motorenprogramme bleiben davon noch weitgehend unberührt. Bis auf wenige Ausnahmen im Dieselmotorbereich, zur Zeit baut gerade die Opel AG Dieselmotoren von BMW in ihre Fahrzeuge ein, bleibt der Motorenbereich die ureigene unternehmerische Domäne. Es gibt daher nicht wenige Experten, die glauben, daß in der Autoindustrie nur dann substantielle Veränderungen durchzusetzen sind, wenn der Verbrennungsmotor seine Vorherrschaft dort verlor hat.

Der Hubkolben-Verbrennungsmotor, der in der diesel- bzw. ottomotorischen Variante von der Autoindustrie weltweit als einzige Antriebstechnik eingesetzt wird, geriet aufgrund seiner mißliebigen Eigenschaften in die Schlagzeilen. Die unvollkommene Verbrennung des Kraftstoffs sowie die auch nur sehr mangelhafte Ausbeutung der in den flüssigen Kohlenwasserstoffen steckenden Energiemengen ließen Zweifel an der Rechtfertigung der weltweiten Dominanz dieser Antriebstechnik aufkommen. Im 1970 vom amerikanischen Kongreß neu gefaßten "Clean Air Act", der auch nach dem in dieser Sache besonders engagierten Senator Edmund Muskie "Muskie Act" genannt wird, verkündete man für die in den 60er Jahren identifizierten Schadstoffklassen drastisch verschärfte Grenzwerte, die für die Modelljahre 1976/77 gelten sollten: Für HC senkte die Regierung die Werte von bislang 6,3 gram per mile (gpm) auf 0,41 gpm, für CO von 51 gpm auf 3,4 gpm und für das neu in den Maßnahmenkatalog aufgenommene NO<sub>x</sub> sollten ab 1977 sogar nur noch 0,4 gpm gelten. Wie radikal dieser Schritt damals ausgefallen war, verdeutlicht die Tatsache, daß diese Werte nach heftigen Auseinandersetzungen zwischen Kongreß, Umweltbehörde und Autoindustrie tatsächlich erst mit dem Modelljahr 1990 verbindlich eingeführt werden konnten.

## Die Suche nach alternativen Antriebstechniken

Die Automobilhersteller sahen sich daher gezwungen, neben der Fortentwicklung des Hubkolben-Verbrennungsmotors auch mit anderen möglichen Motorentchniken zu experimentieren. Unterstützt durch öffentliche Programme, begannen in den USA und auch in Europa intensive Forschungs- und Entwicklungsbemühungen zur Suche, Konstruktion und Erprobung alternativer Antriebssysteme für Pkws und Lkws. Nicht nur die Hersteller bauten vielfach zu diesem Zweck neue Forschungsabteilungen auf, auch andere Einrichtungen und Unternehmen außerhalb der "zuständigen" Industrie machten sich auf die Lösungssuche. Der finanzstarke Flugzeugindustrielle Lear startete mit großer öffentlicher Aufmerksamkeit mit der Erprobung von Dampftriebssystemen. Die sehr gute Drehmomentcharakteristik und die vergleichsweise niedrigen Schadstoffwerte versprachen günstige Aussichten, die verschärften Grenzwerte zu unterbieten.

Neben der Arbeit an Elektrofahrzeugen stand die Gasturbine beispielsweise beim amerikanischen Chrysler-Konzern hoch im Kurs. Eine erste Testflotte war schon in den 60er Jahren durch die Lande gerollt und hatte die über 200 Testfahrer sehr beeindruckt. Die Ford Motor Company favorisierte den komplizierten Stirlingmotor, der einst vom holländischen Philips-Konzern bei der Suche nach neuen Kraftquellen schon in den 40er Jahren ausgegraben worden war. Branchenführer General Motors testete eine Vielzahl von Antriebssystemen und konzentrierte sich einige Jahre unter der direkten Schirmherrschaft von Unternehmenschef Cole auf den Rotationskolbenmotor nach der Lizenz der deutschen NSU AG, aber nach Bauvorlagen des japanischen Herstellers Mazda. Darüber hinaus experimentierten Industrieunternehmen und technikwissenschaftliche Institute auch mit anderen Energieträgern für den Einsatz in konventionellen Hubkolben-Verbrennungsmotoren wie beispielsweise Ethanol, Methanol, Wasserstoff und pflanzliche Öle.

Während für die Suche nach alternativen Antriebssystemen in den Industrieunternehmen häufig ganz neue Forschungslabors aufgebaut wurden, blieb der Verbrennungsmotor in den seriennahen Entwicklungsabteilungen nach wie vor aktuell. Diese Aggregate verkörperten weltweit erhebliche fertigungstechnische und konstruktive Erfahrungen, die für die Produzenten von Massengütern eine wichtige Voraussetzung für die Produktion und Vermarktung betriebstauglicher Maschinen sind. Mittels geometrischer Veränderungen im Brennraum, neuen Ventilkonstruktionen, dem Einsatz elektronischer Meß- und Regeltechnik sowie unter Nutzung neuer Werkstoffe und verbesserter Fertigungsverfahren suchten die Konstrukteure den Ottomotor schadstoffärmer und verbrauchsfreundlicher zu gestalten. Allerdings zeichnete sich bereits in den frühen 70er Jahren ab, daß mit innermotor-

schen Maßnahmen allein nicht annähernd die von staatlicher Seite gewünschten Reduzierungsleistungen erreicht werden konnten. Seit Mitte der 60er Jahre gingen daher vor allem von den amerikanischen Firmen Ford und General Motors Initiativen zur Bildung von Forschungsk Kooperationen zur katalytischen Abgasbehandlung aus, die insbesondere beim Branchenführer, der sich schon seit den 20er Jahren eine aufwendige Forschungskultur leistete, an eine lange Tradition anknüpfen konnten. Parallel zu den technischen Arbeiten hatten die Autohersteller mit verschiedenen politischen Mitteln natürlich auch versucht, eine Modifizierung bzw. Verschiebung der Einführungsstermine der scharfen Grenzwerte zu erreichen.

Tabelle 2 : Arbeitsverfahren verschiedener Kraftmaschinen

Art der Verbrennungskraftmaschine	Kraftstoffart	Energieumwandlung durch
Ottomotor Rotationskolbenmotor	Benzin, Methanol, Ethanol, Naturgas, Autogas, Wasserstoff	} diskontinuierliche innere Verbrennung
Dieselmotor	Diesekraftstoff, Methanol, Ethanol	
Gasturbine	Benzin, Diesekraftstoff, Methanol	kontinuierliche innere Verbrennung
Stirlingmotor	Ethanol, Naturgas, Autogas, Wasserstoff u. a.	} kontinuierliche äußere Verbrennung
Dampfmotor		
Elektrotraktion	Batterie Brennstoffzelle	
Hybridantriebe: Elektromotor u. Verbrennungskraftmaschine		

Quelle: Walzer, Peter: Die Gasturbine, Düsseldorf 1990, S. 7

## **Dieselmotor und Katalysatorentechnik: die Rettung der konventionellen Hubkolbenmotorentechnik**

Schon 1974 gab die für die administrative Umsetzung verantwortliche amerikanische Umweltbehörde, die Environmental Protection Agency (EPA), dem Druck der Industrie nach und verkündete neue Grenzwerte. Diese waren so definiert, daß ein konventioneller Verbrennungsmotor mit nachgeschalteter katalytischer Abgasreinigungstechnik diese unterschreiten konnte. Bei den Rettungsversuchen des klassischen Hubkolben-Verbrennungsmotors im Konzept der Rennreiselimousine war der Autoindustrie allerdings die Ölpreiskrise zu Hilfe gekommen, die ab Herbst 1973 die westliche Welt aufgeschreckt hatte. Die Hersteller nutzten den nun von allen Seiten geforderten Zwang zum Energiesparen als Argument zur Weiterführung der bisherigen Antriebsaggregate, denn für die zwar vielfach schadstoffärmeren Systeme konnte man noch keine gesicherten Verbrauchswerte im alltäglichen Betrieb angeben.

Europäische Hersteller lösten das Problem der plötzlichen Verteuerung der Kraftstoffe zur Kultivierung des bis dahin eher als Nischenantrieb für Pkw gehandelten Dieselmotors. Mit durchschnittlich 20 Prozent geringeren Verbrauchswerten konnte die Industrie damit nicht nur ihre innovative Kompetenz im Antriebsbereich dokumentieren, sondern gleichzeitig auch noch für das Fortleben des konventionellen Hubkolben-Verbrennungsmotors werben.

Mit der Einführung neuer End-of-pipe-Techniken sowie der Ausweitung der dieselmotorischen Aggregate waren alle alternativen Lösungsansätze praktisch vom Tisch. Die Fortführung der Arbeiten diente lediglich noch dem Nachweis, daß die Hersteller auch über die Anforderungen des Tagesgeschäftes hinaus an langfristigen, zukunftsorientierten Systemlösungen forschten.

Den veränderten gesellschaftlichen Umfeldbedingungen gegenüber hatte sich die Automobilindustrie als durchaus reformfähig erwiesen, freilich ohne fundamentale Änderungen im Leitbild der Rennreiselimousine zu unterstützen. Vielmehr saß sie einer fatalen Fehleinschätzung auf und trug zu ihrer Verbreitung bei: Als mit der Einführung des Drei-Wege-Katalysators alle drei Schadstoffklassen gleichermaßen erheblich reduziert werden konnten, und den Herstellern die Kultivierung der Dieselaggregate zur Absenkung der Flottenverbräuche gelungen war, setzte sich im Laufe der 70er und 80er Jahre bei Industrie, Behörden und Technikwissenschaften daher das Verständnis durch, daß nunmehr allen gesellschaftlichen Anforderungen auch in Zukunft genüge getan sei.

## Neue Regulierungsrunden zu Beginn der 90er Jahre

Schon wenige Jahre später sollte sich allerdings zeigen, daß diese Annahmen der Automobilbranche nicht haltbar waren. Die umweltentlastenden Effekte der bisherigen Regulierungsversuche blieben nämlich äußerst bescheiden; alle Schadstoffreduktionen wurden durch höhere Motorleistungen und gestiegene Zulassungszahlen konterkariert und zum größten Teil sogar überkompensiert. Vor allem der Kraftstoffverbrauch der Pkw stieg beispielsweise in Deutschland 1980 von ca. 25,4 auf fast 32 Millionen Tonnen im Jahre 1990. Alle Prognosen gehen auch heute noch von einem weiteren Anstieg der Motorisierung und damit auch der Emissionen und des Treibstoffverbrauchs aus, wenn nicht drastische Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Dafür gibt es allerdings wenig Anhaltspunkte. Vielmehr muß allein in Deutschland aufgrund des Nachholbedarfs in den neuen Bundesländern, mittel- bzw. langfristig in allen osteuropäischen Ländern und durch die europäische Einigung mit einer zusätzlichen Dynamik in der Verkehrsleistung gerechnet werden. Auch zukünftig wird die Anzahl der Pkw zunehmen, die wachsende Mobilität von Frauen sowie von älteren Menschen treibt, so die neueste Shell-Prognose, den Pkw-Bestand in Deutschland auf 48,6 Millionen Einheiten im Jahre 2010. Die Geschichte der Verkehrsprognosen gibt zudem Anlaß zu großer Vorsicht hinsichtlich ihrer Verlässlichkeit. Ausnahmslos blieben alle Verkehrsprognosen der letzten 25 Jahre hinter der Realentwicklung zurück. Auch alle Sättigungsannahmen, die eine Vollmotorisierung der Haushalte zuerst bei 300 Fahrzeugen je 1.000 Haushalte, dann bei 400 und schließlich bei 500 Fahrzeugen sahen, wurden von der Wirklichkeit überholt. Mittlerweile liegt der Motorisierungsgrad in Deutschland bei deutlich über 500 Autos pro 1.000 Haushalte, und der neue Trend zum Spezialfahrzeug scheint auch die Grenze von 600 Fahrzeugen überwinden zu helfen.

Schaut man sich die Entwicklungen der Gesamtwirtschaft und der Verkehrsleistungen von 1950 bis 1990 an, so fällt auf, daß die Verkehrsleistungen nach Personenkilometern leicht bis mäßig über den Steigerungsraten der wesentlichen volkswirtschaftlichen Faktoren liegen. Nach Berechnungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) liegen die Zuwachsraten des motorisierten Individualverkehrs noch einmal höher als die Verkehrsleistung insgesamt. Von einer Entkopplung von Verkehrsleistung und Wirtschaftsentwicklung kann keine Rede sein. Dies gilt auch für den Treibstoffverbrauch; im Gegensatz zum allgemeinen Endenergieverbrauch, der seit Beginn der 70er Jahre relativ schwächer gestiegen bzw. zeitweise sogar gefallen und damit von der wirtschaftlichen Entwicklung entkoppelt ist, ist der Treibstoffverbrauch im Verkehrssektor stärker als die Wirtschaftsleistung gestiegen. Mit den Regulierungsversuchen der Vergan-

genheit konnte also trotz verschärfter Grenzwerte und technischer Auflagen wie dem Katalysator weder eine spürbare Einsparung von Verkehrsleistungen noch eine notwendige absolute Effizienzsteigerung der Automobile erzielt werden.

Die Gutachter der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages, die im Rahmen der "Entwicklung der Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr und ihre Beeinflussung durch verkehrspolitische Maßnahmen" sowohl ein Trend-Szenario als auch ein Reduktions-Szenario für den Zeitraum bis zum Jahr 2050 erarbeitet haben, bleiben in ihren Prognosen sehr skeptisch. Während die DIW-Forscher in ihrem Trend-Szenario die zu beobachtenden Entwicklungen lediglich fortschreiben, entwerfen sie in dem Reduktions-Szenario normative Zielvorstellungen: "Unter dem Aspekt, daß die aus dem Trend-Szenario resultierenden ökologischen Folgeprobleme sich nicht allein mit technischen Maßnahmen an den Fahrzeugen lösen lassen, werden Steuerungselemente für den Verkehrsmarkt eingeführt, die eine andere Verkehrsteilung zum Ziel haben. Die traditionellen Beziehungen zwischen Verkehrspolitikern, Verkehrsnachfragern und Verkehrsanbietern werden durch Maßnahmen, die die Angebotsmerkmale der Verkehrsträger und damit deren Konkurrenzsituation bewußt verändert, durchbrochen."

Aber auch die Maßnahmen der Autohersteller verfehlten ihre beabsichtigte Wirkung. Der Verdacht, daß insbesondere die Rußpartikel des Dieselmotors gesundheitsgefährdende Folgen hervorrufen, bremsten den Dieselboom schon Mitte der 80er Jahre wieder merklich ab. Darüber hinaus zeigte sich, daß die Haltbarkeit der Katalysatoren unter normalen Betriebsbedingungen erheblich eingeschränkt war. Eine Tatsache, die Industrie und Behörden "von Anfang an bekannt (war), aber viele Jahre lang nicht offen angesprochen wurde", wie es in Industriekreisen eher lapidar formuliert wird. Nach neueren Untersuchungen werden die zur Zeit gültigen US-amerikanischen Grenzwerte bei CO schon nach 30.000 km Laufleistung überschritten, bei HC nach 45.000 km, und ab 10.000 km verliert der Katalysator auch für NO<sub>x</sub> seine Wirkung. Zwar kann ein funktionstüchtiger Drei-Wege-Katalysator die Abgaswerte im Vergleich zu einem konventionellen Ottomotor bei CO um 32, bei HC um 11 und bei NO<sub>x</sub> etwa um 18 Prozent reduzieren. In der abgasintensiven Warmlaufzeit des Motors bleibt die Wirkung allerdings gleich Null. Bei höheren Geschwindigkeiten verliert der Katalysator darüber hinaus zunehmend an Funktionsfähigkeit. Gegenüber konventionellen Fahrzeugen steigt der Schadstoffausstoß überproportional an. Kat-Fahrzeuge emittieren bei einer Geschwindigkeit von 150 km/h fast viermal soviel Kohlenmonoxid, doppelt soviel Kohlenwasserstoffe und nahezu dreimal soviel Stickoxide wie bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h.

Insbesondere der Ausstoß des von keiner Filtertechnik zu eliminierenden CO<sub>2</sub> als eine für den Treibhauseffekt mitverantwortliche Substanz geriet in die Schlagzeilen der Medien. Das Umweltbundesamt rechnet in seinem Jahresbericht 1992 mit einer Zunahme des verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in der Bundesrepublik von 38 Prozent bis zum Jahr 2005. Die Umweltschützer des UBA stellen im Chor mit allen verkehrs- und umweltwissenschaftlichen Gutachten der letzten Jahre klar: Das für die drohenden globalen Klimaveränderungen mitverantwortliche Kohlendioxid ist nur durch eine Absenkung des Kraftstoffverbrauchs und neue Verkehrskonzepte zu reduzieren.

Keinesfalls überraschend setzte wieder einmal die kalifornische Umweltbehörde, das California Air Resource Board (CARB), 1987 mit einer drastischen Verschärfung der Abgaswerte eine neue Regulierungswelle in Gang, die von der Bundesbehörde EPA Anfang 1993 genehmigt wurde. Der US-Bundesstaat Kalifornien ist mit rund 11 Prozent Marktanteil der größte Regionalmarkt in den USA und daher auch für alle großen Automobilhersteller ein bedeutendes Absatzgebiet. Die Automobilbegeisterung in diesem Bundesstaat mit den dadurch verbundenen Folgeproblemen haben Kalifornien überdies schon seit Jahrzehnten zu einer Art Fahrzeugtechnischem Zukunftslabor gemacht. Hier werden seither weltweit die strengsten Abgasgesetzgebungen erlassen und hier können Hersteller die neuesten Generationen ihrer Filtertechniken testen. In einem Stufenplan wird bis zum Jahr 2003 neben einer schrittweisen Absenkung der bekannten Schadstoffklassen CO, HC und NO<sub>x</sub> sowie von Partikeln erstmals auch der Ausstoß von Formaldehyd limitiert. Darüber hinaus beinhaltet der Plan eine schrittweise Einführung verschärfter Schadstoffgrenzwerte in drei Fahrzeugkategorien, den "Transitional Low-Emission Vehicles" (TLEV), den "Low-Emission-Vehicle" (LEV) sowie den "Ultra-Low-Emission-Vehicle" (ULEV). Hierbei gibt die Behörde lediglich einen Mittelwert an, in welcher Kombination die Hersteller diesen erreichen, bleibt ihnen überlassen. Bei einer Übererfüllung können sogar Bonuswerte ausgewiesen werden, mit denen Hersteller handeln können.

Neben einer Reihe von neuen Vorschriften für Testzyklen und Haltbarkeitsnachweisen der Filtertechniken durch "Onboard"-Diagnostetechniken findet sich in dem Regelwerk ein weiteres Novum. Erstmals in der Automobilgeschichte schreibt eine staatliche Behörde eine Quote für abgasfreie Fahrzeuge vor. Ab dem Jahre 1998 müssen alle Hersteller, die im Bundesstaat Kalifornien mehr als 35.000 Einheiten verkaufen, 2 Prozent ihrer Fahrzeuge als "Zero-Emission-Vehicles" (ZEV), also als "Null-Emissions-Fahrzeuge", verkaufen. Dieser Prozentsatz soll bis zum Jahre 2003 sogar auf 10 Prozent ansteigen und dann auch für Hersteller verbindlich sein, die zwischen 5.000 und 35.000 Automobile in

Kalifornien verkaufen. Hierzu zählen die deutschen Firmen VW/Audi, Mercedes-Benz und BMW. Aber auch auf der Bundesebene begann mit der erneuten Modifizierung des Clean Air Act 1990 eine Welle von verschärften Emissionsauflagen, die zum Modelljahr 1994 auch landesweit die bereits seit Jahren eingeführten kalifornischen Werte verbindlich vorschreiben. Danach wird der alte Grenzwert für HC von 0,41 Gramm pro Meile auf 0,25 gpm vermindert; der für CO bleibt zunächst bei 3,4 gpm, während der NO<sub>x</sub>-Grenzwert von 1 gpm auf 0,4 gpm abgesenkt wird. Für Dieselfahrzeuge sind die relevanten Grenzwerte 0,08 gpm für Partikel sowie 1,0 gpm für NO<sub>x</sub>.

Abb. 3: California Clean Air Requirements

			Transitional low-emission vehicles	Low- emission vehicles	Ultra-low emission vehicles	Zero emission vehicles
HC g/mile	0.39	0.25	0.125	0.075	0.04	0
CO g/mile	7.0	3.4	3.4	3.4	1.7	0
NO <sub>x</sub> g/mile	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0
2003				75	15	10
2002				85	10	5
2001				90	5	5
2000				96	2	2
1999		23		73	2	2
1998		48		48	2	2
1997		73		25	2	
1996		80	20			
1995		85	15			
1994	10	80	0			
1993	60	40				
1992	100					
1991	100					
Model Year	% of AUTOMAKERS' FLEETS					

Note: g/mile = grams per mile

Quelle: Ward's Electric Vehicle Special Report 1993, S. 18

Diese neuen Regulierungsrunden bleiben auch für Europa nicht ohne Folgen. Die Abgasgrenzwerte werden im Zuge der europäischen Einigung künftig EG-weit festgelegt. Sie sind dann nach den bisherigen Absprachen der Umweltminister der Gemeinschaft zwar schärfer als die derzeit in den meisten EG-Länder zulässigen Höchstwerte, erreichen aber noch nicht die strengen amerikanischen Standards. Ab dem 1.1.1993 ist der geregelte 3-Wege-Katalysator für alle neuzugelassenen Fahrzeuge obligatorisch, zu diesem Zeitpunkt war die US-Fahrzeugflotte bereits fast vollständig mit Katalysatoren ausgestattet. Vorgesehen sind in der EG für die Betriebserlaubnis neuer Modelle mit Otto-Motor ab dem 1. Januar 1996 die



Höchstgrenzen der Emission von Kohlenmonoxid (CO) auf 2,2 Gramm pro Kilometer, von Kohlenwasserstoff (HC) auf 0,5 g/km und von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) auf 0,5 g/km. Auch für Dieselmotoren werden die Grenzwerte schärfer, die dieseltypische Partikelmasse soll auf höchstens 0,08 g/km bis zum 30. September 1999 begrenzt werden. Nur für die besonders verbrauchsarmen, aber noch schadstoffproblematischen direkteinspritzenden Dieselmotoren bleibt der Partikelwert einseitig auf 1 g/km. Der Ausstoß von CO wird auf 1,0 g/km, von HC auf 0,7 g/km und von NO<sub>x</sub> auf 0,9 g/km limitiert. Mit diesen Anforderungen werden voraussichtlich die innermotorischen Maßnahmen zur saubereren Verbrennung des Diesels überfordert sein und eine Abgasnachbehandlung in Form von Rußfiltersystemen obligatorisch.

Während auf der EG-Ebene die Regulierungsmühlen noch sehr langsam arbeiten, aber auch hier über kurz oder lang die amerikanischen Grenzwerte übernommen werden, nimmt das Problembewußtsein in einzelnen Mitgliedsstaaten offenkundig so stark zu, daß zusätzliche Maßnahmen notwendig erscheinen. So hat sich die deutsche Bundesregierung im Zusammenhang mit dem "Erdgipfel" von Rio zu einer Reduzierung des für den Treibhauseffekt mitverantwortlichen, bislang aber noch nicht limitierten Gases CO<sub>2</sub> bis zum Jahre 2005 um mindestens 25 Prozent verpflichtet, allerdings ohne für verbindliche, einklagbare Gesetzesgrundlagen zu sorgen. Da bis heute weltweit nahezu alle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ausgestattet sind, die flüssige Kohlenwasserstoffe verwenden und damit auf jeden Fall CO<sub>2</sub> ausstoßen, bedeutet dies auch für die deutschen Hersteller, daß ähnlich der Situation zu Beginn der 70er Jahre nunmehr von der Industrie neben einer weiteren Reduzierung der Schadstoffwerte gleichzeitig auch eine drastische Absenkung der Kraftstoffverbrauchs verlangt wird. Um beispielsweise die versprochene Reduzierung des CO<sub>2</sub> realisieren zu können, ist allein für den Verkehrsbereich bei gleichen Bedingungen wie heute ein Durchschnittsverbrauch der bundesdeutschen Fahrzeugflotte von 5,2 Liter pro 100 Kilometer erforderlich. Sollte die Verkehrsleistung tatsächlich um weitere 12 Prozent zunehmen, dann ist sogar eine Absenkung des Kraftstoffverbrauchs auf 4,1 Liter pro 100 Kilometer bzw. noch darunter notwendig. Trifft die Prognose der jüngsten Shell-Studie zu, daß im Jahr 2005 in der Bundesrepublik mit einem Kraftfahrzeugbestand von 46,8 gegenüber 39,1 Millionen im Jahre 1992 zu rechnen ist, dann müßten die Durchschnittsverbräuche sogar noch weiter verringert werden, wenn die Zusagen von Rio eingehalten werden sollen. Schließlich ist daran zu erinnern, daß die Forderungen der Klimaforscher weit über die 25-Prozent-Einsparung hinausgehen - Forderungen nach zusätzlichen Einsparungen werden bei sich verstetigender Datenlage in der Klimaforschung eher lauter.

## Technische Maßnahmen der Hersteller

Neben den Optimierungsmöglichkeiten am Fahrzeug selbst rückt erneut der Verbrennungsmotor in den Mittelpunkt der konstruktiven Aktivitäten. Die Autoindustrie versucht, die geforderte Absenkung von Verbrauch und Schadstoffwerten zunächst durch eine Optimierung der innermotorischen Verbrennung zu erreichen. Zur Zeit arbeiten alle Hersteller weltweit am vielfach bereits verwirklichten Einsatz der 4-Ventiltechnik (statt der bislang üblichen 2 Ventile pro Zylinder), dem Einbau von schaltbaren Saugrohren sowie einem elektronischen Motorenmanagements. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch sehr aufwendige Konstruktionen, den bisher mit den Drehzahlen der Motoren zwangsläufig gekoppelten Ventilbetrieb aufzulösen. Die Steuerzeiten, also wann ein Ventil schließt und öffnet, sowie der Ventilhub sollen stärker den tatsächlichen Erfordernissen des Brennraums angepaßt werden. Hinzu kommen neue Generationen von Katalysatoren, die beispielsweise durch Einbau von Heizungen ihre Betriebstemperatur tatsächlich bereits beim Starten des Motors erreichen. Alles in allem bleibt der Erfolg dieser aufwendigen Entwicklungen aber bescheiden: "Durch die Kombination verschiedener Maßnahmen besteht die begründete Hoffnung, kleine und mittelschwere Fahrzeuge als Low-Emission-Vehicles (LEV) darstellen zu können. Der erhebliche technische Mehraufwand führt aber zu deutlichen Kostensteigerungen und zu Mehrgewicht, das sich wiederum ungünstig auf das Verbrauchsverhalten auswirkt". Nach Aussagen führender Entwicklungschefs lassen sich mit konstruktiven Verbesserungen am Ottomotor von den dringend notwendigen 50 Prozent an Einsparungen im Kraftstoffverbrauch lediglich 30 Prozent realisieren.

Für die europäischen Hersteller, die zum Teil auf eine lange Tradition im Dieselmotorenbau zurückblicken können, steht damit der verstärkte Rückgriff auf dieses Verbrennungsprinzip auf der Tagesordnung. Dieselmotoren verfügen Dank günstigerer thermodynamischer Voraussetzungen über einen 20-30%igen "prinzipenbedingten" Verbrauchsvorteil gegenüber Ottomotoren. Ebenfalls durch den bereits von Mercedes-Benz verwirklichten Einsatz der 4-Ventiltechnik, einer erhöhten Spritzrate, im Verbund mit einer besseren Anpassung der Spritzverstellung an die tatsächlichen Verbrennungsbedingungen, einer elektronisch geregelten Pumpdüse und weiterer geometrischer Modifikationen wird versucht, diese Maßnahmen mit einer Abgasrückführung und optimierter Aufladung sowie einem Abgaskatalysator in Verbindung mit dem Einsatz schwefelfreiem Kraftstoff zu kombinieren. Aber auch hier zeigen sich trotz dieser im Vergleich zum Ottomotor nicht weniger aufwendigen Modifikationen bereits deutlich die Grenzen, die der Aachener Professor Franz Pischinger wie folgt beschreibt: "Hingewiesen sei aber auf den auch für den Dieselmotor gültigen gegenläufigen Zusammenhang von

Kraftstoffverbrauch und erreichbaren Emissionsgrenzwerten: Eine Erfüllung wesentlich schärferer Schadstoffgrenzwerte, insbesondere für NO<sub>x</sub> und Partikel, gegenüber den heutigen Normen ist nur mit einer Verbrauchserhöhung verbunden. Die Grenzen des noch Machbaren dürften insbesondere beim NO<sub>x</sub> für Dieselmotoren auch in Zukunft ungünstiger liegen als beim Ottomotor. Ein Kompromiß bei den Grenzwerten zugunsten des energiesparenden Diesels wird bei zukünftiger Abgasgesetzgebung wohl angebracht sein."

Noch aber stellen die strengen kalifornischen Grenzwerte für NO<sub>x</sub> und Partikel eine Realität dar, die nach dem heutigen Stand der Dinge gerade durch eine drastische Reduzierung aller Schadstoffkomponenten, insbesondere aber von NO<sub>x</sub> und von Partikeln, wohl zumindest für diesen Bundesstaat das Aus für den Pkw-Dieselmotor ab dem Jahre 1999 bedeuten wird. Um weiterhin konventionelle Hubkolben-Ottomotoren anbieten zu können, ist zumindest ein aufwendiges und teures Entwicklungsprogramm notwendig.

Kaum verwunderlich, daß die Autoindustrie nach der Forschungsoffensive der 70er Jahre seit den 80er Jahren erneut in die Erprobung alternativer Antriebssysteme investierte. Im Unterschied zur Situation vor 20 Jahren fällt dabei auf, daß kaum noch grundlegend andere Typen von Wärmekraftmaschinen wie die Gasturbine, der Stirlingmotor oder Dampftriebe eruiert wurden. Weltweit konzentrieren sich die Hersteller vielmehr auf die Erprobung von anderen Energiespeichern für konventionelle Hubkolben-Verbrennungsmotoren. Am Einsatz von Ethanol, Methanol, Flüssig-Gas, pflanzlicher Öle sowie Wasserstoff in konventionellen ottomotorischen Hubkolbenmotoren wird zur Zeit intensiv gearbeitet. Der im Verhältnis zu den gängigen Kraftstoffen geringeren Energiedichte stehen Vorteile in der Emissionsbilanz gegenüber, die allerdings für die Mehrzahl dieser Energieträger mit dem Aufbau einer völlig neue Infrastruktur erkaufte werden müßten.

### **Zukunftstechnologie Elektroantrieb**

Seit der kalifornischen Festlegung von verbindlichen Quoten für "Zero-Emission-Vehicles" (ZEV), den "Null-Emissions-Autos", ist als grundlegende Alternative zum Verbrennungsmotor daher lediglich noch der Elektroantrieb hoch im Kurs. Denn nur diese Antriebstechnik verspricht nach heutiger Erkenntnis die von Kalifornien geforderten Null-Emissionswerte einzuhalten. Damit eröffnen sich für diese ja auch schon 100 Jahre alte "Daueralternative" nach vielen Jahren wieder sehr günstige Entwicklungsoptionen. Weltweit arbeiten alle großen Hersteller mit dieser Technologie, die entweder als reiner Elektroantrieb oder in Kombination

mit einer konventionellen Wärmekraftmaschine (Otto- oder Dieselmotor bzw. Gasturbine) als sogenannter Hybrid-Antrieb technisch realisiert werden kann. Allerdings handelt es sich auch bei Elektromotoren keinesfalls um neue Wundermaschinen. Die Schadstoffbilanz von Elektrofahrzeugen wird von den verwendeten Primärenergieträgern bestimmt und fällt daher von Region zu Region sehr unterschiedlich aus. Im unmittelbaren lokalen Anwendungsbereich dieser Antriebstechnik - nur dies ist bei den Experten Konsens - fallen indes keine der üblichen Emissionen an.

Die folgende Übersicht zeigt eine Auswahl von Konzepten und Konfigurationen, die zur Zeit als Prototypen von den Versuchslabors der Autoindustrie getestet werden.

Tabelle 3: Technische Konfigurationen ausgewählter Elektrofahrzeug-Prototypen

Hersteller/Modell	Batterietyp	Reichweite	
		maximale Geschwindigkeit mph	miles
GM Impact	Blei-Säure	75	120
Nissan FEV	Nickel-Cadmium	81	160
BMW E1	Natrium-Schwefel	75	155
Mercedes 190	Nickel-Cadmium	74	93
Ford Ecostar	Natrium-Schwefel	70	100
VW Jetta	Natrium-Schwefel	65	74

Quelle: Wards, S. 104; Scott (ed.): S. 11, eigene Zusammenstellung

Im Unterschied zur Verbrennungsmotorentechnik, wo die grundlegenden Entscheidungen über den konstruktiven Aufbau und die Funktionsweisen dieser Maschinengattung schon seit fast 100 Jahren unumstrittener "Stand der Technik" sind, herrscht bei den Basisannahmen für Elektrotraktion nach wie vor große Unklarheit. Beispielsweise ist weder die Frage geklärt, ob der kostengünstige Gleichstrommotor als Reihenschluß- oder Nebenschlußmaschine oder ob der zwar aufwendige, aber entwicklungsfähige Drehstromantrieb in synchroner oder asynchroner Bauart eingesetzt werden soll. In der Frage der Batterietypen werden weltweit zur Zeit neben der klassischen Blei-Gel-Batterie, die bislang als einziger

Energiespeicher serienmäßig erprobt und verfügbar ist, an verschiedenen anderen Systemen wie Nickel-Kadmium, Zink-Brom sowie Natrium-Schwefel und Natrium-Nickelchlorid-Akkumulatoren geforscht.

Inwieweit die von der israelischen Firma Electric Fuel Limited entwickelte und von der TELEKOM zur Zeit getestete "Zink-Luft"-Batterie einen technischen Durchbruch bedeutet, muß freilich noch abgewartet werden. Mit einer erheblich größeren Speicherdichte sowie durch einen recht praktischen Austausch der Zinkelektroden, mit der sich die Aufladezeit der Batterien auf Minuten verkürzt, scheinen sich hier neue Dimensionen für E-Fahrzeuge anzukündigen. Die deutsche Autoindustrie steht diesem fremden Konzept indes noch reserviert gegenüber.

Darüber, ob die deutschen Automobilhersteller über die Beschäftigung mit Elektroantrieben als eine mögliche Zukunftsoption hinaus überhaupt Interesse an einer baldigen Serieneinführung haben, wird nicht nur hinter vorgehaltener Hand gemunkelt. Ganz offensichtlich zeigt sich dies beispielsweise auch in einem Großversuch auf der Insel Rügen. Dieser mit viel öffentlichem Wirbel im Oktober 1992 gestartete Test zur Erprobung der Alltagstauglichkeit verschiedener Elektrofahrzeuge und Batterietypen sollte ursprünglich von der Autoindustrie mit 60 Fahrzeugen bestückt werden. Von den veranschlagten Kosten von über 40 Millionen DM übernimmt der Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) mit 22 Millionen DM mehr als die Hälfte. Doch nicht nur die technischen Probleme mit der Natrium-Schwefel-Batterie von ABB, deren Serientauglichkeit viel zu früh gefeiert worden war, sondern auch das mangelnde Engagement der Fahrzeughersteller, die bislang erst ein Drittel der geplanten Fahrzeuge zur Verfügung gestellt haben und diese wenigen Fahrzeuge darüber hinaus immer wieder zwischenzeitlich zu Demonstrationszwecken abziehen, läßt am Nutzen dieses Großversuchs Zweifel aufkommen. Im Einsatz sind darüber hinaus noch Batterieprototypen von AEG (Natrium-Nickel-Kadmium) sowie ein von der Firma DAUG (ein Tochterunternehmen von Mercedes-Benz und Volkswagen) in Zusammenarbeit mit Hoppecke entwickeltes Nickel-Kadmium-Konzept. Von seiten der Batteriehersteller wird jedenfalls kaum mit Kritik an der Autoindustrie gespart, die nach Meinung von VARTA immer auf eine "Wunderbatterie" wartet und die Zusammenarbeit mit den Batteriefirmen nicht wirklich vorantreibt und daher die Entwicklung eines alltagstauglichen Elektroautos im Ergebnis blockiert.

Seit den 70er Jahren gilt die USA in Forschung und Erprobung von elektrischen Antriebskomponenten als führend. Mit dem "Electric and Hybrid Vehicles Research, Development and Demonstration Act" von 1976 wurden vom US-amerikanischen Energieministerium, dem Department of Energy (DOE) in Zusammenarbeit

mit der Industrie die Erprobung von verschiedenen Komponenten im Fiskaljahr 1988 gefördert. Die bereitgestellten Mittel betragen 1988 etwa 14,2, im Jahre 1989 13,9, 1990 17,7 und 1991 sogar 25,25 Millionen Dollar. Der Löwenanteil dieser Summe wird vom 1991 gegründeten "United States Advanced Battery Consortium" ausgegeben, in dem die "BIG 3", die drei großen US-Autohersteller GM, Ford und Chrysler zusammen mit Instituten der Energiewirtschaft eine Art "Strategische Allianz" auf dem Gebiet der Batterieforschung bilden. Mit dem anlässlich der Detroitter Autoshow 1990 erstmals vorgestellten "Impact", einem zweisitzigen, eigens für den Antrieb von Elektromotoren konstruierten Prototyp, setzte Branchenprimus GM die Maßstäbe in der Produktpolitik. Unter besonderer Protektion des ehemaligen Konzernchefs Roger B. Smith, unter dessen Regie durch den Kauf von Hughes Aircraft die organisatorischen Voraussetzungen zur industriellen Führung im Elektroantrieb geschaffen wurden, sollte der Impact ab 1993 mit einer Jahresproduktion von bis zu 50.000 Einheiten in Lansing montiert werden. Aber die ökonomische Krise des Konzerns im Herbst 1992, verbunden mit einem großangelegten Revirement in der Konzernspitze, bedeutete auch das vorläufige Aus dieses fortschrittlichen Konzepts. Der hohe Preis, man rechnete mit 5.000-10.000 Dollar Mehrkosten pro Fahrzeug im Vergleich zu einer Standardlimousine, verbunden mit einer unsicheren Markteinschätzung, wurden als Gründe für die Entscheidung genannt, lediglich noch 50 Prototypen zu bauen und dann das Programm einzustellen. Die neue Konzernspitze unter Jack Smith verkündete als neue Strategie, daß GM sich nun um eine Kooperation mit den Konkurrenten Chrysler und Ford bemühen werde. Beide Autokonzerne verfolgen seit Jahren ebenfalls Elektroantriebsprojekte, bei denen in weniger ambitionierter Absicht konventionelle Fahrzeuge zu Elektrofahrzeugen umgebaut werden.

### **Politischer Widerstand der Autohersteller**

Diese Entscheidung der GM-Spitze, ein aufwendiges Projekt abseits des herrschenden Standes der Technik zu stormieren, scheint zur Zeit symptomatisch für die Stimmung in der Autobranche. Zwar engagieren sich die amerikanischen Hersteller weiterhin in der Erprobung von Elektrofahrzeugen, doch bemüht man sich neuerdings wieder verstärkt auf der politischen Bühne, den ambitionierten Plänen einiger Bundesstaaten zur Festschreibung von Einführungsquoten für Elektrofahrzeugen entgegenzuarbeiten. Als im Jahr 1992 gleich mehrere Bundesstaaten, insbesondere im Nordosten der Vereinigten Staaten, ankündigten, die kalifornischen Standards in zentralen Punkten zu übernehmen und damit für 37 Prozent des Marktvolumens der USA auch die Einführung von "Null-Emission-Fahrzeugen" drohte, verschärfen sich die Widerstände in der Autobranche. Dem Staat New

York wurde auf Antrag der American Automobile Manufacturers Assn. (AAMA) sogar gerichtlich die Übernahme der kalifornischen Regeln im Januar 1993 verwehrt. Der Herstellerverband argumentierte, daß neben ganz anderen topographischen und klimatischen Bedingungen des Ostküstenstaates New York keine rechtzeitige Einführung besonders schwefelarmen Benzins verordnet worden ist, mit dessen Hilfe überhaupt nur die strengen Abgaswerte erreicht werden können.

Weite Teile der Automobil- und Energiebranche zeigen sich zwar gegenüber den besonderen Problemen Kaliforniens aufgeschlossen, sehen aber keinen Sinn diesen sehr strengen und auf die Eigenheiten Kaliforniens zugeschnittenen Regulierungstyp auf andere Staaten zu übertragen. Die große Begeisterung der kalifornischen Umweltbehörde für Elektrofahrzeuge rührt neben den strukturpolitischen Überlegungen zum Aufbau eines neuen Industriesektors aus den besonderen Möglichkeiten der Energieversorgung in diesem Bundesstaat. In Kalifornien sind die schadstoffhaltigen Energieträger Kohle und Öl an der Versorgung nur etwa zu 8 Prozent beteiligt, während in den übrigen amerikanischen Bundesstaaten schon die Kohle im Durchschnitt mit 54 Prozent den Löwenanteil an der Energieversorgung ausmacht. Vertreter von CARB selbst sind daher auch gar nicht so sehr am Export ihres Regelwerkes interessiert, sondern verweisen zur Begründung der ZEV-Regelung auf den hohen Anteil von über 50 Prozent regenerativer Energieträger an der Stromversorgung. Nur vor diesem Hintergrund ist der Versuch der kalifornischen Umweltbehörde zum vermehrten Einsatz von Elektrofahrzeugen zur Reduzierung lokaler Schadstoffbelastungen insbesondere in der Umgebung von Los Angeles zu verstehen.

Die kritischen Stimmen gegenüber der Luftreinhaltepolitik des CARB beziehen sich aber auch auf die Wahl der eingesetzten politischen Instrumente, nämlich mit einer "technology forcing"-Politik das Angebot an Elektrofahrzeuge zu erzwingen, ohne aber auch für den entsprechenden Markt zu sorgen. Helmut Werner, Chef von Mercedes-Benz, hat, wohl stellvertretend für alle anderen Hersteller, den "fatalen Eindruck, daß 1998, wenn in allen Händlerräumen solche Autos stehen, der Kunde sie nicht kaufen wird". Zwar wird der Kauf von solchen Fahrzeugen mit Steuerbefreiungen versehen. Dieser finanzielle Anreiz ist aber nicht geeignet, die erwarteten Mehrkosten von bis zu 10.000 Dollar gegenüber einem Fahrzeug mit konventionellem Antrieb auszugleichen. Umfragen bestätigen die Industrie in diesem Punkt. Während CARB zwar bei 65 Prozent der Kalifornier die Bereitschaft gefunden haben will, für ein "Zero-Emission-Vehicle" immerhin 500 Dollar mehr zu bezahlen, zeigen andere Umfragen, daß der amerikanische Bundesbürger nur ein Elektrofahrzeug mit einer Reichweite von 100 Meilen und einer Höchstgeschwindigkeit von 65 Meilen pro Stunde kaufen würde, wenn es gegenüber einem

16.600 Dollar teuren konventionellen Fahrzeug nur etwa 14.200 Dollar kosten würde.

Bei den Autoherstellern wird daher schon jetzt mit grundlegenden Modifizierungen des strengen kalifornischen Regelwerks gerechnet. So sah sich die Behörde bereits genötigt, den Betrieb einer kraftstoffbefeuerten Heizung bei den ZEVs zu erlauben, wenn die Außentemperatur unter 4°C absinkt. Ausbleibende Erfolge in der Batterieforschung haben darüber hinaus zu Gerüchten geführt, daß die ZEV-Regelung zugunsten eines Einsatzes von Hybrid-Fahrzeugen, also Automobile, deren Antriebseinheit aus einer Kombination von Elektroantrieb und konventionellem Verbrennungsmotor besteht, aufgeweicht wird. Jedenfalls arbeiten in jüngster Zeit auffallend viele Hersteller an der "Zukunftsformel Hybrid", die von Unternehmen zu Unternehmen jeweils noch sehr unterschiedlich definiert wird. Das Konzeptauto von VOLVO, der ECC, der eine dieselbetriebene Gasturbine mit einem Elektromotor kombiniert, hat in dieser Hinsicht bereits Maßstäbe gesetzt.

Sollten die strengen ZEV-Vorschriften aber tatsächlich aufgeweicht werden - und vieles spricht dafür - , dann erhalten auch die fortgeschrittenen Arbeiten des japanischen Mazda-Konzerns zur Erprobung eines Wasserstoffantriebes eine neue Perspektive. Dieses Unternehmen verfügt als einziger Hersteller über jahrzehntelange Serienerfahrungen mit einem Rotationstriebwerk, das für den Betrieb von Wasserstoff im Unterschied zu konventionellen Hubkolben-Motoren sehr geeignet ist. Bis auf Wasserdampf und einen geringen NO<sub>x</sub>-Ausstoß verbrennt Wasserstoff praktisch emissionsfrei und als einziger bekannter kohlenstofffreier Energieträger ohne den Ausstoß von CO<sub>2</sub>.

In Deutschland bleiben solche scharfen Regelwerke - einmal unabhängig von den Problemen der EG-Harmonisierung - undenkbar. "Eine Quotenregelung für E-Fahrzeuge bei der Zulassung von Kraftfahrzeugen ist von der Bundesregierung nicht vorgesehen", heißt es in einer Antwort der Bundesregierung auf ein Große Anfrage im Bundestag. Die Bundesregierung ist dabei durchaus der Meinung, "daß der Förderung der Entwicklung und des Einsatzes von Elektrofahrzeugen zukünftig eine wachsende Bedeutung, besonders für den Betrieb in Innenstädten und umweltsensiblen Gebieten zur Entlastung von Luftschadstoffen zukommt". Seit 1974 (bis 1992) hat sich die Bundesregierung die Förderung dieser zukunftsweisenden Antriebstechnik immerhin 150 Millionen DM kosten lassen. Davon entfielen auf:

-	Elektrospeicher:	105 Mio. DM
	(davon alleine für die Hochenergiebatterie:	75 Mio. DM
-	Elektrotransporter:	12 Mio. DM



- Elektrobusse: 33 Mio. DM
- für den Feldversuch in Rügen: 22 Mio. DM

Elektrisch angetriebene Fahrzeuge, 1991 wurden in Deutschland 608 Pkw und Kombi mit einem solchen Antrieb zugelassen, sind sogar für 5 Jahre steuerbefreit. Für E-Fahrzeuge gelten zudem keine SMOG-Verordnungen und in "ökologisch sensiblen" Gegenden (also Kur- und Erholungsorten) kann darüber hinaus ein spezieller Benutzervorteil für E-Fahrzeuge festgeschrieben werden.

### **Veränderte verkehrspolitische Rahmenbedingungen**

Es sind aber nicht nur die Verschärfungen der Grenzwerte für den Schadstoffausstoß, die den technischen Kern der Rennreiselimousine, den Verbrennungsmotor, bedrohen. Mehr und mehr schränken auch veränderte verkehrspolitische Rahmenbedingungen die Funktionsfähigkeit der Rennreiselimousine ein. In naher Zukunft muß insbesondere mit einer drastischen Verteuerung des Autofahrens gerechnet werden, auch wenn die einzelnen kostentreibenden Maßnahmen noch Gegenstand politischer Auseinandersetzungen sind. Ob eine EG-weite CO<sub>2</sub>-Energiesteuer, die weitere nationale Erhöhung der Mineralölsteuer, die Modifizierung und Erhöhung der Kfz-Steuer oder eine breite Einführung von Road-pricing, auf jeden Fall wird das Autofahren sehr viel teurer. Unabhängig von der subjektiven Einstellung zum Konzept der Rennreiselimousine können sich objektiv immer weniger Menschen unter den veränderten Rahmenbedingungen dieses Verständnis von Automobil, bzw. genauer: die kostspielige Materialisierung dieses Verständnisses, leisten.

Hinzu kommen "Nebenkosten", die sich aus einer intensiveren Parkraumbewirtschaftung und neuen kommunalen Gebühren, wie der kontrovers diskutierten Nahverkehrsabgabe, ergeben. Diese Nahverkehrsabgabe ist eine Variante des Road-pricing. Verschiedene Modelle werden zur Zeit diskutiert. Außer Straßennutzungsgebühren, die über elektronische Systeme erfaßt und abgebucht oder an Mautstellen erhoben werden, ist eine kommunale Abgabe für eine Ballungsregion oder eine ÖPNV-Ticketpflicht bei Einfahrt in den Citybereich in der Diskussion. Für einige Modelle gibt es internationale Beispiele, z. B. Road-pricing-Erfahrungen in Kalifornien. Das ÖPNV-Ticket für Autofahrten in die Innenstadt ist mit dem Namen Stockholmer Modell verbunden. In Stockholm muß jedes Fahrzeug in der Innenstadt mit einem gut sichtbar befestigten Monatsticket der Öffentlichen Nahverkehrsgesellschaft ausgestattet sein. Das ausgefeilteste Abgabensystem wird in Singapur angewandt, wo die Abgaben nach Belegungsgrad und Fahrzeuggröße gestaffelt sind. Fahrzeuge mit mindestens 4 Insassen sind

von den Abgaben befreit, ein lukrativer Anreiz zur selbstorganisierten Vollbelegung von Fahrzeugen, dem sogenannten Car-Pooling.

## **Raumverknappung und Straßensperrungen**

Überhaupt wird die kommunale Ebene verkehrspolitisch immer wichtiger. In vielen Kommunen, vor allem in den autogeplogten Städten und in Orten mit nicht autogerechtem historischen Kern, werden gleichzeitig, aber unabhängig voneinander, autoarme oder autofreie Verkehrskonzepte vorangetrieben. Bekannten europäischen Beispielen wie Bologna, Amsterdam oder Freiburg entsprechen viele unbekannte Orte, in denen teilweise gegen den Widerstand des örtlichen Einzelhandels und alteingesessener Planungsbehörden verkehrspolitisch vom Auto Abschied genommen wird. Buxtehude, Aachen, der Erholungsort Oberstdorf im Allgäu und viele andere kleine und große Städte haben nach anfänglichen Schwierigkeiten das Auto ganz oder zeitlich begrenzt aus ihrem Inneren verdrängt. In vielen, nicht nur in rot-grün regierten Kommunen werden Maßnahmen diskutiert, die weit über die obligatorische Verkehrsberuhigung mit Tempo-30-Zonen und Spielstraßen hinausgehen. Ein wenig sensationelles, eher repräsentatives Beispiel ist das Statement des Frankfurter Umwelt-Politikers Lutz Sikorski, der in einem Zeitungsinterview meinte: "Ich weiß nicht, was uns hindern sollte, einzelne Straßenzüge einfach nur für Fahrräder auszuweisen. Da fährt halt kein Auto."

Gang und gäbe sind die Instrumente der Parkraumverknappung und Parkraumbewirtschaftung mittlerweile in der kommunalen Verkehrspolitik. In einer Zweckbestimmung des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesminister für Verkehr wird Parkraumbewirtschaftung als "Flächendeckendes Gebührensystem für die Parkflächen nach Maßgabe der Knappheit" definiert. Der Beirat setzt auf eine reine Marktregulierung: "Die Marktlösung für das Parkplatzproblem besteht in einer privaten Bewirtschaftung des gesamten Parkraumes. Dies würde zu angemessenen und nach Attraktivitäten sowie Marktsegmenten gestaffelten Preisen führen. Der Umfang an Parkflächen und die Höhe der Tarife würden sich verstärkt an den Opportunitätspreisen der Flächennutzung orientieren." Unterstützt durch den Deutschen Städtetag und Studien verschiedener Stadtforschungs-Institute privatisieren immer mehr Kommunen die Parkraumbewirtschaftung, setzen höhere Parkgebühren durch und erlassen Parkverbote bzw. Anliegerbevorrechtungen. Verkehrswissenschaftler empfehlen die Reservierung von Innenstadt-Parkraum für Anwohner und eine Parkgebühr von 5,- DM und mehr pro Stunde für besonders ausgewiesene Parkplätze bzw. in Parkhäusern. Mit einer intensiven Parkraumbewirtschaftung

tung sollten attraktive Nahverkehrsangebote und Kombi-Tickets für Veranstaltungen, Einkäufe etc. verbunden sein. In einigen großen Städten wie in Berlin und Frankfurt wird darüber hinaus die Verpflichtung für den Bauherrn, Kfz-Stellplätze nachzuweisen, zur Disposition gestellt. Die Stellplatzpflicht ist nicht nur ein Investitionshemmnis im Baubereich, sondern induziert zugleich zusätzlichen Verkehr bei Neubauten. Insgesamt zeigen alle derzeit konzipierten bzw. bereits in Angriff genommenen kommunalpolitischen und stadtplanerischen Maßnahmen weg vom Ziel der autogerechten Stadt hin zur - zumindest im Innenstadtbereich - autoarmen Stadt. Daß die Raumplanung nach wie vor und manchmal mehr denn je am verkehrsplanerischen Instrument der Ortsumgehung festhält, konterkariert diese Entwicklung augenscheinlich. Ortsumgehungen entlasten den innerörtlichen Durchgangsverkehr und machen zugleich die Autonutzung attraktiver, sie verlagern und induzieren parallel Autoverkehr. Trotzdem werden zumindest die Innenstädte für den motorisierten Individualverkehr weniger interessant, tendenziell sogar unzugänglich. Das Argument der universellen Erreichbarkeit mit Hilfe des Autos verliert damit viel seiner Überzeugungskraft.

Aus kommunaler Verkehrspolitik werden faktisch partielle Fahrverbote entstehen, wenn die Maßnahmen zur Verbannung des Autos aus bestimmten Ortsteilen und den Stadtkernen durch Durchfahrtsverbote, Straßenrückbau und Sperrung bzw. Bevorrechtung von umweltfreundlichen Verkehrsmitteln umgesetzt werden. Doch damit nicht genug. Auch schlechte Luftqualität kann künftig zu kommunal verfügbaren Fahreinschränkungen führen. In räumlich oder zeitlich begrenzten Fahrverboten zur Verbesserung der Luftqualität liegt ein weiterer Trend, der die Möglichkeiten der Autonutzung künftig beeinträchtigen könnte. Es drohen nämlich Fahrverbote bei erhöhten Schadstoffwerten der Luft, die nach der Novellierung des Paragraphen 40 Abs. 2 des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) von Städten und Gemeinden ausgesprochen werden können. Ziel der Gesetzesnovellierung ist es, schnelle behördliche Handlungsmöglichkeiten bei sogenanntem Sommer-Smog zu ermöglichen. Sommer-Smog meint die Bildung von aggressivem bodennahem Ozon und entsteht durch die Verbindung von Stickoxiden und Benzol bei intensiver Sonneneinstrahlung und kann trotz seines eher freundlich klingenden Namens sehr unangenehme Folgen für Gesundheit und Wohlbefinden der Stadtbewohner haben. Entscheidend sind die Schwellenwerte für die Schadstoffe Stickoxid, Ruß und Benzol, die in der (Sommer-Smog-)Verordnung des Bundesumweltministers festgelegt werden. Wenn Ruß oder Benzol eine Konzentration von 14 bzw. 15 Mikrogramm je Kubikmeter überschreiten, kann die kommunale Behörde Maßnahmen von Tempolimits über Fahrverbote für besonders schadstoffreiche Fahrzeuge bis hin zu allgemeinen Sperrungen von Straßen und Gebieten verfügen.

## Geschwindigkeitsbegrenzungen auf allen Straßen

Als weiteren Trend muß in den künftigen Rahmenbedingungen für den Autoverkehr auch in der Bundesrepublik mit einem allgemeinen Tempolimit auf Autobahnen gerechnet werden. Die Argumente für eine generelle Autobahn-Höchstgeschwindigkeit gewinnen an Bedeutung. Zum einen steigt der Druck, im Zuge der Vereinheitlichung der europäischen Verkehrsregeln die deutsche Sonderstellung aufzuheben. Das Bundesrepublik ist das einzige EG-Land, das noch kein allgemeines Tempo-Limit auf Autobahnen hat. Zum anderen sind sofort ab dem Einführungstermin verminderte CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit dringend benötigte Reduktionserfolge zu erreichen. Über die Höhe der Verminderungen gibt es unterschiedliche Einschätzungen. Nach den Erfahrungen des Großversuchs zu Tempo 100 auf Autobahnen liegen die CO<sub>2</sub>-Werte um mindestens 5 Prozent niedriger, wenn das Tempolimit von zwei Dritteln der Fahrer eingehalten wird. Diese Hochrechnung gilt als sehr vorsichtig, zumal seit 1985 das Verkehrsaufkommen und die durchschnittliche Geschwindigkeit auf Autobahnen erheblich gestiegen ist. Auch der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesverkehrsminister ist sich in der Einschätzung der Wirkungen eines Tempolimits auf die Emissionen uneins. Die Befürworter stellen neben den ad-hoc-Einsparungen beim Kohlendioxid die ebenfalls beim Großversuch von 1985 festgestellte Abnahme der Häufigkeit und Schwere der Unfälle auf Autobahnen und die von einer Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit ausgehenden Signale für die Autohersteller und die Konsumenten heraus. Für die Angebotsseite sind allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzungen nach Ansicht der Befürworter in dem Sachverständigenrat ein Signal: "Auf der Seite der Fahrzeugtechnik können Geschwindigkeitsbegrenzungen dazu anregen, Motoren und Getriebe auf niedrigere Geschwindigkeitsniveaus hin zu optimieren. Daraus folgt ein weiteres Potential für CO<sub>2</sub>-Reduktionen." Und für die Nachfrageseite: "Gemeinsam mit den preispolitischen Maßnahmen verstärken die Anordnungen genereller Höchstgeschwindigkeiten auf Autobahnen und reduzierter Höchstgeschwindigkeiten auf den übrigen Außerortsstraßen den Anreiz, verbrauchssparend zu fahren und verbrauchsgünstige Fahrzeuge nachzufragen."

Zusammenfassend ist also davon auszugehen, daß die Rahmenbedingungen für das Autofahren sich in den nächsten Jahren verschärfen werden. Ob die strengen kalifornischen Regelungen nun schon 1998 oder erste einige Jahre später realisiert werden können, scheint dabei eher zweitrangig.

Absehbar ist auf jeden Fall, daß alle relevanten technischen Merkmale der Rennreiselimousine politisch begrenzt und eingeschränkt werden. Neben den erhöhten

Anforderungen an die Antriebsaggregate aufgrund neuer Abgasgrenzwerte wird das Autofahren spürbar teurer und in den Innenstädten nur noch eingeschränkt möglich sein. Dabei werden trotz aufwendiger Leitsysteme und optimierter Verkehrsführung die bereits heute verbreiteten Einschränkungen des Autofahrens durch Staus und Parkplatznot nicht oder nur minimal weniger. Hinzu kommen neuartige Fahrverbote bei schlechter Luftqualität und die Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen. Unsicherheit besteht in diesem Szenario in der Höhe der Kostenentwicklung. Zwar ist der Trend eindeutig, aber die konkreten Kostenniveaus können nicht benannt werden. Zu sehr hängen sie von den politischen und sozialen Auseinandersetzungen um die Internalisierung der bisher externen Kosten des individuellen Verkehrs ab.

## **6. Ausblick: Modernisierung der Autoindustrie - auf dem Weg zu einem neuen Leitbild ?**

Das Automobil muß als Konzept neu gedacht, das bisherige Produkt-Leitbild neu formuliert werden. Diese Anstrengungen können selbstverständlich nur im Rahmen einer Neubewertung der bisherigen verkehrspolitischen Rahmenbedingungen geschehen. Daß die einzelnen Verkehrsträger, Flugzeug, Schiff, Bahn, Pkw, Bus, Fahrrad, in ihren Möglichkeiten und Begrenzungen neu diskutiert werden müssen, ist mittlerweile breit akzeptiert. Bislang sind diese Bemühungen aber an der Dominanz des Automobilkonzeptes gescheitert. Solange der individuelle Massenverkehr auf dieses Leitbild zugeschnitten bleibt, sind die Räume für Reformen begrenzt. In diesem Buch haben wir versucht, das dem Verständnis von Automobil zugrunde liegende Fahrzeugkonzept herauszuarbeiten und als Rennreiselimousine kritisch zu beschreiben. Wir haben dabei konstatieren müssen, daß gerade dieses Konzept sehr verschiedene Nutzungsansprüche abdeckt und daher über viele Jahrzehnte eine große Attraktivität besaß. Hersteller und Autokäufer konnten bisher von einem gemeinsamen Verständnis profitieren. Neuere Trends scheinen uns aber anzuzeigen, daß dieses Automobilleitbild an Bindungskraft verloren hat. Während die Automobilhersteller mit einer beispiellosen Hochmotorisierung ihrer Modelle in den 80er Jahren sich von dem Schock der Ölpreiskrisen zu befreien suchten, entwickelte sich bei vielen Autonutzern mit Blick auf die katastrophalen Umweltprobleme mehr und mehr ein schlechtes Gewissen. Aber auch treue Autokunden zeigten sich mit dem bisherigen "Automobilangebot von der Stange" unzufrieden, die Anforderungen der Freizeitgesellschaft lassen sich immer weniger mit dem Universalauto angemessen befriedigen. Das Automobil als Rennreiselimousine ist schließlich ein prominenter Gegenstand politisch-administrativer Regulierungen geworden. Konsequenzen und Optionen, die sich aus der Auflösung des bisherigen Leitbildes ergeben können, sollen im folgenden skizziert werden.

### **Das Produkt als sinnstiftender Kern der Unternehmen**

In ganzseitigen Anzeigen aller großen Tageszeitungen konnte man rechtzeitig zur Eröffnung der IAA im September 1993 die folgende bemerkenswerte Erkenntnis lesen: "Die automobilen Spitzenklasse ist an ökologische Grenzen gestoßen. Nur ein Quantensprung kann sie überwinden." Diese Analyse stammt keineswegs von verbohrten Autokritikern, sondern von der Industrie selbst. Allerdings muß diese Werbebotschaft der VW-Tochter Audi einstweilen noch als

besonderer Gag zur Vorstellung einer neuen Aluminium-Karosserie dienen. Damit zeigt sich die Industrie quasi selbst an, welche großen Anforderungen in der nächsten Zeit zu erwarten sind, denn ein solcher Quantensprung scheint in der Tat notwendig zu sein. Das traditionelle Automobil, im technischen Konzept und gesellschaftlichen Verständnis als Rennreiselimousine übersetzt, das seit nunmehr über 100 Jahren so große Erfolge feiern konnte, ist am Ende. Für die gesellschaftlichen Akteure ergeben sich daraus natürlich Konsequenzen. Will die Autoindustrie ökonomisch überleben, muß ein neues Produktdenken, eine Neuinterpretation des Leitbildes Automobil einsetzen. Die politisch-administrative Ebene hat in volkswirtschaftlicher und sozialer Hinsicht ein sehr großes Interesse, daß eine ökologische Modernisierung der Autobranche gelingt. Bundesverkehrsminister Wissmann drückt dies so aus, daß die Bundesrepublik "ein Industrieland ist, in dem jeder sechste Arbeitsplatz vom Auto abhängt. Das heißt: ich kann nicht gegen das Auto, sondern muß auch mit einem verbrauchsarmen ökologisch verantwortlichen Auto die Zukunft gestalten". Während den industriellen Akteuren hinsichtlich der Zukunft des motorisierten Individualverkehrs damit eine Definitionsmacht zukommt, verfügen die bisherigen Autokäufer lediglich über regulative Möglichkeiten und können die einzelnen Produkte mit unterschiedlicher Resonanz versehen. Direkte oder auch nur vermittelte Möglichkeiten, in die technische Konfiguration einzuwirken, bestehen bei unserer wirtschaftlichen Verfaßtheit und mit Blick auf das ausgeprägt professionelle Verständnis der Ingenieure nicht.

So sehr sich die Autoindustrie in der Vergangenheit bis heute auch als unbeweglich, innovationsfeindlich und technikverliebt geriert hat, so wenig werden sparsamere und damit umweltverträglichere Autos ohne oder gegen sie eine Chance haben. Die Produkterfahrung, die Produktionsressourcen sowie die Vermarktungswege der Autobranche sind andererseits aber Voraussetzungen zur Erzielung gleichbleibend hoher Qualitäten eines Massenproduktes und damit die *conditio sine qua non* für alle alternativen Antriebs- und Fahrzeugkonzepte, soweit sie von mehr als nur ein paar Idealisten gekauft werden sollen.

Die Anforderungen an die Unternehmen einer bis in die jüngste Vergangenheit überaus erfolgreichen Branche sind aber besonders groß. Der Weg vom Ein-Produkt-Unternehmen zum Mobilitätsdienstleister ist lang und beschwerlich. Das Auto war und ist in den meisten Autounternehmen der Angelpunkt der eigenen Identität, die gesamte Unternehmenskultur ist durch das Produkt bestimmt. Eine kritische Distanz, die Einschätzung, daß dieses Produkt vielleicht schon am Ende seines Lebenszyklusses steht, kann kaum erwartet werden. Hinzu kommen die ganz unterschiedlichen Zeithorizonte, die den verschiedenen Betrachtungen, Problemdiagnosen und Therapievorschlügen unterliegen. Aus alltäglich zu ver-

antwortender betriebswirtschaftlicher Sicht ist die unmittelbare Zukunft der relevante Zeitraum, für den Umfeldanalysen zu beachten, Marktabschätzungen zu fundieren und entsprechende Entscheidungen zu treffen sind. Aus dem Interesse des mittel- und langfristigen Bestandes des Unternehmens heraus sind Probleme des Produktlebenszyklusses, der Fähigkeit zu strukturellen Innovationen und sowohl des eigenen Überlebens als auch der Umwelt, ohne die schließlich weder Geschäfte noch sonstige lebensnotwendige Interaktionen möglich sind, von zentraler Bedeutung. Eine Diskussion der eigenen Zukunftsperspektiven wird, so sie zugelassen und von der Unternehmensleitung und der Belegschaft bzw. ihren Vertretern gewollt wird, nur relativ losgelöst von betriebswirtschaftlichen Nahproblemen fruchtbar verlaufen können und sich auf folgende Ausgangsbedingungen beziehen müssen:

1. Das Automobil und sein traditioneller Antrieb war eine angemessene technische Antwort auf die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bedürfnisse des frühen 20. Jahrhunderts. Entstanden aus der damaligen Rennbegeisterung und einer distinguierten Art und Weise des Reisens derjeniger, die es sich leisten konnten, entfaltete die Rennreiselimousine und der ihr zugrundeliegende Verbrennungsmotor ein hohes Leitbildpotential. Das Konservieren des Konzeptes allen sozialen, ökonomischen, kulturellen und ökologischen Veränderungen zum Trotz hat jedoch zu einer kritischen Situation geführt. Notwendiger denn je ist ein Rückblick auf die Geschichte der Automobilisierung, auf die Verengung der Entwicklungskorridore aufgrund der Schließungs- und Standardisierungsprozesse in der Technikgenese sowie auf die möglichen, verdrängten und unterlegenen Alternativen zu den siegreichen Motorkonzepten.
2. Eine Massenmotorisierung, wie sie sich seit Ende des 2. Weltkrieges in den westlichen Industrieländern vollzogen hat, ist nicht auf die gesamte Erde übertragbar. Der Raumbedarf der Fahrzeuge, der Ressourcenverbrauch und nicht zuletzt die Emissionsbelastungen sind mit den ökologischen Voraussetzungen einer weiteren Bewohnbarkeit der Erde nicht vereinbar. Alle Absatz- und Markterweiterungsstrategien, die die Grenzen des automobilen Wachstums ignorieren, sind nicht nur verantwortungslos, sondern auf längere Sicht auch sozial und ökonomisch betrachtet ohne Perspektive.
3. Die Produkt- und Geschäftsanteile zwischen industriellen Leistungen und Dienstleistungen haben sich in den letzten Jahren auch in der Autoindustrie zugunsten der Dienstleistungen verschoben. Alle Autohersteller sind längst



mehr als Autobauer. Sie geben Finanzierungshilfen über ihre eigenen Banken, sie bieten Leasingangebote über eigene Leasinggesellschaften an, und sie offerieren Kreditkarten mit eigenen Versicherungs- und Serviceleistungen rund ums Auto. Die Basis für umfassende Mobilitätsangebote ist bei den meisten Autounternehmen bereits vorhanden, auch wenn sie auf eher unauffällige Weise zustande gekommen ist und bisher noch keinen wesentlichen Beitrag zur Unternehmensidentität leisten konnte.

Daß die Unternehmen der Autobranche von ihrer Betriebsgröße her erheblichen Restriktionen unterliegen, ist offensichtlich. Hinzu kommt ein weltweiter Konzentrationsprozeß, an dessen Ende möglicherweise nur noch ein halbes Dutzend Konzerne steht. Der Kauf der Automobilabteilung des Volvo Konzerns durch Renault oder die diskutierte vollständige Übernahme von Mazda durch die Ford Motor Company zeigen die Richtung bereits an.

Noch bestimmen die ökonomischen Vorteile dieser Konzentrationsstrategie das Denken und Handeln der Konzernzentralen. Diese liegen darin, Bauteile für verschiedene Marken und Modelle zu standardisieren, Produkte für möglichst alle Marktsegmente anzubieten, weltweite Währungs- und Lohnkostendisparitäten und Einfuhrbegrenzungen durch eine globale Standortflexibilität zu unterlaufen und vorhandenes Know how besser und mehrfach zu nutzen. Dennoch gibt es Möglichkeiten und Chancen für eine anders akzentuierte betriebliche Technikpolitik. In den Forschungsabteilungen der Konzerne wird weltweit an unterschiedlichen alternativen Fahrzeugkonzepten und Antriebssystemen gearbeitet. Bei der bisherigen Rolle des Automobils als "sinnstiftendem Kern" bleiben diese Forschungsgruppen noch ohne Durchsetzungsmöglichkeit. Noch sitzt die "Macht" im Unternehmen bei den Technikern und Ingenieuren der konventionellen Antriebstechnik, denn noch wird das Auto "um den Motor herum" gebaut. Es gibt bereits jetzt konkrete Hinweise darauf, daß bei veränderten Rahmenbedingungen auch dieses starre Hierarchiegefüge ins Wanken gerät. Unter den Stichworten "neues Kostenbewußtsein" oder auch "Kundennähe" stehen die Automobilvorstände unter dem Druck, diese bisherige Macht der Motoreningenieure zurückzudrängen, um Räume für die Realisierung neuer Ideen zu schaffen. In diesem Zusammenhang müssen auch die Gewerkschaften ihre zukünftige Rolle neu definieren. Bislang war die Philosophie der Bestandssicherung dominant, die sich aus guten Gründen viele Jahre lang bewährt hat. Im Ergebnis wird damit aber ein konservatives Betriebsverhalten gefördert, das dem Produktproblem der Autoindustrie keinesfalls angemessen ist. Soll sich für die Automobilindustrie nicht das langjährige Drama der absterbenden Grundstoffindustrien Kohle, Eisen und Stahl wie-

derholen, muß sich die gewerkschaftliche Rolle stärker in Richtung auf eine Förderung des risikoreichen Produktwandels konzentrieren. Allerdings werden diese Veränderungen in der Autobranche nicht ohne Reibungen und Widerstände ablaufen.

Bei der Projektierung und Durchsetzung neuer technischer Fahrzeugkonzepte müssen immer bereits existierende Denk- und Handlungsroutinen durchbrochen werden. Die konkret handelnden Personen, die solche Projekte tragen, brauchen zur Unterstützung und Realisierung den Mut zu Grenzüberschreitungen. Eine in neuen Antriebsformen schlummernde und als Werbe- und Durchsetzungsfaktor einsetzbare Rationalität gibt es nicht, diese muß erst erarbeitet werden und dafür sind Vorbedingungen notwendig. Es muß - zugespitzt formuliert - gelingen, "Fahrenträger" und "Promotoren" für innovative Vorhaben zu finden, um vorherrschende Konventionen durchbrechen zu können. Erst wenn auf der obersten Hierarchiestufe ein "Promotor" gefunden ist, der bereit ist, seine formale Macht für das neue, von "Fahrenträgern" ohne Wenn und Aber vertretene Konzept einzusetzen, können mit dieser neuen Achse die innerbetrieblichen Voraussetzungen für Innovationen geschaffen werden. Erst dann werden Ressourcen bereitgestellt und Denk- und Entwicklungsfreiräume geschaffen, in denen neuen Projekten zunächst eine Art Schutz- und Ausreifungszone gewährt wird. Nur so erscheint es möglich, genügend Macht zu mobilisieren, die vorgestellten Ergebnisse neuer Produkte, die zu Beginn einer Entwicklung immer noch große Funktions- und Haltbarkeitsprobleme aufweisen, als positiv und weiter förderungswürdig zu definieren.

Diese innerbetrieblichen Umwälzungen brauchen natürlich auch ein verändertes überbetriebliches Klima.

### **Unterschiedliche Regulierungsstile**

Obwohl das Ende des Konzeptes der Rennreiselimousine von vielen Beobachtern als wahrscheinlich angenommen wird, herrschte in der Branche selbst bislang die Strategie "Wagenburg" vor, bei der die Industrie den technischen und organisatorischen Status quo mit politischer Einflußnahme in der Verkehrspolitik zu erzwingen sucht. Die deutsche Autoindustrie und sein wichtigster Verband, der Verband der Automobilindustrie (VDA), sind in ihrer Mehrheit auf einem solchen strukturkonservativen Weg. In den Auseinandersetzungen um die Einführung des Katalysators in den 80er Jahren, um eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf Autobahnen und um die Anhebung der Mineralölsteuer hat sich ein großer Teil der Autoindustrie, allen voran ihre organisierten Interessenvertreter, gern in enger Abstimmung

mit dem ADAC, gegen jede Veränderung des Status quo gewandt. Die Statements klangen oft überaus dramatisch, vom Verlust der Wettbewerbsfähigkeit, der Einschränkung des Rechtes der individuellen Mobilität und überbordenden Kosten für den privaten Autofahrer war die Rede.

Jedenfalls im deutschen Politikkontext scheint die Autoindustrie schon zu mächtig geworden zu sein, als daß kurzfristig ein neues korporatistisches Arrangement erreichbar wäre, mit dem der Autoindustrie neue Zielwerte in die Lasten- und Pflichtenhefte eingeschrieben werden könnten. Statt dessen fühlte sich Bundeskanzler Helmut Kohl anläßlich der Eröffnung der IAA letzten September in Frankfurt dazu gemüßigt, mit einem "klaren Ja zum Auto" die Autohersteller sogar noch in diesem Beharrungsbestreben zu ermuntern. Bundesumweltminister Töpfer mußte Mitte des Jahres 1993 in einem SPIEGEL-Gespräch bekennen, daß er eigentlich - "was soll ich denn tun"- überhaupt kein Konzept habe, diese mächtige Industrie zu einem umweltpolitischen Umstern zu bewegen. Nicht einmal die schon seit Jahren angekündigte Umstellung der Kraftfahrzeugsteuer von der Hubraum- auf eine Schadstoffbemessung ist realisiert und wird auch in den nächsten Jahren nicht erreicht werden. Lediglich eine Erhöhung der Benzinsteuer um 18 Pfennige zum 1.1.1994, notwendig zur Entschuldung der Bahn, konnte im Wirrwarr der Kompetenzen durchgesetzt werden.

In anderen Regionen der Erde sieht dies schon etwas anders aus. In Japan hat offenkundig wieder einmal das Ministerium für Internationalen Handel und Industrie (Miti) die Zeichen der Zeit erkannt und die heimatlichen Hersteller in eine "Strategische Allianz" zur Entwicklung und Vermarktung umweltfreundlicher Techniken gebracht. Insbesondere der Elektroantrieb gilt der japanischen Behörde als Zukunftsmarkt. Unter staatlicher Anleitung gelang es, daß sehr unterschiedliche Firmeninteressen auf eine gemeinsame Entwicklungsspur gebracht werden konnten, und selbst Rivalen wie Nissan und Toyota ihre Entwicklungsfonds in diesem Bereich aufeinander abstimmen. Damit sind industrielle Strukturen geschaffen, die zumindest günstige Voraussetzungen für rasche Synergieeffekte bieten. Der von Honda angekündigte Rückzug aus den Wettbewerben der Formel 1 deutet darüber hinaus an, daß auch auf der obersten Konzernebene neue Prioritäten gesetzt werden. Bislang sind aber auch in Japan noch keine tatsächlichen automobilen Revolutionen bekannt geworden.

In den USA begann 1993 die neue Clinton-Gore-Administration mit Sondierungsgesprächen zur Etablierung eines "Clean Car"-Programms. Seit einigen Jahren findet zudem bereits ein Abbau der früher sehr streng gehandhabten Anti-Kartell-Gesetzgebung statt. Auf mehreren wichtigen Technologiefeldern arbeiten inzwi-

schen die "Big 3" der amerikanischen Autoindustrie zusammen. Mit dieser von der US-Bundesregierung nicht nur tolerierten, sondern neuerdings auch moderierten Entwicklung zur Bildung von Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen der Hersteller ergänzen die USA ihre bisherige "technology forcing"-Politik, die eine einseitig vom Staat verkündete normative Festlegung darstellte, um einen intelligenten Baustein der Vernetzung von potentiellen Kooperationspartnern. Damit verfügt die amerikanische Bundesregierung über ein breit gefächertes Politikinstrumentarium, das vom Erlaß strenger Auflagen über Marktanreize bis zur staatlichen Moderationsfunktion reicht. Da auch in den amerikanischen Führungsetagen der großen Automobilkonzerne nach einer lang anhaltenden ökonomischen Krise die viele Jahre für diese Branche so kennzeichnende arrogante Grundhaltung mehr und mehr einer industriepolitischen Orientierung Platz macht, scheinen auch in Nordamerika die Rahmenbedingungen für eine "ökologische Modernisierung" der Automobilbranche günstiger als in den letzten Jahren. Allerdings fehlen auch hier bislang die Ergebnisse einer tatsächlich gelungenen neuen produktpolitischen Orientierung.

### **Politikverflechtungsfälle**

Angesichts dieser Trendverschiebungen werden die Defizite des europäischen Regulierungsstils deutlich. In deutschen Landen arbeiten zwar auch alle Automobilhersteller und die führenden Batteriehersteller an Konzepten und Komponenten für Elektrofahrzeuge, doch mangelt es in der Branche am Kooperations- und Einsatzwillen. Auf Regierungsebene fehlt jegliches Interesse, an diesem Zustand durch Veränderungen der ordnungspolitischen Rahmenbedingungen etwas zu ändern.

Von Konsensorientierung und "gesellschaftlichem Dialog" sind der VDA und große Teile der Autoindustrie weit entfernt. Der Dialogversuch eines "Runden Tisches" zur Verkehrspolitik mit dem anspruchsvollen Namen "Initiative Verkehr, Gesellschaft und Umwelt" (IVGU), der vom VDA 1992 ins Leben gerufen wurde, mußte nach einem Jahr als gescheitert betrachtet werden. Ursprünglich sollten auch Umwelt- und Gewerkschaftsgruppen gewonnen werden, doch gab es in der Konstituierungsphase nicht einmal eine Einigung über Sinn und Zweck einer gemeinsamen Arbeitsgruppe. Ein Prinzip des Konzeptes vom Runden Tisch, die Konsensbedürftigkeit gemeinsamer Beschlüsse, wurde vom VDA genauso wenig akzeptiert wie die Forderung, die Verkehrsvermeidung in den Zielkatalog des Arbeitskreises aufzunehmen. Nach dem Auszug von Umwelt- und Gewerkschaftsvertretern blieb eine Rumpf-IVGU übrig, dem nun die klassischen Vertreter der

Verkehrspolitik angehören, nämlich neben der Autoindustrie der Mineralölwirtschaftsverband, der ADAC, der Verband der Spediteure, Industrie- und Einzelhandelsverbände sowie die Bundesbahn.

In Europa wird zudem ein Großteil des nationalstaatlichen Regulierungsinstrumentariums auf EG-Ebene verlagert. Mit dieser Zentralisierung gerät die politisch-administrative Regulierung in ein grundlegendes Dilemma. Nicht nur im Verkehrsbereich, sondern auch in anderen Politikfeldern sind unter diesen Bedingungen prinzipielle Zweifel an der Steuerungsfähigkeit des Staates bei komplexen Problemfeldern aufgetaucht. In der jüngeren politik- und verwaltungswissenschaftlichen Diskussion hat Fritz W. Scharpf den Begriff Politikverflechtungsfälle geprägt, mit dem die Überforderung der politischen Entscheidungsfindung und Umsetzung politischer Ziele angesichts der Vielzahl und Konkurrenz der beteiligten Akteure in einem Politikfeld gemeint ist. Scharpf hat seine These an der Ebenen-Erweiterung infolge der politischen Zentralisierung in der EG illustriert. Zwar wird die EG-Kommission zunehmend für die Normsetzung einer europäischen Umweltpolitik zuständig. Gerade für die Emissionsgrenzwerte, die Treibstoffbesteuerung und weitergehende ordnungspolitische Maßnahmen dürften nationale Alleingänge in der EG schwierig sein. Verschiedene Artikel der Maastrichter Verträge treten in Konkurrenz und eröffnen verschiedenen Akteuren in ganz unterschiedlichen Arenen Gestaltungsmöglichkeiten. So heißt es in Artikel 100: "Der Rat erläßt einstimmig auf Vorschlag der Kommission und nach Anhörung des Europäischen Parlaments und des Wirtschafts- und Sozialausschusses Richtlinien für die Angleichung derjenigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten, die sich unmittelbar auf die Errichtung oder das Funktionieren des Gemeinsamen Marktes auswirken." Im anschließenden Artikel 100a werden u. a. die einzelstaatlichen Bestimmungen geregelt, die demnach möglich sind, wenn sie "durch wichtige Erfordernisse im Sinne des Artikel 36 oder in bezug auf den Schutz der Arbeitsumwelt oder den Umweltschutz gerechtfertigt sind". Die Kommission ist bei einzelstaatlichen Bestimmungen gehalten zu prüfen, "daß sie kein Mittel zur willkürlichen Diskriminierung und keine verschleierte Beschränkung des Handels zwischen den Mitgliedstaaten darstellen".

Bei der Formulierung einer EG-Umweltpolitik müssen daher ganz unterschiedliche nationale Regulierungsstile, die wiederum recht verschiedene nationale Industriestrukturen repräsentieren, aufeinander abgestimmt werden. Die problematische Einführung des Katalysators hat deutlich gezeigt, wie kompliziert die Interessen und politischen Ziele in der EG gelagert sind. Frankreich und Italien haben einen wesentlich größeren Anteil von kleinen und mittelgroßen Fahrzeugen bzw. Fahrzeugen mit Dieselmotoren. In Großbritannien sind Unternehmen ansässig, die

wie im Falle von Ford aus konzernstrategischen oder Produktprofilierungsgründen stärker auf das Konzept des Magermotors gesetzt haben. Lediglich für die deutschen Hersteller Mercedes-Benz und BMW bot die Einführung der Katalysatorteknik Vorteile, weil diese Hersteller ein starkes Augenmerk auf den amerikanischen Markt haben, wo Katalysatoren bereits seit dem Modelljahr 1975 eingeführt sind. Zudem schien mit der Einführung dieser "end-of-pipe-Technik" auch die Diskussion um ein Tempolimit auf den Bundesautobahnen vom Tisch zu sein. Ob der mit deutscher Wirtschaftsmacht durchgesetzte "Kompromiß" tatsächlich den unterschiedlichen Erfordernissen gerecht wird, bleibt höchst umstritten. Das Bestreben um die Harmonisierung der EG-Gesetzgebung scheint jedenfalls im Umweltrecht ein höchst unangemessenes Verfahren zu sein und erschwert durch die Pluralität der Akteure bei einem gleichzeitigen Harmonisierungsgebot die Bildung eines durchsetzungsfähigen korporatistischen Arrangements zwischen staatlichen Akteuren und den Herstellern. Daß dies durchaus nicht ohne produktpolitische Folgen bleibt, zeigen Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit. So problematisch die Einführung des Katalysators zu bewerten ist, dokumentiert der Kat doch den enormen "Entlastungsdruck" der Autokäufer. Die Kunden nehmen bereitwillig sogar einen Mehrpreis in Kauf, wenn die Industrie eine den ökologischen Rahmenbedingungen besser angepaßte Neufassung des Leitbildes der Rennreiselimousine vornehmen. Die Hersteller in Europa haben die Chance zur Modernisierung und Stabilisierung ihrer Absatzchancen durch die Formulierung langfristiger angelegter, verbindlicher Mindeststandards mit Möglichkeiten zu lokalen Verschärfungen bislang aber nicht erkannt.

### **Nationale Forschungs- und Technologiepolitik**

Mögliche Instrumente, im Rahmen eines korporatistischen Arrangements zu einer ökologischen Modernisierung zu kommen, bleiben darüber hinaus noch umstritten. Staatliche Einflußnahmen auf die einzelbetriebliche Modellpolitik sind aus dem vorherrschenden ordnungspolitischen Selbstverständnis heraus kaum denkbar. Aber auch im Rahmen sektoraler Industriepolitik fehlt es bislang an direkten forschungs- und technologiepolitischen Instrumenten zur Förderung und Durchsetzung neuer Fahrzeug- und Motorenkonzepte. Die letzte konzertierte Aktion auf nationaler Ebene Anfang der 80er Jahre kam unter dem Stichwort "Auto 2000" zustande. Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) mußte sich Ende der 70er Jahren vorwerfen lassen, mit einer Art "Schräubchenwirtschaft" bislang immer nur Einzelmaßnahmen ohne Rahmenplanung betrieben zu haben. Mit einer im Januar 1978 veröffentlichten Ausschreibung für einen "Forschungs-Pkw" wurde daher "erstmalig der Versuch unternommen,

den in allen Bereichen der Kraftfahrzeugtechnik erreichten Kenntnisstand in integrierten Gesamtkonzepten von Pkw-Versuchsmodellen darzustellen". Dafür wurden Ziele formuliert: "Die übergeordneten Forderungen der BMFT-Ausschreibung waren eine 30%ige Verbesserung gegenüber Serienfahrzeugen mit dem Standard 1978 in den im besonderen öffentlichen Interessen stehenden Anforderungen an Energie- und Ressourcenschonung, Abgas- und Lärmemission, Sicherheit sowie Wirtschaftlichkeit und Nutzwert". Im Antriebsbereich bemühte man sich um einen möglichst breiten Ansatz. Neben einer Gasturbine erprobten die Auftragsteams verschiedene otto- und dieselmotorische Konfigurationen. Die zwischen 1979 und 1981 finanzierten Projekte blieben aber insgesamt streng im Rahmen anerkannter Wissensbestände und schrieben damit bestehende Entwicklungsprojekte fort. An die Initialzündung für neue Antriebsgenerationen wurde zu dieser Zeit nicht mehr gedacht, wobei in diesem Vorhaben vor allen Dingen das BMFT auf die Erarbeitung möglichst seriennaher Konzepte drängte.

Geleitet wurde auch dieses Großprojekt von der staatlichen Förderphilosophie, möglichst viele unterschiedliche Konzepte, oftmals im Wechsel zu fördern. Die bisherige Forschungspraxis in Industriebetrieben und deren öffentliche Förderung favorisierte für einen bestimmten Zeitraum eine besondere Antriebsoption, um anschließend technische Machbarkeitsprobleme einzuräumen und eine weitere Alternative aufzugreifen. Die Frage der Durchsetzungschancen neuer, alternativer Konzepte stellt sich aber auch - und dies wurde bislang viel zu wenig beachtet - als das Problem einer nur mangelhaft ausgebildeten Fähigkeit zur Organisation eines Konsenses der Beteiligten über die grundlegenden Prinzipien und konstruktiven Grundelemente dar. Die großen "Sieger" in der Technik- und Wissenschaftsgeschichte, und das Automobil auf der Grundlage des Verbrennungsmotors gehört ohne Zweifel hierzu, zeichnen sich alle durch einen früh einsetzenden und dauerhaft gesicherten Einigungsprozeß aller beteiligten Akteure über grundlegende Prämissen aus. Damit wurden die Voraussetzungen geschaffen, daß sich auf einer fest umrissenen Basis, sehr schnell stabile Ergebnisse entwickeln konnten.

Die Analyse von erfolgreichen Innovationsprozessen zeigt ein klares Muster, nach dem einer breiten Förderung innovativer Ideen in der Frühphase die Fokussierung aller wissenschaftlich-technischen Bemühungen und der politischen Unterstützungsmaßnahmen auf einen Entwicklungspfad folgt. Eine wirklich durchsetzungsorientierte Forschungs- und Technologiepolitik muß daher nach einer Phase der breit ausgerichteten Förderung verschiedener Konzepte die Konzentration auf ein Projekt einleiten und den Einigungsprozeß zwischen den Konstrukteuren moderieren, um bald zu grundlegenden Basisprinzipien zu kommen. Eine

solche Situation scheint für den Elektroantrieb gegeben, nachdem eine Vielzahl von unterschiedlichen Entwicklungsansätzen seit geraumer Zeit verfolgt worden sind und bereits eine Reihe von Konzeptstudien vorliegen. Es scheint sinnvoll, in der Frage der Motorenwahl und des Batterietyps nur noch jeweils eine abgestimmte Lösung zu fördern und durch Forschungsk Kooperationen zu stärken. Die Verfolgung und Stützung mehrerer konstruktiver Wege wirkt sich objektiv als Schwächung bei der Durchsetzung von Elektrofahrzeugen aus. Es scheint nur so möglich zu sein, den großen Wissens- und Erfahrungsvorsprung der Hubkolben-Verbrennungsmotorentechnik ausgleichen zu können.

### **Verkehrspolitische Rahmensetzungen**

Darüber hinaus müssen neben der Erarbeitung und Durchsetzung neuer Fahrzeugkonzepte auf betrieblicher Ebene auch die verkehrspolitischen Rahmenbedingungen noch weiter verschärft werden. Denn hiermit wurden zentrale Elemente der Funktionsfähigkeit des bisherigen Automobilkonzeptes gewährleistet. In der jüngeren umwelt- und wirtschaftspolitischen Diskussion in Deutschland wird explizit an Elemente der amerikanischen Regulierungspolitik angeknüpft. So fordert beispielsweise die "Arbeitsgruppe Wirtschaftspolitik" des SPD-Parteivorstandes einen gesetzlich festgelegten Flottenverbrauch von max. 5 Liter auf 100 Kilometer bis zum Jahre 2000. Diese Forderung schließt an die amerikanische Praxis der Begrenzungen von Flottenverbräuchen an. Ziel der Maßnahme soll es ausdrücklich sein, daß die deutsche Autoindustrie mit Energiesparautos "auf den Weltmärkten von morgen vorne mitfährt". Aus der Übersicht neuerer Studien zum Instrument der Flottenverbrauchsbegrenzung und zu Mineralölsteuererhöhungen wird allerdings kritisch angemerkt, "daß sich aus den zuvor genannten Studien sowohl kritische Einwände gegen die Vorgabe von Standards ableiten lassen, die einen gewissen 'Regulierungspessimismus' rechtfertigen, als auch Einwände gegen die Wirkung von Mineralölsteuererhöhungen ('Elastizitätenpessimismus') zu rechtfertigen scheinen. Als Konsequenz ergibt sich, daß zur Erreichung nachhaltiger Kraftstoffeinsparungen zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf andere Instrumente zurückgegriffen werden muß als auf Standards oder Steuern." Insbesondere stärker marktwirtschaftlich orientierte Anreize bleiben als der kapitalistischen Wirtschaftsverfassung kompatible Instrumente in der Diskussion. Nicht wenige Verkehrsexperten möchten deshalb am Preishebel für den Kraftstoff ansetzen, um die Entwicklung sparsamerer Antriebe zu fördern und um den Einstieg in die Internalisierung externer Kosten im Autoverkehr zu schaffen. Das Prognos-Institut hat 1992 in einem Gutachten für das Bundesumweltministerium in einer Berechnung der externen Kosten durch den Autoverkehr eine Umlage auf die Mi-



neralölsteuer geraten. In der Studie wird eine Erhöhung des Literpreises für Treibstoff auf knapp 5 DM innerhalb weniger Jahre empfohlen. Für eine spürbare Erhöhung der Mineralölsteuer setzt sich seit einiger Zeit der ehemalige Umweltvorstand von VW, Ulrich Steger, ein, der zu einem möglichen Benzinpreis von 5 DM je Liter meinte: "Das wäre ein riesiges Markteinführungsprogramm für das Drei-Liter-Auto, und zwar nicht als Isetta, sondern als Mittelklasse-Fahrzeug. Das Problem liegt nicht auf der technischen Seite, sondern darin, daß die Politik zu einer solchen Leistung nicht fähig ist. Verkehrspolitik findet nicht statt. Es gibt keine Leitvorstellungen, keine Vision des Verkehrs für das Jahr 2010, an der wir uns als Unternehmen orientieren können."

Der "reale" Benzinpreis ist trotz des gestiegenen Mineralölsteueranteils so niedrig wie nie zuvor, wenn man einen kaufkraftbezogenen Vergleich anstellt. In Preisen von 1950 kostete der Liter Benzin 1991 nur 38 Pfennig gegenüber 56 Pfennig im Ausgangsjahr, während der Liter Diesel mit 32 Pfennig ungefähr genauso billig blieb wie 1950.

Tabelle 4: Entwicklung der Kraftstoffpreise

	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1988	1990	1991
	DM je Liter zu jeweiligen Preisen										
Benzin <sup>1)</sup>	0,56	0,63	0,60	0,57	0,57	0,83	1,15	1,36	0,93	1,14	1,28
Diesel	0,34	0,46	0,54	0,52	0,58	0,87	1,17	1,34	0,90	1,02	1,07
	DM je Liter, bezogen auf die gesamtwirtschaftliche Preisbasis 1985 <sup>2)</sup>										
Benzin <sup>1)</sup>	2,12	2,03	1,70	1,34	1,12	1,19	1,35	1,36	0,87	1,00	1,08
Diesel	1,29	1,48	1,53	1,22	1,13	1,25	1,37	1,34	0,84	0,90	0,90
In den Preisen ist die Mehrwertsteuer enthalten. - 1) Normalbenzin bis 1987 verbleit, seit 1988 bleifrei. - 3) Deflationiert mit dem Preisindex des Bruttoinlandsprodukts (1985 = 100 %). <i>Quellen: Aral AG, Berechnungen des DIW</i>											

Quelle: DIW-Wochenbericht 51/1992

Allen populistischen Vorwürfen des ADAC und anderer Autolobbyisten zum Trotz; die Autofahrer würden über die hohen Benzinpreise über Gebühr zur Kasse

gebeten, ist der Kraftstoff in den letzten drei Jahrzehnten sogar billiger geworden. Um einen Anreiz zum Sparen von Kraftstoffen zu erhalten, ist eine kräftige Steigerung des Benzinpreises erforderlich. Diese These wurde jüngst in einer Studie der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) bestätigt. In einer weiteren Studie der Prognos AG Basel aus dem Jahr 1992 wurde die These von der Anreizwirkung hoher Energiepreise radikalisiert. Nach Ansicht der Prognos-Forscher stimulieren hohe Kraftstoffpreise die Innovationstätigkeit der Autohersteller, so wie hohe Energiepreise generell den wirtschaftlichen Strukturwandel beschleunigen und möglicherweise zu einem technologischen Vorsprung der Unternehmen gegenüber Konkurrenten führen, die unter Bedingungen niedriger und zu Verschwendung einladender Bedingungen produzieren.

Verschiedene empirische und theoretische Argumente werden aber auch gegen das Instrument der Mineralölsteuererhöhung ins Feld geführt. Die erhoffte Preiselastizität sei im Fall des Treibstoffes nicht gegeben, sagen die Ökonomen; die Wahl des Autos als Verkehrsmittel folge nicht primär einer rationalen Wahl und unterliege deshalb auch keiner rationalen Kostenabwägung, lautet das Argument aus psychologisch-soziologischer Perspektive. Massive Mineralölsteuererhöhungen stießen auf Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung, im demokratisch verfaßten politischen System der Bundesrepublik seien kurzfristige Steuererhöhungen für langfristige Umweltziele für die politischen Entscheidungsträger wenig opportun, argumentieren die Politikwissenschaftler. Die massiven Benzinerhöhungen in der Bundesrepublik nach den Ölpreisschocks der 70er Jahre haben nur kurzfristig zu Einbrüchen in den Verkaufsstatistiken der Ölkonzerne geführt, die Preiserhöhungen wurden nach kurzen Verzögerungen akzeptiert. Ein aktuelles Beispiel für das wirtschaftstheoretische Argument ist die Tschechische Republik, in der ein Liter Benzin den Durchschnittschechen im Kaufkraftvergleich mehr als 8 DM kostet. Trotzdem befindet sich das Land mit schnellem Tempo auf dem Wege der Massenmotorisierung. Daß aufgrund eines höheren Treibstoffpreises der Verbrauch und die Fahrleistung zurückgehen können, zeigt andererseits das Beispiel Schweden. In Schweden wurde 1992 die Benzinsteuern um ca. 35 Pfennig pro Liter erhöht (was zu einem Literpreis von ungefähr 2 DM geführt hat), um die Staatseinnahmen zu verbessern. In einer Bilanz nach einem Jahr wurde im Sommer 1993 die Reduktion des Benzinverbrauchs um 6,3 Prozent festgestellt, womit der Wachstumstrend im Benzinverbrauch seit Beginn der 80er Jahre erstmals gebrochen wurde.

Vor dem Hintergrund der empirisch erhärteten Probleme der Verschärfung der politischen Rahmenbedingungen unter den Bedingungen der leicht zuschnappenden Politikverflechtungsfalle kommt dem Nachfrage- und Nutzungsverhalten der

Autokunden vermutlich eine noch größere Bedeutung zu als je zuvor. Wenn das Leitbild der Rennreiselimousine erodiert, wenn - wie Wolfgang Sachs vermutlich etwas verfrüht hoffte - "die Liebe zum Automobil erkaltet", muß sich dieser Werte- und Bedürfniswandel in spürbaren Nachfrageveränderungen niederschlagen. Die Geschichte der Neuen sozialen Bewegungen legt nahe, daß zunächst der "politische Nahbereich", nämlich die Kommune und die Region, die Arena verkehrspolitischer Innovationen ist. Schon heute sind die Kommunen, die Stadtteile und Regionen die Orte, an denen Elemente eines neuen Verkehrskonzepts entwickelt und implementiert werden. Wenn möglicherweise die Novellierung des Paragraphen 40 Abs. 2 des Bundesimmissionsschutzgesetzes im Wahljahr 1994 noch nicht umgesetzt werden kann, so wird der Druck auf die kommunalen Entscheidungsträger zunehmen. Die gestiegene Umweltsensibilität bei weiter ansteigenden Belastungen in Ballungsräumen wird die nationalen Regierungen dazu zwingen, das in Artikel 36 des EG-Vertrages angelegte Regionalitätsprinzip schon aus Entlastungsgründen stärker zur Anwendung kommen zu lassen. Dem kann dann auf EG-Ebene statt der technokratisch gefahrenen Harmonisierung eine Pluralisierung der Regelungsstypen beispielsweise mit ganz unterschiedlichen Emissionsstandards folgen, die allerdings in den städtischen Kernzonen auf ein Verbot für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren hinauslaufen.

Erst damit sind dann die Voraussetzungen geschaffen, damit tatsächlich eine Neuinterpretation und Neugewichtung der verschiedenen Verkehrsträger beginnen kann. Im Verkehrs-Memorandum des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) vom Mai 1993 beispielsweise wird ausdrücklich vom Ziel "eines umwelt- und ressourcenschonenden Verkehrs" gesprochen, der durch eine "Vernetzung der einzelnen Verkehrsträger in einem integrierten Verkehrskonzept" angestrebt werden müsse. So bemerkenswert das VDI-Memorandum schon deswegen ist, weil sich die größte und einflußreichste Ingenieurvereinigung in Deutschland damit in die verkehrspolitische Debatte einmischt, so vorsichtig sind die inhaltlichen Kernpunkte formuliert. Hinter die Forderungen nach einer vernetzten Sichtweise der Verkehrsprobleme; der Umsetzung von Optimierungsmöglichkeiten sowie der Forschungsförderung für neue technische Verkehrslösungen bzw. -optimierungen wird allerdings niemand mehr in der verkehrspolitischen Debatte zurückfallen wollen.

Aus Sicht der Hersteller droht damit eine weltweite Pluralisierung verschiedener Regulierungstile mit ganz unterschiedlichen Emissionsstandards in Kalifornien, Nordamerika, Japan und den europäischen Regionen. Es scheint daher auch aus industrieller Sicht angeraten, in einen neuen gesellschaftlichen Dialog einzutreten, der zunächst einmal auf nationaler Ebene zusammen mit Vertretern der verschie-

denen politisch-administrativen Ebenen, den Gewerkschaften sowie den Umweltverbänden die Formulierung eines neuen Mobilitäts-Leitbildes vorbereitet. Die Notwendigkeit und die Voraussetzung scheinen gleichermaßen gegeben zu sein. Ein neuer gesellschaftlicher Konsens, festgeschrieben in einer mittelfristigen gesetzlichen Rahmenplanung, könnte die Voraussetzungen für eine leitbildfähige Technikentwicklung schaffen. Es sollte daher kein Zweifel bestehen, daß Ablösungstendenzen vom bisherigen Leitbild nicht zurückzuschrauben sind.

Um es ganz drastisch auszudrücken: Die Innenstädte werden für die Rennreiselimousine in nächster Zukunft Verbotszonen. Das meßbare und subjektiv abfragbare Verkehrsbedürfnis kann auch mit anderen Fahrzeugkonzepten befriedigt werden. Für die Realisierung des Überlandverkehrs wird es Fahrzeugkonzepte geben, die das bisher gültige Verständnis von einem Automobil als Rennreiselimousine kräftig verändern werden. Die weiter zunehmenden gesetzlichen Auflagen werden Automobilkonzepte erzwingen, die - sollen die Vorzüge der großen Reichweite des Verbrennungsmotors erhalten bleiben - zu einer drastischen motortechnischen Abrüstung führen. Damit bleibt für das als Rennwagen ausgelegte Universalauto im wahrsten Sinne des Wortes kein Raum mehr. Das Ende des "Automobils" ist gekommen.

## Quellen und weiterführende Literatur: ein kommentierter Überblick

Zur besseren Lesbarkeit haben wir auf Quellenangaben im laufenden Text verzichtet. Fundstellen und Referenzen werden daher im folgenden kommentierten Überblick nachgereicht. Außerdem finden sich zu den einzelnen Themenschwerpunkten Lektüretips und weitere Hinweise für eine vertiefende Beschäftigung mit dem Problem des Automobils.

### Anmerkungen zur Einleitung

Die Arbeiten zu diesem Buch sind Teil eines Forschungsprojektes mit dem Titel "Technikgenese in organisatorischen Kontexten". Das mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie (BMFT) geförderte Vorhaben wird von den Autoren zusammen mit Meinolf Dierkes (Projektleitung), Regina Buhr, Jeanette Hofmann und Lutz Marz am Wissenschaftszentrum Berlin (WZB) sowie am Institut für Soziologie der TU Berlin bearbeitet. Teilergebnisse finden sich bereits in: *Canzler, W./Knie, A.*: Ein Abschied vom Auto von heute, in: Technische Rundschau, 85, Heft 32/1993, S. 41-43; *Canzler, W./Knie, A./Berthold, O.*: Das Leitbild Automobil vor seiner Auflösung? Zum Widerspruch von motorischer Aufrüstung und realem Nutzungsverhalten, in: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, 16, Heft 4/1993, sowie *Canzler, W.*: Das Auto von morgen: Haben alternative Konzepte eine Chance? in: WECHSELWIRKUNG, 15, Heft 63, Oktober 1993, S. 23-27. Am WZB wird darüber hinaus auch in anderen Projektzusammenhängen über Probleme des Automobils geforscht. Unter dem Titel "Veränderungen in der vertikalen Arbeitsteilung - Neue Konzepte in der Produkt- und Prozeßentwicklung im Branchen- und Ländervergleich" beschäftigt sich ein Vorhaben unter der Leitung von Ulli Jürgens mit den besonderen arbeitspolitischen Aspekten der Autoproduktion, während Peter Auer über die Arbeitskräfteanpassung im Strukturwandel der Autoindustrie arbeitet. Hinweise zu diesen Arbeiten geben die viermal jährlich erscheinenden WZB-Mitteilungen.

Thema des Buches ist nicht die Problematisierung der automobilfixierten Gesellschaft. Inwieweit der Umgang mit dem Automobil zu einem konstitutiven Merkmal entwickelter Industriestaaten geworden ist, konnte schon mehrfach in zum Teil eindrucksvollen Arbeiten illustriert werden. Diese Ergebnisse sind natürlich auch in unsere Arbeit eingeflossen. Wir stützen uns dabei - ohne sie im einzelnen

zu zitieren - insbesondere auf die folgenden Bücher: Für die kulturelle Einbettung des Automobils: *Sachs, W.*: Die Liebe zum Automobil. Ein Rückblick in die Geschichte unserer Wünsche, Reinbek 1984; *Lewis, D.L./Goldstein, L.* (eds.): The Automobile and American Culture, Ann Arbor 1991; *Flink, J.J.*: The Car Culture, Cambridge 1976, *Bode, P.M./Hamberger, S./Zängl, W.*: Alptraum Auto, München 1986 sowie *Wille, J.*: Die Tempomacher: freie Fahrt ins Chaos, München 1988. Darüber hinaus liegen zu verschiedenen Teilbereichen des Automobils umfangreiche Ergebnisse vor: Zu technisch-konstruktiven Aspekten: *Fersen, O. v.* (Hg.): Ein Jahrhundert Automobiltechnik. Personenwagen, Düsseldorf 1986 sowie *Eckermann, E.*: Vom Dampfwagen zum Auto, Motorisierung des Verkehrs, Reinbek 1981; zu den fertigungstechnischen und produktionspolitischen Aspekten: *Jürgens, U./Malsch, T./Dohse, K.*: Moderne Zeiten in der Automobilindustrie, Berlin 1989; zu den problematischen Folgewirkungen des Automobilismus: *Vester, F.*: Ausfahrt Zukunft, München 1990 sowie *Nadis St./MacKanzie, J. J.*: Car Trouble, Boston 1993. Verkehrspolitische Aspekte und insbesondere Alternativkonzepte zum dominierenden autoorientierten Verkehr behandeln die umfangreichen Darstellungen: *Wolf, W.*: Eisenbahn und Autowahn, Hamburg 1986, *Monheim, H./Monheim-Dandorfer, R.*: Straßen für alle. Analysen und Konzepte zum Stadtverkehr der Zukunft, Hamburg 1990 sowie *Stadt Frankfurt a. M./Umweltdezernat Tom Koenigs/Schaeffer, Roland*: Fortschritt vom Auto? Umwelt und Verkehr in den 90er Jahren, München 1991. Als kompaktes Handbuch über Zahlen, Daten und Trends des automobilen Massenverkehrs eignet sich das Buch von *Dieter Seifried*: Gute Argumente: Verkehr, München 1991. Schließlich soll auf die feministischen verkehrspolitischen Ansätze verwiesen werden, die Ende der 80er Jahre mit Unterstützung der GRÜNEN verfolgt wurden und in denen u. a. die psychologischen Aspekte des (männlich geprägten) Automobilismus im Zentrum standen. Zusammenfassend dazu der Kongreßband "Welche Freiheit brauchen wir? Zur Psychologie der AutoMobilien Gesellschaft" von *Oblong, D./Rock, H./Spitzner, M.*, herausgegeben von den GRÜNEN im Bundestag, Berlin 1990.

Zur Rekonstruktion der Überlegungen und Strategien der Automobilkonstruktoren bieten die zentralen Fachorgane der Ingenieurszunft "Automobiltechnische Zeitschrift" (ATZ), "Motortechnische Zeitschrift" (MTZ) sowie die "Automobil-Industrie" (AI) sehr gute Einblicke. Darüber hinaus werden von der Landesorganisation der Ingenieure, der VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik, alle Beiträge der wichtigsten deutschsprachigen Konferenzen in der Reihe "VDI-Berichte" veröffentlicht. Für die internationale Automobilszene ist die zweiwöchig erscheinende Zeitschrift "Automotive News" das zentrale Organ. Schließlich bündeln die Fachzeitschriften "auto, motor und sport" sowie die Zeitschrift "mot" die Diskussionen

rund um das Automobil. Darüber hinaus finden sich hier auch wertvolle Informationen und Hintergrundberichte über relevante Entwicklungstrends in der Automobilindustrie.

Die in der Einleitung verwendeten Zitate sind wie folgt zu finden: Die Zitate von *Daniel Goeudevert* sind seinem Buch: *Die Zukunft ruft. Manager, Märkte, Motoren*, Herford 1990, S. 159, sowie einem SPIEGEL-Gespräch in Heft 6/1989, S. 99, entnommen. Das Zitat von *Ferdinand Piëch* ist Teil einer Anzeige, die der VW-Konzern im September 1993 beispielsweise in "auto, motor und sport" schalten ließ. Die Berechnungen zur Entwicklung des Kaufpreises im Verhältnis zur Einkommensentwicklung stammen aus: *mot - die Autozeitung*, Nr. 11/1993, S. 10. Bundesverkehrsminister *Wissmann* wurde nach der FRANKFURTER RUNDSCHAU vom 14.9.1993, S. 13 zitiert. Aus derselben Zeitung stammen die Angaben zum Audi 300 (11.9.1993).

## Anmerkungen zu Kapitel 1

Zu den frühen Prognosen wurde aus dem Vorwort von *Holzapfel, H. et. al.:* Szenario Autoverkehr 2000. Wege zu einem ökologisch und sozial verträglichen Autoverkehr, Berlin 1984, zitiert. Es handelt sich dabei um den Endbericht eines gleichnamigen Forschungsprojektes an der Technischen Universität Berlin, in dem die wichtigsten Beiträge der in den darauf folgenden Diskussionen zu Verkehr und Automobilismus in prägnanter Form vorweggenommen worden sind. Die Daten zur Schadstoffbilanz sind dem statistischen Standardwerk zum Thema Verkehr aus dem Jahr 1993 entnommen: *Bundesminister für Verkehr (BMV): Verkehr in Zahlen 1993*, Bonn 1993, S. 290/291. Dieser jährlich aktualisierte Überblick über die wichtigsten Verkehrs-Daten wird im Auftrag des Verkehrsministeriums vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, erarbeitet. Die Angaben zu den Wachstumsraten\* des Pkw-Verkehrs in Europa stammen aus: *Commission of the European Communities: The European Motor Vehicle Industry: Situation, Issues at Stake, and Proposals for Action*, COM (92) 166, Brussels 1992, Seite 3f. Die Angaben zum Katalysator und seiner eingeschränkten Funktionsfähigkeit finden sich in der FRANKFURTER RUNDSCHAU vom 21.6.1993 sowie im SPIEGEL, Heft 8/1992, Seite 108. Die Hinweise zur Seitenstreifen-Altlast sind aus: *Lichtenthäler, U./Reutter O.:* Die Seitenstreifen-Altlast - indirekte Flächeninanspruchnahme des Kraftfahrzeugverkehrs durch Schadstoffbelastungen der Böden entlang von Straßen, in: *ILS (Hg.): Flächenverbrauch und Verkehr*, ILS-Schriften, 7, Dortmund 1987. Die Hinweise zum Krebsregister finden sich im Heft 9/1989 der Zeitschrift *Ökostat*. Zum Problem des Flächenverbrauchs geben

die folgenden Arbeiten wichtige Informationen: *Pauen-Höppner, U.*: Was weiß man über Flächenverbrauch und Verkehr? in: *ILS* (Hg.): Flächenverbrauch und Verkehr, ILS-Schriften, 7, Dortmund 1987 und zu den Ergebnissen der Begleituntersuchung zu dem Versuch Bremer Bürger "Leben ohne Auto" siehe: *Burwitz, H./Koch, H./Krämer-Badoni, T.*: Leben ohne Auto, Reinbek 1992. In der *WOCHENPOST* vom 29. 7. 1993 findet sich auf Seite 4 und 5 ein gut recherchierter Artikel zu den Wanderungsbewegungen besser verdienender Familien mit Kindern ins grüne Umland am Beispiel Münchens. Die Angaben über die Lärmbelastungen sind dem Sonderheft der Zeitschrift *GEO Wissen* "Verkehr und Mobilität" vom 6.5.1991 entnommen. Überlegungen zur Zu- und Berechnung der sozialen Kosten in: *Leipert, Ch.*: Die heimlichen Kosten des Fortschritts. Wie Umweltzerstörung das Wirtschaftswachstum fördert, Frankfurt 1989 - das Zitat von Leipert findet sich auf Seite 173 - sowie in: *Teufel, D.*: Der Autoverkehr als Umweltfaktor, in: *Frank, H.J./Walter, N.* (Hg.): Strategien gegen den Verkehrsinfarkt, Stuttgart 1993, S. 55. Die aktuellen Zahlen zur Unfallart und -häufigkeit sind der bereits erwähnten Datensammlung "Verkehr in Zahlen 1992", Seite 149 entnommen, die Verkehrssicherheit im Vergleich der Verkehrsträger ist dokumentiert in dem ebenfalls oben aufgeführten Band "Gute Argumente: Verkehr" von *Dieter Seifried* auf Seite 62. Hinweise zum ambivalenten Charakter von Umgehungsstraßen gibt: *Scholars-Kremer, M.*: Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit, in: *Internationales Verkehrswesen*, 42, Heft 4/1990.

Schließlich sind als weitergehende Lektüre die Berichte des *Umwelt- und Prognose-Instituts Heidelberg (UPI)* zu empfehlen, insbesondere Nr. 21: Umweltwirkungen von Finanzinstrumenten im Verkehrsbereich, Januar 1991 und Nr. 23: Scheinlösungen im Verkehr, kontraproduktive und ineffektive Konzepte der Verkehrspolitik, Dezember 1991, sowie die Berichte der *Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages*, vor allem den Band 7 (Energie und Klima): Konzeptionelle Fortentwicklung des Verkehrsbereichs, Bonn/Karlsruhe 1990. Einschlägig sind überdies die Stellungnahmen des *Wissenschaftlichen Beirates beim Bundesminister für Verkehr* vom Juli 1991. Es sind dies zum einen: Marktwirtschaftliche Instrumente zur Reduktion von Luftschadstoffen des Verkehrs (Gruppe A Verkehrswirtschaft) und zum anderen: Wirkungsanalysen im Hinblick auf CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr (Gruppe B Verkehrstechnik), beide in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft* 1992, S. 73 - 133.



## Anmerkungen zu Kapitel 2

Die erste Mai-Ausgabe des Fachorgans "Automotive News" erscheint als alljährliches "Market Data Book" und bietet einen Überblick über alle relevanten ökonomischen Daten der Weltautomobilindustrie. Für die nationale Industrie veröffentlicht der *Verband der Automobilindustrie (VDA)* Jahresberichte, hier wird der Jahresbericht 91/92, Frankfurt 1992, mit Angaben über die ökonomische Bedeutung der Automobilbranche herangezogen. Neuere Angaben über den Verlauf der Autokonjunktur im Jahre 1993 wurden dem HANDELSBLATT vom 30.8.1993 sowie den VDI-Nachrichten vom 23.7.1993 entnommen.

Die Angaben zu den Produktivitätsentwicklungen der Hersteller, allerdings auf höchst problematischer methodischer Grundlage, finden sich in der MIT-Studie: *Womack, J./Jones, D./Roos, R.*: The Machine that Changes the World, New York 1990. Die Zahlen zur deutschen Pkw-Produktion in den 30er Jahren stammen aus: *Eckermann, E.*: Vom Dampfwagen zum Auto, Seite 99. Weitere Hinweise über die historisch höchst unterschiedliche ökonomische Bedeutung der Autoindustrie in Deutschland können bei *Radkau, J.*: Technik in Deutschland, Frankfurt 1989, S. 302ff. nachgelesen werden. Das Zitat zur unsicheren Akzeptanz des Autos in der Vorkriegszeit findet sich auf der Seite 302. Hintergründe über den Umbau des Daimler-Benz Konzerns bietet insbesondere die Biographie von *Hans Otto Eglau* über Edzard Reuter mit dem gleichnamigen Titel (Düsseldorf 1991). Lesenswertes über das besondere Spannungsverhältnis zwischen Mercedes-Benz und BMW bietet das Buch von *Walter Junginger*: Das BMW-Mercedes Duell, Düsseldorf 1991. Weitere Informationen zur Forschungsgruppe "Technik und Gesellschaft" der Daimler-Benz AG finden sich bei *Burmeister, K./Canzler, W.*: Zukunft in Unternehmen - Unternehmen der Zukunft. Betriebe zwischen Modernisierungsdruck und PR-Strategien, in: WECHSELWIRKUNG Nr. 59, Februar 1993, Seite 6.

Zu den staatlichen Vorleistungen in der Verkehrsinfrastruktur bietet die Habilitationsschrift von *Klenke, D.*: Bundesdeutsche Verkehrspolitik und Motorisierung, Stuttgart 1993, einen guten Überblick. Seine These vom "Auto als Faktor neudeutscher Identitätsfindung" in den Wirtschaftswunderjahren, die im Kern zitiert wurde, findet sich auf Seite 349. Ein Standardwerk, wenn auch der neoklassischen Ökonomie verpflichtet, ist: *Van Suntum, U.*: Verkehrspolitik, München 1986. Dort findet sich auch die Berechnungsgrundlage für die Deckungsthese der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung. Die Gegenposition vertritt Dieter Teufel in seinem Beitrag "Der Verkehr als Umweltfaktor" in: *Frank, H.-J./Walter, N.*: Strategien gegen den Verkehrsinfarkt, Stuttgart 1993, Seite 41 bis 61. Das Zitat des *Sachverständi-*

genrates für Umweltfragen stammt aus dem Gutachten: "Auto und Umwelt", Stuttgart/Mainz 1973, S. 33. Die Zusammenhänge von Umwelt- und Verkehrspolitik werden insbesondere in zwei jüngeren *Wochenberichten des DIW*: "Verkehrswegpolitik muß umweltpolitische Ziele stärker berücksichtigen", in: DIW-Wochenberichte 51/1992 und "Fährt die Verkehrspolitik in eine Sackgasse?" in: DIW-Wochenberichte 32/1993 sowie vom Umweltbundesamt (UBA): Jahresbericht 1992, Berlin 1993, behandelt.

### Anmerkungen zu Kapitel 3

Das Zitat zu den Zukunftsproblemen der Autoindustrie stammt von Ulli Jürgens und ist aus dem Aufsatz: Produktionskonzepte und Standortstrategien in der Weltautomobilindustrie, in: *Muster, M./Richter, U.* (Hg.): Mit Vollgas in den Stau, Hamburg 1990, Seite 63. Die Zitate der Entwicklungschefs Ende der 80er Jahre sind aus der Beilage der FRANKFURTER RUNDSCHAU zur 53. Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt vom 13.9.1989, Seite 3. Die jüngeren Aussagen, wie in dieser Reihenfolge die Zitate von *Franz Pischinger*, *Peter Hanenberger* und *Reitzle* von BMW, stammen aus der MTZ, 52, 1991, Seite 481; MTZ, 54, 1993, Seite 109, sowie der FRANKFURTER RUNDSCHAU vom 9.9.1993, S. 15. Die Warnung vor dem E-Antrieb des Verbandsfunktionärs ist nachzulesen in: *Vorwig, W.R.*: Die deutsche Automobilindustrie und ihre Verbände, Frankfurt 1970, S. 16, die Einschätzung des MAN-Vorstandsmitgliedes *Zinner* in: *Zinner, K.*: Über die attraktiven Forschungsprobleme des Verbrennungsmotors, in: MTZ, 33, 1972, S. 99. Der Funktionär *Brenken* wurde in der AI, Heft 3/ 1974 auf S. 49 zitiert. Die Angaben von *Förster* sind einer Aufsatzsammlung des Autors entnommen: *Förster, H.J.*: Technik für den Menschen. Aus den Erfahrungen eines Ingenieurs, o.O. o.J., (1991), S. 134. Die Hinweise zu neuen Formen der Elektrifizierung des Straßenverkehrs in Kalifornien finden sich bei: *Finch, Ch.*: Highway to Heaven, New York 1992, S. 379ff. Der Aufsatz von *Piëch* ist unter dem Titel "3 Liter/100 km im Jahr 2000?" in der ATZ, 94, 1992 auf den Seiten 20-23 abgedruckt. Die Ideen von *Lovins* können nachgelesen werden bei: *Lovins, A.B./Barnett, J.W./Lovins, L. H.*: Reinventing the Wheels, Rocky Mountain Institute, April 1993. Das Zitat von *Ris* findet sich in: *Ris, H.R.*: Elektroauto: Warten auf den Durchbruch, in: Technische Rundschau, 85, Heft 32/1993, S. 36. Den Vergleich zwischen den beiden BMWs zog das HANDELSBLATT am 19.5.1993 auf S. 15.

Zur Bewertung von gebrauchstauglichen Eigenschaften des Verbrennungsmotors liefert *Helmut Hütten*: Motoren. Technik- Praxis-Geschichte, Stuttgart 1988, einen

sehr guten Überblick. *Peter Walzer*: Die Gasturbine, Düsseldorf 1990 gibt wertvolle Hinweise über charakteristische Eigenschaften verschiedener Antriebssysteme. Aus seinem Buch wurden deshalb mehrere Abbildungen und Tabellen übernommen. Eine zusammenfassende Darstellung über die Automobiltechnik der Zukunft aus Sicht leitender Ingenieure bieten *Seiffert, U./Walzer, P.*: Automobiltechnik der Zukunft, Düsseldorf 1989.

Das Konzept des Leitbildes ist insbesondere bei *Dierkes, M./Marz, L./Hoffmann, U.*: Leitbild und Technik, Berlin 1992, ausgearbeitet und illustriert.

#### Anmerkungen zu Kapitel 4

Dieser historische Exkurs geht insbesondere auf die Ergebnisse zweier Arbeiten zurück: *Hård, M./Knie, A.*: The Ruler of the Game. The Defining Power of the Standard Automobile, WZB-dp, FS II 93-104, Berlin 1993, sowie *Knie, A./Hård, M.*: Die Dinge gegen den Strich bürsten. De-Konstruktionsübungen am Automobil, in: Technikgeschichte, 60, 1993, Heft 3.

Das internationale Standardwerk zur Geschichte des Automobilismus ist: *Flink, J.J.*: The Automobile Age, Cambridge 1988. Weitere Hinweise, insbesondere zur Frage der Antriebstechnik, der Akzeptanz und der Rennorientierung in der Technikgeschichte des Automobils enthalten die folgenden Aufsätze und Bücher: *Schildberger, F.*: Die Entstehung des industriellen Automobilbaues, in: Automobil-Industrie, 14, 1969, S. 55-62; *Birnbaum, J.*: Automobilia. Reiseskizzen und Betrachtungen aus den Kindertagen des Automobils (hrsg. von M. Krause), Bonn 1988, sowie *Sass, F.*: Geschichte des deutschen Verbrennungsmotorenbaues, Berlin 1962, S. 79; *Fersen, H.-H.*: Autos in Deutschland 1885 - 1920, Stuttgart 1920, S. 125; *Horras, G.*: Die Entwicklung des deutschen Automobilmarktes bis 1914, München 1982, S. 64f., *Klapper, E.*: Die Entwicklung der deutschen Automobilindustrie, Berlin 1910, S. 5ff., sowie *Edelmann, H.*: Vom Luxusgut zum Gebrauchsgegenstand. Die Geschichte der Verbreitung von Personenwagen in Deutschland, Frankfurt 1989, S. 20ff.

Das Zitat von Marinetti wurde dem Aufsatz: *Loewy, H.*: Natur im Marschrythmus, FR, 8.9.1993, S.7, entnommen. Die Beschreibung von Eugen Diesel findet sich in *Neubauer, H.-O.*: Autos aus Berlin, Protos und NAG, Stuttgart 1983, S. 99. Die zitierte Chronik zur Geschichte von Mercedes-Benz ist als *Barthel, M./Lingnau, G.*: Daimler-Benz. Die Technik, Mainz 1986, erschienen, das Zitat findet sich auf

S. 326. Der Aufsatz von *Schöndorf* wurde unter dem Titel "Das Öko-Auto setzt den Manta-Junkie auf Entzug" in der FR am 9.9. 1993 auf S. 11 abgedruckt.

### **Anmerkungen zu Kapitel 5.1**

Die grundlegenden Daten in diesem Abschnitt entstammen der Arbeit von: *Berthold, O.*: Untersuchung und statistische Auswertung der Motorenprogramme ausgewählter Fahrzeugtypen in der deutschen Automobilindustrie seit 1975, erstellt im Auftrag des Wissenschaftszentrum Berlin, Berlin 1993. Als Quellen wurde das "Verzeichnis der Hersteller und Typen von Personenkraftwagen", herausgegeben vom *Kraftfahrt-Bundesamt* in Flensburg, sowie die "Zulassung bzw. Anmeldung von fabriktneuen Personenkraftwagen nur zur Personenförderung" aus den "Statistischen Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes" in Flensburg verwendet. Ergänzende Informationen finden sich in: *Berthold, O.*: Aufarbeitung und Analyse der in Lasten- und Pflichtenheften zur Serienentwicklung moderner Pkw-Motoren formulierten Anforderungsprofile in Hinsicht auf die realen Nutzungserwartungen der Autofahrer, Berlin 1992. Darüber hinaus sind Hinweise, Informationen und Zahlen den Heften von *auto, motor und sport* Nr. 3 (S. 104-108), Nr. 15 (S. 12-15), Nr. 11 (S. 64) des Jahres 1992 sowie dem *SPIEGEL* Heft 8/1992, (S. 18) entnommen. Weitere statistische Angaben sind aus dem vom Bundesminister für Verkehr (BMV) herausgegebenen Band: *Verkehr in Zahlen 1992*, Bonn, S. 138, 139 und 208f. verwendet worden.

### **Anmerkungen zu Kapitel 5.2**

Ergebnisse von Umfragen, wie wir sie in diesem Abschnitt verwenden, sind natürlich mit Vorsicht zu genießen. Die Methoden der beauftragten Forschungsinstitute sind in der Regel nicht ausgereift, jede Untersuchung für sich betrachtet birgt daher ein Interpretationsrisiko. Die aggregierten Ergebnisse zeigen aber eine so klare Übereinstimmung in den Aussagen der Befragten, daß wir glauben, mit guten Gründen hier von einem Trend sprechen zu können. Im einzelnen wurden in diesem Abschnitt folgende Arbeiten herangezogen:

*SPIEGEL-Verlag* (Hg): *Auto, Verkehr, Umwelt*, Hamburg 1993; *Infratest Sozialforschung*: *Abschlußbericht der Pilotstudie zum Fahrleistungspanel Autofahren in Deutschland*, München 1987, sowie den ebenfalls von *Infratest* erstellten "AUTOMOTIV"-Ergänzungsband zur Nutzung von Pkw und Krafträdern, Studi-

endokumentation, München 1991; *Roland Berger Forschungsinstitut*: Pkw-Halter-Befragung über Fahrleistungen, München 1989; *Bundesanstalt für Straßenwesen*: Verkehrsteilnehmer und Verkehrsteilnehmerinnen im vereinten Deutschland, in: Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 85, 1991; *Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung*: Elektroauto und Mobilität. Das Einsatzpotential von Elektroautos, Heilbronn 1992; *EMNID-Institut*, KONTIV 89: Methodenbericht, Bielefeld 1991; *Stadt Frankfurt am Main* (Hg): Dicke Luft in Frankfurt. Daten der Socialdata, München 1992, sowie *Berthold, O.*: Ermittlung und Auswertung von Fahrleistungen für in West-Berlin zugelassene Pkw und Kombi, Studienarbeit am Institut für Fahrzeugtechnik der TU Berlin, 1992. Die Angaben zum Flächenverbrauch stammen aus der Zeitschrift *fairkehr*, Heft 4/1993, S. 19. Die Analyse der Verkehrsmittelwahl ist abgedruckt als: *Brög, T./Worm, O.*: Entwicklung der Mobilität unter veränderten Bedingungen der Bevölkerungs-, Siedlungs- und Verkehrsstruktur, Teil I und Teil II, in: *Verkehr und Technik*, Heft 1/1992 und Heft 2/1992. Das Zitat zur Prognoseproblematik findet sich bei *Rommerskirchen, S.*: Mehr Mobilität - mehr Wohlstand? in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 62, 1991, Heft 3.

Die Veränderungen bei den Zulassungszahlen hat *W. Diez* unter dem Titel "Deutsche Hersteller setzten auf mehr Auto für mehr Geld und überließen neue Marktnischen den Japanern" im *HANDELSBLATT* vom 5.5. 1993, S. 20, veröffentlicht. Die Angaben über die Veränderungen der Kundenwünsche bei der Motorenwahl sind aus *auto, motor und sport*, Heft 15/1993, S. 117ff.. Die Greenpeace-Aktion erläuterten die beiden Verantwortlichen *Thilo Bode und Oliver Worm* unter dem Titel "Nicht die Abschaffung des Autos ist das Ziel, sondern seine Abrüstung", in: *FRANKFURTER RUNDSCHAU*, 7. 9. 1993; *Joachim Wille* diskutiert die Ambivalenz dieser Marketing-Aktion von seiten der Umweltschützer in dem Artikel "Die lahme Öko-Ente soll den lackierten Kampfhund besiegen" in der *FRANKFURTER RUNDSCHAU* v. 18.10.1993, während die Diskussion über die Verfassungsfeindlichkeit des Automobils insbesondere von zwei Aufsätzen ausgelöst wurde: *Wrobel, H.*: Verfassungsfeind Automobil, *SÜD-DEUTSCHE ZEITUNG*, 1./2.August 1993, und *Wesel, U.*: Über die Verfassungswidrigkeit unserer Autos, in: *DIE ZEIT*, 14.5.1993, S. 36. Der einflußreiche TÜV Rheinland-Chef wurde zitiert in: *VDI-Nachrichten*, 21.8.1993, S. 11.

### Anmerkungen zu Kapitel 5.3

Die Übersicht zur amerikanischen Regulierungspolitik ist insbesondere *Flink, J.J.*: *Automobile Age*, Cambridge 1988, sowie *Halberstam, D.*: *The Reckoning*, New

York 1987, entnommen. Zur Vorherrschaft des Verbrennungsmotors gibt *Diehm, R.W.*: New Kids in Town, in: Automobile News, 23. November 1992, S. 8i. Erläuterungen. Die Katalysatoren-Politik kann in Beiträgen des Kongreßbandes von *Hård, M.* (ed): Automobile Engineering in a Dead End: Mainstream and Alternative Developments in the 20th Century, Göteborg 1992, nachgelesen werden. Erläuterungen. Zahlen und andere Informationen sowie Hinweise über die Diskussion um Grenzwerte finden sich in dem Sammelband von *Ginsburg, D.A./Abernathy, W. J.* (eds): Government, Technology and the Future of the Automobile, New York 1980, sowie im Environmental Almanac, compiled by *World Resources Institute*, Boston 1993. Die Ergebnisse der *Shell*-Studie wurden zitiert in: VDI-Nachrichten vom 10.9. 1993, S.1. Angaben zur Entwicklung der Verkehrsleistung finden sich in: *Voigt, U.*: Verkehrspolitische Handlungsoptionen aus ökologischer Sicht, in: *Frank, H.-J./Walter, N.* (Hg.): Strategien gegen den Verkehrsinfarkt, Stuttgart 1993. Die Arbeiten der *Enquete-Kommission des Bundestages* sind von dieser selbst herausgegeben. "Konzeptionelle Fortentwicklung des Verkehrsbereich" ist als Band 7 erschienen (Karlsruhe/Bonn 1990). Das Zitat von *Berg* findet sich in seinem Aufsatz "Die neue Abgas-Gesetzgebung der USA", der als Konferenzbeitrag abgedruckt ist, in: VDI-Forschungsberichte, Reihe 12, Nr. 150, Düsseldorf 1991, S. 154-239. Berg gibt außerdem einen kommentierenden Überblick zur Situation der amerikanischen Abgasgesetzgebung sowie der in den nächsten Jahren zu erwartenden Maßnahmen. Die Angaben über die Haltbarkeit von Katalysatoren entstammen den VDI-Nachrichten vom 24.10.1993, S. 11. Das kalifornische Regelwerk ist nachzulesen bei: *California Air Resource Board (CARB)*: Proposed Regulation for Low-Emission Vehicles and Clean Fuels, Sacramento 1990, sowie in einem "Special Report" von *Wards Communications*, "Electric Vehicles: Deadline 1998", Detroit 1993. Hier finden sich auch Ergebnisse von Umfragen zur Akzeptanz von Elektrofahrzeugen. Die Probleme bei der Einhaltung der Zusagen der Bundesregierung zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses sind in der Öffentlichkeit breit diskutiert worden, u. a. in den VDI-Nachrichten vom 10. Sept. 1993, S.1. Die Angaben über die technischen Maßnahmen der Autohersteller entstammen insbesondere zwei Überblicksdarstellungen; *Pischinger, F.*: Entwicklungsrichtungen in der Motorentechnik für das Jahr 2001, in: VDI-Forschungsberichte, Reihe 12, Nr. 150, Düsseldorf 1991, S. 354-374. Diesem Beitrag des Aachener Hochschulprofessors ist auch das Zitat entnommen, des weiteren von *Demel, H.*: Möglichkeiten zur Erfüllung der Anforderungen im Jahr 2001, in: VDI-Forschungsberichte, Reihe 12, Nr. 150, Düsseldorf 1991, S. 332-353.

Die kontroverse Bewertung des Elektroantriebes ist nachzulesen bei: *Blümel, H.*: Nur noch mit Batterien oder Hybrid-Antrieben in die Städte? in: VDI-Gesellschaft

Fahrzeugtechnik: Aspekte Alternativer Energieträger für Fahrzeugantrieb, Düsseldorf 1992, S.79-111. Einen Überblick zu den verschiedenen Systemen gibt im selben Band: *Harbauer, W.:* Moderne Antriebssysteme für Elektroautos, in: VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik: Aspekte Alternativer Energieträger für Fahrzeugantrieb, Düsseldorf 1992, S. 301-314, während *Ledjeff* Probleme der Batterietechnik erörtert (Batterien für Elektrofahrzeuge im Vergleich, in: VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik: Aspekte Alternativer Energieträger für Fahrzeugantrieb, Düsseldorf 1992, S. 315-339). Im Gegensatz zum skeptischen Beitrag von Blümel kommt die *Forschungsstelle für Technikbewertung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften* zu einer positiven Beurteilung des E-Mobils. Die Studie wurde als erweiterter Endbericht veröffentlicht: *Adametz, Ch./Dorda, A./Fachbach, B.:* Technikbewertung des E-Mobils, Wien 1993. Eine interessante Zusammenfassung der Diskussionen um das E-Mobil ist darüber hinaus die Workshop-Dokumentation des Kongresses "alternativ MOBIL 93" v. 20.- 24. Januar in Karlsruhe (Herausgeber: *MESAGO Messe & Kongreß GmbH*). Hinweise und ein Hintergrundbericht zur neuen Zink-Luft Batterie finden sich bei: *Lossau, N.:* Ein frecher Trick, VDI-Nachrichten-Magazin, 9/1993, S. 18-20). Die Kritik der VARTA AG kann in der FRANKFURTER RUNDSCHAU vom 18. September 1993 auf S. M15 nachgelesen werden. Zu den Überlegungen der amerikanischen Hersteller hinsichtlich des Einsatzes von Elektroantrieben wurden folgende Quellen genutzt: *Automobile Magazine*, January 1993, S. 34ff.; *White, J.B.:* GM's Proposal for Electric Car is Resonsidered, in: *Wall Street Journal*, December 7, 1992, S. A4, und "Detroit's Big Three Are Moving Quickly Towards Joint Effort on Electric Vehicles", *Wall Street Journal*, December 9, 1992, S. A4, sowie *Automobile News*, 10. Mai, S.16, und *HANDELSBLATT* vom 15.9. 1993.

Hinweise auf die Widerstände der Automobilhersteller gegen die kalifornische "ZEV-Regelung" finden sich insbesondere in den folgenden Artikeln: *Gates, M.:* Electric Dilemma, in: *Automobile News*, 7. Juni, S. 1 und 24; *Kobe, G.:* Electric Car Update, in: *Automotive Industries*, 172, 1992, Febr. S. 76, sowie *Bedard, P.:* What's the Deal on Electric Cars, in: *Car and Driver*, Mai 1992, S. 133ff.; schließlich in *Diehm, W.R.:* California Dreaming? in: *Automobile News* vom 7. Juni 1993, S. 11ff. Das Zitat von Mercedes-Chef *Werner* stammt aus *DER ZEIT* vom 3.9.1993, S. 25.

Die Hinweise zu den Optionen der Hybrid-Antriebe sind nachzulesen bei: *Sprong, P.A.:* Zukunftsformel Hybrid, in: *FRANKFURTER RUNDSCHAU*, Beilage zur 55. IAA, S. 1,4. Die Angaben über die Förderung und Bewertung von Elektroantrieben in Deutschland sind der Antwort der Bundesregierung auf eine Große An-

frage "Elektrofahrzeuge" vom 12.3.1992 entnommen, Bundestags-Drucksache 12/2247.

Das Zitat von *Sikorski* stammt aus der FRANKFURTER RUNDSCHAU vom 25.7.1993.

## Anmerkungen zu Kapitel 6

Das angebene Zitat aus der AUDI-Werbung erschien u. a. in der SÜDDEUTSCHEN ZEITUNG am 31.8. 1993. Das Zitat von Bundesverkehrsminister *Wissmann* stammt aus einem Interview mit der FRANKFURTER RUNDSCHAU vom 2. Oktober 1993, S. 9. Die Bedeutung von "sinnstiftenden Kernen" für die betriebliche Innovationsbereitschaft und den sich hieraus ergebenden Problemen für den industriellen Umbau sind bereits verschiedentlich Gegenstand der Forschung gewesen: *Moss Kanther, R.*: The Change Masters, New York 1983; *Bennett, A.*: The Death of the Organization Man, New York 1990, sowie *Burmeister, K./Canzler, W.*: Zukunft in Unternehmen - Unternehmen der Zukunft, in: WECHSELWIRKUNG, Febr. 1993, S. 4-9. Wie die Stabilität und Labilität unternehmensinterner Hierarchiegefüge mit Veränderungen in der Umwelt korrespondieren, zeigt insbesondere: *Halberstam, D.*: The Reckoning, New York 1987; vgl. auch: *Helmers, S./Knie, A.*: Wie lernen Organisationen bei der Entwicklung von Techniken? in: Zeitschrift Führung und Organisation, 61, 1992, S. 36-41. Das Konzept der "Promotoren" und "Fahnenträger" ist bereits bei *Antal, A.*: Corporate Social Performance, Frankfurt 1992, sowie bei *Knie, A.*: Gemachte Technik. Zur Bedeutung von Fahnenträgern, Promotoren und Definitionsmacht in der Technikgenese, in *Rammert, W. u. a.* (Hg.): Jahrbuch Technik und Gesellschaft, Band 7, Frankfurt 1993, genutzt worden. Zur Neubewertung der Rolle der Gewerkschaften fand bereits 1986 eine Konferenz statt, die bislang allerdings ohne Nachfolgeveranstaltung blieb: *IG Metall* (Hg.): Zukunft der Automobilindustrie, Symposium der IG Metall Wolfsburg in Zusammenarbeit mit dem Betriebsrat der Volkswagen AG, Werk Wolfsburg, Wolfsburg 1986. Die zur Zeit vorherrschenden Rationalisierungstrends im Weltautomobilbau sind insbesondere nachzulesen bei: *Deiß, M./V. Döhl* (Hg.): Vernetzte Produktion, Frankfurt 1992.

Das Statement von Bundeskanzler *Kohl* wurde beispielsweise in der FRANKFURTER RUNDSCHAU, 10.9. 1993, abgedruckt; Die Aussage von *Töpfer* fiel in einem SPIEGEL-Gespräch: Die ökonomische Bedeutung der Autoindustrie, Heft Nr. 36/ 1993, S. 70ff. Die Angaben über die politischen Regulierungsstile in Japan und den USA sind insbesondere den März- und April-Ausgaben der Automotive



News entnommen. Die jüngsten Entwicklungen zu einem "Government Dream Car" stammen aus der New York Times vom 30.9.1993, S. A1 und D7, die Hinweise zur IVGU aus dem HANDELSBLATT vom 19.8.1993. Das Konzept der "Politikverflechtungsfalle" ist bei *Scharpf, F.W.*: Die Politikverflechtungsfalle: Europäische Integration und deutscher Förderalismus im Vergleich, in: Politische Vierteljahresschrift, 26, 1985, S. 323-356 nachzulesen.

Das Zitat und die Angaben zum Auto 2000 sind von *Plassmann, E.*: 12 Jahre Förderung von Kraftfahrzeuge und Straßenverkehr durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie im internationalen Vergleich, in: *BMFT* (Hg.): Entwicklungslinien in Kraftfahrzeugechnik und Straßenverkehr, Forschungsbilanz 1984, Köln 1985 S. XXVIII; die Überlegungen für eine neue Philosophie der Förderpolitik finden sich bereits bei *Knie, A.*: Diesel - Karriere einer Technik, Berlin 1991, S. 306ff.

Zur verkehrspolitischen Diskussion sind in den letzten Jahren eine Fülle von Beiträgen erschienen. Als aktueller Überblick bietet sich das Oktoberheft des Jahres 1993 der Zeitschrift WECHSELWIRKUNG mit dem Schwerpunktthema "Neue Wege im Verkehr. Der intelligente Stau" an. Insbesondere die Beiträge von *Maike Spitzner* (Ökologische Verkehrswende), *Karl-Otto Schallaböck* (Technik im Verkehr), *Rainer König* (Informatisierung des Verkehrs) sowie *Daniel Bieber* und *Dieter Sauer* (Die Laster der Deutschen) liefern einen Überblick zum Stand der Diskussion. Seine Erfahrungen als Umweltvorstand faßte *Ulrich Steger* unter dem Titel "Vier grausame Wahrheiten (der Verkehrspolitik)" zusammen, abgedruckt in: DIE ZEIT, 17.9.1993. Die kontroverse Debatte um die Festlegung eines Flottenverbrauches findet sich bei *Neu, H.*: Flottenstandards als Instrument zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs von Pkw, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 62, Heft 4/1991, sowie im HANDELSBLATT vom 17.6.93. Das grundlegende Werk zu dieser Frage ist allerdings der Bericht der amerikanischen *National Research Council (NRC)*: Automotive Fuel Economy: How Far Should We Go? Washington 1992. Das Steger-Zitat ist der WOCHENPOST-Ausgabe vom 26.11.1992 entnommen. Aus dieser Zeitung (Ausgabe vom 25.2.1993) sind auch die Informationen über die Entwicklung des Benzinpreises. Das VDI-Verkehrsmemorandum ist vollständig in den VDI-Nachrichten vom 7. Mai 1993 abgedruckt.

Es ist eines der tragischsten Mißverständnisse unserer Zeit, zu glauben, wenn etwas unzweifelhaft als falsch erwiesen ist, müsse das Gegenteil richtig sein.

Salvador de Madriaga

## **Totgesagte leben länger - 7 Kontrapunkte**

Seit 1973 wird in jeder Rezession das Auto totgesagt. Allerdings selten argumentativ so gescheit wie in diesem Buch. Diese generelle Wertschätzung - sonst über eine Seite als Vorwort verbreitet - sollte bei den folgenden Kontrapunkten nicht vergessen werden.

1. Man kann sich nach der Lektüre eigentlich nur wundern, warum trotz wachsender Kritik seit Mitte der sechziger Jahre das Auto immer noch so erfolgreich war (wie ja auch Canzler/Knie - gelegentlich etwas gequält - zugeben). Denn ein wichtiger Faktor fehlt in der hier vorgelegten Analyse: der Mangel an gleichwertigen Alternativen für die gewachsene Mobilität in Bezug auf Komfort, Zeitsouveränität und Flexibilität, und: Es ist mehr als zweifelhaft, ob der Mobilitätsbedarf zurückgeht. Natürlich kann man die Charta von Athen mit der städtischen Funktionstrennung kritisieren. Aber jede der zahllosen nachbarschaftlichen Umweltinitiativen gegen einen Industriebetrieb verstärkt sie, von Trends wie häufigerem Arbeitsplatzwechsel, differenziertem Konsummuster etc. ganz zu schweigen. So werden denn alle Bemühungen um Verkehrsvermeidung - z.B. durch städtische Reintegration - nicht ausreichen, um ein Wachstum des Verkehrs zu verhindern. Die verkehrserzeugenden Trends sind ungebrochen. Auch signifikante Verlagerungen im Modal-Split der Personenbeförderung sind eher unwahrscheinlich: Dies erfordert neben erheblichen Investitionen den Aufbau von Transportketten ("Vernetzung der Verkehrsträger"), die aber durch organisatorisch-politische Engpässe von öffentlichen Managementsystemen nur sehr langsam vorankommen. Man mag daher die weitgehende Alternativlosigkeit zum Auto beklagen, als Fakt muß man sie wohl akzeptieren.

2. Sicherheitshalber untersuchen Canzler/Knie darum wohl erst gar nicht ein Szenario, wo durch die großen Produktivitätsfortschritte, durch neue Produktions-

konzepte, geringere Wartungskosten, steigende Verbrauchseffizienz etc. die Autonutzung relativ billiger, die öffentlichen Verkehrsalternativen unter dem Druck leerer Kassen aber teurer und qualitativ schlechter werden. Dies kann aber das wahrscheinlichere Szenario für die nächsten Jahre sein. Einfach zu postulieren, der Autoverkehr werde teurer und die Restriktionen für Autos zahlreicher, beruht auf dem Prinzip Hoffnung (zumal ja einige Kommunalwahlen recht drastisch gezeigt haben, was von Meinungsumfragen zu Verkehrsrestriktionen zu halten ist - verschwinden sollen immer die Autos der anderen, nicht das eigene).

3. So brillant wie kritisch die Analyse der Automobilindustrie auch im Buch ist, erklären läßt sich ihr Verhalten *nur* aus der Analyse der Interaktion zwischen Industrie, Kunden und Staat, nicht aus der "immanenten Logik" der Industrie. Die Analyse des Kundenverhaltens kommt hier entschieden zu kurz, Widersprüche bleiben uninterpretiert: Warum führt die Kritik am "Auto von der Stange" nicht zum Boom bei "abgerüsteten" ökologischen Automobilen, sondern zum Gegenteil, den "off-road"-Fahrzeugen mit Allradantrieb? Wo sind die Druckfaktoren, die zu einer Verhaltensänderung führen? (Immerhin feierte ja das Argument, die zunehmenden Staus führten zum Umsteigen der Autofahrer, kürzlich sein 25-jähriges Jubiläum. Dabei ist dies eine sehr nabelschauorientierte, deutsche Debatte: Was wirklich ein "drohender Verkehrskollaps" ist, kann man bei uns am relativ wenigsten erfahren.)

Das widersprüchliche, oft unentschlossene Verhalten des Staates läßt gelegentlich eine Sehnsucht der Autoren nach dem "ideellen Gesamtkapitalisten" durchschimmern, der der Automobilindustrie nun endlich den richtigen Weg in ihrem langfristigen Eigeninteresse zeigen könnte. Aber jede realistische Analyse muß davon ausgehen, daß die gleichmäßig von EG- bis Gemeindeebene verteilten Kompetenzen der Verkehrs- und Umweltpolitik immer ein Tummelplatz der unterschiedlichsten Interessen in einer pluralistischen Gesellschaft sein werden. Beides - das widersprüchliche Verhalten von Kunden wie der Politik - erhöht aber auch die Risiken für das Umsteuern in der Automobilindustrie.

4. Bei der kommenden Produktdifferenzierung setzten Canzler/Knie klar auf das Elektroauto. Warum? Mir ist dies nicht klar, denn weder unter Ressourcen- noch unter Emissionsgesichtspunkten ist - für die nächsten zwei Dekaden - generell das E-Mobil vorteilhaft (es sei denn, ein Land hat viel Wasserkraft oder Kernenergie), und zwar auch nicht in der "abgerüsteten Form" (die Autoren hätte nachdenklich stimmen müssen, warum die Greenpeace-Profis nicht ein Elektroauto auf ihre Fahnen geschrieben haben...). Neben lokalen Emissionsgesichtspunkten kann noch die Lärmentwicklung als Pluspunkt genannt werden - jedenfalls in

bestimmten Fahrsituationen, wo der Geräuschpegel des Motors andere Fahrgeräusche übertönt. Und gerade in der "abgerüsteten" Version ist es doch plausibel, daß es zu einem *zusätzlichen* Nischenprodukt für bestimmte Anwendungsfälle wird. Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, daß die Auflösung des Universalautos ("Rennreiselimousine") und ihr - teilweiser - Ersatz durch funktionsspezifische optimierte Autos (z.B. "City-Car") zu insgesamt mehr Autos in Gesellschaften wie unseren führt.

Das scharfsinnige Herausarbeiten des Leitbildes der Rennreiselimousine mit Hubkolbenmotor hat die Autoren offenbar übersehen lassen, daß sich die Struktur von Innovationen in den 80er Jahren verändert hat. Von den Informations- und Kommunikationstechnologien über den Werkzeugmaschinenbau bis zur Chemie ist die treibende Kraft für Neuerungen das Zusammenwachsen von verschiedenen Hard- und Softwaretechnologien. Dies gilt auch für den Fahrzeugbau, wo neue Materialien, Mikroelektronik, Miniaturisierung und neue Produktionssysteme eine beträchtliche, weitere Optimierung des traditionellen Fahrzeugkonzepts ermöglichen (wie H. Barske in seinem neuen Buch überzeugend demonstriert). Und gegen diese muß - ökonomisch wie ökologisch - das Elektroauto antreten (das ja auch nur eine "Kiste mit vier Rädern" ist...) - ganz zu schweigen davon, daß dies auch einen mobilitätsorientierten Lebensstil verfestigt, der nach Ansicht der Kritiker jedenfalls nicht durch das E-Mobil globalisierungsfähig wird.

Zum anderen übersehen Canzler/Knie die beträchtlichen time-lags zwischen Produktentwicklung und Serienfertigung. Gerade weil das Verbraucherverhalten mit tief eingeschliffenen Gewohnheiten wie die Rahmenbedingungen sehr schwer zu antizipieren sind, müssen bei den hohen Investitionen auch die Trends schon sehr ausgeprägt sein, um darauf dann - mit Zeitverzögerung - zu antworten (Ökonomen können demonstrieren, daß bei Entscheidungen unter Unsicherheit Risikoaversionen eine rationale Haltung ist - andere lernen dies aus schmerzhafter Erfahrung). Dies erklärt - nicht rechtfertigt - das vorsichtige Vorgehen der Autoindustrie bei Produktinnovationen (und die Diversifizierung jenseits des Kerngeschäftes wird ja von den Autoren auch sehr kritisch beurteilt).

5. Für die weitere Firmenentwicklung in der Autoindustrie suchen Canzler/Knie nach "Fahnenträgern" - die Versuchung, nach einem starken Mann zu rufen, scheint gelegentlich übermächtig zu sein. Aber repräsentieren nicht Personen eher die Trends, als daß sie sie voluntaristisch induzieren? Solange Käuferverhalten, Wettbewerbsfaktoren und staatliche Rahmenbedingungen so bleiben, werden auch die Autofirmen keine "Kehrtwende" machen. Eher ist vorsichtige - für manche: zu vorsichtige - Weiterentwicklung angesagt. Und dabei spielen ökologische Fakto-

ren durchaus eine gewichtige Rolle - nicht zuletzt, weil die Japaner dieses Gebiet als positiven Differenzierungsfaktor für ihre Produktpolitik erkannt haben und prioritär an technischen Konzepten, wie z. B. dem Magermotor, arbeiten. Es ist also keineswegs eine triviale Frage, wie lernfähig und flexibel die europäischen Unternehmen bleiben, selbst wenn das traditionelle Autoleitbild weiter dominant bleibt. Die Analyse von organisatorischer Lernfähigkeit und damit Evolutionsfähigkeit, die mögliche Erhöhung von Lerngeschwindigkeit und damit Anpassungsfähigkeit sind die internen Faktoren, die vorrangig zu untersuchen sind, weil nur diese Analyse - zusammen mit der Interaktionsthese - eine Gesamteinschätzung der weiteren Entwicklung erlaubt.

6. Insgesamt habe ich den Eindruck, daß es denn auch so klugen Autoren wie Canzler/Knie schwer fällt zu akzeptieren, daß der Verkehrsbereich für die kommenden Jahre ein gesellschaftlicher Konfliktbereich bleibt. In kaum einem anderen Bereich werden die Erwartungen an Problemlösungen und die tatsächliche Entwicklung so auseinanderklaffen. Nahezu ungebrochene Dynamik des Verkehrswachstums einerseits, ökologische wie finanzielle Restriktionen des Infrastrukturausbaus andererseits - diese Drucksituation läßt sich durch die Automobilindustrie wohl kaum auflösen. Die Elektrotraktion wird bei dem Problemlösungsbeitrag, den die Unternehmen leisten können, eher eine untergeordnete Rolle spielen. Für wichtiger halte ich die Auflösung der bisherigen Dualität von Individual- und öffentlichem Personenverhalten durch ein "Kontinuum" von Transportvarianten (z.B. Minibussysteme). Ohne eine Deregulierung - wie das Beispiel England zeigt - werden sich aber die Märkte dafür nicht öffnen.

7. Da ich die Ehre hatte, mehrfach im Buch zitiert zu werden, zwei persönliche Anmerkungen:

Ich halte alle Argumente für eine allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzung auf Autobahnen, so wie sie auch in diesem Buch vorgetragen werden, für bloße Rationalisierungen eines psychologischen Problems. Jeder Lösungsbeitrag der Geschwindigkeitsbegrenzung zur Verkehrssicherheit, Emissionsreduzierung usw. kann durch andere Instrumente viel effizienter erbracht werden. Das eigentliche Problem für mich ist die Frage, ob die Erkenntnis über die Begrenzung unserer natürlichen Lebensgrundlagen sich auch schon im Verhalten umsetzt, indem wir uns kollektiv eine Restriktion auferlegen, die technisch eben nicht geboten ist. Die Geschwindigkeitsbegrenzung ist ein Symbol dafür, ob in unseren hedonistischen Gesellschaften Verzicht aus Einsicht (und nicht nur unter Druck) möglich ist.

Gerade weil ich eine kontinuierliche, langfristig angelegte Umschichtung der Besteuerung von Kapital und Arbeit auf Ressourcen für geboten halte, muß man vor der Versuchung warnen, dies als Allheilmittel zu betrachten. Konkret: Eine Erhöhung der Mineralölsteuer wird "sparsamere" Motoren wirtschaftlich machen, aber kaum zu einer Absenkung des Verkehrswachstums führen. Als Ressourcensteuer hat sie auch Effekte auf Emissionen, aber sie stellt keine "Internalisierung externer Effekte" dar (die ganze Diffusität unserer umweltpolitischen Debatte zeigt sich daran, daß kaum jemand den wichtigen Unterschied zwischen Ressourcenbesteuerung und Lenkungsabgaben im Sinne einer "Pigou-Steuer" zur Kenntnis nimmt).

Fazit: Wie diese "Kontrapunkte" zeigen, steht zu vermuten, daß dieses Buch nicht die letzte Kritik am Automobil sein wird. Es steht zu befürchten, daß es eine der intelligentesten bleiben wird.

# Glossar

**Alternativ-Antriebe:** Neben den heute dominierenden, konventionellen Antriebskonzepten mit den Erdölprodukten Normalbenzin, Superbenzin und Diesel als Energiespeicher und dem Diesel- und Ottomotor als Energiewandler existieren weitere alternative Fahrzeugantriebsvarianten. Die wichtigsten von der Automobilindustrie favorisierten Konzepte sind dabei der mit Alternativ-Kraftstoffen betriebene Diesel- und der Ottomotor, der Elektromotor und der Hybridantrieb. Einen eher exotischen Charakter besitzen dagegen die alternativen Varianten Stirlingmotor, Dampfmaschine und Gasturbine.

**Alternativ-Kraftstoffe:** Als Alternative zu den bekannten Kraftstoffen Normalbenzin, Superbenzin und Diesel können auch Methanol, Ethanol, Gas, Pflanzenöl oder Wasserstoff von speziell dafür ausgelegten Diesel- und Ottomotoren als Energiespeicher verwendet werden.

**Benzol:** Die leicht flüchtige und daher in der Luft nur im dampfförmigen Zustand vorhandene aromatische Verbindung Benzol ist ein wichtiger Grundstoff der chemischen Industrie. Benzol wird bei der Koksherstellung und der Raffination von Erdöl gewonnen. Es ist zu ca. 2 Prozent in Benzin enthalten und gelangt zum größten Teil über die Kfz-Abgase in die Umwelt. Benzol ist toxisch und krebserzeugend (Leukämie). Außerdem trägt Benzol zur bodennahen Ozonbildung (Sommersmog) bei. 90 Prozent der jährlichen Benzolemissionen werden vom Kfz-Verkehr verursacht.

**Car-Sharing:** Das Car-Sharing (englisch: car = Auto; share = teilen) beruht auf dem Prinzip, daß mehrere Personen sich die Kosten für Anschaffung, Wartung, Steuer, Versicherung, Betriebsstoffe etc. eines oder mehrerer Automobile teilen. Jeder einzelne hat damit die Möglichkeit, in bestimmten Situationen ein Automobil nutzen zu können, ohne sich dafür ein eigenes kaufen oder mieten zu müssen. Car-Sharing wird meist als eingetragener Verein organisiert. Neben einer Grundgebühr entstehen für den Einzelnen Kosten nur dann, wenn das Fahrzeug tatsächlich gefahren wird. Das Car-sharing ist als ergänzende Mobilitätsvariante zu den öffentlichen Verkehrsmitteln zu verstehen und besonders in Großstädten eine interessante Alternative zum individuellem Autobesitz.

**Charta von Athen:** Die Charta von Athen ist eine sehr einflußreich gewordene Erklärung eines Planungs- und Architektur-Kongresses, der 1929 in Athen stattfand. Darin wurde die Forderung nach Funktionstrennung vor allem der Lebensbereiche Wohnen und Arbeiten gefordert. Später wurde die Charta immer wieder als Legitimation für eine autozentrierte Stadt- und Raumplanung herangezogen, die eine extreme Funktionsteilung aller Lebensbereiche, also auch der Freizeit und Erholung sowie des Konsums, zum Ziel hatte. Mittlerweile sind die Ziele der Charta im Zeichen des postindustriellen Strukturwandels und angesichts der teilweise verheerenden Ergebnisse einer extremen Funktionsteilung längst durch die Forderungen nach einer integrierten Stadt- und Raumplanung abgelöst worden, mit ihren baulichen und infrastrukturellen Folgen wird man noch lange leben müssen.

**Dieselmotor:** Der Dieselmotor, benannt nach Rudolf Diesel (1858-1913), ist eine sogenannte Verbrennungskraftmaschine. Sie wird in der Regel mit Dieselmotorkraftstoff betrieben. Aber auch mit Alternativ-Kraftstoffen, wie z. B. Pflanzenöl und Gas wird seit Jahren zum Teil erfolgreich experimentiert. Wegen der hohen Kraftstoffkosten konnten sich diese alternativen Varianten jedoch noch nicht durchsetzen. Das Grundprinzip des Dieselmotors ist die Umwandlung chemisch gebundener Energie in Wärme und Arbeit (Drehmoment). Die wichtigsten Kennzeichen des Dieselmotors im Vergleich zum Ottomotor sind die innere Gemischbildung im Verbrennungsraum, die Verdichtung der Ansaugluft auf 30-60 bar und die damit verbundene Temperaturerhöhung des fein zerstäubt eingespritzten Dieselmotorkraftstoffs über Selbstzündtemperatur. Dieser Zustand führt zu einer sogenannten Selbstzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Aus diesem Grunde wird der Dieselmotor oft als "Selbstzünder" bezeichnet. Bei Kraftfahrzeugen liegt der Einsatzschwerpunkt des Dieselmotors vornehmlich im Nutzkraftwagenbereich. Nur etwa 14 Prozent der Pkw fahren in Deutschland mit Dieselantrieb. Dieselmotoren sind in der Regel robuste und für hohe Fahrleistungen ausgelegte Antriebsmaschinen, die zudem, im Vergleich zu Ottomotoren, sparsamere Kraftstoffverbräuche vorweisen. Sie haben zwar bezogen auf Kohlenmonoxid CO, Kohlendioxid CO<sub>2</sub> und Stickoxide NO<sub>x</sub> ein relativ günstigeres Abgasverhalten, emittieren jedoch Rußpartikel, denen ein krebserregendes Potential zugewiesen wird. Mit Rußfiltersystemen sowie Oxidationskatalysatoren, die bereits heute auf dem Nutzfahrzeugmarkt vertrieben werden, bemüht sich die Industrie, dem Problem entgegenzutreten.

**Down-sizing:** Der Begriff Down-Sizing (englisch: down = unten, herunter; size = Format, Größe) bezeichnet eine Entwicklungstendenz in der Automobilindustrie, die dadurch gekennzeichnet ist, Kraftfahrzeuge möglichst kompakt, leicht, klein



im Bauvolumen, aber dennoch sicher, komfortabel und technisch perfekt zu gestalten. Sparsamkeit, Umweltfreundlichkeit und günstige Herstellungskosten sind dabei die obersten Ziele, wobei der Einsatzschwerpunkt dieser Fahrzeuge insbesondere im Stadtverkehr liegen soll. Fast alle Hersteller, auch die Luxuswagenhersteller, bemühen sich, neue Modelle zu konzipieren, die den oben genannten Kriterien entsprechen. Beispiele sind die Klein- und Kompaktwagen, an denen VW, BMW und Mercedes-Benz heute arbeiten.

**Drehmoment:** Das Drehmoment ist ein physikalischer Begriff und bezeichnet die sich ergebende Drehwirkung (Einheit 1 Nm = Newtonmeter) aus einer Kraft (Einheit 1 N = Newton), die über einen Hebelarm (Einheit 1 m = Meter) wirkt. Dies wird ausgedrückt in dem Produkt 1 N Kraft x 1 m Hebelarm = 1 Nm Drehmoment. Auch ein Antriebsmotor entwickelt ein für ihn charakteristisches Drehmoment, welches der Antriebswelle entnommen und über Getriebeeinheiten der Achse und den Antriebsrädern zugeführt wird. Das Drehmoment eines Motors ist drehzahlabhängig, wobei in der Auslegung hohe Drehmomente im unteren Drehzahlbereich angestrebt werden, um ein Fahrzeug schnell und anzugsstark in den optimalen Arbeitspunkt des Motors zu beschleunigen.

**Drei-Wege-Katalysator:** Der Drei-Wege-Katalysator mit Lambda-Sonde stellt ein Konzept für die Abgasnachbehandlung von Ottomotoren dar. Er besteht aus einem Edelstahlgehäuse, in dem sich ein mit Edelmetall beschichteter und von einem Drahtgeflecht umgebener Keramikmonolith befindet. Die Abgase werden darin hineingeleitet und ein Teil der Schadstoffe CO, NO<sub>x</sub> und HC in unschädliche Substanzen (Wasser, Kohlendioxid, Stickstoff) chemisch umgewandelt. Grundvoraussetzung für eine einwandfreie Wirkung des Katalysators ist die ausschließliche Verwendung bleifreien Benzins sowie die Zuführung (Einspritzung) des Kraftstoff/Luft-Gemisches im stöchiometrischen Verhältnis  $\lambda = 1$ . Die Einhaltung des letzteren erfolgt mit Hilfe einer Lambda-Sonde, die durch Messung der Abgaszusammensetzung der Einspritzanlage signalisieren kann, ob Kraftstoff und Luft im richtigen Verhältnis zugeführt werden.

**ECE-Zyklus:** Die ECE (Economic Commission for Europe, Sitz in Genf) ist ein Teil der UNO und besitzt die Aufgabe, technische Vorschriften auf dem Gebiet der Kraftfahrzeuge, Anhänger und Fahrzeugteile zu erlassen. Grundlage ist dabei der Wunsch und das Bestreben nach internationaler Vereinheitlichung und gegenseitiger Anerkennung von Prüfungen und Genehmigungen. Ein Beispiel stellt das ECE/EG-Abgaszulassungsverfahren von Kraftfahrzeugen dar. Hierzu entwickelte man einen ECE-(Fahr)zyklus, um auf speziellen Prüfständen (Fahrzeug fährt auf Rollen) das Fahrverhalten zu simulieren und die dabei emittierten Abgase zu mes-

sen. Der ECE-Zyklus dauert 195 Sekunden mit einer Testlänge von 1,013 km. Er wird viermal gefahren, wobei jeweils nach genau definierten Vorgaben zwischen Leerlauf, Beschleunigungen, Konstantfahrten und Verzögerungen gewechselt wird. Der ECE-Zyklus ist eigentlich ein Stadtfahrzyklus mit einer Maximalgeschwindigkeit von 50 km/h. Aus diesem Grunde wird die Einführung eines neuen europäischen Zyklusses mit außerstädtischen Fahranteilen beabsichtigt.

**End-of-pipe-Technologien:** End-of-pipe-Technologien (englisch: am Rohrende, am Rohrausgang, gemeint sind Abgasrohre und Schornsteine) sind Verfahren, mit denen nachgeschaltet negative Auswirkungen von technischen Produkten minimiert werden können. Dabei werden weniger das Produkt oder das Verfahren in Frage gestellt, als vielmehr die Folgeerscheinungen, die mit speziellen zumeist teuren und aufwendigen Technologien umweltgerechten Ansprüchen genügen sollen. Markante Beispiele, auf die auch der Name zurückführbar ist, sind Rauchgasreinigungssysteme, Entschwefelungsanlagen von Kraftwerken sowie die Abgasnachbehandlung bei Kraftfahrzeugen.

**Energiespeicher:** Energie kann in verschiedenen Formen auftreten und gespeichert werden. Man kann dabei unterscheiden in mechanische Speicher (Beispiele: Feder-, Druck-, Schwungrad- und Heißwasserspeicher), chemische Speicher (Beispiele: Erdölprodukte, Pflanzenöle, Alkohole, Wasserstoff) und elektrochemische Speicher (Beispiele: Batterien, Brennstoffzellen).

**Energiewandler:** Die in Energiespeichern vorhandene Energie kann mit Hilfe von Energiewandlern in nutzbare mechanische Arbeit (Drehmoment) umgewandelt werden. Es kann hierbei unterschieden werden in

- 1) Verbrennungskraftmaschinen mit
  - a) diskontinuierlicher innerer Verbrennung (Bsp.: Otto-, Diesel- und Wankelmotor),
  - b) kontinuierlich innerer Verbrennung (Bsp.: Gasturbine),
  - c) kontinuierlich äußerer Verbrennung (Bsp.: Stirlingmotor, Dampfmaschine),
- 2) Elektromotoren,
- 3) Hydro- und Druckluftmotoren.

**Facelifting:** Neben dem Modellwechsel, der in Europa nach 7 bis 10 Jahren vorgenommen wird, unterziehen die Hersteller ihre Modelle in mehrjährigen Abständen einer Aktualisierung in Design und Ausstattung. Dieses sogenannte Facelifting, bei dem keine wesentlichen technisch-konstruktiven Veränderungen beabsichtigt sind, ist vor allem eine Marketinghilfe.

**Fertigungstiefe:** Die Fertigungstiefe bezieht sich auf die Fertigung oder Produktion eines Gegenstandes und stellt das Verhältnis dar zwischen den Anteilen an selbsthergestellten zu zugekauften Produkt-Komponenten. Dabei gilt: Je mehr Einzelbauteile innerbetrieblich selbst hergestellt werden, desto höher ist die Fertigungstiefe.

**Flottenverbrauch:** Der Flottenverbrauch ist eine Maßangabe über den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch aller verkauften Fahrzeuge eines Automobilherstellers. Insbesondere in den USA wird mit der Festsetzung von Grenzwerten für Flottenverbräuche versucht, sparsamere und umweltfreundlichere Kraftfahrzeuge in den Markt zu bringen.

**Formaldehyd:** Das farblose und stechend riechende Gas Formaldehyd ist ein wichtiger Ausgangsstoff für zahlreiche chemische Produkte. Es findet unter anderem Verwendung bei der Herstellung von Farbstoffen, Textilien, Desinfektions- und Konservierungsmitteln. Die Ausdünstungen von Formaldehyd können zu Kopfschmerzen, allergischen Reaktionen, Schleimhaut- und Atemwegreizungen führen. Eine krebserzeugende Wirkung wird nicht ausgeschlossen. In der Novellierung des amerikanischen Clean Air Act von 1990 werden erstmals Grenzwerte für Formaldehyd ab dem Modelljahr 1994 festgelegt.

**Global-sourcing:** Global-sourcing (englisch: global = umfassend, global; source = Quelle, Ursprung) bezeichnet den Versuch der Automobilindustrie, ihre Einkaufs- und Zuliefererstrategien weltweit zu organisieren. Die Zielsetzung ist dabei die Steigerung der Qualität bei gleichzeitiger Kostenreduktion. Es werden hierbei zunehmend internationale, europa- und weltweite Kooperationen im Einkauf von Rohstoffen und in der Zulieferung angestrebt, um die genannten Ziele zu erreichen.

**Hybridantrieb:** Die Kombination verschiedener Energiespeicher und Energiewandler zu einem Antriebskonzept bezeichnet man als Hybridantrieb (Hybrid = lat: Kreuzung, Mischung). Die Zielsetzung ist dabei, die Vorteile der einzelnen Antriebskonzepte zu nutzen, um damit deren Nachteile wechselseitig auszugleichen. Die aussichtsreichste Variante für künftige Hybridantriebe ist heute die Kombination einer Verbrennungskraftmaschine (z. B. Dieselmotor), die sowohl zum Antrieb als auch zur Akkumulatorladung benutzt wird, mit einem Elektromotor. Im Stadtverkehr könnte so mit Elektroenergie sparsam und lokal emissionsfrei gefahren werden, und man hätte trotzdem noch auf Grund der Verbrennungskraftmaschine genügend Leistungspotential für Überlandfahrten.

**Internalisierung externer Kosten:** Mit dem wirtschaftswissenschaftlichen Konzept der Internalisierung externer Kosten ist die Berücksichtigung bisher der Allgemeinheit, der Natur und/oder künftigen Generationen aufgebürdeten Kosten bei der Preisbildung der Produkte. Bezogen auf das Auto würde das die Einberechnung der Umweltkosten der Herstellung und der Entsorgung sowie vor allem des Betriebs bedeuten. Die Anschaffung und noch stärker der Betrieb des Autos würde für den einzelnen Nutzer also erheblich teurer. Die Internalisierungsergebnisse fallen je nach Bewertung der berücksichtigten externen Effekte ganz unterschiedlich aus.

**Just-in-time-Produktion:** Bei der Just-in-time-Produktion wird versucht, Lagerkosten dadurch zu minimieren, daß Zulieferbetriebe ihre Produkte direkt in die laufende Produktion eines Unternehmens zuführen. Benötigtes Material wird nicht mehr gelagert, sondern "just in time" (englisch: zum richtigen Zeitpunkt) geliefert und meistens sofort verarbeitet. Dies ist zwar angesichts der niedrigen Transportkosten kostengünstig, erfordert aber auch einen hohen organisatorischen und logistischen Aufwand, der sich jedoch in den meisten Fällen, vor allem bei verkehrsgünstigen Standorten, lohnt. Ein erheblicher Effekt der "Lagerhaltung auf der Straße" ist die Zunahme von Gütertransporten und die Zunahme der Lkw-Dichte vor allem in der Nähe von Fertigungsstandorten.

**Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>):** Kohlendioxid ist ein farbloses, unbrennbares, schwach säuerlich schmeckendes und riechendes Gas, das mit 0,03 Prozent ein natürlicher Bestandteil der Luft ist. Es entsteht beim Atmen von Mensch und Tier sowie bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie z. B. Holz, Kohle, Erdöl. Kohlendioxid ist eigentlich ein unschädliches Gas. In den letzten Jahrzehnten jedoch hat die Konzentrationen des Kohlendioxids in der Atmosphäre so stark zugenommen, daß schwerwiegende umweltschädigende Auswirkungen zu befürchten sind, insbesondere wenn sich die bisherige Entwicklung weiterhin fortsetzt. Zu nennen sind dabei die Stichworte Klimaveränderung und Treibhauseffekt.

**Kohlenmonoxid (CO):** Kohlenmonoxid ist ein reiz-, farb- und geruchsloses Gas, das an der Luft rasch zu Kohlendioxid CO<sub>2</sub> umgewandelt wird. Es entsteht bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Verbindungen (Bsp. Erdölprodukte) und kann, je nach Konzentration, beim Menschen zu Sauerstoffarmut im Blut und damit zu Übelkeit, Bewußtlosigkeit und bei erhöhten Konzentration sogar zum Tode führen.

**Kohlenwasserstoffe (HC):** Kohlenwasserstoffe sind organische Verbindungen, bestehend aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen, wobei Erdöl, Erdgas und die

daraus gewonnenen Erzeugnisse als sogenannte niedere Kohlenwasserstoffe mit kettenförmigen Molekülen bezeichnet werden. Bei der unvollständigen Verbrennung dieser Produkte, wie sie bei Kraftfahrzeugmotoren üblich ist, entstehen jedoch neue, längere Kohlenwasserstoffketten, die über das Abgas emittiert werden und ein Gefährdungspotential für die Umwelt darstellen. Gesundheitliche Schäden (Bsp.: Schleimhautreizungen), die bis zur Krebserkrankung (bei Benzol) führen, konnten dabei nachgewiesen werden. Auch der in den letzten Jahren vermehrt festzustellende Sommersmog hat eine seiner Ursachen in der Zunahme der Kohlenwasserstoffemission.

**Konversionsfahrzeuge:** Bei Konversionsfahrzeugen handelt es sich um auf Alternativantriebe umgerüstete konventionelle Automobile. Im Gegensatz zu "Purpose-design-Fahrzeugen", die speziell für den Alternativantrieb in Leichtbauweise konstruiert werden, haben Konversionsfahrzeuge vor allem beim Elektroantrieb das Problem des hohen Gewichts. Entsprechend schlechte Leistungswerte weisen diese Fahrzeuge auf, beispielsweise hat der zum E-Fahrzeug umgebaute Golf von VW (City-Stromer) nur eine Reichweite von 40 Kilometern je Ladung und ein Leergewicht von 1410 kg, während der in Leichtbauweise erstellte 2 + 2-Sitzer Hotzenblitz EL Sport nur 600 kg wiegt und bei ungefähr der Hälfte des Energiebedarfs eine Reichweite von mindestens 100 Kilometern hat.

**Leichtbauweise:** Leichtbauweise beinhaltet das Ziel des Automobilkonstruktors, Fahrzeugbauteile in ihrer Geometrie und ihrer Materialauswahl so auszulegen, daß eine Gewichtsreduzierung erreicht werden kann. Die Vorteile liegen darin, daß Fahrzeuge, die in Leichtbauweise konstruiert sind, weniger Gewicht bewegen müssen und deshalb mit leistungsärmeren und sparsameren Antriebsaggregaten ausgestattet werden können. Die Nachteile sind jedoch die meist hohen Materialkosten und mögliche Verschlechterungen im Sicherheitsbereich, z. B. im Crashverhalten, die oft nur durch kostenintensive Integration aktiver und passiver Sicherheitselemente auszugleichen sind.

**Modal-split:** Modal-split (englisch: modal = Art und Weise, Form, hier Verkehrsmittelart; split = Aufteilung) bezeichnet die Wahlmöglichkeit, verschiedene Verkehrsmittel (Pkw, Bus, Bahn, Fahrrad, Beine ...) zu nutzen. Insbesondere in Ballungsgebieten wird die Veränderung des Modal-split zu einer Stärkung des öffentlichen Verkehrs diskutiert, da dort die Umweltbelastungen des motorisierten Individualverkehrs stark zugenommen haben. In Berlin beispielsweise wird für den Innenstadtbereich bis Ende der 90er Jahre ein Modal-split von 80 zu 20 zuungunsten des motorisierten Individualverkehrs angestrebt.

**Motorisierungsgrad:** Der Motorisierungsgrad ist das Verhältnis einer Anzahl von zugelassenen Kraftfahrzeugen (Bsp.: etwa 1 Millionen in Berlin zugelassene Personenkraftwagen im Jahre 1990) zu einer bestimmten Personengruppe (Bsp.: Einwohnerzahl Berlins im Jahre 1990: 3,4 Millionen). Der Motorisierungsgrad der im Beispiel genannten Einwohner Berlins mit Personenkraftwagen betrug 1990 somit ca. 30 Prozent.

**Ottomotor:** Die Verbrennungskraftmaschine Ottomotor ist nach Nikolaus Otto (1832-1891) benannt worden. Sie wird mit den Erdölprodukten Benzin und Superbenzin betrieben, kann aber auch, nach entsprechender Motorauslegung, Alternativ-Kraftstoffe verarbeiten. Charakteristische Merkmale des Ottomotors sind die Verdichtung des außerhalb des Verbrennungsraumes gebildeten Kraftstoff-Luft-Gemisches auf etwa 15 bar, wobei, im Unterschied zum Dieselmotor, die dabei entstehende Erwärmung die Selbstzündungstemperatur nicht überschreiten darf. Es erfolgt eine Fremdzündung durch einen elektrischen Funken und eine Gleichraum-Verbrennung, bei der der Kraftstoff explosionsartig verbrennt. Man unterscheidet Viertakt- und Zweitakt-Ottomotoren, wobei letztere im Automobilbau keine Bedeutung mehr besitzen.

**Personenkilometer:** Personenkilometer ist ein Begriff aus der Verkehrswirtschaft und ein Maß für die im Personenverkehr erbrachten Verkehrsleistungen. Er setzt sich zusammen aus der Anzahl der im Verkehr beförderten Personen und den jeweils dabei zurückgelegten Entfernungen. Wenn z. B. 2 Personen 500 km mit der Eisenbahn zurücklegen, so bedeutet dies eine Personen-Verkehrsleistung für die Eisenbahn von 1000 Personenkilometer.

**Rennreiselimousine:** Eine Limousine ist zunächst ein Personenkraftwagen mit geschlossenem Aufbau zur Beförderung von 4 oder mehr Personen sowie Gepäck. Die meist vorhandene Ausstattung solch eines Wagens mit einem leistungsstarken Motor, der hohe Fahrgeschwindigkeiten ermöglicht, sowie das Potential, ausreichenden Kraftstoff mitführen zu können, um mehrere hundert Reisekilometer zurückzulegen, führt zu einer Präzisierung im Begriff Rennreiselimousine.

**Road-pricing:** Road-pricing (englisch: road = Straße; price = Preis, Kosten) ist das Konzept, die Ausgaben für den Bau neuer Straßen, insbesondere neuer Autobahnabschnitte, sowie den Unterhalt bestehender Straßen mit Einnahmen aus der Erhebung von Straßennutzungsgebühren auszugleichen. Dieses Verfahren, das in vielen europäischen Ländern bereits seit Jahren praktiziert wird, soll in Zukunft auch in Deutschland eingeführt werden. In Abhängigkeit von bestimmten Para-

metern (Ort und Zeit der Nutzung) wird die Höhe der Gebühren festgelegt und durch ein elektronisches Abbuchungsverfahren entrichtet.

**Rotationskolbenmotor:** Dem am 9. Oktober 1988 verstorbenen Motorenkonstrukteur Felix Wankel gelang es im Jahre 1954, eine später nach ihm benannte Rotationskolbenmaschine mit trochoidenförmigem (einer Acht ähnelndem) Gehäuse und einem Kolben in Form eines Bogendreiecks zu entwickeln. Der Innenraum des Gehäuses wird durch den Kolben in drei Räume unterteilt, in denen die Arbeitsspiele Ansaugen, Verdichten, Arbeiten und Ausstoßen nach dem Ottomotorprinzip stattfinden. Die Abtrennung erfolgt durch spezielle Dichtleisten. Der Kolben besitzt eine Innenverzahnung, wo er durch eine Exzenterwelle geführt wird, die bei einer Kolbenumdrehung drei Umdrehungen durchführt. Dieser ventillose Rotationskolbenmotor ist im Vergleich zum Diesel- und Ottomotor relativ klein, hat wenig Bauteile und einen besonders ruhigen Lauf. Seine Nachteile sind ein erhöhter Kraftstoffverbrauch, dadurch höhere Emissionswerte sowie die aufwendige Herstellung. Der Wankelmotor wurde von Mitte der 60er Jahre an von der NSU AG sowie von Mazda am Markt angeboten. Heute ist der Rotationskolbenmotor nur noch im Mazda RX 7 zu finden.

**Rußpartikel:** Die Emissionen eines Dieselmotors haben sowohl gasförmige als auch feste Bestandteile. Letztere werden mit dem Begriff Partikel gekennzeichnet. Sie bestehen im Kern aus Ruß (reiner Kohlenstoff) mit angelagerten Kohlenwasserstoffen. Rußpartikel können krebserzeugend wirken. Aus diesem Grunde besteht in der Automobilindustrie die Zielsetzung durch motorseitige Maßnahmen, den Rußpartikelausstoß zu reduzieren und durch die Entwicklung von Rußfiltersystemen vollständig zu stoppen.

**Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>):** Schwefeldioxid ist ein farbloses, stechend riechendes Gas. Es entsteht bei der Verbrennung schwefelhaltiger Energieträger, wie z. B. Kohle und Erdölprodukte. Beim Menschen kann eine hohe Schwefeldioxidkonzentration zu Reizungen von Haut und Schleimhäuten sowie zu Atembeschwerden führen. Schwefeldioxid ist ein Hauptverursacher des sogenannten sauren Regens (verdünnte Schwefelsäure). Dieser bewirkte in den letzten Jahren eine besorgniserregende Zunahme der Waldschäden, insbesondere in Nord- und Mitteleuropa. Eine Verringerung der Schwefeldioxidemissionen soll heute und in Zukunft durch die Verwendung schwefelarmer Energieträger in Kraftwerken und im Verkehr erreicht werden sowie durch den Einbau sogenannter Rauchgasentschwefelungsanlagen in Kohlekraftwerken.

**Solarmobil:** Solarmobile sind Kraftfahrzeuge, die ausschließlich mit sogenannter Sonnenenergie fahren. Im Unterschied zu Elektromobilen beziehen Solarmobile ihre Energie ausschließlich über photovoltaische Solarzellen, die am Fahrzeug montiert sind, oder über stationäre Solaranlagen, den Solar-Tankstellen. Diese ermöglichen die Umwandlung der Sonnenstrahlung in nutzbare elektrische Energie, die direkt an die Antriebseinheit, dem Elektromotor, oder an eine Speichereinheit, der Batterie, zugeführt wird.

**Sommersmog:** Die intensive ultraviolette Bestrahlung der Abgasschadstoffe Stickoxide und Kohlenwasserstoffe führt zu einer vermehrten Bildung des Gases Ozon O<sub>3</sub>. Insbesondere durch die Abgasemissionen des Autoverkehrs wird diese Erscheinung bedingt und verstärkt. Da die Ozonbildung besonders an sonnenreichen Sommertagen auftritt, erhielt sie ihren Namen. Hohe Ozonwerte können zu Augenbrennen, Reizung der Atemwege, Kopfschmerzen und Konzentrationsstörungen führen. Daher erwägen zahlreiche Umweltministerien den Erlaß von Geschwindigkeitsbegrenzungen und Fahrverbote bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte.

**Stickoxide (NO<sub>x</sub>):** Zusammenfassende Bezeichnung für Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>. Stickoxide entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wobei zunächst NO auftritt und erst an der Atmosphäre sich NO<sub>2</sub> bildet. Stickoxide bewirken beim Menschen Atemwegserkrankungen und sind neben dem Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> ein Verursacher des sauren Regens. Zudem kann Stickstoffdioxid bei intensiver Sonnenbestrahlung gespalten und zur vermehrten Entstehung von Ozon O<sub>3</sub> (Sommersmog) führen.

**Stirlingmotor:** Im Jahre 1816 entwickelte der schottische Geistliche Robert Stirling eine Arbeitsmaschine, die nach folgendem Prinzip funktioniert: Eine Gasmenge (Helium oder Wasserstoff) wird in einem Zylinder mit Hilfe eines Verdrängers zwischen einem Raum mit konstant hoher Temperatur (erwärmt durch äußere kontinuierliche Verbrennung auf 700°C - Erhitzer) und einem Raum mit konstant niedriger Temperatur (Kühler) hin und hergeschoben (zwischen Kühler und Erhitzer befindet sich ein Regenerator). Dabei wird ein Arbeitskolben bewegt, so daß zugeführte Wärmeenergie in mechanische Energie gewandelt werden kann. Die Steuerung von Verdränger- und Arbeitskolben übernimmt ein Rhombengetriebe. Den Vorteilen günstige Lieferkennung (hohes Drehmoment bei Anfangsdrehzahlen), kontinuierliche Verbrennung mit variabler Energiequelle, leiser und weicher Lauf sowie ein hoher Wirkungsgrad stehen schwerwiegende Nachteile entgegen: hohe Herstellungskosten und wegen der äußeren Verbrennung eine träge Regelung, die nur durch einen hohen Aufwand verbessert werden kann.



**Tonnenkilometer:** Der Begriff Tonnenkilometer wird in der Verkehrswirtschaft als Maß für die im Güterverkehr erbrachten Verkehrsleistungen benutzt. Er setzt sich zusammen aus dem Gewicht der im Verkehr beförderten Güter und den jeweils dabei zurückgelegten Entfernungen. Wenn z. B. ein 2-Tonnen-Container 500 km weit mit dem Flugzeug transportiert wird, so bedeutet dies eine Güter-Verkehrsleistung für dieses Flugzeug von 1000 Tonnenkilometer.

**Turbo-Diesel-Injection (TDI):** Mit TDI wird ein Dieselmotor bezeichnet, der mit einem Turbolader und einer direkteinspritzenden (Injection: englisch = Einspritzung) Kraftstoffzuführung ausgestattet ist. Der Turbolader bewirkt einen höheren Füllungsgrad der Zylinder bei konstantem Hubvolumen, was zu einer Leistungs- und Drehmomenterhöhung des Motors führt. Da dies vornehmlich im unteren Drehzahlbereich geschieht, kann mit einem Turboaggregat so wesentlich zügiger beschleunigt werden. Der optimale Arbeitspunkt des Motors wird früher erreicht, und man kann, ohne oft schalten zu müssen, in höheren Gängen auch bei niedrigem Drehzahlniveau fahren. Die Direkteinspritzung ist im Gegensatz zum Vorkammer- und Wirbelkammerprinzip ein Verfahren, das den Kraftstoff direkt in den Brennraum zuführt. Geringere Verbräuche und die Reduzierung der Emissionen konnten damit erreicht werden, allerdings ist eine insgesamt höhere Geräuschentwicklung problematisch.

**Verkehrsleistung:** Verkehrsleistungen sind die Summe der von Personen (Personen- Verkehrsleistung) bzw. Gütern (Güter-Verkehrsleistung) je Zeitraum zurückgelegten Wegstrecken.

**Verkehrsleittechnik:** Verkehrsleitsysteme messen mit elektronischen Sensoren die Verkehrssituation (z. B. Verkehrsdichte, Parkraumangebot, Beachtung besonderer Verkehrsvorschriften) auf bestimmten Straßenabschnitten, geben diese Informationen weiter an Rundfunksendezentralen, die die Daten direkt an die Autofahrer weiterleiten. Über das Radio können die Informationen sodann jederzeit aktuell abgefragt werden. Umleitungshinweise und viele sonstige aktuelle Angaben (z. B. freie Parkhäuser) sind direkt und schnell verfügbar. Die Verflüssigung und eine optimale Lenkung des Verkehrs soll damit erreicht werden. Die Verkehrsströme werden aufgeteilt und vorhandene Verkehrswege optimal genutzt.

**Wankelmotor:** siehe Rotationskolbenmotor.

**Wasserstoffantrieb:** Wenn es gelingt, durch den Einsatz regenerativer Primärenergiequellen, wie z. B. Wasser-, Windkraft oder Solarenergie, im Elektrolyse (Spaltung von Wasser  $H_2O$  in Wasserstoff  $H_2$ -Moleküle und Sauer-

stoff-Atome) den Sekundärenergieträger Wasserstoff großtechnisch und vor allem wirtschaftlich herzustellen, so könnte Wasserstoff eines der umweltfreundlichsten alternativen Energieträger der Zukunft werden. Wasserstoff kann durch eine Motoren-Neugestaltung des Zündsystems und der Gemischbildungsanlage, was beides beherrschbar ist, als Energiespeicher für Ottomotoren verwendet werden. Dieses Antriebskonzept hätte seine wesentlichen Vorteile darin, daß Wasserstoff ungiftig ist, den Erdölverbrauch verringert, Abgase fast nur aus Wasserdampf bestehen und der Kraftstoff in unbegrenzter Menge zur Verfügung steht. Die Nachteile sind jedoch die noch zu hohen Umrüst- und Herstellungskosten sowie die Speicherungs- und Sicherheitsproblematik des Energieträgers im Fahrzeug.