

Mobilität 2030:

Die Herausforderungen der Nachhaltigkeit meistern



The Sustainable Mobility Project

Overview 2004





Vorwort

Die Verbesserung der Mobilitätschancen ist eine zentrale Aufgabe unserer Unternehmen. Dabei versuchen wir, die breite Nachfrage nach erschwinglicher und sicherer Mobilität zu befriedigen, die Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt zu reduzieren und die am besten geeigneten Technologien zu entwickeln und einzusetzen.

Bei der Realisierung dieser Ziele machen wir Fortschritte, zumal verschiedene Gesellschaften, Kulturen insgesamt ähnliche Ziele verfolgen - allerdings oftmals mit anderen Ansätzen. Diese Fortschritte sind vor dem Hintergrund von Jahr zu Jahr komplexer werdender Rahmenbedingungen zu sehen. Eine unserer selbst gestellten Aufgaben im Rahmen dieses Projektes ist es, gerade auf diese Unterschiede einzugehen und Zusammenhänge aufzuzeigen.

Verkehr und Mobilität stehen heutzutage bei vielen Ländern und Regionen weit oben auf der Agenda, nicht zuletzt deshalb, weil sie darum bemüht sind, die Mobilitätschancen zu verbessern und gleichzeitig die Auswirkungen zu verringern. Weil wir davon überzeugt sind, dass beide Ziele erreicht werden können, haben wir vor vier Jahren den Grundstein für diese Zusammenarbeit gelegt.

Das Ergebnis ist der Bericht *Mobilität 2030*. Er spiegelt die gemeinsame Leistung von mehr als 200 Experten aus 12 Unternehmen wider, die in den Gremien und Arbeitskreisen des Projekts Nachhaltige Mobilität mitgewirkt haben. Normalerweise sind die beteiligten Unternehmen Konkurrenten. Daher sehen wir eine besondere Leistung des Projekts darin, dass nun eine gründliche, gemeinsam getragene Analyse vorliegt.

Wir danken dem WBCSD, der für uns ein wertvoller Katalysator war und die Plattform für die Durchführung dieses Projekts zur Verfügung gestellt hat. Wir möchten uns außerdem bei allen anderen Fachleuten für ihre zahlreichen Beiträge bedanken - dazu gehören auch die Experten des unabhängigen Projektbeirats. Der Bericht *Mobilität 2030* zeigt eine Vision für nachhaltige

Mobilität auf und erläutert Möglichkeiten für deren Umsetzung. Der Bericht spannt den Rahmen auf, in dem verschiedene wirtschaftliche, soziale und ökologische Ansätze miteinander verknüpft sind. Auf der Basis der erarbeiteten Herausforderungen und Chancen wurden Ziele entwickelt, die den Fahrplan für zukünftige Aktivitäten vorgeben und die Wege zum Erreichen der Ziele vorzeichnen. Gleichzeitig müssen wir aber erkennen, dass ein Projekt mit einer solch außergewöhnlich komplexen und vielfältigen Fragestellung nur den Anfang bilden kann und dass sich der Problemlösung alle Gesellschaften, Kulturen stellen müssen.

In der ersten Projektstudie – *Mobilität 2001* – haben wir den weltweiten Stand der Mobilität bewertet und die besonderen Herausforderungen für eine nachhaltigere Gestaltung der Mobilität herausgearbeitet.

In dem jetzt vorliegenden Bericht wurde dieser Denkansatz weiterentwickelt; er zeigt auf, wie nachhaltige Mobilität erreicht und der Fortschritt gemessen werden kann. Wir haben uns dabei auf den Straßenverkehr konzentriert – den Bereich, in dem die Unternehmen die größte Kompetenz aufweisen. Der Bericht *Mobilität 2030* leistet vor allem einen wesentlichen Beitrag in den Themenfeldern Kraftstoff- und Fahrzeugtechnologien. Wir hoffen, dass andere Wirtschaftsbereiche und Stakeholder die Anregungen aus diesem Bericht aufgreifen und durch eigene Studien selbst vertiefen werden.

Als Unternehmen, die in einem vom Wettbewerb geprägten Markt agieren, haben wir unterschiedliche Ansichten zu den technologischen Optionen und Zeitskalen. Wir glauben, dass der Bericht *Mobilität 2030* diese Unterschiede widerspiegelt, ohne dass dabei das eigentliche Ziel aus den Augen verloren wird: die geeignetsten Lösungen zu finden.

Es ist noch viel zu lernen, vor allem wenn es darum geht, die Gesellschaft wirkungsvoll in das Thema nachhaltige Mobilität einzubinden. Trotzdem sind wir als Unternehmen, die eng mit

Produkten und Dienstleistungen im Verkehr verbunden sind, davon überzeugt, dass dieses Projekt die Agenda der Nachhaltigkeit nach vorn gebracht hat und das auf diesen Ergebnissen aufgebaut werden kann.

Wir glauben, dass der Bericht *Mobilität 2030* neue, gemeinsame Wege aufzeigt. Vieles ist bereits in der Umsetzung. Im Bereich Verkehrssicherheit haben die Unternehmen beispielsweise bereits eine Reihe von Initiativen aufgelegt, um die Sicherheit von Fahrzeuginsassen und Fußgängern sowohl in Industrie- als auch in Entwicklungsländern zu verbessern. Auch in anderen Bereichen wird viel getan. Industrielle Partnerschaften treiben zum Beispiel die Entwicklung alternativer Kraftstoffe und Antriebssysteme voran. Damit bemühen sich die Unternehmen darum, die Erwartungen

der Kunden mit dem Angebot an attraktiven Mobilitäts Optionen zu erfüllen, und dabei gleichzeitig die angesprochenen Herausforderungen – vor allem in Entwicklungsländern - zu lösen.

Der Bericht *Mobilität 2030* hat eine klare Botschaft: Wenn wir nachhaltige Mobilität erreichen wollen, dann werden alle Teile der Gesellschaft weltweit ihre Beiträge dazu leisten müssen. Unsere Unternehmen sind bereit, ihren Beitrag zu leisten. Die Arbeit in diesem Projekt wird unseres Erachtens dabei helfen, die Rollen der einzelnen Unternehmen und die Bereiche für zukünftige Kooperationen näher zu bestimmen. Wir stellen diese Studie daher auch mit dem Ziel vor, dass andere Staaten und Organisationen dazu bereit sind, auf den Ergebnissen dieser Studie aufzubauen.

General Motors Corporation
Mr. Thomas A. Gottschalk
Executive Vice President, Law & Public Policy and General Counsel
Project Co-Chair

Toyota Motor Corporation
Dr. Shoichiro Toyoda
Honorary Chairman, Member of the Board
Project Co-Chair

Royal Dutch/Shell Group of Companies
Mr. Jeroen Van der Veer
Chairman of the Committee of Managing Directors
Project Co-Chair

BP p.l.c.
Lord Browne of Madingley
Group Chief Executive

DaimlerChrysler AG
Prof. Jürgen E. Schrempf
Vorstandsvorsitzender

Ford Motor Company
Mr. William Clay Ford, Jr.
Chairman and
Chief Executive Officer

Honda Motor Co., Ltd.
Mr. Takeo Fukui
President and
Chief Executive Officer

Michelin
Mr. Edouard Michelin
Managing Partner

Nissan Motor Co., Ltd
Mr. Carlos Ghosn
President and
Chief Executive Officer

Norsk Hydro ASA
Mr. Eivind Reiten
President and
Chief Executive Officer

Renault SA
Mr. Louis Schweitzer
Chairman and
Chief Executive Officer

Volkswagen AG
Dr. Bernd Pischetsrieder
Vorsitzender des Vorstands

BJÖRN STIGSON, Präsident des WBCSD

Einzelne Unternehmen können viel zum Erreichen von Nachhaltigkeit beitragen. Die Herausforderungen sind jedoch selbst für die größten Unternehmen zu vielschichtig, um sie allein meistern zu können. Es kommt deshalb darauf an, geeignete Rahmenbedingungen zu entwickeln – dies kann nur von Unternehmen geleistet werden, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette zusammenarbeiten. Darüber hinaus ist ein intensiver Austausch mit Stakeholdern erforderlich, um ein gemeinsames Verständnis dafür zu entwickeln, wie diese Herausforderungen gemeistert werden können. Das ist die zentrale Aufgabe des Projekts Nachhaltige Mobilität des WBCSD, bei dem es sich um das bisher größte mitgliedergetragene Projekt des WBCSD handelt.

Die Zielsetzung zu Beginn des Projekts vor vier Jahren kann im nachhinein nur als äußerst ehrgeizig beschrieben werden: Eine Bestandsaufnahme der Mobilität mit allen Transportarten in den Industrie- und Entwicklungsländern und die Entwicklung einer Vision, wie nachhaltige Mobilität aussehen und umgesetzt werden kann. Der große Enthusiasmus der Mitgliedsunternehmen war lobenswert, doch es bestand auch die Gefahr, dass nur an der Oberfläche gekratzt wird. Man entschied sich schließlich dafür, für diese fundierte Studie fokussierter vorzugehen und den Straßenverkehr als Ausgangspunkt zu wählen.

Der Weg zur nachhaltigen Mobilität birgt eine Reihe von Hindernissen. Der erste Bericht des Projekts, *Mobilität 2001*, der eine Momentaufnahme der Mobilität am Ende des 20. Jahrhunderts darstellt und macht deutlich, wie schwierig dieser Weg wird. Dennoch kann ich heute feststellen, dass das Projekt die versprochenen Ergebnisse geliefert hat: Es beinhaltet eine sachkundige und gut recherchierte Beschreibung der nachhaltigen Mobilität, wie sie in den verschiedenen Teilen der Welt aussehen sollte, und welche Maßnahmen für die Umsetzung erforderlich sind. Es zeigt das kontinuierliche Engagement der Mitgliedsunternehmen, zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen.

In einigen Bereichen betrat man mit dem Projekt Neuland – von der Identifizierung von Herausforderungen bis hin zur Bestimmung der Kluft zwischen Ausgangs- und Zielpunkt. Ich bin der Meinung, dass

die größten Leistungen in zweierlei Hinsicht erbracht wurden. Da ist zum einen die gewaltige Menge an zusammengetragenem Wissen. Während dieses Projekts sind die Fachleute um die ganze Welt – von São Paulo nach Shanghai, von Prag nach Kapstadt – gereist, um sich mit verschiedenen Stakeholdern zu treffen. Die Gruppe nahm alle verfügbaren Wissensquellen in Anspruch, um diese bemerkenswerte Arbeit zu erstellen.

Zum anderen hat das Projekt eine beispiellose Zusammenarbeit zwischen großen Unternehmen gefördert, die als Kraftfahrzeug- und Kraftstoffhersteller sowie als Teilelieferanten tätig sind. Insgesamt vertreten die Mitgliedsunternehmen mehr als drei Viertel der weltweiten Produktionskapazitäten für Kraftfahrzeuge. Das Engagement und die positive Vorgehensweise dieser Unternehmen haben uns davon überzeugt, dass nachhaltige Mobilität erreicht werden wird – obwohl es noch ein weiter Weg dorthin ist.

Ich möchte den Mitgliedsunternehmen und den drei Co-Chairs für ihre Vision, die intensive Unterstützung und die Bereitstellung von Fachleuten für die Projektarbeit danken. Mein besonderer Dank gilt meinen Kollegen vom WBCSD: Per Sandberg, Michael Koss, Tony Spalding, Arve Thorvik, Kristian Pladsen, Peter Histon, John Rae, Claudia Schweizer und Mia Bureau.

Ich möchte auch den Mitgliedern der Arbeitsgruppe für ihr Engagement in diesem Projekt danken, allen voran Charles Nicholson, der die Arbeitsgruppe mit seinen diplomatischen und konsensorientierten Fähigkeiten zu einem schlagkräftigen Team zusammengeschmiedet hat, sowie George Eads, dessen Erfahrung, klarer Verstand und Engagement in seiner Funktion als leitender Berater entscheidend für die erfolgreiche Durchführung von *Mobilität 2001* und *Mobilität 2030* waren. Mein Dank geht auch an Lew Fulton von der Internationalen Energieagentur für seinen wichtigen Beitrag zu diesem Projekt.

Mein abschließender Dank gilt dem Beirat des Projekts unter dem Vorsitz von Simon Upton, der sehr aufmerksam die Qualität und Stichhaltigkeit der Arbeit während des gesamten Projekts – von den ersten Recherchen bis hin zur Veröffentlichung der Ergebnisse – überwacht hat.



Präsident des WBCSD

Inhalt



I. Einleitung	6
II. Chancen für Mobilität und Nachhaltigkeit bei gleichbleibender Entwicklung	7
III. Potential von Kraftfahrzeugtechnologien und Kraftstoffen als Bausteine der nachhaltigen Mobilität	10
A. Personenwagen und Kraftstoffe	11
1. Antriebssysteme und Kraftstoffe	12
2. Andere Kraftfahrzeugtechnologien	17
B. Anwendbarkeit der Bausteine auf andere Fahrzeugtypen	19
C. Andere Transportmittel	20
IV. Vorgehensweisen bei der Umsetzung der sieben Ziele	20
V. Die Rolle von Kernelementen, Hebeln und institutionellen Rahmenbedingungen	26
VI. Beiträge der Unternehmen zur Zielerreichung	27
VII. Ausblick	28



I. Einleitung

Diese Kurzfassung ist eine Zusammenfassung des Abschlussberichts über das WBCSD-Projekt Nachhaltige Mobilität. Dieses Projekt wurde im April 2000 mit dem Ziel gestartet, besser zu verstehen, wie die Bedürfnisse der Gesellschaft, sich frei bewegen zu können, Zugang zu Mobilität zu haben, zu kommunizieren, Handel zu treiben und Beziehungen aufzubauen, erfüllt werden können, ohne dabei weder in Gegenwart noch Zukunft andere, wesentliche menschliche und ökologische Werte opfern zu müssen.

Jedes der am Projekt beteiligten Unternehmen hat auf eine Art mit Mobilität zu tun. Acht Unternehmen produzieren Transportmittel. Drei liefern Kraftstoffe für den Transportsektor. Ein Unternehmen ist der weltgrößte Reifenhersteller für Straßenfahrzeuge. Ein weiteres Unternehmen ist der größte Hersteller von Leichtmetallen für die Kraftfahrzeugindustrie. Für alle beteiligten Unternehmen gilt, dass ihr langfristiger Erfolg von der zukünftigen Prosperität der Mobilität abhängt. Wir alle sind der Überzeugung, dass der Mobilitätssektor nur dann langfristig wachsen kann, wenn Mobilität nachhaltig gestaltet wird.

Dies ist der zweite große Bericht im Rahmen des Projekts Nachhaltige Mobilität. Der erste Bericht, *Mobilität 2001*, wurde im Oktober 2001 veröffentlicht. *Mobilität 2001* bietet eine Bestandsaufnahme der weltweiten Mobilität und deren Nachhaltigkeit am Ende des 20. Jahrhunderts. Die zentrale Aussage von *Mobilität 2001* kann mit der Einleitung des letzten Kapitels unter der Überschrift „Weltweite Mobilität

und die Herausforderung für die Nachhaltigkeit" zusammengefasst werden:

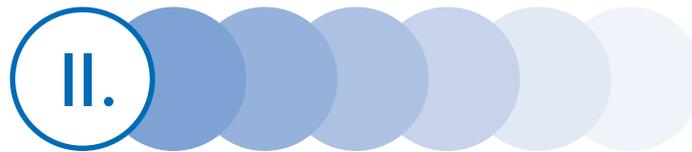
*Für die große Mehrheit der Bevölkerung in den Industrieländern hat die Mobilität von Personen und Gütern ein nie da gewesenes Niveau erreicht. Es gibt jedoch beträchtliche Unterschiede in der individuellen Mobilität, abhängig von Alter, Einkommen und Wohnort. In den Entwicklungsländern leiden die meisten Menschen unter einer dürtigen oder sich verschlechternden Mobilität. Das schnelle Wachstum der Städte und die rasch fortschreitende Motorisierung sind das Kernproblem der Entwicklungsländer. Um bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts nachhaltige Mobilität zu erreichen, müssen mindestens sieben „große Herausforderungen" in Bezug auf Mobilität gemeistert werden. Darüber hinaus wird man sich noch einer weiteren Herausforderung stellen müssen, die über den Bereich der Mobilität hinausgeht: Die Einrichtung eines Organs, das mit der Umsetzung dieser „Herausforderungen" betraut wird. (*Mobilität 2001*, S. 1)*

Seit der Veröffentlichung des Berichts *Mobilität 2001* untersucht das Projekt Nachhaltige Mobilität, wie sich Trends in Bezug auf die Mobilität in den nächsten Jahrzehnten entwickeln könnten, welche Ansätze zur Verfügung stehen, um Mobilität nachhaltiger zu gestalten, und was erforderlich ist, damit diese Ansätze erfolgreich umgesetzt werden können.

Aufgrund dieser Einschätzungen haben wir sieben Ziele herausgearbeitet, die unserer Meinung nach von der Gesellschaft in Angriff genommen werden müssen:

- Senkung verkehrsbedingter, konventioneller Emissionen (Kohlenmonoxid, Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen, Partikel und Blei) auf Werte, die keine ernsthafte Bedrohung für die Gesundheit der Menschen weltweit darstellen.
- Senkung verkehrsbedingter Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau.
- Eine deutliche Verringerung der Verkehrstoten und Schwerverletzten im Straßenverkehr. Erhöhter Bedarf besteht in diesem Zusammenhang vor allem in den Entwicklungsländern, in denen die Motorisierung rasant zunimmt.
- Reduzierung von verkehrsbedingtem Lärm.
- Minderung verkehrsbedingter Überlastung und Staus.
- Die Verringerung des derzeitigen „Mobilitätsgefälles" zwischen (a) den ärmsten und reichsten Ländern und (b) benachteiligten Gruppen innerhalb der Länder.
- Die Erhaltung und Verbesserung der Mobilitätsmöglichkeiten für die Bevölkerung.

Diese Ziele richten sich an die Gesellschaft in ihrer Gesamtheit. Sie werden von uns als ein erster Schritt vorgeschlagen, aus dem sich, wie wir hoffen, ein kontinuierlicher Austausch zwischen unterschiedlichen Interessengruppen entwickeln wird. Die Mitgliedsunternehmen sind wesentlich an mobilitätsorientierten Aktivitäten beteiligt und müssen ihren Beitrag dazu leisten, möglichst viele dieser Ziele zu erreichen. Durch die Anstrengungen der Unternehmen allein kann allerdings kein einziges dieser Ziele erreicht werden. Hier ist eine Zusammenarbeit zwischen der Privatwirtschaft, den Regierungen und der Gesellschaft notwendig. Es stellt sich die Frage, was uns von der Notwendigkeit dieser Ziele überzeugt hat. Ganz einfach: Wir haben einen Blick in die Zukunft geworfen, und was wir gesehen haben, hat uns sehr beunruhigt.



Chancen für Mobilität und Nachhaltigkeit bei gleichbleibender Entwicklung

Wir haben bestimmte mobilitätsorientierte Entwicklungen bis 2050 hochgerechnet, um besser zu verstehen, was uns die Zukunft bringen wird. Bei der Betrachtung dieser Entwicklungen ist es wichtig, den Unterschied zwischen „Hochrechnung“ und „Prognose“ zu verstehen. Eine „Hochrechnung“ ist eine mathematische Übung, bei der die Konsequenzen bestimmter Änderungsraten und Anfangsbedingungen errechnet werden. Bei einer Hochrechnung muss man nicht unbedingt davon ausgehen, dass alle bei der Berechnung verwendeten Faktoren exakt sind. Eine Prognose unterscheidet sich insofern von einer Hochrechnung, als davon ausgegangen wird, dass bestimmte Faktoren mit größerer Sicherheit richtig sind als andere. Damit kommt der Prognose eine gewisse Wahrscheinlichkeit zu.

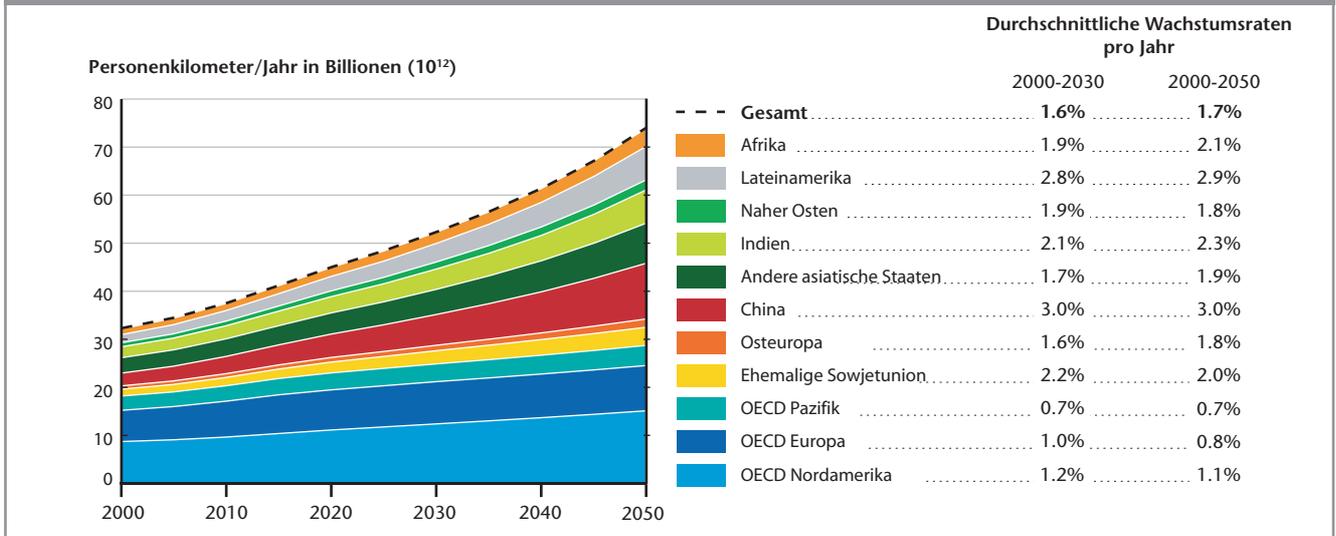
Unsere Hochrechnungen beruhen auf der Annahme, dass sich die derzeitigen Entwicklungen unverändert fortsetzen. Das bedeutet, dass (a) generelle Hochrechnungen für das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum durchgeführt werden, (b) technologische Entwicklungen und deren Integration in Transportsysteme und Dienstleistungsbereiche in demselben Maße fortschreiten wie in den vergangenen Jahrzehnten, und (c) die heutigen Strategien weiterhin umgesetzt werden und keine wesentlichen neuen Initiativen hinzukommen.

Sicherlich werden sich nicht alle aktuellen Entwicklungen unverändert fortsetzen. Die Hochrechnungen sollten deshalb nicht als Prognose, sondern als Orientierungspunkte gesehen werden, um die Auswirkungen von Veränderungen zu messen.

Ausgangspunkt für unsere Hochrechnungen war die Arbeit der Internationalen Energieagentur (IEA). Die IEA wurde 1974 als autonome Einheit der OECD gegründet, um ein internationales Energieprogramm umzusetzen. In 26 von 30 OECD-Ländern wird mit ihrer Hilfe ein umfangreiches Programm zur Zusammenarbeit auf dem Energiesektor durchgeführt. Außerdem wird alle zwei Jahre ein Bericht mit dem Titel Weltenergieausblick (World Energy Outlook, WEO) veröffentlicht (IEA 2002). In dieser Veröffentlichung werden die langfristige Versorgung mit und die zukünftige Nachfrage nach Kraftstoffen hochgerechnet, gegliedert nach Kraftstoffarten und Hauptenergiekonsumenten – weltweit, nach wichtigen Regionen sowie nach einzelnen Ländern in diesen Regionen. Einer dieser Bereiche enthält Hochrechnungen für das Transportwesen.

Der Detaillierungsgrad und der Zeitrahmen dieser WEO-Hochrechnungen für das Transportwesen waren für unser Projekt jedoch nicht ausreichend. Daher haben wir die „Energy Policy and Technology Division“ der IEA finanziell unterstützt, um eine spezifische Sicht für den Transportsektor auf Grundlage des Modells „Energy Technology Perspectives“ zu erhalten. Im Rahmen dieses Berichts arbeiteten die IEA-Experten und Mitglieder des Projekts Nachhaltige Mobilität zusammen, um ein detailliertes Kalkulationsmodell für den Transportsektor zu entwickeln. Mit diesem Kalkulationsmodell wurden quantitative Hochrechnungen mehrerer Indikatoren des Projekts Nachhaltige Mobilität erarbeitet; außerdem diente es dazu, die

Abbildung 0.1 Personentransportleistung nach Regionen



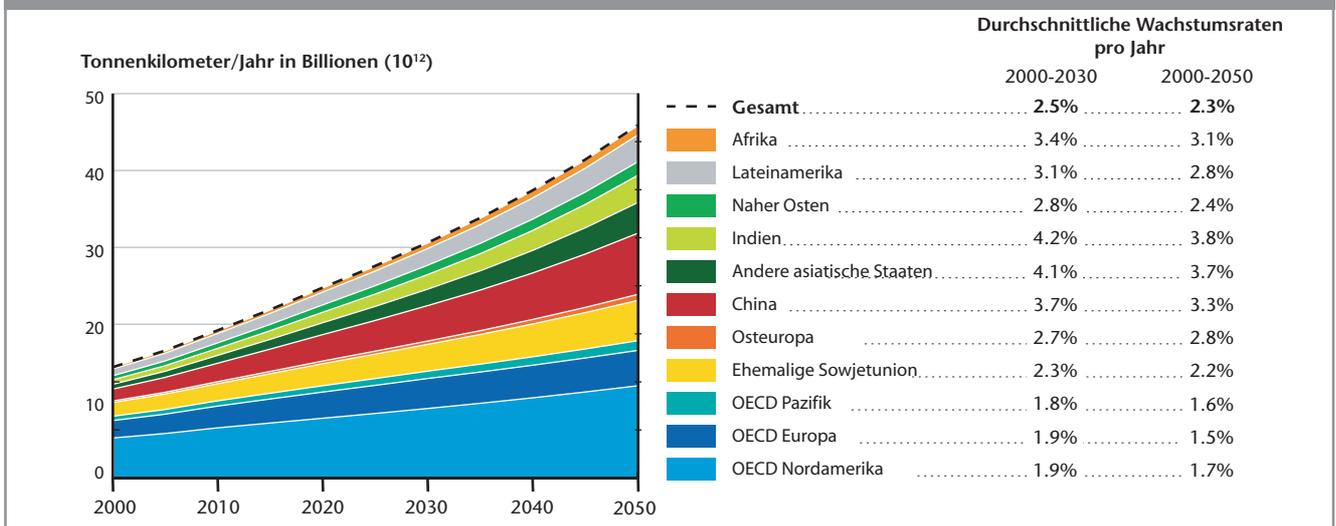
Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

Entwicklungen einiger anderer Indikatoren abzuschätzen. Diese Hochrechnungen bilden unseren so genannten „Referenzfall“.

Dieser Referenzfall beinhaltet folgendes:

- Das weltweite Transportvolumen von Personen und Gütern nimmt vor allem aufgrund des hochgerechneten Wachstums des Realeinkommens pro Kopf rapide zu. Besonders hoch ist die Zunahme der Verkehrsleistung in den Entwicklungsländern. Dieser Zuwachs reicht jedoch nicht aus, um das Mobilitätsgefälle zu überwinden, das zwischen (a) den ärmsten Ländern und Industrieländern sowie (b) in fast allen Ländern zwischen den Durchschnittsbürgern und bestimmten Randgruppen besteht.
- Der bereits hohe Zugang zu individueller Mobilität wird sich in den meisten Industrieländern weiter verbessern. Es ist allerdings fraglich, ob das auch für den Durchschnittsbürger in den Entwicklungsländern zutreffen wird.
- Weitere Verbesserungen in der Gütermobilität werden es den Verbrauchern ermöglichen, Güter in größeren Mengen und größerer Auswahl zu niedrigeren Kosten zu beziehen; dadurch werden Wirtschaftswachstum und wirtschaftliche Entwicklung gefördert.
- Verkehrsbedingte konventionelle Emissionen (Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen, Kohlenmonoxid und Partikel) werden in den Industrieländern in den nächsten ein oder zwei Jahrzehnten drastisch zurückgehen. In den Stadtgebieten vieler Entwicklungsländer werden diese Emissionen in den nächsten Jahrzehnten noch einmal ansteigen, bevor sie dann gesenkt werden können.
- Verkehrsbedingte konventionelle Treibhausgasemissionen werden vor allem in den Entwicklungsländern stark zunehmen. Die Energieeffizienz von Transportfahrzeugen verbessert sich. Diese Verbesserungen werden jedoch durch die steigende Zahl der Kraftfahrzeuge in Verbindung mit erhöhter durchschnittlicher Fahrzeugnutzung mehr als aufgewogen. Das Transportwesen wird weiterhin überwiegend von Kraftstoffen auf Mineralölbasis abhängig

Abbildung 0.2 Gütertransportleistung nach Regionen



Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

sein. Daher werden Veränderungen in den spezifischen Emissionen von Kraftstoffen keine wesentlichen Auswirkungen auf die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen haben.

- Die Anzahl der Verkehrstoten und Schwerverletzten wird in den OECD-Ländern und einigen Entwicklungsländern mit „gehobenen mittleren Einkommen“ zurückgehen. Aber in vielen Entwicklungsländern mit niedrigeren Einkommen und einer rasch ansteigenden Motorisierung werden sich diese Zahlen in den nächsten beiden Jahrzehnten weiter erhöhen.
- In den Industrie- und Entwicklungsländern wird die Verkehrsüberlastung in (fast) allen Stadtgebieten weiter zunehmen. Die durchschnittlichen Fahrzeiten werden aufgrund von ausgleichenden Maßnahmen, die von Einzelpersonen und Unternehmen sowohl durch die Auswahl ihres Wohn- bzw. Standorts als auch durch andere mobilitätsorientierte Entscheidungen getroffen werden, nicht proportional ansteigen. Allerdings wird die Zuverlässigkeit der Mobilität von Personen und Gütern negativ beeinflusst.
- Die Verkehrssicherheit bleibt ein zentrales Thema.
- Der verkehrsbedingte Lärm wird wahrscheinlich nicht abnehmen.
- Die „Spuren“, die der Verkehr bei den Ressourcen hinterlässt, werden größer, weil der verkehrsbedingte Material- und Energieverbrauch und die verkehrsbedingte Bodennutzung ansteigen werden.
- Die Ausgaben für individuelle Mobilität als Teil der Gesamtausgaben von Haushalten werden für Haushalte in den meisten Industrieländern und für einige Haushalte in den Entwicklungsländern konstant bleiben oder sinken. In weiten Teilen der Entwicklungsländer wird die Entwicklung des Anteils der Gesamtausgaben eines Haushalts für individuelle Mobilität durch derart gegensätzliche Belastungen beeinflusst, dass es schwierig ist, hierfür eine Prognose abzugeben.

Abbildung 0.3 Weltweiter verkehrsbedingter Kraftstoffverbrauch – alle Verkehrsarten

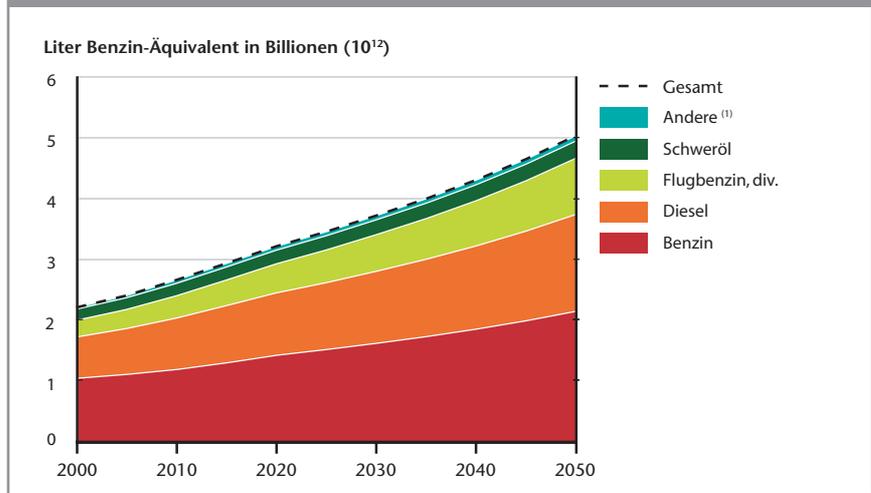
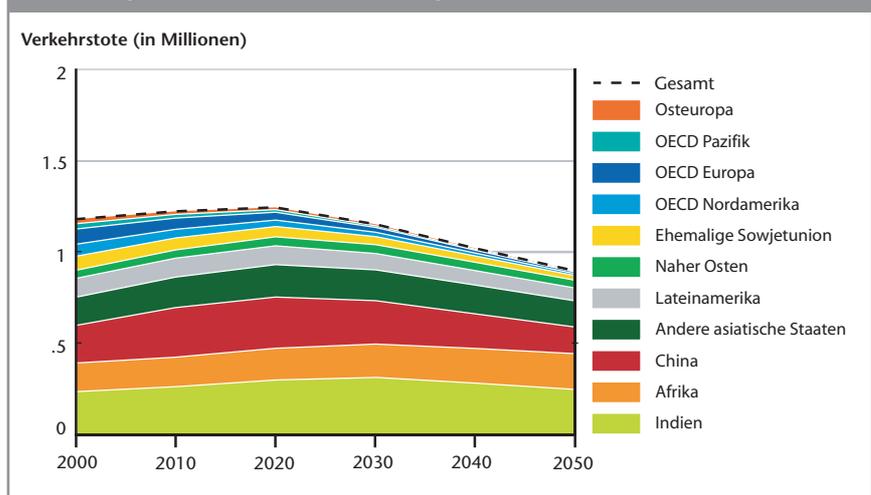
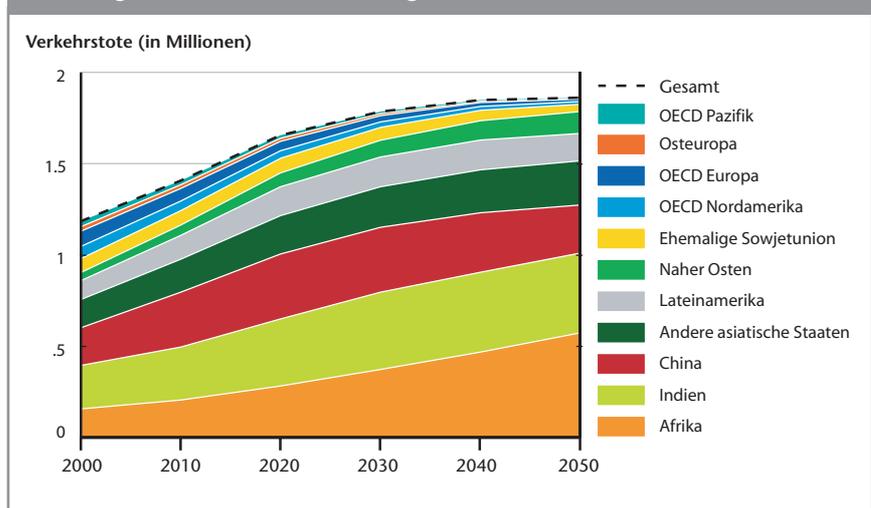


Abbildung 0.4a Verkehrstote nach Regionen – Referenzfall Nr. 1



Hinweis: Die Referenzfälle Nr. 1 und Nr. 2 basieren auf unterschiedlichen Annahmen bezüglich des Risikoabbaufaktors im Laufe der Zeit. Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität unter Verwendung von Daten aus Koornstra 2003

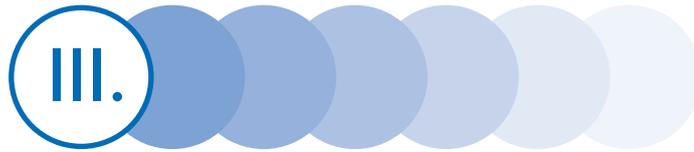
Abbildung 0.4b Verkehrstote nach Regionen – Referenzfall Nr. 2



Hinweis: Die Referenzfälle Nr. 1 und Nr. 2 basieren auf unterschiedlichen Annahmen bezüglich des Risikoabbaufaktors im Laufe der Zeit. Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität unter Verwendung von Daten aus Koornstra 2003

- Einige Probleme bezüglich der Gerechtigkeit im Zugang zur Mobilität werden zunehmen, insbesondere, was die Unterschiede anbelangt, die für arme, ältere und behinderte Menschen im Zugang zu Mobilität bestehen. Weitere Probleme in Bezug auf Gerechtigkeit, wie etwa die unverhältnismäßig hohe Belastung bestimmter Gruppen durch verkehrsbedingte konventionelle Emissionen, werden wahrscheinlich abnehmen.

Bei der Bewertung all dieser Befunde kommt das Projekt Nachhaltige Mobilität zu dem Schluss, dass das gegenwärtige Mobilitätssystem weder nachhaltig ist noch bei gleichbleibender Entwicklung nachhaltiger werden kann. Nicht alle Indikatoren sprechen für eine Verschlechterung der Situation. Die Indikatoren, für die dies nicht zutrifft, sind dagegen Grund genug dafür, dass die Gesellschaft handelt und ihre Einstellung ändern muss. Dies gilt vor allem dann, wenn Mobilität in den Entwicklungsländern nachhaltig gestaltet werden soll.

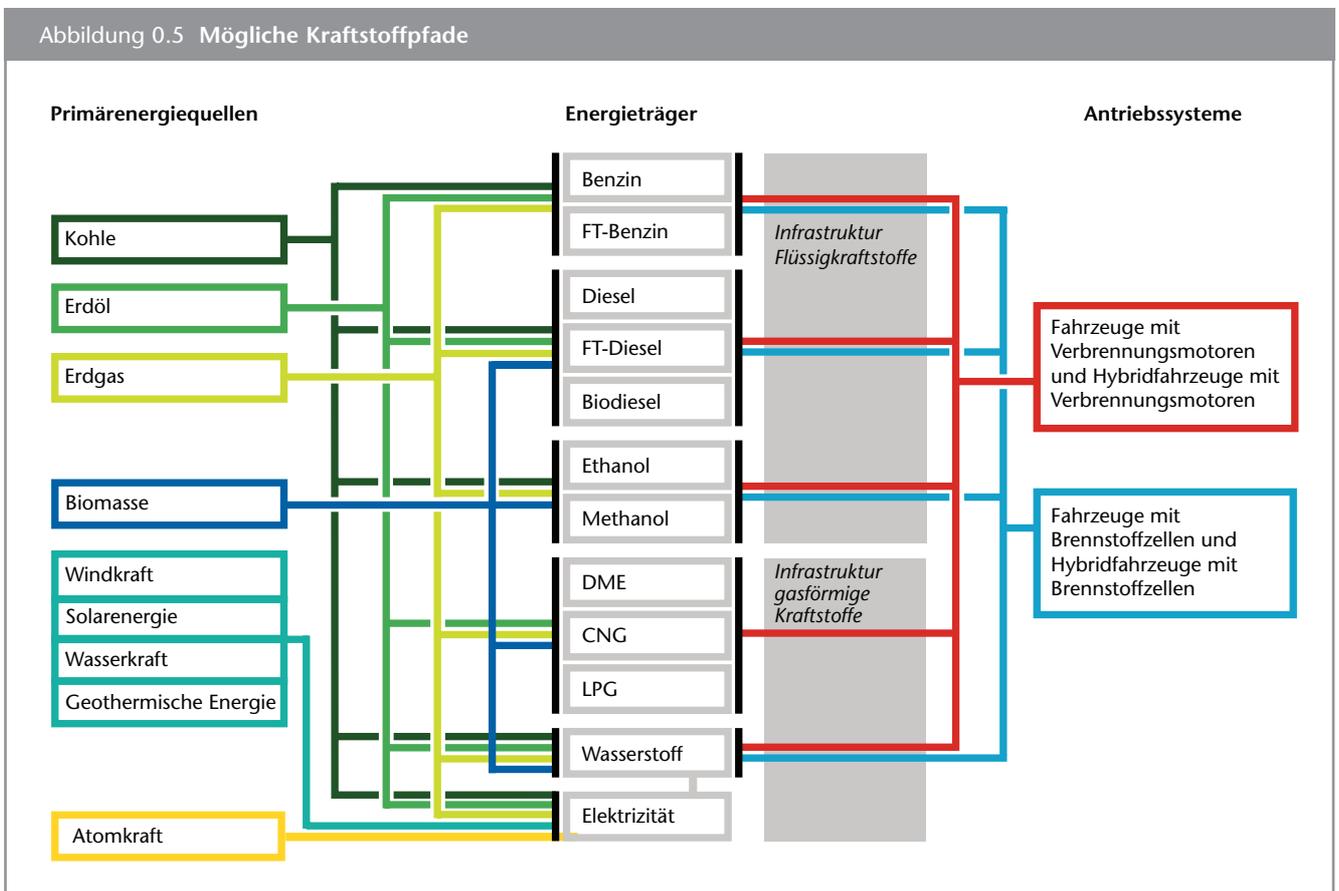


Potential von Kraftfahrzeugtechnologien und Kraftstoffen als Bausteine der nachhaltigen Mobilität

Was muss getan werden, um die Perspektive zu verbessern? Viele Faktoren beeinflussen die Nachhaltigkeit der Mobilität. Als Hersteller von Kraftfahrzeugteilen, Straßenfahrzeugen und Kraftstoffen halten es die

Unternehmen des Projekts Nachhaltige Mobilität zunächst für besonders wichtig, die potentiellen Beiträge der Kraftfahrzeugtechnologien und Kraftstoffe zu untersuchen. Abbildung 0.5 zeigt die Bandbreite der primären Energiequellen,

Abbildung 0.5 Mögliche Kraftstoffpfade



Quelle: Projekt Nachhaltige Mobilität

Energieträger und Antriebssysteme, die heute bei Kraftfahrzeugen eingesetzt oder für einen zukünftigen Einsatz erforscht werden.

Es ist wichtig, den Begriff „Potential“ zu betonen. Technologien sind zielführend und nicht mehr als Kernelemente. Sie müssen in bestehende Transportsysteme integriert werden, und diese Systeme sollten dann möglichst flächendeckend eingesetzt werden, damit sie tatsächlich einen Beitrag zu nachhaltiger Mobilität leisten können. Darüber hinaus müssen solche Systeme weiterhin ihren unverzichtbaren Beitrag zu Wirtschaftswachstum und Wirtschaftsentwicklung leisten. Sie müssen erschwinglich, zugänglich, sicher und zuverlässig sein. Eine Gesellschaft ohne Transportsysteme mit diesen Attributen wäre nicht nachhaltig.

Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Transport- und Energiesysteme normalerweise von der Privatwirtschaft entwickelt, hergestellt und (in vielen Fällen auch) betrieben werden. Das bedeutet, dass die Entwicklung, Herstellung und der Betrieb dieser Systeme profitabel sein muss. Selbst in Ländern, in denen die Regierungen eine aktive Rolle in der Energieproduktion und -distribution oder im Betrieb von Transportnetzwerken spielen, können die wirtschaftlichen Realitäten nicht außer Acht gelassen werden. Regierungen verfolgen in aller Regel längerfristige Ziele als Unternehmen. Dabei aber gibt es Grenzen. Eine Gesellschaft, die sich selbst in den Bankrott treibt, indem sie verfrüht die Einführung oder den unangemessenen Einsatz von neuen aber unökonomischen Technologien forciert, ist nicht nachhaltig. Das gleiche gilt für eine Gesellschaft, die in dem Versuch, ihre finanziellen Rücklagen zu schonen, die Wirtschaft mit Vorschriften knebelt und sie zu einer unwirtschaftlichen, nicht nachhaltigen Arbeitsweise zwingt.



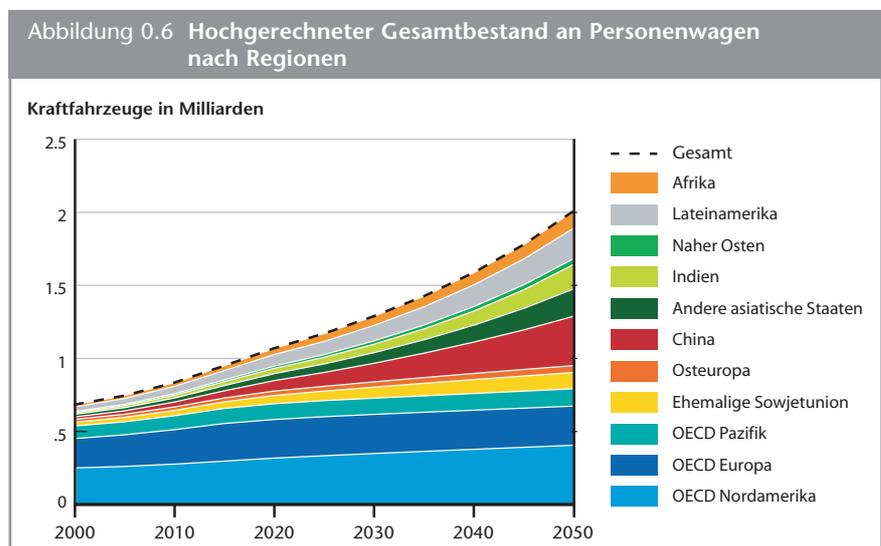
A. Personenwagen und Kraftstoffe

Personenwagen – Pkw, Transporter und abgeleitete Konzepte wie Geländewagen und Minivans – sind die weltweit mit Abstand meistverbreiteten motorisierten Transportfahrzeuge. Im Jahr 2000 gab es weltweit fast 700 Millionen Personenwagen. Nach der Hochrechnung des Referenzfalls des Projekts Nachhaltige Mobilität wird diese Zahl bis 2030 auf 1,3 Milliarden und bis 2050 auf knapp über 2 Milliarden ansteigen. Diese Zunahme wird fast ausschließlich in den Entwicklungsländern verzeichnet werden.

Zum heutigen Zeitpunkt sind Personenwagen die Hauptträger der individuellen Mobilität in den meisten Industrieländern; das gleiche gilt in rasch

steigendem Maße auch für weite Teile der Entwicklungsländer. Ein Großteil des Kraftstoffs im Transportsektor wird von Personenwagen verbraucht. Dabei wird auch ein Großteil der Gesamtemissionen an konventionellen Schadstoffen und Treibhausgasen dieses Sektors freigesetzt. Unfälle mit Personenwagen sind für den weitaus größten Anteil an Verkehrstoten und Schwerverletzten verantwortlich.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass Personenwagen sowohl für einen wesentlichen Teil der Mobilitätsvorteile also auch für den Großteil der Herausforderungen in der Umsetzung nachhaltiger Mobilität verantwortlich sind. Aus diesem Grund widmet sich ein großer Teil unseres Berichts



Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

der Bewertung des Potentials verschiedener Technologien und Kraftstoffe, um diese Probleme so anzugehen, dass die Vorteile nicht geopfert werden müssen.

1. ANTRIEBSSYSTEME UND KRAFTSTOFFE

Zum heutigen Zeitpunkt werden fast alle Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und Kraftstoffen (Benzin oder Diesel) auf Erdölbasis angetrieben. In unserem Referenzfall wird hochgerechnet, dass sich diese Situation bei gleichbleibender Entwicklung in den nächsten Jahrzehnten nicht ändern wird.

Die zahlreichen Einflussfaktoren – wie technische Funktionen, Kostenziele und Abgasnormen – machen eine präzise quantitative Prognose der möglichen Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs von Diesel- und Benzinmotoren unmöglich. Benzin- und Dieselmotoren werden stetig weiter verbessert. Man kann aber davon ausgehen, dass bis 2010 der Kraftstoffverbrauch der Benzinmotoren stärker zurückgehen wird als bei den Dieselmotoren. Dieser Trend wird sich umkehren, sobald die Entwicklung der homogenen Dieselerverbrennung erfolgreich abgeschlossen sein wird.

Der Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen und damit die Treibhausgasemissionen werden nicht nur durch den Wirkungsgrad der Motoren, sondern auch durch Fahrzeugparameter bestimmt. So gehen Prognosen davon aus, dass bei Fahrzeugen mit Direktantrieben (d.h. mit nicht-hybriden Antrieben) bis 2030 der spezifische



Kraftstoffverbrauch um rund 20% gegenüber den wirtschaftlichsten heute verfügbaren Dieselfahrzeugen verringert werden kann. Dies setzt voraus, dass alle technischen Möglichkeiten der Motoren-, Getriebe- und Fahrzeugtechnik (z.B. Aerodynamik, Leichtbauweise, Reifen und Zubehör) gemeinsam genutzt werden.

a) Hybrid-elektrische Antriebssysteme

Der Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors kann verbessert und konventionelle und Treibhausgasemissionen können reduziert werden, wenn hybrid-elektrische Antriebssysteme eingesetzt werden. Hinter dem Begriff „hybrid-elektrische Antriebssysteme“ verbirgt sich eine große Bandbreite an Antriebskonfigurationen. In jedem Fall wird ein Verbrennungsmotor oder eine Brennstoffzelle mit einem Generator, einer Batterie und einem oder mehreren Elektromotoren kombiniert. Diese Komponenten können jedoch in verschiedenen Konfigurationen zusammengestellt werden. Der/die Elektromotor/en können dabei einen größeren oder kleineren Teil des Fahrzeugantriebs übernehmen. Das bedeutet, dass ein Hybridfahrzeug per Definition dazu in der Lage sein muss, für eine gewisse Zeit nur durch den/die Elektromotor/en angetrieben zu werden.

Obwohl sich mit Verbrennungsmotoren und Hybridantrieben mit Verbrennungsmotoren keine emissionsfreien Fahrzeuge darstellen lassen, besitzen sie doch ein beträchtliches Potential zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes pro Kilometer. Das gilt vor allem für zukünftige, saubere Verbrennungsmotoren mit verkleinertem Hubraum, die mit Benzin oder Dieselmotoren betrieben werden.

Hybridfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren können mit konventionellen flüssigen Kraftstoffen, Beimischungen von Biokraftstoff und sogar zu 100% mit Biokraftstoff betrieben werden. Wenn zu 100% Biokraftstoff eingesetzt wird, können Hybridantriebe (wie konventionelle Verbrennungsmotoren auch) unter

bestimmten Umständen als „kohlestoff-neutrale“ Antriebssysteme eingestuft werden. Durch die Kombination von hochentwickelter Aerodynamik, Leichtbauweise, einem reduzierten Fahrwiderstand (einschließlich Reifen mit geringem Rollwiderstand) und Motoren mit hohem Wirkungsgrad wie Magermotoren und Motoren mit längerem Arbeitshub können solche Systeme in absehbarer Zeit den Wirkungsgrad von Fahrzeugen weiter steigern.

b) Brennstoffzellen

Brennstoffzellen wandeln Kraftstoff nicht durch Verbrennung, sondern in einem elektrochemischen Prozess in elektrische Energie um. Brennstoffzellenfahrzeuge weisen sowohl den höchsten Wirkungsgrad aller Antriebssysteme als auch die niedrigsten konventionellen und Treibhausgasemissionen auf, wenn sie mit Wasserstoff aus kohlenstoffneutralen Quellen betrieben werden. Wie bei den Verbrennungsmotoren kann die Leistung durch bestimmte Konfigurationen erhöht werden, in denen Batterien zusätzlichen Strom liefern.

Die momentan vielversprechendste Technologie ist die Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle (PEM), die mit an Bord gelagertem Wasserstoff betrieben wird. Jedoch sind die Techniken zur Wasserstoffspeicherung wie Druckwasserstofftanks, Tieftemperaturtanks und Metallhydridspeicher derzeit noch nicht für Großserienfahrzeuge geeignet.

Weitere technische Herausforderungen für den flächendeckenden Einsatz von Brennstoffzellen stellen die Senkung der heute noch hohen Kosten für Brennstoffzellensysteme (einschließlich der hohen Kosten für Edelmetalle, die für Brennstoffzellenstacks benötigt werden), die Verbesserung der Zellmembrantechnologie sowie die sichere und zuverlässige Unterbringung des Brennstoffzellensystems in einem Kraftfahrzeug dar. Diese Herausforderungen müssen gemeistert werden, wenn die Brennstoffzelle für Verbraucher und Betreiber erschwinglich werden soll.



In den nächsten zehn Jahren und in der Zeit danach werden Kraftfahrzeughersteller weltweit daran arbeiten, diese technischen Hürden zu überwinden und die Kosten für Brennstoffzellensysteme auf ein wettbewerbsfähiges Niveau zu senken.

c) Kraftstoffverteilung über bestehende Kraftstoffinfrastrukturen

Ottomotoren (inkl. Hybridmotoren) werden auch künftig mit **bleifreiem Benzin** als primärem Kraftstoff angetrieben werden. Bleifreies Benzin wird bis 2010 fast überall auf der Welt zur Verfügung stehen und den Einsatz von Katalysatoren zur Abgasnachbehandlung ermöglichen. Schwefelarme Benzin- und Dieselmotoren werden in den Industrieländern ab 2010 und in den Entwicklungsländern voraussichtlich bis 2030 die Norm sein. **Stark entschwefelter Kraftstoff (ULS)** wird nicht nur für Kraftfahrzeuge mit extrem niedrigen Emissionen benötigt, sondern auch für Konzepte, die sehr geringe Emissionen mit deutlich reduziertem Kraftstoffverbrauch verbinden – beispielsweise Magermotoren mit NOx-Speicherkatalysatoren und extrem saubere Dieselmotoren, die mit einem NOx-Speicherkatalysator, einem Partikelfilter oder beidem ausgestattet sind.

Kurz- bis mittelfristig kann man davon ausgehen, dass Benzin und Diesel nicht nur nach strengeren Maßstäben in weiterentwickelten Prozessen (z.B. Hydrierung) raffiniert werden, sondern auch zunehmend **Beimischungen** enthalten und unter bestimmten Umständen vollständig durch Kraftstoffe ersetzt werden, die aus anderen

Primärquellen als dem Erdöl stammen. Eine dieser Beimischungen ist hochwertiger Dieselmotoren aus Erdgas, der so genannte, Gas-To-Liquid"-Kraftstoff, der mit dem Fischer-Tropsch-Verfahren aus Erdgas gewonnen wird und auch als FT-Diesel bekannt ist. Weitere Alternativen sind FT-Benzin und FT-Naphtha.

Auch wenn FT-Diesel aus Erdgas kein weitverbreiteter Kraftstoff werden wird, existieren doch Möglichkeiten, seine Verfügbarkeit durch die Nutzung anderer Rohstoffe wie z.B. Biomasse oder Kohle auszubauen. Im Fall von Kohle müssten Verfahren zur CO₂-Bindung eingesetzt werden, damit der Kraftstoff im Hinblick auf Treibhausgasemissionen und -gehalt akzeptabel wird.

Es besteht auch großes Interesse an **Bio-kraftstoffen oder Biokraftstoffbeimischungen**, mit denen die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen sowie die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen reduziert werden können. Kraftstoffe auf Alkoholbasis, Methanol und Ethanol, die (im Falle von Methanol) aus Erdgas, aus Biomasse oder anderen regenerativen Quellen gewonnen werden, können in Benzinmotoren verwendet werden. Bei Dieselmotoren kann Biodiesel verwendet werden, der Fettsäuremethylester (z.B. Rapsölmethylester, RME) aus Biomasse enthält.

Es wird nach neuen Produktionsmethoden für „moderne“ Biokraftstoffe gesucht, die den Ertrag von Biokraftstoffen steigern oder deren Produktion von der Lebensmittelherstellung abkoppeln. Die Umwandlung von Lignocellulose in

Kraftstoffkomponenten durch Enzyme und die Vergasung von Biomasse – gefolgt von einem Fischer-Tropsch-Verfahren zur Herstellung so genannter BTL-Kraftstoffe (Biomass-to-Liquid) – stellen zwei Beispiele solcher fortschrittlicher Produktionsmethoden dar.

Bei all diesen Verfahren kann eine große Bandbreite an Futterpflanzen als Rohstoff für Biomasse verwendet werden, ebenso wie landwirtschaftlicher und kommunaler Abfall. Die erfolgreiche Industrialisierung dieser Technologien hat das Potential, die Kosten für Biokraftstoff so weit zu senken, dass er gegenüber konventionellem Benzin und Diesel nahezu wettbewerbsfähig wird. Allerdings lässt sich die Geschwindigkeit, mit der Fortschritte erzielt werden können, zum heutigen Zeitpunkt nicht bestimmen. Weder die Produktion von BTL-Kraftstoff (vor allem Diesel) noch die der Benzinkomponente aus Lignocellulose (Ethanol) hat sich bisher als wirtschaftlich erwiesen.

Ein weiterer relevanter Faktor ist die Rohstofflogistik, deren Optimierung den Anbau von Futterpflanzen zur industriellen Herstellung von Biomasse erfordert. Um eine BTL-Großanlage (mit einer Produktionskapazität von 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr) zu unterhalten, müsste holzige Biomasse auf einer Fläche von der Größe halb Belgiens zur Verfügung stehen. Alternativ würde eine Großanlage zur Fermentierung von Lignocellulose (0,2 Millionen Tonnen pro Jahr) das Stroh von einer mit Weizen bebauten Fläche von der Größe von einem Zehntel des belgischen Staatsgebiets benötigen.

d) Kraftstoffe mit eigenen Kraftstoffinfrastrukturen

Für alternative Kraftstoffe wie **komprimiertes Erdgas (CNG), Flüssiggas (LPG), Dimethylether (DME) und Wasserstoff**, die nicht als Beimischungen verwendet werden können, müssen beträchtliche Investitionen in die Versorgungsinfrastruktur getätigt werden. Diese Investitionen in die Infrastruktur stellen eine ökonomische Barriere für die flächendeckende Nutzung dar.

Im Vergleich zu den Partikelemissionen älterer Fahrzeuge hat **komprimiertes Erdgas** Vorteile gegenüber dem Diesel. Allerdings wird durch die Nutzung fortschrittlicher Abgasreinigungssysteme der Vorteil von druckgasbetriebenen Fahrzeugen gegenüber modernen Dieselfahrzeugen fast wieder aufgehoben. Komprimiertes Erdgas ist als Kraftstoff für den Straßenverkehr nicht so flächendeckend verfügbar wie Benzin oder Diesel, und die Entwicklung der Infrastruktur ist bisher sehr langsam vorangeschritten. Trotzdem geben viele Regierungen diesem Kraftstoff den Vorrang vor Erdöl, weil die Ressourcen weltweit gleichmäßiger verteilt sind und die Verwendung von komprimiertem Erdgas die Abhängigkeit von Ölimporten verringern kann.

Im Vergleich zu **Benzin weist Flüssiggas (LPG)** bei einigen – wenn auch nicht allen – konventionellen Schadstoffen niedrigere Emissionen auf. Es wird sowohl aus Erdöl als auch aus Erdgaskondensat gewonnen. Die Tankstelleninfrastruktur ist besser ausgebaut als bei Erdgas, und die Akzeptanz als Alternative zu Diesel und Benzin ist vor allem in Fuhrparks gestiegen. Da LPG ein Flüssigkraftstoff ist, haben die Verbraucher ein recht großes Sicherheitsgefühl; außerdem ist Flüssiggas im Vergleich zu anderen alternativen Kraftstoffen auch relativ erschwinglich. Bis 2030 wird sich die Tankstelleninfrastruktur für Flüssiggas voraussichtlich so weit verbessert haben, dass neue Tankstellen zu niedrigen Kosten eingerichtet werden können. LPG wird voraussichtlich in den meisten Märkten ein Nischenkraftstoff bleiben, wobei eine verstärkte Nutzung in bestimmten Märkten durchaus möglich ist.

Beim Betrieb mit **Wasserstoff** emittieren Kraftfahrzeuge kein CO₂. Eine vollständig CO₂-freie Mobilität – d.h. CO₂-Emissionen weder durch das Kraftfahrzeug noch bei der Kraftstoffherstellung – kann aber nur erreicht werden, wenn Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen oder in Verbindung mit Kohlenstoff-Sequestrierung gewonnen wird.

Die Technologien für die Herstellungen von Wasserstoff aus Kohle, Erdgas oder

Elektrolyse sind bereits bekannt und werden kommerziell eingesetzt, nicht zuletzt in der Ölindustrie, in der immer mehr Wasserstoff für die Produktion von schwefelarmem Benzin und Diesel benötigt wird. Fast 90% des heute hergestellten hochreinen Wasserstoffs stammt aus der Dampf-Methan-Reformierung von Erdgas, und es wird erwartet, dass dies auf absehbare Zeit die vorherrschende und wirtschaftlichste Methode bleibt. Dieses Verfahren ist nicht kohlenstoffneutral; die Kohlenstoffemissionen bei der Wasserstoffproduktion durch Elektrolyse hängen von dem Kraftstoff ab, mit dem Elektrizität hergestellt wird. Es bedarf weiterer technologischer Fortschritte in der Wasserstoffherstellung und -verteilung, um die Kosten zu senken und die Energieeffizienz all dieser Verfahren zu steigern.

e) Mögliche Auswirkungen der Kombinationen von Antriebssystemen und Kraftstoffen auf die Nachhaltigkeit der Mobilität

Die oben beschriebenen Antriebssysteme und Kraftstoffe befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Einige werden bereits kommerziell genutzt. Andere befinden sich noch am Anfang der Entwicklung. Aufgrund dieser Unterschiede sind Schätzungen über die künftigen Leistungs- und Kostenaspekte möglicher Antriebs-/Kraftstoffkombinationen als industrielle Produkte rein spekulativ. Stattdessen sollen die Einschätzungen in diesem Bericht die Größenordnung der Herausforderungen verdeutlichen, die gemeistert werden müssen, bevor diese Technologien wirtschaftlich genutzt werden können.

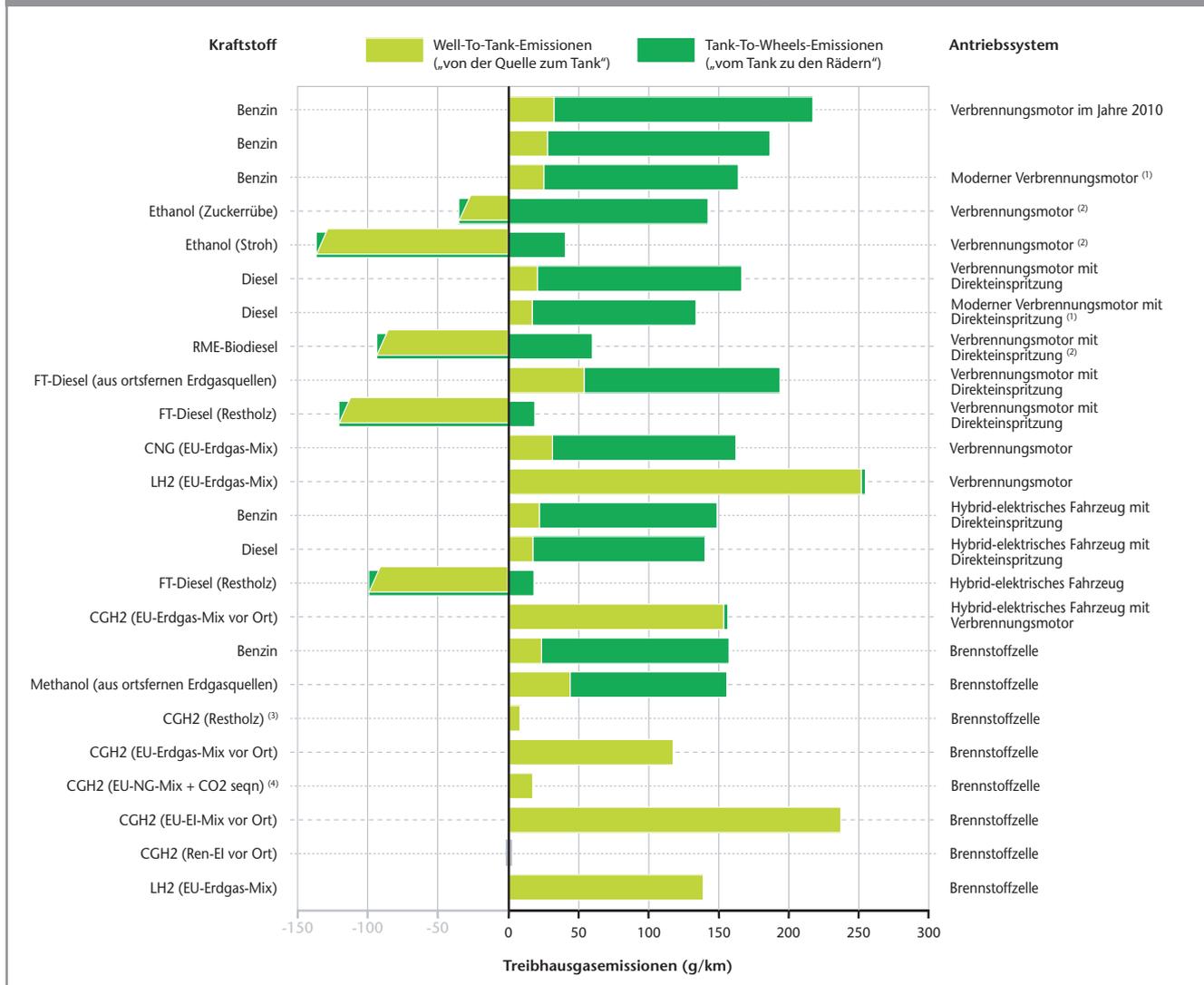
- **Die Eigenschaften der Treibhausgasemissionen**
Wenn man ausschließlich die Treibhausgasemissionen betrachtet, die durch den Kraftstoff verursacht werden, mit dem ein Fahrzeug angetrieben wird, könnte man ein irreführendes Bild von den tatsächlichen Treibhausgasauswirkungen der Antriebs-/Kraftstoffkombinationen erhalten, weil Verbrauchsreduzierungen aufgrund von Fahrzeugverbesserungen

durch die Steigerung in der Produktion und Distribution des Kraftstoffs kompensiert und in manchen Fällen sogar überkompensiert werden. Für eine Einschätzung der möglichen Auswirkungen der Antriebs-/Kraftstoffkombinationen auf die Treibhausgasemissionen sollte man deshalb eine Methode verwenden, die unter dem Namen „Well-To-Wheels (WTW)-Analyse“ bekannt ist. Dieser Ansatz berücksichtigt nicht nur die Treibhausgasproduktion durch die Kraftstoffverbrennung im Fahrzeug („Tank-to-Wheels“ – TTW), sondern auch die Treibhausgase, die in der Kraftstoffherstellung und in der Distribution („Well-To-Tank“ – WTT) freigesetzt werden. Dabei ist es gleichgültig, ob diese Kraftstoffe aus Erdöl, Biomasse oder anderen primären Energiequellen gewonnen werden.

Abbildung 0.7 zeigt die WTW-Emissionen der verschiedenen Kraftstoff-/Antriebskombinationen, wie sie vom Projekt eingeschätzt wurden. Jede Kombination wird dabei getrennt nach WTT und TTW aufgeführt. Alle Kombinationen mit Verbrennungsmotoren und einem beliebigen Kraftstoff außer Wasserstoff haben relativ hohe TTW-Emissionen. Moderne Antriebssysteme mit Verbrennungsmotoren (inklusive Hybridmotoren) erreichen niedrigere TTW-Emissionen, indem sie den Kraftstoffverbrauch für den Fahrzeugantrieb über eine bestimmte Strecke reduzieren. Außerdem weisen sie aufgrund des niedrigeren Ressourcenverbrauchs in der Kraftstoffherstellung niedrigere WTT-Emissionen auf. TTW-Emissionen können nur vollständig (oder fast vollständig) eliminiert werden, wenn Wasserstoff als Kraftstoff verwendet wird.

Die WTW-Emissionen von Treibhausgasen bei Kraftfahrzeugen, die mit Wasserstoff betrieben werden, hängen fast vollständig von den Verfahren ab, mit denen Wasserstoff hergestellt und distribuiert wird. Die dazu zur Verfügung stehenden Verfahren sind sehr unterschiedlich. Tatsächlich weisen manche Verfahren der Wasserstoffproduktion derart hohe WTT-Emissionen auf, dass sie die WTW-Emissionen moderner Verbrennungsmotoren übertreffen.

Abbildung 0.7 WTW (Well-To-Tank + Tank-To-Wheels) Treibhausgasemissionen für verschiedene Kombinationen von Kraftstoffen und Antriebssystemen



Fußnoten: ⁽¹⁾Schätzungen von VKA ⁽²⁾Schätzungen von BP, anhand von GM-Daten ⁽³⁾Nettoausstoß durch Energieverbrauch bei der Verarbeitung ⁽⁴⁾Auf der Basis von Zahlen für Wasserkraft
Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

Kombinationen aus Biokraftstoff und Verbrennungsmotor können sehr geringe WTW-Emissionen aufweisen. Das liegt daran, dass die CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung und Verteilung des Kraftstoffs entstehen (WTT), negativ sind, weil die Pflanzen, aus denen der Biokraftstoff hergestellt wird, Kohlenstoff aufnehmen. Alle WTT-Studien, die dem Projekt Nachhaltige Mobilität bekannt sind, weisen darauf hin, wie schwierig es ist, die durch die Herstellung von Biokraftstoff erzeugten Treibhausgasemissionen genau zu berechnen (wobei einige Treibhausgase sehr viel schädlichere Auswirkungen als CO₂ aufweisen). Darüber hinaus wird die Schwierigkeit betont, die Vorteile der Kohlenstoffsequestrierung zu bestimmen, die

dem Anbau von Biomasse zuzuschreiben sind, aus der zu einem späteren Zeitpunkt Biokraftstoffe hergestellt werden.

• *Kraftfahrzeugbesitz- und Betriebskosten und die Kosteneffizienz verschiedener Antriebs-/Kraftstoffkombinationen bei der Senkung von Treibhausgasemissionen*

Bei der Bestimmung der zukünftigen Technologien und Kraftstoffe spielen die Kosten eine zentrale Rolle. Die Kosten zukünftiger Technologien und Kraftstoffe sind zwar schwer einzuschätzen, einige Faktoren sind jedoch hinreichend bekannt, um Größenordnungen erarbeiten zu können. Als Grundlage dafür hat das Projekt Nachhaltige Mobilität die

gemeinsame Studie von European Council for Automotive R&D (EUCAR), Conservation of Clean Air and Water in Europe (CONCAWE) und Joint Research Center of the EU Commission (JRC) vom November 2003 herangezogen (EUWTW 2004)

Unter anderem enthält die Studie (in diesem Bericht als „europäische WTW-Analyse“ bezeichnet) eine Einschätzung der Fahrzeugbesitz- und Kraftstoffkosten für verschiedene Antriebs-/Kraftstoffkombinationen sowie der Kosten pro Tonne Treibhausgasemissionen, die mit jeder dieser Kombinationen vermieden werden kann. Dabei wurde davon ausgegangen, dass bis 2010 Kraftfahrzeuge mit Antriebs-/Kraftstoffkombinationen 5% der

Tabelle 0.1 Europäische WTW-Analyse „Ersatz von 5% der Pkw-Transportleistung“ – Szenario für verschiedene alternative Kraftstoffe und Antriebssysteme

Kraftstoff	Antriebssystem	Reduzierung der Treibhausgasemissionen			Zusätzliche Kosten	
		CO ₂ -Äquivalent	Unterschied zum Referenzfall	Kosten pro vermiedene CO ₂ -Äquivalent pro Jahr (in Euro)	Pro Fahrzeug mit alternativem Kraftstoff und/oder Antrieb (in Euro, pro Jahr)	Pro 100 km pro Fahrzeug mit alternativem Kraftstoff oder Antrieb (in Euro, pro Jahr)
Konventionelle Kraftstoffe	Hybride	6	-16%	364	141.8	0.89
CNG	PISI	5	-14%	460	156.0	0.98
	Hybrid	12	-32%	256	219.9	1.38
Synthetische Dieselmotorkraftstoffe FT-Diesel aus Erdgas DME aus Erdgas	CIDI+DPF	-5	14%	n.m.*	49.6	0.31
	CIDI	1	-3%	2,039	156.0	0.98
Ethanol Zuckerrüben Fruchtfleisch zu Viehfutter Fruchtfleisch zu EtOH Fruchtfleisch zu Wärmeenergie Aus Weizen	PISI					
		14	-38%	418	425.5	2.67
		12	-32%	563	461.0	2.89
		24	-65%	254	432.6	2.71
5	-14%	1,812	581.6	3.64		
FAME RME Glycerin als Chemikalie Glycerin als Wärmeenergie SME Glycerin als Chemikalie Glycerin als Wärmeenergie	CIDI+DPF					
		16	-43%	278	326.2	2.04
		14	-38%	345	354.6	2.22
		22	-59%	217	340.4	2.13
		20	-54%	260	368.8	2.31

*n.m. = not meaningful

Quelle: EUWTW 2004; zusätzliche Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

hochgerechneten Beförderungsleistung (225 Milliarden Fahrzeugkilometer) in den EU-25-Ländern ausmachen werden. Bei einer angenommenen durchschnittlichen Fahrzeugnutzung von 12.000 km pro Jahr werden dafür 14 Millionen Kraftfahrzeuge benötigt.

Die Studie ging auch davon aus, dass in den Fällen, in denen die Versorgung mit einem Kraftstoff nicht über bestehende Distributionskanäle erfolgen kann, 20% der 100.000 Tankstellen in den EU-25-Ländern – ca. 20.000 Tankstellen insgesamt – für die Abgabe dieses Kraftstoffes aufgerüstet werden müssen.

Die Autoren dieser Analyse weisen darauf hin, dass dieses Szenario ein Rechenbeispiel ist und nicht etwa eine Beurteilung, ob eine solche Marktdurchdringung in Europa bis 2010 technisch möglich oder wirtschaftlich praktikabel wäre.

Obwohl die europäische „Well-to-Wheels-Analyse“ fast den gesamten Bereich der Antriebs-/Kraftstoffkombinationen abdeckt (vgl. Abbildung 0.7), konzentrieren wir uns nur auf die Kombinationen, die in näherer Zukunft umsetzbar sind. Die Autoren der europäischen WTW-Analyse halten ihre Einschätzungen der zusätzlichen Kosten für

Kraftfahrzeuge, die von Brennstoffzellen angetrieben werden, für höchst problematisch. Ein hoher Unsicherheitsfaktor besteht auch bei den Kosten für die Produktion und Verteilung von Wasserstoff, der diese Brennstoffzellenfahrzeuge antreiben soll. Dasselbe gilt für die Produktionskosten von „modernen“ Biokraftstoffen. Die Kosteneinschätzungen gehen hier vor allem für Wasserstoff und moderne Biokraftstoffe weit auseinander, wenn diese in Verfahren hergestellt werden, die selbst keine nennenswerten CO₂-Emissionen verursachen.

Die in Tabelle 0.1 dargestellten Antriebs-/Kraftstoffkombinationen verursachen für jedes Kraftfahrzeug, das einen alternativen Kraftstoff und/oder ein alternatives Antriebssystem benutzt, zusätzliche Kosten von ca. €50 bis fast €600 pro Jahr. Das bedeutet für jedes Kraftfahrzeug, dass pro 100 km zusätzliche Kosten zwischen €0,31 und €3,64 anfallen. Rechnet man die Kosten pro Tonne CO₂ auf, die pro Jahr vermieden wird, belaufen sich diese auf ca. €200 bis €2000.

Dieses Rechenbeispiel basiert auf „virtuellen“ europäischen Kraftfahrzeugen. Die Kosten für die Herstellung und Verteilung des Kraftstoffs basieren auf

einer Einschätzung der europäischen Rahmenbedingungen. In anderen Teilen der Welt können die Kraftfahrzeug- und Kraftstoffkosten sowie die Kosteneffizienz der verschiedenen Fahrzeug-/Kraftstoffkombinationen bei der Senkung der Treibhausgasemissionen ganz anders ausfallen.

Diese Zahlen erlauben auch keine genaue Einschätzung der möglichen Kosten einer beträchtlichen Erhöhung des Durchdringungsgrads der verschiedenen Antriebs-/Kraftstoffkombinationen. Sowohl Skaleneffekte als auch die Auswirkungen der kumulativen Erfahrungswerte müssten berücksichtigt werden, um eine solche Rechnung für die EU-25-Länder aufzustellen. Darüber hinaus machen die in der Europäischen WTW-Analyse zugrundegelegten 5% der Beförderungsleistung in den EU-25-Ländern nur 1,4% der weltweit von Personenwagen zurückgelegten Gesamtkilometer aus, die für das Jahr 2010 prognostiziert werden. Außerdem wurde hochgerechnet, dass im Jahr 2010 Personenwagen weltweit nur ungefähr 43% der Gesamtemissionen von verkehrsbedingten Treibhausgasen verursachen werden.

Dennoch stellen die Ergebnisse der europäischen WTW-Analyse eine

außerordentlich nützliche Größenordnung für die geschätzten Kosten und die Kosteneffizienz dar, und zwar in Bezug auf die Reduzierung der Treibhausgasemissionen bei den Fahrzeug-/Kraftstoffkombinationen, die in den kommenden Jahrzehnten für eine flächendeckende Einführung in Frage kommen.

2. ANDERE KRAFTFAHRZEUGTECHNOLOGIEN

Das Potential, die Nachhaltigkeit bei Personenwagen durch moderne Kraftfahrzeugtechnologie zu verbessern, ist nicht auf Antriebssysteme und Kraftstoffe beschränkt. Veränderungen bei den Materialien im Kraftfahrzeugbau, den verwendeten Sicherheitstechnologien, den modernen Elektroniksystemen, den Eigenschaften von Kraftfahrzeugreifen und anderen Konstruktionsmerkmalen können ebenfalls einen oder mehrere unserer Indikatoren der nachhaltigen Mobilität beeinflussen.

a) Technologien zur Senkung des Fahrzeuggewichts

Das Gewicht von Personenwagen in Europa hat sich in den letzten 30 Jahren um durchschnittlich 30% erhöht. Im gleichen Zeitraum ist das Gewicht von Pkw in den USA, das zunächst bedeutend höher war als in Europa, von 1845 kg im Jahr 1975 auf 1455 kg in den Jahren 1981/82 gesunken.

Danach hat es wieder zugenommen. 2003 lag das durchschnittliche Fahrzeuggewicht fast wieder auf demselben Niveau wie 1975. Es ist somit seit 1981/82 um 24% gestiegen.

Die Zunahme des Durchschnittsgewichts bei Kraftfahrzeugen in den USA und Europa spiegelt die kombinierte Auswirkungen zweier Entwicklungen wider: Die Zunahme des Durchschnittsgewichts von Kraftfahrzeugen innerhalb der einzelnen Fahrzeugklassen und die Zunahme des Anteils der großen Fahrzeugklassen am gesamten Fahrzeugverkauf. In unserem Bericht konzentrieren wir uns fast ausschließlich auf die erste dieser beiden Entwicklungen.

Was sind die Gründe für die Gewichtszunahme innerhalb einer Fahrzeugklasse? In der Weiterentwicklung von Fahrzeugen hat sich auch deren Ausstattung immer weiter verbessert: So wurden die Sicherheit gesteigert, die Fahreigenschaften verbessert, die Geräuschentwicklung reduziert, die Emissionen gesenkt und der Komfort erhöht. Dabei wurden neue Komponenten im Fahrzeuginneren, an der Karosserie und am Fahrgestell integriert, in zunehmendem Maße auch elektrische und elektronische Komponenten, für die zusätzliche Kabel installiert werden. Die Kapazität der Elektrik musste erhöht werden, um den zusätzlichen Strombedarf zu decken. Schwerere Autos benötigen

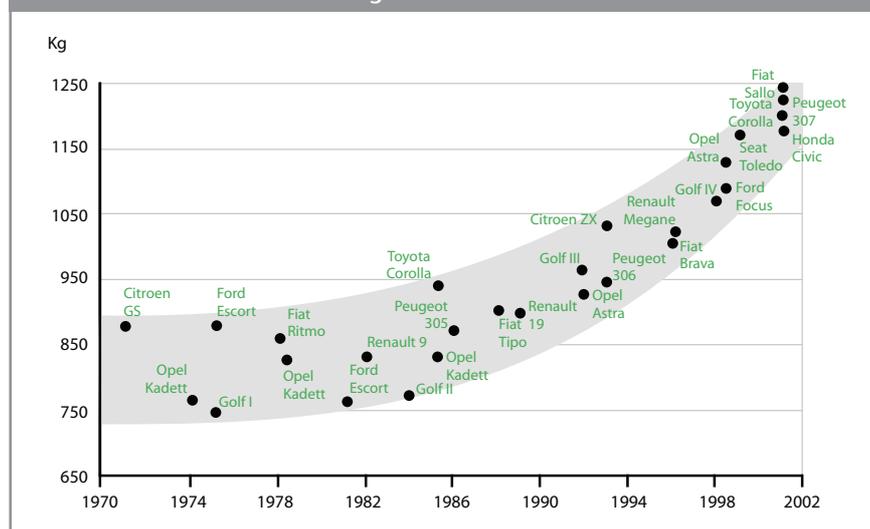
eine zusätzliche Ausstattung, um die gewünschte Fahrleistung erbringen zu können. Bei einzelnen Komponenten konnte durch verbesserte Konstruktion und Materialien das Gewicht reduziert werden. Allerdings wurden diese Gewichtsreduzierungen durch die Gewichtszunahme durch die zusätzlichen Fahrzeugfunktionen mehr als aufgehoben.

Es gibt zwei wesentliche Möglichkeiten, das Gewicht innerhalb einer Fahrzeugklasse zu senken. Erstens kann die Konstruktion eines Fahrzeugs und die Geometrie seiner Einzelteile geändert werden. Zweitens können schwere Materialien durch leichtere ersetzt werden – z.B. durch Aluminium, hochfesten Stahl, Magnesium und Kunststoffe. Diese beiden Methoden werden häufig gleichzeitig und abhängig voneinander angewandt. Gewichtsreduzierungen schaffen ihrerseits Potentiale für weitere Gewichtsreduzierungen. Die Reduzierung des Fahrzeuggewichts ermöglicht z.B. den Einsatz eines kleineren und leichteren Motors bei gleichbleibender Leistung.

In aller Regel ist eine Leichtbaulösung kostenintensiver als eine konventionelle Konstruktion mit Weichstahl. Folglich sind diese Lösungen nur dann wettbewerbsfähig, wenn der Kunde den Mehrpreis einer Gewichtsreduzierung akzeptiert oder die Produktion dadurch in irgendeiner Weise vereinfacht und/oder die Sicherheit erhöht wird. Verschiedene Materialien eröffnen unterschiedliche Möglichkeiten zur Gewichtsreduzierung und haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Kosten der einzelnen Komponenten.

Eine Faustregel besagt, dass bei gleichzeitigem Downsizing des Fahrzeugantriebes eine Senkung des Fahrzeuggewichts um 10% einer Kraftstoffersparnis von 5-7% (in Meilen pro Gallone) entspricht (IPAI 2000). Wenn nur das Fahrzeuggewicht gesenkt wird, der Antrieb aber unverändert bleibt, liegt die Kraftstoffersparnis bei nur 3-4%. Die tatsächlichen Einsparungen sind vom jeweiligen Fahrzeug und dem Fahrzyklus abhängig. Bei einem angenommenen Mittelwert von 5-7% werden, umgerechnet in absolute Zahlen, 0,46 Liter/100 km

Abbildung 0.8 Gewicht von Kompaktwagen in Europa zum Zeitpunkt der Modelleinführung



Quelle: FKA 2002

pro 100 Kilogramm Gewichtsreduzierung eingespart. (Diese Zahlen beziehen sich auf einen Mittelklasse-Pkw aus nordamerikanischer Produktion mit einem Leergewicht von 1532 kg.) Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung eines Kraftfahrzeugs von ungefähr 193.000 km entspricht das einer Reduzierung der CO₂-Emissionen von 25,3 kg pro Kilogramm reduziertem Gewicht.

b) Technologien für Intelligente Transportsysteme

Die Technologien der Intelligenten Transportsysteme (ITS) ermöglichen es Privatpersonen, Fahrzeugbetreibern und Regierungsbehörden, Entscheidungen zu Beförderungsthemen zu treffen, die fundierter, intelligenter und sicherer sind.

Auf Basis drahtloser und verkabelter Kommunikationsmedien umfassen diese ITS-Technologien eine große Bandbreite an Informations-, Steuerungs- und elektronischen Technologien, von denen die meisten ursprünglich für die Telekommunikation, die Informationstechnologie und den Verteidigungssektor entwickelt wurden, bevor sie im Verkehrs- und Transportsektor zum Einsatz kamen. Dies betrifft vor allem die Mikroelektronik, die Satellitennavigation, die mobile Kommunikation und Sensoren. Als integrierte Bestandteile von Kraftfahrzeugen und Systemen der Verkehrsinfrastruktur unterstützen diese Technologien die Überwachung und Steuerung des Verkehrsflusses, reduzieren die Verkehrsüberlastung, bestimmen alternative Reiserouten und retten Leben.

c) Technologien für die Reduzierung des Luftwiderstands

Luftwiderstand entsteht durch Druck und Reibungskräfte, die auf ein Kraftfahrzeug übertragen werden, während es sich fortbewegt. Die größten Einflussfaktoren sind dabei die Größe des Fahrzeugs, die äußere Form und der Zweck, für den das Fahrzeug entwickelt wurde. Funktionale Anforderungen (Anzahl der zugelassenen Insassen, Größe des Kofferraums, Laderaum, Anhängervorrichtung, Geländegängigkeit und Leistung) sind wichtige Parameter, die den Gesamtluftwiderstand bestimmen.

Viele der augenfälligsten Möglichkeiten zur Reduzierung des Luftwiderstands bei Fahrzeugen werden bereits eingesetzt, vor allem bei Personenkraftwagen. Zum heutigen Zeitpunkt ist der Luftwiderstand bei Personenkraftwagen so gering wie nie zuvor. Weitere Verbesserungen werden voraussichtlich in kleineren Schritten und nicht durch bahnbrechende Konstruktionsänderungen erfolgen.

Die moderne Technologie bietet dafür ein gewisses Potential. Wood schätzt, dass 16% des Energiegesamtverbrauchs in den USA dafür benötigt werden, um den Luftwiderstand von Fahrzeugen zu überwinden. Er gibt einen wertvollen Überblick über die Rolle der modernen Aerodynamik bezüglich des potentiellen Kraftstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen (Wood 2004). Sieht man die Situation jedoch realistisch und berücksichtigt die Präferenzen der Verbraucher für die zahlreichen nützlichen und funktionalen Aspekte heutiger Kraftfahrzeuge sowie den

wirtschaftlichen Druck auf dem Markt, dann werden die Entwickler in den nächsten Jahren wohl nur geringe zusätzliche Reduzierungen des Luftwiderstands erzielen. Größeres Potential besteht dagegen in der Reduzierung des Luftwiderstandes von Lastkraftwagen und Bussen.

d) Technologien für die Senkung des Rollwiderstands

Unter Rollwiderstand versteht man die Energie, die von einem Reifen pro zurückgelegter Einheit abgeleitet wird. Er kann nur durch den Aufwand zusätzlicher Energie überwunden werden. Deshalb beeinflusst der Rollwiderstand den Kraftstoffverbrauch. Die „grünen“ Reifen, die derzeit schon auf dem Markt sind, senken den Rollwiderstand um 3-8%. Eine neue Generation „grüner“ Reifen könnte zusätzliche Reduzierungen des Kraftstoffverbrauchs um 2-9% erzielen.

Damit der Kraftstoffverbrauch reduziert werden kann, müssen die Reifen mit dem richtigen Druck aufgepumpt sein. Feldstudien auf französischen Straßen haben ergeben, dass die Reifen von über 50% der Fahrzeuge mit mindestens 0,3 bar weniger Druck als vorgeschrieben gefüllt sind. Dies führt zu einem erheblich erhöhten Rollwiderstand – um 6% bzw. 30% bei einem Reifendruck von 0,3 bzw. 1,0 bar unter dem empfohlenen Druck. Wenn der Rollwiderstand um 30% zunimmt, steigt der Kraftstoffverbrauch um 3-5%. Bei einem zu niedrigen Reifendruck drohen darüber hinaus irreversible Reifenschäden. Dies erklärt das Interesse an Technologien, die den Fahrer auf einen abweichenden Reifendruck aufmerksam machen.

Die wesentliche Funktion eines Reifens besteht darin, eine sichere Fahrt bei allen Wetterbedingungen und auf allen Straßenbelägen zu gewährleisten. Das heißt, eine Reduzierung des Rollwiderstands darf die Sicherheitsleistung des Reifens nicht beeinträchtigen. Die Eigenschaften eines Reifens haben große Auswirkungen auf Fahrkomfort, Fahrverhalten und Kaufanreiz.



B. Anwendbarkeit der Bausteine auf andere Fahrzeugtypen

Obwohl Personenkraftwagen weltweit die am weitesten verbreiteten motorisierten Transportfahrzeuge sind, spielen andere Straßenfahrzeuge ebenfalls eine gewichtige Rolle im Bereich der Personen- und Gütermobilität und sind ein wichtiger Bestandteil der Herausforderung, Mobilität nachhaltiger zu gestalten. Abbildung 0.9 zeigt den hochgerechneten Referenzfall der WTW-Analyse und die damit verbundenen CO₂-Emissionen nach Transportarten für den Zeitraum 2000 – 2050.

Einzelner Fahrzeuge verbrauchen sie weniger Kraftstoff als Personenwagen oder Transporter. Aber sie tragen unverhältnismäßig viel zur konventionellen Luftverschmutzung bei.

Es gibt bereits Bemühungen, diese Kraftfahrzeugemissionen besser unter Kontrolle zu bekommen. Einer der wichtigsten Schritte ist die Umstellung von Zweitakt- auf Viertaktmotoren. Zweitaktmotoren produzieren mehr

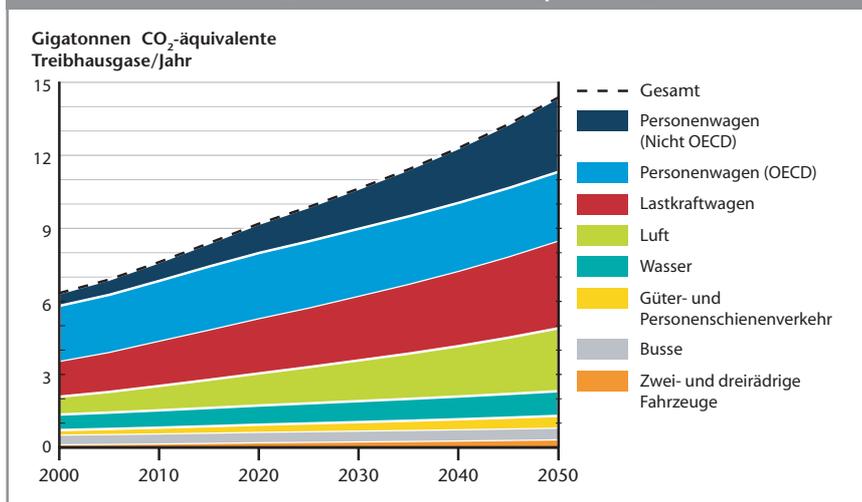
Schwere Straßenfahrzeuge.

Lastkraftwagen in verschiedenen Größen und Formen sind die Haupttransportmittel für Güter in der Fläche. Busse werden lokal und regional in großer Zahl als öffentliche Verkehrsmittel eingesetzt. Vor allem in den Entwicklungsländern spielen Busse im Personentransport zwischen den Städten eine wichtige Rolle. Sowohl Lastkraftwagen als auch Busse werden mit Verbrennungsmotoren betrieben und verwenden zahlreiche Komponenten, die in Gestaltung und Konstruktion (wenn auch nicht unbedingt in der Größe) denen der Personenkraftwagen ähneln.

Schwere Straßenfahrzeuge sind für einen beträchtlichen Teil des verkehrsbedingten Energieverbrauchs, der Treibhausgasemissionen und der konventionellen Emissionen (vor allem Stickoxide und Partikel) verantwortlich. Momentan wird hauptsächlich daran gearbeitet, den Wirkungsgrad des Kraftfahrzeugantriebs (überwiegend Dieselmotoren) zu steigern und gleichzeitig die konventionellen Emissionen zu senken. In Einzelfällen sind bereits Lastkraftwagen und Busse, die mit Erdgas, Methanol oder Ethanol angetrieben werden, weltweit im Einsatz.

Inzwischen bemüht man sich darum, neue Technologien für Antriebssysteme wie Hybridmotoren und Brennstoffzellen bei ausgesuchten Lastkraftwagen und Bussen einzusetzen. Diese Initiativen sind der Öffentlichkeit – und selbst den Menschen, die sich besonders für nachhaltige Mobilität interessieren – weniger bekannt als entsprechende Aktivitäten bei Personenkraftwagen. Die Kraftstoff- und Emissionseinsparungen, die beispielsweise durch den Einsatz eines Hybridsystems in einem Stadtbus erreicht werden, können jedoch den CO₂-Ausstoß in gleichem Maße senken wie der Einsatz derselben Technologie bei mehreren Personenkraftwagen.

Abbildung 0.9 Hochrechnungen des Referenzfalls der verkehrsbedingten WTW-CO₂-Emissionen nach Transportarten, 2000 – 2050



Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

Motorisierte zwei- und dreirädrige Fahrzeuge.

Fahrzeugtypen, die in den Entwicklungsländern im Bereich der Personen- und manchmal auch Gütermobilität eine sehr wichtige Rolle spielen, sind motorisierte zwei- und dreirädrige Fahrzeuge. In einigen Ländern Süd- und Ostasiens stellen diese motorisierten zwei- und dreirädrigen Fahrzeuge heute die Mehrheit aller motorisierten Straßenfahrzeuge. Sie sind preiswert und ermöglichen es Millionen von Familien, mobil zu sein. Sie bilden für zahlreiche Haushalte das Übergangsstadium von nicht-motorisierten Transportmitteln (wie z.B. Fahrrädern) zu konventionellen Personenkraftwagen. In der Betrachtung

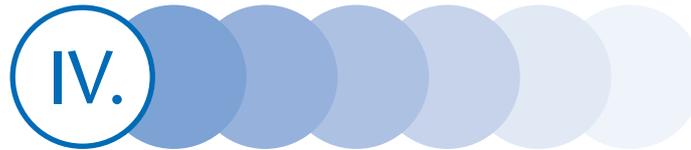
Schadstoffe als Viertaktmotoren, weil dem Kraftstoff Öl beigemischt werden muss. Einige Länder haben so strenge Emissionsnormen eingeführt, dass der Verkauf von motorisierten zwei- und dreirädrigen Fahrzeugen mit Zweitaktmotoren vollständig eingestellt werden musste. Das führt zu einer beträchtlichen Verbesserung des Emissionsverhaltens. Zusätzliche Maßnahmen müssen jedoch in den Regionen ergriffen werden, in denen noch zahlreiche zwei- und dreirädrige Fahrzeuge betrieben werden, wenn diese als Hauptverursacher von konventionellen Emissionen ausgeschlossen werden sollen. Beispiele dafür werden in unserem Bericht näher erläutert.

C. Andere Transportmittel

Den Mitgliedsunternehmen des Projekts Nachhaltige Mobilität fehlt ausreichendes Fachwissen für andere Sektoren. In dem Bericht wird aber darauf hingewiesen, welches Potential die verschiedenen Technologien haben, um die Nachhaltigkeit für Transportsektoren zu verbessern.

Bestimmte Antriebstechnologien und Kraftstoffe, die in dem Bericht diskutiert werden, könnten auch bei Lokomotiven sowie bei Hochsee- und Binnenschiffen eingesetzt werden.

In diesem Zusammenhang stellen Flugzeuge eine besondere Herausforderung dar. Die Leistungsfähigkeit von Flugzeugmotoren wird kontinuierlich gesteigert, und die Gewichtsreduzierung durch verbesserte Aerodynamik und den Einsatz von Leichtbaumaterialien wird wohl weiterhin eine wichtige Rolle für die Steigerung des Wirkungsgrades von Flugzeugen spielen. Es wird allerdings erwartet, dass die Nachfrage nach dieser Mobilitätsart so stark ansteigen wird, dass der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen trotz aller Verbesserungen schneller als in jedem anderen Transportsektor ansteigen werden. Zusätzliche Verbesserungen im Wirkungsgrad könnten dennoch möglich sein. Ein Ansatz zieht beispielsweise Wasserstoff als Treibstoff für Verkehrsflugzeuge in Betracht. Dies wird aber wahrscheinlich, wenn überhaupt, nicht vor Ende des 21. Jahrhunderts realisierbar.



Vorgehensweisen bei der Umsetzung der sieben Ziele

Am Anfang dieses Überblicks haben wir sieben Ziele festgelegt, die in dem Maße, in dem sie umgesetzt werden, die Mobilität nachhaltiger gestalten können. Die Ziele richten sich an die gesamte Gesellschaft. Wir sehen sie als einen ersten Schritt in Richtung eines kontinuierlichen Dialogs zwischen einer großen Bandbreite von Stakeholdern.

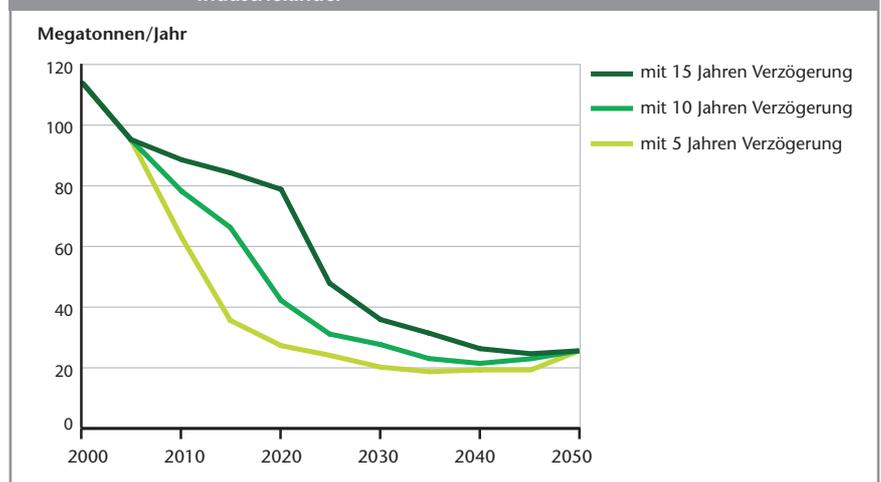
- **Reduzierung von verkehrsbedingten konventionellen Emissionen auf Werte, die keine ernsthafte Bedrohung für die Gesundheit der Menschen weltweit darstellen**

Wir glauben, dass dieses Ziel in den Industrieländern bis 2030 – vielleicht sogar schon bis 2020 – erreicht werden kann. Die im Projekt zugrundegelegten Hochrechnungen weisen den Fortschritt aus, der auf der Basis heutiger Entwicklungen in Technologie und

Fahrzeugnutzung erzielt werden kann. Diese hochgerechneten Reduzierungen können nur erreicht werden, wenn man sich verstärkt darauf konzentriert, Kraftfahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß zu identifizieren, sie zu reparieren oder aus dem Verkehr zu ziehen.

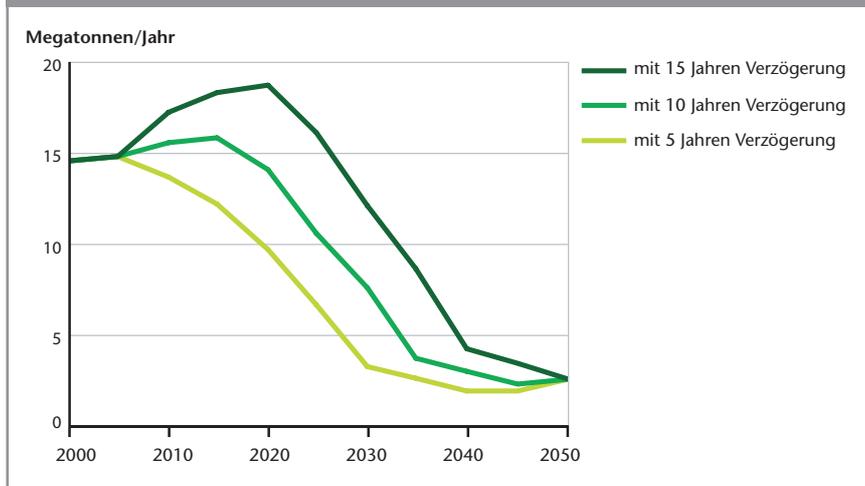
Diese Kraftfahrzeuge verursachen weitaus höhere Emissionen, als im Rahmen der Zertifizierungsbestimmungen erlaubt sind. Es hat sich gezeigt, dass sie für einen unverhältnismäßig hohen Anteil der Gesamtemissionen verantwortlich sind. In dem Maße, in dem der Fahrzeugbestand die heute geltenden, äußerst strengen Emissionsnormen erfüllt, sind die Kraftfahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß für einen immer größeren Anteil der Emissionen verantwortlich. Es werden verstärkt verschiedene Technologien eingesetzt, mit denen solche Kraftfahrzeuge leicht identifiziert werden können.

Abbildung 0.10a Nicht-OECD-Länder: Kohlenmonoxid-Emissionen pro Jahr abhängig vom Zeitpunkt der Einführung der Emissionsstandards der Industrieländer



Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

Abbildung 0.10b Nicht-OECD-Länder: Stickstoffdioxid-Emissionen pro Jahr abhängig vom Zeitpunkt der Einführung der Emissionsstandards der Industrieländer



Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität.

Aufgrund dieser neuen Technologien werden Kraftfahrzeugnutzer vermutlich stärkere Eingriffe seitens des Staates akzeptieren müssen, als sie dies in der Vergangenheit gewohnt waren. In zunehmendem Maße wird sich die Senkung der verkehrsbedingten konventionellen Emissionen in den Industrieländern weniger als ein technisches oder ökonomisches Problem, sondern vielmehr als ein politisches und soziales Problem darstellen.

In den Entwicklungsländern sollte es möglich sein, die verkehrsbedingten konventionellen Emissionen weit unter das Niveau zu senken, das in unserem Referenzfall hochgerechnet wurde. Dabei sollte man nicht erwarten, dass sich dieses Ziel in den Entwicklungsländern genau so schnell umsetzen lässt wie in den Industrieländern.

Wichtige Faktoren dafür, wie schnell Emissionen in den Entwicklungsländern reduziert werden können, sind die erschwinglichen Kosten der notwendigen Technologien und Kraftstoffe sowie die Auswirkungen, die massive Bemühungen zur Senkung der konventionellen verkehrsbedingten Emissionen auf die Leistungsfähigkeit der Transportsysteme in diesen Ländern und Regionen haben dürfen, ohne die hochgerechneten hohen Wirtschaftswachstumsraten zu gefährden.

Für die vollständige Umsetzung der Emissionsreduzierung in den Entwicklungsländern wird schließlich der verstärkte Einsatz der Technologien und Kraftstoffe zur Emissionsreduzierung erforderlich, die derzeit weltweit in Industrieländern eingeführt werden. Während dieser Phase müssen sich die Entwicklungsländer verstärkt auf das oben erwähnte Problem der Kraftfahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß konzentrieren.

Eine erfolgreiche Lösung des Problems der Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß könnte für die Entwicklungsländer eine größere Herausforderung darstellen als für die Industrieländer. Dieser Herausforderung müssen sie sich jedoch stellen, wenn sie im Bereich nachhaltiger Mobilität Fortschritte machen wollen. Kürzlich wurde in einem Bericht zu diesem Thema Folgendes festgestellt: „Es ist besser, realistische Normen festzulegen, die mit Nachdruck umgesetzt werden, als zu strenge Normen, die nicht effektiv umgesetzt werden können.“

• Reduzierung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau

Das langfristige Ziel der Gesellschaft sollte kein geringeres sein, als das Transportwesen als wesentliche Quelle von Treibhausgasemissionen vollständig auszuschließen.

Allerdings wird die Erreichung dieses Ziels selbst unter den günstigsten Rahmenbedingungen den Zeitrahmen unseres Berichts sprengen.

In den nächsten zwei oder drei Jahrzehnten können wichtige Fortschritte erzielt werden. Die Mitgliedsunternehmen des Projekts Nachhaltige Mobilität sind der Meinung, dass bis 2030 die folgenden Maßnahmen im Rahmen dessen, was wirtschaftlich realisierbar und politisch akzeptabel ist, umgesetzt werden sollten, damit „die Kurve der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen nach unten gebogen wird“:

- Der Wirkungsgrad der Transportfahrzeuge sollte parallel zu Verbraucherakzeptanz und Kosteneffizienz verbessert werden.
- Es sollten die technischen Grundlagen für die Beseitigung der Auswirkungen von fossilem Kohlenstoff bei Kraftstoffen geschaffen werden. Dies erfordert voraussichtlich die Entwicklung von Wasserstoff als Hauptenergieträger sowie die Entwicklung von modernen Biokraftstoffen.
- In den Regionen, in denen neue Kraftstoffinfrastrukturen benötigt werden, um die Auswirkungen von fossilem Kohlenstoff in Kraftstoffen zu beseitigen, sollte mit der Planung und, wenn möglich, mit dem Aufbau dieser Infrastrukturen begonnen werden.

Um das oben genannte Ziel zu erreichen, wird sich die Gesellschaft in den Jahrzehnten nach 2030 umstellen müssen. Letztendlich kann eine vollständige Abkehr von den heutigen Antriebstechnologien und den dafür benötigten Kraftstoffen erforderlich sein. Vielleicht muss sich auch die Art und Weise ändern, in der Menschen Transportmittel nutzen.

Der Grund dafür ist der, dass sich jede Strategie zur Senkung von verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen auf vier Grundelemente reduzieren lässt:

(1) Die Reduzierung der Energiemenge, die ein Kraftfahrzeug verbraucht, um eine bestimmte Beförderungsleistung zu erbringen. (2) Die Reduzierung der Treibhausgasemissionen, die durch Gewinnung, Produktion, Distribution und Verbrauch von Kraftstoffen entstehen. (3) Die Reduzierung der gesamten Verkehrsleistung. (4) Veränderungen in der Aufteilung der Beförderungsleistung auf die verschiedenen Verkehrsträger.

Diese vier Elemente sind nicht notwendigerweise als voneinander unabhängige Punkte zu sehen. Maßnahmen, die eines dieser Elemente beeinflussen sollen, können ein anderes Element verstärken oder seine Wirksamkeit herabsetzen. Dies sind jedoch die einzigen Hebelwirkungen. Wie diese Elemente die Treibhausgasemissionen beeinflussen und in welchem Zeitrahmen die Einflüsse verschiedener Größenordnungen zum Tragen kommen können, wird in unserem Bericht näher erläutert. Wir kommen dabei zu dem Schluss, dass keiner der Ansätze für sich allein die Patentlösung für die schnelle und kostengünstige Reduzierung der Treibhausgasemissionen in dem erforderlichen Ausmaß darstellen kann. Einige dieser Ansätze sind aber sehr vielversprechend.

Zum Beispiel sollten die in diesem Bericht beschriebenen kohlenstoffneutralen Transportsysteme weltweit und flächendeckend eingesetzt werden, wenn sich herausstellt, dass ihre tatsächliche Effizienz bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen so beträchtlich ist, wie es momentan den Anschein hat, und wenn die Produktions- und Betriebskosten dafür auf ein für den Verbraucher erschwingliches Niveau gesenkt werden oder die Regierungen einen Anreiz auf nachhaltiger Basis schaffen können.

Zusätzlich können technische Maßnahmen sinnvoll durch nachfragesteuernde Maßnahmen ergänzt werden, indem letztere die Nachfrage nach nahezu kohlenstoffneutralen Transportsystemen steigern sowie die Beförderungsleistung und deren Aufteilung auf die verschiedenen Transportträger dahingehend beeinflussen,

dass Treibhausgasemissionen gesenkt werden, obwohl die kurzfristigen Auswirkungen zunächst begrenzt sein werden. Obwohl das Transportwesen ganz klar eine wesentliche Rolle bei der Reduzierung der Gesamtemissionen von Treibhausgasen spielt, sollte letztendlich auch berücksichtigt werden, dass sich die Gesellschaft in ihren Bemühungen, die Treibhausgasemissionen zu senken, von der Kosteneffizienz leiten lassen sollte, anstatt willkürlich „Verantwortlichkeiten“ zuzuweisen. (Babiker, Bautista, Jacoby und Reilly)

• Weltweite Reduzierung von Verkehrstoten und Schwerverletzten

Die Zahl der Todesfälle und schwerwiegenden Verletzungen in den einzelnen Transportarten ist fast überall auf der Welt rückläufig und wird voraussichtlich weiter zurückgehen. Dieser Rückgang wird jedoch vielerorts durch die schnell anwachsende Verkehrsleistung aufgewogen.

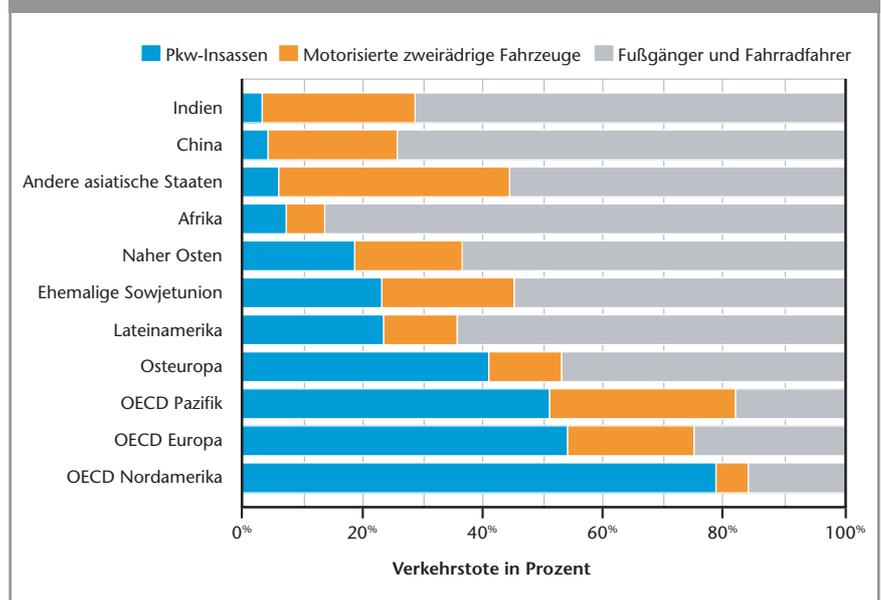
Daher steigt die Anzahl der Verkehrstoten und Schwerverletzten weltweit. In den Ländern mit dem höchsten Wachstum in der Verkehrsleistung sind es unverhältnismäßig viele Fußgänger, Fahrradfahrer oder Fahrer von motorisierten zwei- und dreirädrigen Fahrzeugen, die bei Verkehrsunfällen getötet oder verletzt werden (vgl. Abbildung 0.11).

Wir halten diese Situation für unerträglich. Alle Länder sollten offensive Strategien umsetzen, um die Zahl der Verkehrstoten und Schwerverletzten zu reduzieren – vor allem die, die durch Straßenfahrzeuge verursacht werden.

In den Industrieländern und in einigen Ländern mit mittleren Einkommen sollten diese Strategien vor allem auf die Senkung der derzeitigen Zahlen abzielen. In einkommensschwachen Ländern sollte das Ziel sein, das Wachstum in der Zahl der Verkehrstoten und Schwerverletzten zu bremsen und so einen Weg einzuschlagen, auf dem diese Zahl auf ein ähnliches Niveau wie in den Industrieländern gesenkt werden kann. Diese Bemühungen sollten sich vor allem auf Fußgänger, Fahrradfahrer und Fahrer von motorisierten zwei- und dreirädrigen Fahrzeugen konzentrieren, da diese besonders gefährdet sind.

Programme zur Reduzierung der Verkehrstoten und Schwerverletzten sollten alle Faktoren der fahrzeugbedingten Todesfälle und schweren Verletzungen abdecken: das Verhalten des Fahrers, die Verbesserung der Infrastruktur sowie Entwicklung und Einsatz von verbesserten Technologien zur Unfallvermeidung und Senkung des Verletzungsrisikos.

Abbildung 0.11 Verkehrstote nach Verkehrsteilnehmerkategorien



Quelle: Berechnungen des Projekts Nachhaltige Mobilität unter Verwendung von Daten aus Koornstra 2003

Technologien, die Behörden in der Durchsetzung von Verkehrsregelungen unterstützen, werden in zunehmendem Maße verfügbar und erschwinglich. Ein Großteil der Verkehrsunfälle mit Todesfällen oder schweren Verletzungen wird durch das Verhalten der Fahrer verursacht – wenn der Fahrer beispielsweise unter Einfluss von Alkohol steht oder zu schnell fährt. Die oben erwähnten Technologien können diese Ursachen beheben oder stark reduzieren. In Bezug auf diese Sicherheitstechnologien könnten dieselben Probleme im Zusammenhang mit staatlichen Eingriffen auftreten, wie sie im Zusammenhang mit Fahrzeugen mit besonders hohem Schadstoffausstoß beschrieben wurden. Auch in diesem Fall kommt der Thematik weniger eine technische oder wirtschaftliche als vielmehr eine politische und soziale Bedeutung zu.

• Reduzierung von verkehrsbedingtem Lärm

Die Treibhausgasemissionen sind das beste Beispiel für eine Herausforderung der nachhaltigen Mobilität, die sowohl globale Ursachen hat als auch globale Problemlösungsstrategien erfordert. Verkehrsbedingter Lärm kann als das genaue Gegenteil betrachtet werden. Die Herausforderung liegt im lokalen Bereich und erfordert standortspezifische Ansätze, wenn das Problem effektiv und effizient gelöst werden soll.

Momentan werden an verschiedenen Orten unterschiedliche Prioritäten bei der Bekämpfung von verkehrsbedingtem Lärm gesetzt. Darüber hinaus gibt es verschiedene Vorgehensweisen für die Bewältigung dieses Problems. Es gibt aber ein übergreifendes Maßnahmenpaket, das Gemeinden als Basis für lärmreduzierende Strategien heranziehen können. Darin sind folgende Vorschläge enthalten: Die Verwendung von Straßenbelägen, welche die Geräuschentwicklung beträchtlich reduzieren; die Errichtung von Schallschutzwänden in lärmempfindlichen Gebieten; der Erlass und die Umsetzung von Bestimmungen, die es verbieten, ein Fahrzeug so umzubauen, dass es mehr

Lärm verursacht und/oder so zu betreiben, dass unnötiger Lärm verursacht wird; die kontinuierliche Verbesserung der Geräuschemissionen von Transportfahrzeugen.

• Verkehrsentlastung

Verkehrsüberlastungen können nicht vollständig eliminiert werden, ohne eine der wesentlichsten Verkehrsaufgaben zu zerstören: die Ermöglichung von Wirtschaftswachstum. Aber die Auswirkungen können beträchtlich gemindert werden. In den meisten Fällen sind Verkehrsüberlastungen – wie Lärm – ein lokales oder schlimmstenfalls regionales Problem. In manchen Fällen haben Verkehrsüberlastungen so schwerwiegende Auswirkungen, dass sie die Leistung der Transportsysteme und der Wirtschaft auf nationaler Ebene beeinträchtigen.

Wie bei der Lärmbekämpfung gibt es auch allgemeingültige Maßnahmen zur Bekämpfung der Verkehrsüberlastung. Der angemessene Einsatz dieser Maßnahmen – einzeln oder kombiniert – hängt von der jeweiligen Situation und den politischen und sozialen Umständen ab.

Eine Möglichkeit besteht darin, die Kapazität der Infrastruktur zu erhöhen, um dem nachfragebedingten Wachstum Rechnung zu tragen. Das scheint vor allem in den schnell wachsenden Stadtgebieten der Entwicklungsländer angezeigt zu sein. Im Sinne des Projekts Nachhaltige Mobilität sollte der Aufbau zusätzlicher Verkehrskapazität jedoch nie die einzige (oder primäre) Vorgehensweise für die Linderung von Verkehrsüberlastung sein. Zusätzliche Infrastrukturkapazität kann auch durch verschiedene Technologien für Intelligente Transportsysteme (ITS) geschaffen werden.

Die Planung einer Infrastruktur sollte sich zunehmend auf die Behebung der Engpässe konzentrieren, die verhindern, dass entscheidende Elemente der Verkehrsinfrastruktur effizient genutzt werden. Wo dies praktikabel und politisch akzeptabel ist, kann die gesteigerte Transportnachfrage auch dadurch aufgefangen werden, dass bestehende Mobilitätssysteme und

Infrastrukturen besser genutzt werden. Dazu werden, obwohl umstritten, zunehmend Preisgestaltungsstrategien angewandt. In Zukunft werden Einschränkungen beim Einsatz von Preisgestaltungsstrategien weniger durch technische oder wirtschaftliche Faktoren als vielmehr durch politische und soziale Faktoren bestimmt.

• Reduzierung des Mobilitätsgefälles zwischen den ärmsten und reichsten Ländern sowie innerhalb der meisten Länder

Es steht außer Frage, dass die negativen Auswirkungen, die durch eine gesteigerte Mobilität entstehen, gemindert werden müssen. Dies reicht jedoch nicht aus, um Mobilität nachhaltig zu gestalten. Für eine nachhaltige Mobilität dürfen wesentliche menschliche oder ökologische Faktoren weder in Gegenwart noch in Zukunft geopfert werden; gleichzeitig sind die Bedürfnisse der Gesellschaft, sich frei zu bewegen, Zugang zur Mobilität zu haben, zu kommunizieren, Handel zu treiben und Beziehungen aufzubauen, zu erfüllen. Nur wenn beide Voraussetzungen gegeben sind, kann Mobilität ihren unverzichtbaren Beitrag dazu leisten, den Lebensstandard der Menschen weltweit zu verbessern.

Viele Menschen werden in ihren Bemühungen, ihre Lebensbedingungen zu verbessern, durch unzureichende Mobilitätschancen behindert. In einigen der ärmsten Länder und Regionen steht den Menschen – im Vergleich zum Rest der Welt – nur ein Bruchteil der Mobilitätschancen zur Verfügung. Und in den meisten Ländern bestehen große Mobilitätsunterschiede zwischen den Durchschnittsbürgern und den Mitgliedern bestimmter Gruppen (Arme, geistig und körperlich Behinderte, ältere Menschen usw.). Dieses Mobilitätsgefälle muss überwunden werden, um Mobilität nachhaltig zu gestalten.

a) Verringerung des Mobilitätsgefälles zwischen den ärmsten Ländern und den Industrieländern

Im Vergleich zum Durchschnittsbürger eines europäischen oder asiatischen

OECD-Landes legt ein afrikanischer Durchschnittsbürger nur etwa ein Zehntel der Kilometer pro Jahr zurück. Der Referenzfall des Projekts Nachhaltige Mobilität legt die Vermutung nahe, dass sich diese Relationen voraussichtlich auch in den nächsten 50 Jahren nicht wesentlich ändern werden. Die fehlenden Mobilitätschancen, die in diesem Unterschied zum Ausdruck kommen, verdeutlichen nicht nur die mangelnden Wirtschaftsmöglichkeiten in großen Teilen Afrikas, sondern sind auch ein Hauptgrund für eben diese fehlenden Wirtschaftsmöglichkeiten. Afrika ist ein extremes – aber gewiss nicht das einzige – Beispiel dafür, wie mangelnde Mobilitätschancen die wirtschaftliche Entwicklung hemmen. Für die Überwindung dieses Mobilitätsgefälles zwischen den ärmsten Ländern dieser Welt und den Industrienationen hält es das Projekt Nachhaltige Mobilität für erforderlich, dass folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Reduzierung der Beförderungskosten in den ländlichen Gebieten der Entwicklungsländer durch die Behebung der Defizite im Zugang zur Mobilität mit einfachen Mitteln.
- Förderung der Entwicklung von preiswerten motorisierten Fahrzeugen für den Betrieb auf den in diesen Ländern typischen unbefestigten Straßen.

- Gewährleistung, dass die Bewohner der ärmsten Länder die Mobilitätschancen erhalten, die notwendig sind, um die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern, auch wenn dieser Ansatz die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen ansteigen lässt.

In *Mobilität 2001* wurde dargestellt, wie schnell die Verstädterung weltweit voranschreitet. Im Jahr 1950 lebten nur ungefähr 30% der Weltbevölkerung in Stadtgebieten. 50 Jahre später waren es fast 50%. Der Prozess der Urbanisierung wird voraussichtlich ungehindert fortschreiten. Laut Hochrechnungen der UNO werden im Jahr 2030 bis zu 60% der Weltbevölkerung in Stadtgebieten leben (vgl. *Abbildung 0.12*) (UN 2001).

Auch bei zunehmender Urbanisierung wird die Zahl der Menschen, die in den Entwicklungsländern in ländlichen Gebieten leben, weiterhin ansteigen. Mit der von der UN hochgerechneten Zahl von 3,02 Milliarden Menschen werden im Jahr 2030 mehr Menschen in den ländlichen Gebieten der Entwicklungsländer leben, als im Jahr 1950 auf der ganzen Welt.

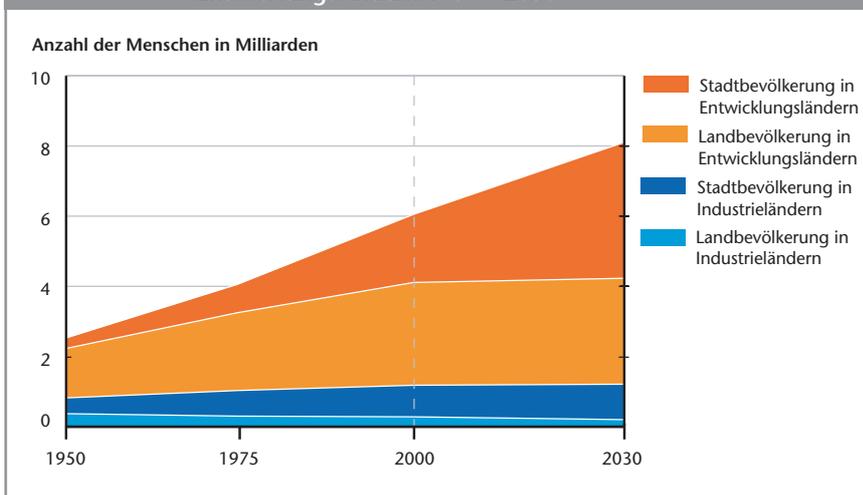
Die Bewohner vieler dieser ländlichen Gebiete haben keinen Zugang zu wesentlichen Gütern und Dienstleistungen, weil die erforderliche Mobilitätsinfrastruktur fehlt. Rund 30% aller in ländlichen Gebieten lebenden Menschen – 900

Millionen – haben nicht einmal Zugang zu festen Straßen. Diese Menschen können nicht einfach einen Arzt oder eine andere medizinische Einrichtung aufsuchen, Schulen besuchen, ihre Produkte auf dem Markt verkaufen oder Freunde und Verwandte treffen. Organisationen wie die Weltbank versuchen, den Bau von Straßen in diesen Gebieten zu fördern. Diese Bemühungen sollten unter der Bedingung unterstützt werden, dass diese neuen Straßen die Umwelt nicht übermäßig belasten.

Abgesehen von Straßen brauchen die Bewohner von abgelegenen ländlichen Gebieten auch preiswerte motorisierte Fahrzeuge, die für den Betrieb unter den oft extremen Bedingungen in diesen Teilen der Welt geeignet sind. Diese Anforderungen werden in Teilen Asiens bereits von motorisierten zwei- und dreirädrigen Fahrzeugen und einfachen, von Traktoren abgeleiteten Fahrzeugen erfüllt. Allerdings haben diese Fahrzeuge einen hohen Schadstoffausstoß und einen relativ geringen Wirkungsgrad und tragen damit wesentlich zu den Treibhausgasemissionen bei. Häufig stellen solche Fahrzeuge auch ein hohes Sicherheitsrisiko dar. Kraftfahrzeuge für diese Regionen müssen zwar nicht mit den neuesten Technologien ausgestattet sein, sollten aber über einfache Systeme zur Abgasreinigung sowie zur Verbesserung der Sicherheit verfügen.

Nach Meinung des Projekts Nachhaltige Mobilität ist die Verbesserung der Mobilitätschancen in den ärmsten Ländern ein so wichtiger Faktor für die wirtschaftliche Entwicklung, dass die daraus resultierende Zunahme der Treibhausgasemissionen von den Industrieländern nicht zum Anlass genommen werden sollte, dieser Entwicklung im Wege zu stehen. Die Industrienationen sollten vielmehr den ärmsten Ländern dabei helfen, den Anstieg ihrer verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen derart zu bremsen, dass ihre neu erlangten Mobilitätschancen erschwinglich bleiben. Wenn diese Anstrengungen nicht ausreichen, müssen sich die Industrieländer neue Wege überlegen, wie sie die steigenden Treibhausgasemissionen der ärmsten Länder auffangen können.

Abbildung 0.12 Stadt- und Landbevölkerung in Industrie- und Entwicklungsländern 1950 – 2030



Quelle: Ableitung aus UN 2001



(b) Verringerung des Mobilitätsgefälles innerhalb der meisten Länder

Signifikante Mobilitätsgefälle bestehen auch innerhalb der meisten Länder, wobei sie nicht nur Einkommens- und soziale Unterschiede widerspiegeln, sondern gleichzeitig auch dazu beitragen. In dem Maße, in dem Stadtgebiete größer werden, während gleichzeitig die Bevölkerungsdichte abnimmt, wird es zunehmend schwieriger, die bestehenden Mobilitätschancen zu erhalten, geschweige denn, sie auszubauen. Es ist jedoch notwendig, beides zu tun. Dies erfordert die Einführung gezielter Preisstrategien (niedrige Fahrpreise, die entsprechend subventioniert werden), um die effektive Nutzung der bestehenden konventionellen öffentlichen Verkehrsmittel zu fördern. Dazu gehört auch der Einsatz von gemeinnützigen Transportdiensten, um benachteiligten Bevölkerungsgruppen wie den Armen, geistig und körperlich Behinderten und Alten einen besseren Zugang zu Arbeitsstellen, sozialen Diensten, usw. zu ermöglichen.

• Erhaltung und Verbesserung der bestehenden Mobilitätschancen für die allgemeine Bevölkerung

Die heute für die allgemeine Bevölkerung in den meisten Industrieländern (und vielen Entwicklungsländern) verfügbaren Mobilitätsmöglichkeiten sind sehr viel umfassender als je zuvor. Die oben genannten Veränderungen in den urbanen Lebensstrukturen wirken sich jedoch nicht nur nachteilig auf die Mobilitätschancen

der Armen, der Alten und der körperlich und geistig Behinderten aus, sondern bedrohen auch die Mobilitätsmöglichkeiten vieler Durchschnittsbürger. Insbesondere laufen die konventionellen öffentlichen Verkehrsmittel Gefahr, ihre elementare Aufgabe in der Sicherung der Personenbeförderung nicht mehr erfüllen zu können.

Ein wesentliches Ziel für die nächsten Jahrzehnte sollte sein, diese Mobilitätsmöglichkeiten zu erhalten. Gleichzeitig muss mit der Entwicklung und Einführung neuer Mobilitätssysteme begonnen werden, die in einer zukünftigen urbanen und suburbanen Welt nachhaltig eingesetzt werden können.

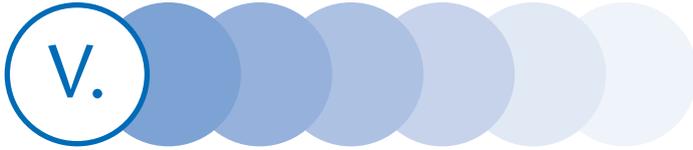
Das Projekt Nachhaltige Mobilität ist davon überzeugt, dass in vielen Stadtgebieten der Industrie- und Entwicklungsländer große Chancen für eine verbesserte Nutzung von Bus- oder busähnlichen Systemen (einschließlich gemeinnütziger Transportdienste) bestehen, mit denen die Flexibilität von straßengebundenen Beförderungssystemen genutzt werden kann. Darüber hinaus sollten Möglichkeiten genutzt werden, neue Technologien (einschließlich Antriebssysteme) und neue Informationstechnologien in diese „busähnlichen“ Systeme zu integrieren. Großes Potential liegt auch in neuen Konzepten der Kraftfahrzeughaltung und -nutzung (z.B. Car-Sharing), die in vielen Gebieten zentrale Bestandteile der Mobilitätssysteme werden können.

Auf sehr lange Sicht – fünf Jahrzehnte oder länger – müssen sich die Gesellschaften der

grundlegenden Frage stellen, wie sich ihre Mobilitätsstrukturen entwickeln sollen.

Nach Meinung einiger Experten müssen die Menschen dazu gebracht werden, in beträchtlich dichter besiedelten Gebieten zu leben, damit Mobilität nachhaltiger gestaltet werden kann. Danach wird es allein durch die Umsetzung dieses Ansatzes technologisch und finanziell möglich sein, öffentliche Verkehrsmittel noch intensiver zu nutzen, als dies heute bereits der Fall ist. Um diese Veränderung in den Lebensmustern zu erzielen, wird es notwendig sein, verschiedene Anreize (gezielte Städteplanung, die diese Muster erstrebenswert macht) mit Auflagen (deutliche Verteuerung und Erschwerung des Fahrzeugbesitzes) zu kombinieren.

Unserer Meinung nach scheint diese Strategie darauf zu beruhen, dass die Menschen dazu gezwungen werden sollen, sich den technologischen und ökonomischen Eigenschaften der Transportsysteme anzupassen. Eine alternative Strategie besteht darin, die technologischen und ökonomischen Eigenschaften von Transportsystemen den Lebensgewohnheiten der Menschen anzupassen. Die verschiedenen Kraftfahrzeugtechnologien, die wir beschreiben, scheinen über das Potential zu verfügen, diese Anpassung zu ermöglichen. Doch wie die Umsetzung und Anwendung neuen Technologien erfordert die Nutzung dieser Potentiale viel Engagement seitens einer großen Anzahl von Interessengruppen.



Die Rolle von Kernelemente, Hebeln und institutionellen Rahmenbedingungen

In unserem Bericht definieren wir ein Kernelement als etwas, was das Potential hat, Veränderungen zu bewirken, wenn es effektiv eingesetzt wird. In unserem Bericht konzentrieren wir uns dabei hauptsächlich auf Fahrzeugtechnologien und Kraftstoffe, obwohl es noch andere Kernelemente gibt. Kernelemente können jedoch nicht selbstständig handeln. Zu ihrer Aktivierung bedarf es Hebel. Das sind entweder politische Instrumente wie Preisgestaltung, Selbstverpflichtungen, Vorschriften, Subventionen, Steuern und Anreize oder Veränderungen der gesellschaftlichen Grundeinstellungen und Werte. In unserem Bericht beschreiben wir einige dieser Hebel und deren Leistungspotential.

Es gibt aber noch ein drittes Element: die institutionellen Rahmenbedingungen. Dabei handelt es sich um die ökonomischen, sozialen und politischen Institutionen, die eine bestimmte Gesellschaft ausmachen. Wir haben sie bereits erwähnt – z.B. in unserer Darstellung der Unterschiede in der Bereitschaft verschiedener Gesellschaften, Eingriffe des Staates zu akzeptieren. Dazu gehört die Durchsetzung von Bestimmungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit wie Radarkontrollen gegen Geschwindigkeitsüberschreitungen ebenso wie die automatische Meldung von Kraftfahrzeugen an Kontrollbehörden, die überhöhte konventionelle Schadstoffmengen ausstoßen. Gegen Ende dieses Überblicks werden wir uns auf dieses dritte Element konzentrieren.

Es stellt sich die Frage, warum wir auf diese institutionellen Rahmenbedingungen eingehen sollten. „Institutionen bestimmen

die Spielregeln einer Gesellschaft oder sind, genauer gesagt, von Menschen festgelegte Einschränkungen, die das menschliche Zusammenleben gestalten... In der Konsequenz bilden sie Anreize für den zwischenmenschlichen Austausch auf politischer, sozialer und ökonomischer Ebene.“ (North 1990). In unserem speziellen Kontext ist damit gemeint, dass Institutionen die Rahmenbedingungen festlegen, innerhalb derer ein Land oder eine Region bestimmen kann, welche Ziele der nachhaltigen Mobilität verfolgt werden und welche Priorität den einzelnen Zielen eingeräumt wird; welche Hebel akzeptabel sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen; wie intensiv diese Hebel eingesetzt werden können, und welche Einschränkungen für den Einsatz bestehen.

Institutionelle Rahmenbedingungen beeinflussen eine Gesellschaft in ihrer Wahl der Mobilitätsoptionen in vielerlei Hinsicht: Sie beeinflussen die Zeit und den notwendigen Aufwand, bis ein Konsens darüber gefunden wird, ob und wie offensiv ein bestimmtes Problem angegangen wird. Sie beeinflussen die Fähigkeit einer Regierung, langfristige Vorgehensweisen festzulegen und die Glaubwürdigkeit ihres Engagements darzustellen. Sie beeinflussen die Instrumente einer Regierung für die Umsetzung der Gesetze und Normen einer Gesellschaft, sowie die Art und Weise, wie diese Instrumente eingesetzt werden. Sie beeinflussen die Entscheidung, ob eine Regierung eine bestimmte Politik oder Vorgehensweise ergreifen kann oder wird, wenn der Erfolg von gemeinsamem Handeln und Vereinbarungen mit anderen Regierungen abhängt. Sie bestimmen die soziale Akzeptanz bestimmter Produkte und

Dienstleistungen ebenso wie die soziale Akzeptanz der verschiedenen Muster der Produktnutzung sowie der Bandbreite der tolerierten Nutzungsmuster. Sie beeinflussen die Zuweisung von Verantwortung und Kosten innerhalb der Gesellschaft, um ein gewünschtes Ergebnis zu erreichen. Sie fördern oder hemmen die freiwillige Zusammenarbeit von bestimmten Interessengruppen.

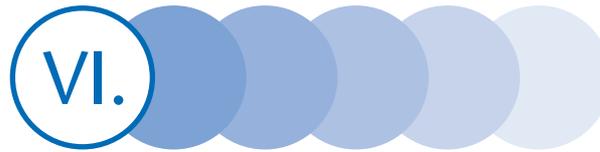
Kurzum, sie bestimmen, ob und wie nachhaltige Mobilität erreicht werden kann.

Wenn nachhaltige Mobilität erreicht werden soll, dann müssen fast immer Veränderungen bei den Transportsystemen für Personen und Güter vorgenommen und die Art und Weise verändert werden, wie die Gesellschaft diese Systeme nutzt. Ausmaß und Art der notwendigen Veränderungen können großen Druck auf die politischen, kulturellen und ökonomischen Institutionen einer Gesellschaft ausüben. Hier sind einige Beispiele: Für manche Ansätze müssen Regierungen eine politische Richtung einschlagen, die zuvor als undurchführbar oder politisch unakzeptabel galt. Andere Ansätze erfordern eine sehr langfristige Verpflichtung der Regierungen (mehr als 50 Jahre). Wieder andere erfordern, dass die Menschen ein Maß an staatlichen Eingriffen hinnehmen müssen, das in der Vergangenheit als nicht akzeptabel galt. Manche Ansätze erfordern, dass die Regierungen in einem Umfang Gelder investieren (z.B. in die Infrastruktur), der bisher als unkonventionell oder nicht durchsetzungsfähig angesehen wurde. Es kann auch notwendig sein, bestimmte Teile

der Bevölkerung anderen gegenüber zu begünstigen. Es mag erforderlich sein, dass bestimmte Gesellschaftsgruppen Einschränkungen ihrer schon lange bestehenden gesetzlichen Rechte hinnehmen müssen. Wieder andere Ansätze erfordern eine Zusammenarbeit zwischen bestimmten Gesellschaftsgruppen in einer Art und Weise, die bisher als unzumutbar galt. Und schließlich sind Ansätze denkbar, bei denen die traditionellen Kauf- und Nutzungsmuster bei bestimmten Produkten beträchtlich beeinflusst (oder außer Kraft gesetzt) werden.

Es gibt keine Garantie dafür, dass verschiedene Gesellschaften in der Lage (oder gewillt) sind, diese Veränderungen umzusetzen. Wenn eine Gesellschaft eine Diskrepanz zwischen einem von ihr für wichtig erklärten Ziel und ihrer Bereitschaft (oder Fähigkeit), die zur Zielerreichung notwendigen Hebel zu betätigen, erkennt, dann steht sie vor einem Dilemma. Sie kann bestimmte politische Ansätze oder Bemühungen für „undenkbar“ erklären und damit die Umsetzung der Ziele implizit (oder explizit) aufgeben. Sie kann aber auch das Risiko eingehen, eine Politik zu verfolgen, die für verschiedene Gruppen „schwer“ zu akzeptieren ist, und danach versuchen, die Akzeptanz zu fördern (oder zu erzwingen). Die Gesellschaft kann versuchen, die Akzeptanz bestimmter politischer Maßnahmen auf verschiedene Arten zu ändern: durch Öffentlichkeitsarbeit, durch die Einbeziehung von Interessengruppen in die Gestaltung der Maßnahmen oder durch das Versprechen, die wirklichen oder vermeintlichen „Verlierer“ zu entschädigen.

Der Weg zur nachhaltigen Mobilität erfordert, dass den institutionellen Rahmenbedingungen genau so viel Aufmerksamkeit entgegen gebracht wird wie dem Potential von Kraftfahrzeugtechnologien oder Kraftstoffen oder der theoretischen „Effektivität“ oder „Ineffektivität“ einer bestimmten politischen Maßnahme.



Beiträge der Unternehmen zur Zielerreichung

Die meisten der in diesem Bericht beschriebenen Probleme sind für unsere Unternehmen nicht neu. Es wird festgestellt, dass wir durch die Entwicklung von entsprechenden Kraftstoffen und Kraftfahrzeugen in der Reduzierung von verkehrsbedingten konventionellen Emissionen beträchtliche Fortschritte erzielt haben und in den Industrieländern auf dem besten Wege sind, diese Probleme zu lösen. Unsere Unternehmen sind an Programmen beteiligt, die sich mit Verkehrssicherheitsthemen beschäftigen; dazu gehören aktive Sicherheitssysteme in Kraftfahrzeugen, Fahrertrainingprogramme, beispielsweise an Schulen, sowie eine breite Palette an Fortbildungsprogrammen für Fahrer, Passagiere und Fußgänger.

Bei den Treibhausgasen stehen wir vor einer komplexeren Aufgabe, wenn wir nicht nur die Emissionen unserer eigenen Geschäftstätigkeit reduzieren wollen, sondern uns der viel größeren Herausforderung stellen, die Emissionen unserer Produkte – Kraftstoffe und Kraftfahrzeuge – im Betrieb durch unsere Kunden zu senken. Das Hauptziel liegt darin, den Kraftstoffverbrauch unserer Produkte zu senken und gleichzeitig zukünftige Kraftstoffe und Kraftfahrzeuge zu entwickeln, die kohlenstoffneutral sind. Das bedeutet sowohl Wettbewerb als auch Zusammenarbeit: unsere Unternehmen sind beispielsweise an gemeinsamen Initiativen wie der California Fuel Cell Partnership sowie an Demonstrationsprojekten beteiligt, die in Industrie- und Entwicklungsländern mit wasserstoffbetriebenen und Brennstoffzellenfahrzeugen laufen.

Die außergewöhnliche Bedeutung des Transportwesens für unsere Gesellschaften

und die Tatsache, dass verkehrsbezogene Entscheidungen Auswirkungen auf nahezu alles haben, was in diesen Gesellschaften geschieht, heißt, dass unsere Möglichkeiten, in vielen Bereichen unabhängig zu handeln, äußerst beschränkt sind.

Zur Reduzierung der konventionellen Emissionen können wir weiterhin die Effektivität und Zuverlässigkeit der Abgasreinigungsanlagen in unseren Fahrzeugen verbessern. Wir können die offensiven Bemühungen unterstützen, Kraftfahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß zu identifizieren und zu veranlassen, dass diese Fahrzeuge repariert oder abgemeldet werden. In den Entwicklungsländern können wir uns darum bemühen, die Kosten für Abgasreinigungsanlagen zu reduzieren und gleichzeitig die Widerstandsfähigkeit solcher Anlagen gegen mangelhafte Wartung und schlechte Kraftstoffqualität zu steigern. Wir können außerdem daran arbeiten, die zusätzlichen Kosten zu senken und die Verfügbarkeit von notwendigen Kraftstoffen zu steigern. Wir können unsere Kunden nicht dazu zwingen, ihre Fahrzeuge angemessen warten zu lassen oder ihre alten, umweltverschmutzenden Fahrzeuge auszumustern, um sie durch neue, umweltfreundlichere zu ersetzen. Das können nur Regierungen. Bei einer solchen Entscheidung müssen Regierungen allerdings mehr Faktoren berücksichtigen als lediglich die Effektivität von Abgasreinigungsanlagen.

Auch unsere Möglichkeiten bei der Umsetzung des Ziels, verkehrsbedingte Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau zu senken, sind



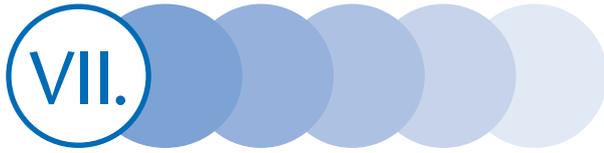
begrenzt. Wir können und werden weiterhin etablierte Technologien verbessern und neue Technologien entwickeln und einsetzen. Vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus können wir es jedoch nicht rechtfertigen, dass Kraftfahrzeuge gebaut werden, die von unseren Kunden nicht gekauft werden. Wir können auch keine Kraftstoffe herstellen oder vertreiben, für die es nur eine geringe oder gar keine Nachfrage gibt. Wenn die Kosten der Fahrzeuge und Kraftstoffe, die für die Senkung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen notwendig sind, die Zahlungsbereitschaft unserer Kunden übersteigen, die Gesellschaft aber die Ergreifung bestimmter Maßnahmen fordert, dann ist es an den Regierungen, die nötigen Anreize für uns oder unsere Kunden zu schaffen, um es uns zu ermöglichen, diese Kraftfahrzeuge und Kraftstoffe verfügbar zu machen. Wir können uns an der öffentlichen Diskussion beteiligen, wir können die Regierungen dazu auffordern, solche Anreize zu schaffen, und wir können ihnen dabei

helfen zu verstehen, welche Anreize effektiv sind und welche nicht. Im Bereich der modernen Technologien und Kraftstoffe können wir untereinander und mit den Regierungen zusammenarbeiten, um Verständnis dafür zu schaffen, was technisch machbar ist. Wir können außerdem daran arbeiten, die technologischen und ökonomischen Unsicherheiten auszuräumen, die im Bericht ausführlich beschrieben werden.

Im Bereich der Verkehrssicherheit können wir den Einsatz von geeigneten und effektiven sicherheitsbezogenen Kraftfahrzeugtechnologien unterstützen. Wir können eine offensivere Durchsetzung von Verkehrsgesetzen unterstützen. Wir können Programme auflegen, um Autofahrern zu zeigen, wie sie ihre Fahrzeuge sicherer lenken, und gefährdeten Verkehrsteilnehmern beibringen, wie sie sich schützen können. Wir können den Bau einer Infrastruktur unterstützen, die motorisierte Fahrzeuge und gefährdete Verkehrsteilnehmer voneinander trennt und

Autofahrer dazu anhält, ihre Geschwindigkeit an Straßen- und Ortsverhältnisse anzupassen. In vielen Fällen haben wir jedoch auf die Sicherheit, mit der unsere Kunden unsere Produkte nutzen, noch weniger Einfluss als auf die Emissionen.

Das extremste Beispiel für unsere begrenzten Einflussmöglichkeiten ist die Verringerung des oben beschriebenen Mobilitätsgefälles. Wir können die Bemühungen der Weltbank und anderer Organisationen unterstützen, Menschen in den ländlichen Gebieten der ärmsten Länder Zugang zu Straßen zu ermöglichen. Wir können diese Straßen jedoch nicht selbst bauen. Wir können die Bemühungen unterstützen, neue Ansätze voranzutreiben, um verbesserte Mobilitätsmöglichkeiten in Stadtgebieten zur Verfügung zu stellen, wie z.B. Car-Sharing, gemeinnützige Transportdienste und neue Mobilitätssysteme. Wir haben jedoch wenig Einfluss darauf, ob die Gesellschaften solche Ansätze annehmen, oder ob diese Ansätze erfolgreich umgesetzt werden können.



Ausblick

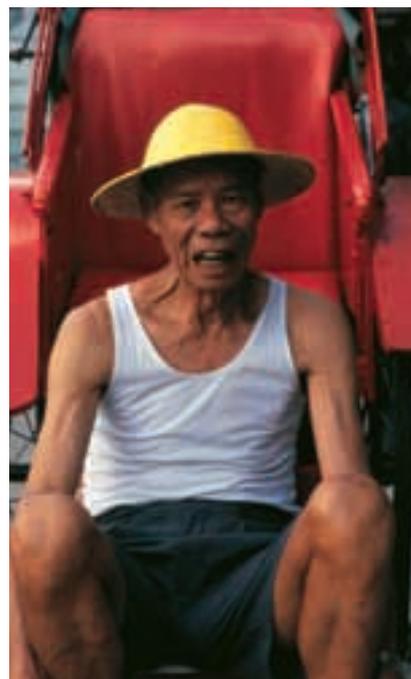
Die Zusammenarbeit in diesem Projekt hat das Verständnis unserer Unternehmen für die kritischen Themen erweitert, die auf dem Weg zu nachhaltigeren Mobilitätsmustern in Angriff genommen werden müssen. Darüber hinaus haben alle Beteiligten eine größere Klarheit in Bezug auf die möglichen Lösungen gewonnen – und was getan werden muss, um diese Lösungen umzusetzen.

Ein wichtiges Ziel dieses Berichts ist es, als Katalysator die Agenda der nachhaltigen Mobilität in den Unternehmen voranzutreiben. Bei der Überprüfung der Ergebnisse ihrer Arbeit vor der Veröffentlichung dieses Berichts haben die Unternehmen die Möglichkeiten erwogen, die Ziele über ihre bereits umfangreichen und vielfältigen Aktivitäten hinaus schneller umzusetzen. Natürlich gibt es noch zahlreiche andere Möglichkeiten, die jedoch vernünftigerweise das Ergebnis umfangreicher Beratungen sowohl innerhalb der Unternehmen als mit anderen Unternehmen sein sollten. Wir müssen uns daher sowohl intern als auch mit anderen Interessengruppen beraten, um zu entscheiden, worauf und wie wir unsere Aktivitäten konzentrieren sollten. Dazu fühlen wir uns verpflichtet, weil wir sowohl die zwingenden Notwendigkeiten als auch die Chancen, die in diesem Bericht dargestellt sind, erkannt haben. Die Ziele verdeutlichen den Fokus und anerkennen der Zeitrahmen und die Vielfalt der Optionen.

Neben dem Bericht selbst stellen wir auch die zugrundeliegenden Arbeiten und Unterlagen zur Verfügung, auf denen unser Bericht aufbaut, einschließlich der Szenarien, die wir für unsere Prognosen verwendet haben. (Diese Szenarien werden am Ende des zweiten Kapitels kurz

beschrieben.) Außerdem stellen wir das Kalkulationsmodell und die Dokumentation zur Verfügung, die wir gemeinsam mit der IEA erarbeitet haben. Wir glauben, dass wir damit eine Grundlage für andere geschaffen haben, die in dieser Richtung weiterarbeiten möchten.

Die Vorstandsvorsitzenden unserer Unternehmen heben im Vorwort des Berichts hervor, dass verbesserte Mobilität entscheidend für den Fortschritt ist. Die möglichen Auswirkungen, die daraus entstehen, müssen bewältigt werden. Es ist bereits viel erreicht worden, und wir entwickeln nun ein klareres Verständnis dafür, wie die Ansätze, die zu nachhaltiger Mobilität führen, besser umgesetzt werden können. Für uns und hoffentlich auch für andere wird die Arbeit dieses Projekts ein wichtiger Beitrag sein. Wir werden weiterhin mit anderen zusammenarbeiten, um den möglichen Fortschritt erreichen zu können.



Bibliografie

Babiker, Bautista, Jacoby, and Reilly 2000. *Mustafa Mustafa H. Babiker, Melanie E. Bautista, Henry D. Jacoby und John M. Reilly: „Effects of Differentiating Climate Policy by Sector: A United States Example“.* MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 61, Mai 2000

EUWTW 2004.

CONCAWE, EUCAR und Joint Research Center of the European Commission: "Well-To-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context: Well to Wheels Report, Version 1b", Januar 2004.

FKA 2002.

Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen Body Department: "Lightweight Potential of an Aluminum Intensive Vehicle: Final Report," Projektnummer 24020, Aachen, Dezember 2002.

IAPI 2000.

International Primary Aluminum Institute, Life Cycle Working Committee: "Aluminum Applications and Society, Life Cycle Inventory of the Worldwide Aluminum Industry With Regard to Energy Consumption and Emissions of Greenhouse Gases – Paper 1 – Automotive", Mai 2000

IEA 2002.

International Energy Agency, World Energy Outlook 2002, OECD/IEA, Paris 2002.

Koornstra 2003.

Matthijs Koornstra, "The Prospects for Mobility Becoming Sustainable-Safe if Present Trends Continue," Beitrag für das Projekt Nachhaltige Mobilität des WBCSD, 15. Dezember 2003, un-veröffentlicht.

North 1990.

Douglas C. North: "Institutions, Institutional Change, and Economic Performance", Cambridge University Press, Cambridge UK, zitiert in Daron Acemoglu, Simon Johnson and James Robinson: "Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth", NBER Working Paper 10481, Mai 2004.

SMP 2001.

Mobilität 2001: World Mobility at the End of the Twentieth Century and its Sustainability, WBCSD Sustainable Mobility Project, Genf, 2001.

UN 2001.

"World Urbanization Prospects: The 1999 Revision", Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Vereinte Nationen, New York, 2001.

Wood 2004.

Richard M. Wood: "Impact of Advanced Aerodynamic Technology on Transportation Energy Consumption," SAE Technical Paper Series, 2004-01-1306, März 2004.

Glossar: Begriffe, Abkürzungen und Akronyme

Bar – Maßeinheit für den Luftdruck; 1 bar = 14,5 lbs/square inch.

Biodiesel – ein Kraftstoff aus Pflanzenöl. Auch bekannt unter dem Namen Fettsäure-Methylester (FAME).

Biokraftstoffe – Kraftstoffe aus Biomasse wie z. B. Getreide, Sojabohnen, Zucker, Pappel, Weide und Rutenhirse, aus Landwirtschafts- und Forstabfällen sowie aus Deponiegas und Haushaltsabfällen.

Brennstoffzelle – ein elektrochemisches Gerät, das die chemische Energie eines Kraftstoffes (Wasserstoff) und eines Oxidationsmittels (Sauerstoff) fortlaufend, ohne Verbrennung und direkt in elektrische Energie und Wärme umwandelt.

CONCAWE – Conservation of Clean Air and Water in Europe.

Dampf-Methan-Reformierung – ein Prozess, bei dem Dampf mit einer Temperatur von 700 – 1.100°C bei 3 – 25 bar Druck mit Methangas in einem Reaktor mit Katalysator vermischt wird.

Elektrochemisch – die Herstellung von Strom durch chemische Reaktionen.

Erdgas – eine Mischung aus Kohlenwasserstoffverbindungen, hauptsächlich Methan (CH₄), die gasförmig oder als Lösung mit Erdöl in natürlichen unterirdischen Lagern unter den jeweiligen Bedingungen vorkommen.

Ethanol (C₂H₅OH) – ein klarer, farbloser, entzündlicher und mit Sauerstoff angereicherter Kohlenwasserstoff.

EU-15 – die 15 Mitgliedsstaaten der Europäische Union vor der Erweiterung 2004.

EU-25 – EU-15 plus die zehn Länder, die 2004 beigetreten sind.

EUCAR – European Council For Automotive Research & Development.

FT-Benzin – ein flüssiger Kraftstoff, der mit dem Fischer-Tropsch-Verfahren aus Erdgas hergestellt und in Ottomotoren eingesetzt wird.

F-T diesel – ein flüssiger Kraftstoff, der mit dem Fischer-Tropsch-Verfahren aus Erdgas hergestellt und in Dieselmotoren eingesetzt wird.

Gemeinnützige Transportdienste – alle Formen öffentlicher oder privater Massenverkehrsmittel, im Bereich zwischen Pkw und herkömmlichen öffentlichen Verkehrsmitteln.

HEV – hybrid-elektrisches Kraftfahrzeug.

Hybridisierung – die Verwendung von mehreren Antrieben (z. B. Ottomotor und ein oder mehrere Elektromotoren) zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs.

IEA – Internationale Energieagentur.

Intelligente Transportsysteme (ITS) – Transportkraftfahrzeuge und -infrastrukturen mit einer großen Bandbreite an drahtlosen und drahtgebundenen Kommunikationssystemen, Steuerungen und elektronischen Technologien zur Überwachung und Lenkung des Verkehrsflusses, zur Reduzierung von Verkehrsüberlastungen, zur Berechnung von alternativen Reiserouten, usw.

Kohlenstoffneutral – ausgeglichene Kohlendioxidbilanz.

Kohlenstoffsequestrierung – die Lagerung kohlenstoffhaltiger Substanzen (z. B. CO₂) in einem Speicher.

Konventionelle Schadstoffe – im Allgemeinen Emissionen von Kohlenmonoxid (CO), Stickoxiden (NO_x), Partikeln (PM), Schwefeloxiden (SO_x) und unverbranntem Kohlenwasserstoff (HC) – letztere sind u.a. auch als flüchtige organische Verbindungen (VOCs) bekannt.

Kraftfahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß – Kraftfahrzeuge mit weitaus höheren konventionellen Emissionen, als zum Zeitpunkt der Zulassung im Rahmen der Abgasnormen erlaubt war.

Kraftstoffinfrastruktur – Systeme zur Verteilung von Kraftstoff, vom Produktionsort bis zum einzelnen Transportfahrzeug.

Lignozellulose – verschiedene Verbindungen von Lignin und Zellulose, unter anderem der Hauptteil von holzigen Zellwänden von Pflanzen.

Methanol (CH₃OH) – ein farbloser, hoch toxischer Kohlenwasserstoff.

Motorisierte zwei- und dreirädrige Fahrzeuge – Transportmittel mit zwei oder drei Rädern, angetrieben von einem beliebigen Verbrennungs- oder Elektromotor. Dazu gehören auch Motorräder und -roller.

Personenwagen – Pkw und andere leichte Fahrzeuge für den Individualverkehr. Zwei- und dreirädrige Fahrzeuge sind in dieser Kategorie nicht enthalten.

Rohstofflogistik – das Zusammentragen von Rohstoffen für die Kraftstoffproduktion.

Rollwiderstand – ein Messwert zur Berechnung des Widerstands, der erzeugt wird, wenn ein Reifen auf der Straßenoberfläche rollt.

Schallschutzwände – in der Nähe von Straßen, Eisenbahnschienen oder Flughäfen errichtete Strukturen zur Senkung des Lärms, der durch die jeweiligen Fahrzeuge verursacht wird.

Schlechtwegregionen – schwierige Betriebsbedingungen auf unbefestigten Straßen, unzureichend instandgehaltenen Straßen und Wegen.

Schwere Straßenfahrzeuge – im Allgemeinen

Lastkraftwagen, die größer als kleine Transporter sind (z. B. mittelschwere und schwere Lastkraftwagen), Überlandbusse und Nahverkehrsbusse.

Schweröl – schwere Erdölprodukte, die für den Antrieb von großen Schiffen verwendet werden.

SUV – Sport Utility Vehicle (Geländewagen)

Treibhausgase – hauptsächlich Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Distickstoffmonoxid (N₂O), Methan (CH₄) und Ozon (O₃).

Wasserelektrolyse – die Wasserstoffproduktion aus Wasser unter Verwendung von Strom.

WTW (Well-To-Wheels) – eine Methode zur Messung von Treibhausgasemissionen, die sowohl Emissionen aus der Gewinnung, Produktion und Distribution der Transportkraftstoffe (auch als „Well-to-Tank“ oder WTT bezeichnet) einschließt, als auch Emissionen, die beim Verbrauch des Kraftstoffs durch das Fahrzeug entstehen (auch als „Tank-to-Wheels“ oder TTW bezeichnet).

WBCSD CONTACTS:

Project Director: Per Sandberg,
Per.Sandberg@hydro.com
Communication Manager: Tony Spalding,
spalding@wbcسد.org
Project Officer: Claudia Schweizer,
schweizer@wbcسد.org

LEAD CONSULTANT CONTACT:

George Eads, Charles Rivers Associates,
geads@crai.com

COMPANY CONTACTS:



Charles Nicholson,
nicholcc@bp.com



Ulrich Müller,
ulrich.dr.mueller@daimlerchrysler.com



Niel Golightly,
ngolight@ford.com



Lewis Dale,
lewis.dale@gm.com



Takanori Shiina,
takanori_shiina@n.t.rd.honda.co.jp



Erik Sandvold,
erik.sandvold@hydro.com



Patricia Le Gall,
patricia.le-gall@fr.michelin.com



Hiromi Asahi,
h-asahi@mail.nissan.co.jp



Catherine Winia van Oudorp,
catherine.winia-van-oudorp@renault.com



Mark Gainsborough,
M.Gainsborough@shell.com



Masayo Hasegawa,
masayo_hasegawa@mail.toyota.co.jp



Horst Minte,
horst.minte@volkswagen.de

Informationen über den WBCSD

Der World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ist ein Zusammenschluss von 170 internationalen Unternehmen, die das gemeinsame Ziel der nachhaltigen Entwicklung mit den drei Säulen Wirtschaftswachstum, ökologisches Gleichgewicht und sozialer Fortschritt verfolgen.

Unsere Mitglieder stammen aus mehr als 35 Ländern und sind in 30 wichtigen Industriezweigen tätig. Der WBCSD verfügt außerdem über ein weltweites Netzwerk aus 50 nationalen und regionalen Wirtschaftsbeiräten und Partnerorganisationen, denen rund 1000 führende Persönlichkeiten aus der Wirtschaft angehören.

Unsere Mission

Der WBCSD übernimmt auf dem Weg zu einer Nachhaltigen Entwicklung die Rolle eines Katalysators. Er treibt die effiziente Nutzung von Ressourcen, die Innovation und soziale Verantwortung von Unternehmen voran.

Unsere Ziele

Vor diesem Hintergrund haben wir die folgenden Ziele und strategischen Ausrichtungen formuliert:

Marktführerschaft

- > Vorreiterrolle als Berater von Unternehmen zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung

Strategieentwicklung

- > Mitarbeit bei der Entwicklung politischer Richtlinien zur Schaffung von Rahmenbedingungen, innerhalb derer die Unternehmen einen effektiven Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung leisten können

Best Practice

- > Dokumentation des wirtschaftlichen Fortschritts in den Bereichen Umwelt- und Ressourcenmanagement, sozialer Verantwortung von Unternehmen sowie Informationsaustausch über best practice Beispiele unserer Mitgliedsunternehmen

Globaler Wirkungskreis

- > Unterstützung einer nachhaltigen Zukunft für Entwicklungs- und Schwellenländer

Das Projekt Nachhaltige Mobilität

Das Projekt Nachhaltige Mobilität wird von Mitgliedern des World Business Council for Sustainable Development (<http://www.wbcسد.org>) getragen. Das Projekt erarbeitet eine globale Vision der nachhaltigen Mobilität von Menschen, Gütern und Dienstleistungen im Straßenverkehr. Es werden mögliche Wege zur nachhaltigen Mobilität aufgezeigt, mit denen ökologische und ökonomische Problemkomplexe in Angriff genommen werden, wenn die Gesellschaft bereit ist, diese Probleme anzuerkennen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Vorbehaltserklärung

Der Bericht *Mobilität 2030* ist das Ergebnis der Zusammenarbeit von leitenden Mitarbeitern der zwölf Mitgliedsunternehmen. Das Projekt wird als mitgliedergetragene Initiative vom WBCSD gefördert und durch das WBCSD Sekretariat unterstützt. Wie bei anderen WBCSD-Projekten haben Interessengruppen weltweit einen entscheidenden Beitrag zu diesem Projekt geleistet. Das Projekt wurde mit Hilfe der Charles River Associates und mehrerer anderer Berater vorbereitet. Der Bericht wurde von allen Projektmitgliedern geprüft, um eine größtmögliche Übereinstimmung in den wichtigsten Ansichten und Aspekten sicherzustellen. Es wurde ein beachtliches Maß an Konsens erreicht; dies bedeutet jedoch nicht, dass alle 12 Unternehmen unbedingt jeder Aussage dieses Berichts zustimmen.

Bestellung von Publikationen:

WBCSD c/o SMI (distribution services) Ltd

P.O. Box 119, Stevenage SG1 4TP, Hertfordshire, England

Telefon: + 44 1438 748 111, Fax: +44 1438 748 844

E-Mail: wbcسد@earthprint.com oder im Internet: <http://www.earthprint.com>

Diese Publikation ist außerdem auf der WBCSD-Website online verfügbar:

<http://www.wbcسد.org/web/mobilitypubs.htm>

Gedruckt auf chlorfreiem Papier von Seven, England

Copyright© World Business Council for Sustainable Development, Juli 2004

ISBN: 2-940240-60-4

