

Mobilität 2001



ein Überblick



World Business Council for
Sustainable Development



Mobilität 2001

ein Überblick

Nahezu in der gesamten Geschichte der Menschheit bedeutete „Mobilität“, dass Menschen und Güter in der Geschwindigkeit fortbewegt wurden, in der ein Mensch gehen, ein Pferd galoppieren, ein Ochse einen Karren ziehen oder ein durch Segel oder Ruder angetriebenes Boot durch das Wasser bewegt werden konnte. Erst im neunzehnten Jahrhundert hat die Menschheit sich die Dampfenergie nutzbar gemacht und zum Transportieren von Gütern und Menschen bei weitaus höheren Geschwindigkeiten eingesetzt. Die Erfindung von mit Erdölprodukten betriebenen Motorfahrzeugen am Ende des neunzehnten Jahrhunderts und des Flugzeugs zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts boten bis dahin ungeahnte Möglichkeiten, was die Geschwindigkeit und Flexibilität der Fortbewegung betraf. Die Straßenführung unterlag nicht den rigiden Einschränkungen wie die Bahnschiene, und Flugzeuge benötigten lediglich eine Start- und Landebahn.

Das zwanzigste Jahrhundert wurde als Folge dieser Erfindungen zum „goldenen Zeitalter“ der Mobilität. Der Umfang der Personenbeförderung und das Volumen der transportierten Güter erfuhren eine beispiellose Wachstumsrate. Für Personen, die in den vergangenen Jahrhunderten in der Regel ihr gesamtes Leben in einem Umkreis von 100 km zu ihrem Geburtsort verbracht hätten, war es am Ende des zwanzigsten

Jahrhunderts selbstverständlich, in Geschäftsangelegenheiten oder zu ihrem Vergnügen in ferne Kontinente zu reisen. Rohstoffe, Fertigprodukte und Lebensmittel vom anderen Ende der Erde waren nun allgemein erhältlich.

Nicht alle Bevölkerungsteile und geographischen Regionen hatten den gleichen Anteil an dieser Mobilitätsexpansion des zwanzigsten Jahrhunderts. Gegen Ende des Jahrhunderts konnte der Durchschnittsbürger einer der reicheren Nationen so tun, als ob Entfernungen mehr oder weniger irrelevant seien. Für den Durchschnittsbürger der meisten ärmeren Nationen der Welt hatte sich der Transport von Mensch und Gütern jedoch gegenüber seinen Vorfahren im wesentlichen nicht geändert. Selbst innerhalb eines Landes konnte der Zugang zu Mobilität für Personen unterschiedlicher Altersgruppen, ethnischer Abstammung und Einkommensklasse erheblich variieren. Unabhängig von dem durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommen eines Landes verfügten die wohlhabenderen Bürger in der Regel über größere Mobilität als die ärmeren Bürger. Sie konnten eher die Vorteile genießen, die diese Mobilität mit sich brachte - Urlaub im Ausland, Wohnungen oder Häuser außerhalb der dichtbevölkerten Innenstädte. Darüber hinaus konnten sie eher die negativen Konsequenzen der Mobilität vermeiden - Verkehrsüberlastung,

Umweltverschmutzung, Verletzungen und Tod durch Verkehrsunfälle usw.

Die größere Mobilität schuf zwar erhebliche Vorteile, sie barg in sich jedoch auch wesentliche negative Konsequenzen. Dies gilt nicht allein für die Mobilitätszunahme im zwanzigsten Jahrhundert. Bereits lange vor dem Aufkommen des Automobils, der Eisenbahn oder des Flugzeugs führte der Wunsch nach mehr Mobilität zu Problemen mit Überlastung und Umweltverschmutzung in den dichtbevölkerten Stadtgebieten. Menschen wurden bei Unfällen mit von Pferden oder Ochsen gezogenen Fahrzeugen oder durch Segel oder Ruder angetriebenen Booten getötet und verletzt. In der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts zeigten sich jedoch bestimmte negative Konsequenzen der größeren Mobilität auf regionaler und sogar globaler Ebene.

Die Hunderte Millionen von Kraftfahrzeugen antreibenden Verbrennungsmotoren stießen Schadstoffe aus, durch die sich die Luftqualität zunehmend verschlechterte. Entdeckung, Gewinnung, Transport und Raffination der für den Betrieb der Transportfahrzeuge verwendeten Kraftstoffe begannen, der Umwelt in wachsendem Maße Schaden zuzufügen. Der Lärm von Flugzeugen, die Menschen und Güter

photographs: copyright 2001
Daniela and Michael Kovara

Nahezu in der gesamten Geschichte der Menschheit bedeutete „Mobilität“, dass Menschen und Güter in der Geschwindigkeit fortbewegt wurden, in der ein Mensch gehen, ein Pferd galoppieren, ein Ochse einen Karren ziehen oder ein durch Segel oder Ruder angetriebenes Boot durch das Wasser bewegt werden konnte. Erst im neunzehnten Jahrhundert hat die Menschheit sich die Dampfenenergie nutzbar gemacht und zum Transportieren von Gütern und Menschen bei weitaus höheren Geschwindigkeiten eingesetzt. Die Erfindung von mit Erdölprodukten betriebenen Motorfahrzeugen am Ende des neunzehnten Jahrhunderts und des Flugzeugs zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts boten bis dahin ungeahnte Möglichkeiten, was die Geschwindigkeit und Flexibilität der Fortbewegung betraf. Die Straßenführung unterlag nicht den rigiden Einschränkungen wie die Bahnschiene, und Flugzeuge benötigten lediglich eine Start- und Landebahn.

Das zwanzigste Jahrhundert wurde als Folge dieser Erfindungen zum „goldenen Zeitalter“ der Mobilität. Der Umfang der Personenbeförderung und das Volumen der transportierten Güter erfuhren eine beispiellose Wachstumsrate. Für Personen, die in den vergangenen Jahrhunderten in der Regel ihr gesamtes Leben in einem Umkreis von 100 km zu ihrem Geburtsort verbracht hätten, war es am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts selbstverständlich, in Geschäftsangelegenheiten oder zu ihrem Vergnügen in ferne Kontinente zu reisen. Rohstoffe, Fertigprodukte und Lebensmittel vom anderen Ende der Erde waren nun allgemein erhältlich.

Nicht alle Bevölkerungsteile und geographischen Regionen hatten den gleichen Anteil an dieser Mobilitätsexpansion des zwanzigsten Jahrhunderts. Gegen Ende des Jahrhunderts konnte der Durchschnittsbürger einer der reicheren Nationen so tun, als ob Entfernungen mehr oder weniger

irrelevant seien. Für den Durchschnittsbürger der meisten ärmeren Nationen der Welt hatte sich der Transport von Mensch und Gütern jedoch gegenüber seinen Vorfahren im wesentlichen nicht geändert. Selbst innerhalb eines Landes konnte der Zugang zu Mobilität für Personen unterschiedlicher Altersgruppen, ethnischer Abstammung und Einkommensklasse erheblich variieren. Unabhängig von dem durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommen eines Landes verfügten die wohlhabenderen Bürger in der Regel über größere Mobilität als die ärmeren Bürger. Sie konnten eher die Vorteile genießen, die diese Mobilität mit sich brachte - Urlaub im Ausland, Wohnungen oder Häuser außerhalb der dichtbevölkerten Innenstädte. Darüber hinaus konnten sie eher die negativen Konsequenzen der Mobilität vermeiden - Verkehrsüberlastung, Umweltverschmutzung, Verletzungen und Tod durch Verkehrsunfälle usw.

Die größere Mobilität schuf zwar erhebliche Vorteile, sie barg in sich jedoch auch wesentliche negative Konsequenzen. Dies gilt nicht allein für die Mobilitätszunahme im zwanzigsten Jahrhundert. Bereits lange vor dem Aufkommen des Automobils, der Eisenbahn oder des Flugzeugs führte der Wunsch nach mehr Mobilität zu Problemen mit Überlastung und Umweltverschmutzung in den dichtbevölkerten Stadtgebieten. Menschen wurden bei Unfällen mit von Pferden oder Ochsen gezogenen Fahrzeugen oder durch Segel oder Ruder angetriebenen Booten getötet und verletzt. In der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts zeigten sich jedoch bestimmte negative Konsequenzen der größeren Mobilität auf regionaler und sogar globaler Ebene.

Die Hunderte Millionen von Kraftfahrzeugen antreibenden Verbrennungsmotoren stießen Schadstoffe aus, durch die sich die Luftqualität zunehmend verschlechterte. Entdeckung, Gewinnung, Transport und

Raffination der für den Betrieb der Transportfahrzeuge verwendeten Kraftstoffe begannen, der Umwelt in wachsendem Maße Schaden zuzufügen. Der Lärm von Flugzeugen, die Menschen und Güter an ferne Ziele beförderten, belästigte Millionen von Menschen. Und gegen Ende des Jahrhunderts wurde allgemein zugegeben, dass durch die Emission von Kohlendioxid aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, von der ein großer Anteil transportbedingt ist, das Klima des Planeten verändert wurde.

Die zweite Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts erfuhr außerdem eine Urbanisierung von bisher nicht gekannten Ausmaßen in den Entwicklungsländern sowie eine Suburbanisierung vieler Städte in den Industrieländern. Die Städte einiger Entwicklungsländer schienen beinahe über Nacht vom Zeitalter des Pferdes, Karrens und Fahrrads in das Zeitalter des Kraftfahrzeugs und Düsenjets zu wechseln. Dadurch wuchs nicht nur die Zahl der Menschen, die durch Kraftfahrzeuge verursachter Luftverschmutzung, Verkehrsstaus, Lärm und Unfällen ausgesetzt waren; dadurch nahm auch die Nachfrage der Welt nach Energie erheblich zu. Durch die Suburbanisierung leerten sich die Innenstädte vieler erschlossener Städte der Industrieländer, da die Menschen der Verschmutzung und Überlastung der Städte zu entkommen versuchten - nur um Verschmutzung und Überlastung in den Vorstädten anzutreffen, in die sie geflohen waren.

ARTEN DER NACHHALTIGKEIT

Gegen Ende des Jahrhunderts begannen immer mehr Menschen zu fragen, ob die erstaunlichen Mobilitätstrends, die die erste Hälfte des Jahrhunderts kennzeichneten, nachhaltig seien. Der Begriff „Nachhaltigkeit“ wurde zunehmend im Zusammenhang mit den unterschiedlichsten Transportfragen aufgeworfen. Der Begriff „nachhaltige Mobilität“ kann für verschiedene Personen

unterschiedliche Bedeutungen haben. World Business Council for Sustainable Development definiert „nachhaltige Mobilität“ als „die Fähigkeit, die Bedürfnisse der Gesellschaft nach unbeschränkter Bewegung, Erreichbarkeit, Kommunikation, Handel und Aufnahme von Beziehungen zu erfüllen, ohne dass andere essenzielle menschliche oder ökologische Werte weder heute noch in der Zukunft aufgegeben werden müssen.“ Diese Definition hebt die sozialen Aspekte der Mobilität hervor. Für viele Menschen wirft der Begriff „nachhaltige Mobilität“ jedoch alltäglichere Fragen auf - Fragen, ob die Transportsysteme, von denen unsere Gesellschaftssysteme abhängig geworden sind, weiterhin ihre Funktionen so gut erfüllen können, dass sie unserem Mobilitätsbedarf auch zukünftig gerecht werden.

- Kann die Anzahl der Personenkraftwagen und kommerziell genutzten Fahrzeuge weiterhin beständig ansteigen?
- Können unsere Straßen die wachsende Menge an Personenkraftwagen und die steigende Anzahl an Lastkraftwagen, die für den Transport des beständig zunehmenden Gütervolumens erforderlich zu sein scheinen, fassen?
- Können die bestehenden und geplanten Flughäfen die wachsende Anzahl an Flügen verkraften, die als Reaktion auf den rapide zunehmenden Flugverkehr veranschlagt werden?
- Kann der Luftraum, insbesondere über Gebieten wie Westeuropa und dem Osten Nordamerikas, diese größere Anzahl an Flugzeugen aufnehmen?
- Werden die Kraftstoffe für den Betrieb all dieser Automobile, Lastkraftwagen, Busse und Flugzeuge verfügbar sein?

Diese Fragen fallen unter den Bereich der operativen Nachhaltigkeit. Die allgemeineren, in der WBCSD-Definition aufgeworfenen Fragen werden unter ökonomischer, sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit zusammengefasst.

- Selbst wenn unsere Transportsysteme so ausgebaut werden können, dass sie die zunehmenden Lasten, die die Gesellschaft ihnen aufbürdet, bewältigen, können (oder wollen) wir mit den Folgen leben?
- Können die Stadtgebiete in den Industrie- und Entwicklungsländern mit der zunehmenden Überlastung der Verkehrswege und den wachsenden Emissionsvolumina zurechtkommen?
- Können wir es uns leisten, die zur Entlastung der überlasteten Verkehrswege erforderliche Infrastruktur zu bauen und instand zu halten? Sind wir bereit, dem Bau dieser Infrastruktur zuzustimmen?
- Wurde durch die vermehrte Nutzung privater Kraftfahrzeuge, die dem Einzelnen, der sich ein Fahrzeug leisten und es bedienen kann, größere Mobilität bieten, den armen und alten Menschen sowie anderen benachteiligten Menschen der Zugang zu Arbeitsstellen sowie die Möglichkeit verwehrt, Freunde zu besuchen, die nötigen Güter zu angemessenen Preisen zu erwerben und die erforderliche medizinische Betreuung zu erhalten?
- Kann die Welt die ökonomischen und ökologischen Kosten für die Suche, Gewinnung, den Transport und die Verarbeitung des für eine wachsende Anzahl von Fahrzeugen erforderlichen Erdöls tragen?

- Können die Ozeane und die Atmosphäre der Erde weiterhin die zunehmenden Verunreinigungen auffangen, die als Nebenprodukt der Beförderung einer immer größeren Anzahl von Menschen und Gütermenge entstehen?

Fragen zur operativen Nachhaltigkeit konzentrieren sich weitgehend auf die Auswirkung der Mobilität auf den Einzelnen. Kann ein Transportsystem einer Person ermöglichen so zu funktionieren, wie sie es erwartet hat? Komme ich zur Arbeit? Kann ich den Geschäftstermin in einer entfernt gelegenen Stadt wahrnehmen? Wird das Paket, das ich erwarte, rechtzeitig geliefert werden? Fragen zur ökonomischen, sozialen und ökologischen Nachhaltigkeit richten sich hingegen auf die Auswirkungen der Mobilität auf die allgemeinere Gesellschaft, auch wenn dies häufig im Zusammenhang mit der möglichen Auswirkung auf den Einzelnen betrachtet wird. Nimmt der Schadstoffausstoß durch die Kraftfahrzeuge solch ein Ausmaß an, dass die Menschen in meiner Gemeinde (ich eingeschlossen) daran erkranken könnten? Wird unsere Gesellschaft so abhängig vom Auto, dass alte Menschen, die kein Auto fahren können (auch ich, wenn ich alt werde), nicht überall hinkommen und Leute besuchen können? Wird die Menschheit (einschließlich meiner Kinder und Enkelkinder) durch die Auswirkung der ausgestoßenen Treibhausgase auf das Weltklima gesundheitlich Schaden nehmen?

Beide Arten von Fragen zur Nachhaltigkeit spiegeln wieder, welche eine lebenswichtige Rolle die Mobilität in unserem Leben auf der Schwelle des 21. Jahrhunderts spielt. Wir können ohne Mobilität nicht leben. Aber können wir mit ihren Folgen leben? Wird uns die Mobilität, die wir jetzt benötigen und die wir unserer Ansicht nach auch in der Zukunft benötigen werden, zur Verfügung stehen? Werden die mit dieser Mobilität verbundenen ökonomischen, ökologischen und sozialen Kosten tragbar sein? Wenn Mobilität wirklich nachhaltig sein soll,

muss die Antwort auf Fragen zu diesen zwei Arten von Nachhaltigkeit „Ja“ lauten.

Mobilität 2001 - Pulsabnahme

Im Jahr 2000 beschlossen mehrere Mitgliedsunternehmen des WBCSD, der Mobilität weltweit am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts „den Puls abzunehmen“. Sie wollten wissen, wie mobil die Menschen und Güter in den verschiedenen Regionen der Welt wirklich sind, wie sich diese Mobilität verändert und welches Ausmaß die Bedrohung der zunehmenden Nichtnachhaltigkeit der Mobilität angenommen hat - oder ob sie diesen Punkt möglicherweise sogar schon erreicht hat.

Das Bereitstellen der Fahrzeuge und Kraftstoffe, auf die die Mobilität angewiesen ist, stellt die Haupttätigkeit für Millionen von Menschen weltweit dar. Weitere Millionen von Menschen sind in der Wartung, Instandhaltung oder dem Betrieb dieser Fahrzeuge tätig. Die Mobilität ist eine der größten Branchen der Welt, eine Branche, die größtenteils auf der Energie aus einem einzigen Rohstoff aufbaut - dem Erdöl. In der heutigen Zeit hängt nahezu die gesamte Mobilität von einer stetigen Versorgung mit Erdöl ab. Diese Abhängigkeit ist nicht unbegrenzt nachhaltig.

Die WBCSD-Mitgliedsunternehmen, die sich 2000 das erste Mal zusammensetzten, wollten untersuchen, wie Unternehmen wie die ihrigen dazu beitragen können, dass die Nachhaltigkeit der Mobilität sichergestellt werden kann. Für sie selbst steht in dieser Angelegenheit viel auf dem Spiel, da sie zu den größten Unternehmen der Mobilitätsbranche weltweit zählen. Ihr langjähriges Überleben hängt von der Nachhaltigkeit der Mobilität ab.

Dieser Bericht, *Mobilität 2001*, wurde vom WBCSD im Namen dieser Mitgliedsunternehmen, von denen sechs zu den 10 größten Unternehmen der Welt gehören, in Auftrag gegeben. Er wurde von

einem Forscherteam von MIT und Charles River Associates verfasst und soll die Zustände der Mobilität zu einem bestimmten Zeitpunkt - dem Ende des zwanzigsten Jahrhunderts - festhalten. Das wiedergegebene Bild ist jedoch alles andere als statisch. Komplexe Phänomene wie Mobilität und die Herausforderungen, diese nachhaltig zu machen, können nur verstanden werden, wenn wir uns der historischen Entwicklung des Problems sowie der historischen Vielfalt in den verschiedenen Industrie- und Entwicklungsländern bewusst werden. Da in dem Bericht auch unsere größten Strukturen beleuchtet werden - Städte und Transportsysteme -, werden die tief verwurzelten Problematiken, die Gegenstand dieser Erörterung sind, auch noch jahrzehntelang fortbestehen. Wenn die Mobilität bis 2030 - das gesteckte Ziel der WBCSD-Mitgliedsunternehmen, die diese Aktion unterstützen - nachhaltig gemacht werden soll, müssen die Maßnahmen, die letztendlich die erforderlichen Veränderungen bewirken werden, fast augenblicklich ergriffen werden.

MOBILITÄT UND IHRE BEDEUTUNG

Mobilität ist in erster Linie ein Mittel zur Verbesserung der Erreichbarkeit

Mobilität ist in erster Linie ein Mittel zur Verbesserung der Erreichbarkeit. Im Großen und Ganzen bemühen sich Menschen um eine bessere Mobilität, um die Erreichbarkeit zu verbessern - „die Leichtigkeit, mit der zu gewünschten sozialen und wirtschaftlichen Aktivitäten von einem bestimmten Punkt im Raum aus gelangt werden kann“ (US DOT, BTS, 1997a; 136.). Entfernung erschwert die Erreichbarkeit. Sie trennt die Häuser und Wohnungen der Menschen von den Orten, an denen sie arbeiten, einkaufen, ärztlich behandelt werden, zur Schule gehen, Geschäfte tätigen oder Freunde und Verwandte besuchen. Sie trennt Unternehmen von ihren Rohstoffquellen, von ihren Märkten

und von ihren Mitarbeitern. Mobilität ermöglicht den Menschen, die Entfernung zu überwinden.

Mobilität stellt nicht das einzige Mittel zur Verbesserung der Erreichbarkeit dar. Bei einer Veränderung der räumlichen Verteilung der Aktivitäten kann durch Verringerung der zu überwindenden Entfernung auch die Erreichbarkeit verbessert werden. „Erreichbarkeit“ deutet nicht unbedingt auf eine Bewegung in Richtung eines physischen Ortes hin. Jemand kann eine Person auch telefonisch „erreichen“, und die verschiedenen Telekommunikationstechnologien können die Erreichbarkeit verbessern. Trotz einer gegebenen räumlichen Verteilung der Aktivitäten und eines gegebenen Maßes an Telekommunikationsmöglichkeiten wird bessere Erreichbarkeit in der Regel mit größerer Mobilität assoziiert.

Verschiedene Transportmittel bieten unter verschiedenen Bedingungen einen unterschiedlichen Grad an Mobilität und Erreichbarkeit, wie der folgende Vergleich zwischen Automobil und Flugzeug zeigt. In Städten bietet das Kraftfahrzeug den höchsten Grad der Erreichbarkeit. Kraftfahrzeugbenutzer müssen sich nicht nach Fahrplänen richten. Sie können losfahren, wann sie möchten, und sie haben in der Regel mehrere Strecken zu ihrem Ziel zur Auswahl. Im Gegensatz dazu bietet das Flugzeug bei Fahrtwegen zwischen Großstädten, die über einige hundert Kilometer voneinander entfernt liegen, den höchsten Grad der Erreichbarkeit. Die größere Flexibilität des Kraftfahrzeugs wird durch die höhere Geschwindigkeit des Flugzeugs überlagert.

Eine gewisse Mobilität wird jedoch um ihrer selbst willen gesucht

Während ein Großteil der Mobilität zur besseren Erreichbarkeit angestrebt wird, scheint eine gewisse Mobilität um ihrer selbst willen gesucht zu werden. Es besteht die Möglichkeit, in philosophischen Diskussionen zu

erörtern, warum die Menschen mehr Wege zurücklegen, als für die Befriedigung ihres Grundbedarfs nach Erreichbarkeit erforderlich ist. Es ist jedoch unbestreitbar, dass sie es tun. Menschen sehen gerne neue Orte. Ihnen gefällt es, zu erfahren, wie andere leben. Manchmal möchten sie ganz einfach mal „rauskommen“. Den Menschen *gefällt* es nicht nur sich fortzubewegen, für sie ist es auch wichtig, *wie* sie sich fortbewegen. Sie zahlen mehr als den Mindestpreis, um größeren Komfort in Flugzeugen, Zügen und auf Passagierschiffen zu erhalten. Sie geben nicht etwa große Summen für den Kauf eines beliebigen Kraftfahrzeugs aus, sondern für den Kauf eines Kraftfahrzeugs, das über genau die Merkmale verfügen, die *sie* haben möchten. Wenn solche Kraftfahrzeuge auf dem Markt nicht erhältlich sind, geben Sie Geld für die Sonderausstattung aus.

Mobilität - sowohl die *Anzahl* der Fahrten als auch die *Art und Weise*, in der die Fahrten durchgeführt werden - beinhaltet also mehr als nur die Erreichbarkeit. Sie spiegelt auch die Individualität und die Stellung der Menschen wieder. Was ist der Grund dafür? Einige beschuldigen die Automobilindustrie und Reiseindustrie, durch ihre Werbung den „Bedarf künstlich zu wecken“. Die schlichte Wahrheit ist jedoch, dass im Grunde gar nicht genau verstanden wird, warum die

Menschen mehr Mobilität konsumieren als sie „tatsächlich brauchen“. Eine Erforschung dieser Thematik mit einem gut geplanten, objektiven Ansatz könnte sich sicherlich als sehr ergiebig erweisen.

Mobilität formt unsere Siedlungsstrukturen und wird durch sie geformt

Mobilität formt auch unsere Siedlungsstrukturen. Viele Jahrhunderte lang war das Transportwesen langsam und die Transportkapazität gering. Dies hatte zur Folge, dass Möglichkeiten nur erreichbar waren, wenn die Menschen nahebei lebten. Überlandtransporte waren langsam und gefährlich. Nur leichte und kompakte Güter konnten über große Entfernungen transportiert werden - Gewürze, Gold und Seide zählen zu den klassischen Beispielen. Schiffe konnten mehr Güter transportieren, und der Standort und Wohlstand einer Stadt wurde häufig durch den Zugang zu einem Hafen bestimmt. Wassertransporte, besonders auf dem Seeweg, waren ebenfalls langsam und gefährlich. Interaktionen über große Entfernungen hinweg fanden selten und nur verbunden mit großen Risiken statt. Im Allgemeinen mussten die Menschen in enger Nachbarschaft zueinander leben, wenn sie auf regelmäßiger Basis interagieren wollten.

Als die technischen Fortschritte höhere Transportgeschwindigkeiten zuließen, nahm die Bedeutung der unmittelbaren Nähe ein wenig ab. Einzelpersonen und Unternehmen waren bereit und in der Lage, die Nähe zugunsten anderer attraktiver Land- und Gebäudemerkmale aufzugeben, wie mehr Platz und günstigere Lage. Die Kombination zahlreicher Rückkopplungsprozesse führte dazu, dass der Gesichtspunkt der Nähe an Bedeutung verlor. Die industrielle Revolution ermöglichte die Entwicklung schnellerer Transportsysteme. Diese Systeme wiederum ermöglichten die industrielle Revolution, indem Gebiete für umfangreichere Industrieanlagen erschlossen werden konnten und ein relativ schneller Zugang zu fernen Rohstoffquellen geschaffen wurde.

In der Gegenwart formen zwei allumfassende Phänomene die Struktur menschlicher Siedlungen. Das erste Phänomen ist die Urbanisierung - die Tendenz der Bevölkerung, sich in Städten zu konzentrieren (siehe Abbildung 1). Das zweite Phänomen ist die Dezentralisierung - die Tendenz genau dieser Stadtgebiete, sich nach außen auszudehnen. Diese Ausdehnungsrate übertrifft in der Regel die allgemeine Wachstumsrate der Bevölkerung, wodurch ein Nettorückgang in der

Abbildung 1. Wachstum der Weltbevölkerung, 1950-2030 (in Milliarden Menschen)

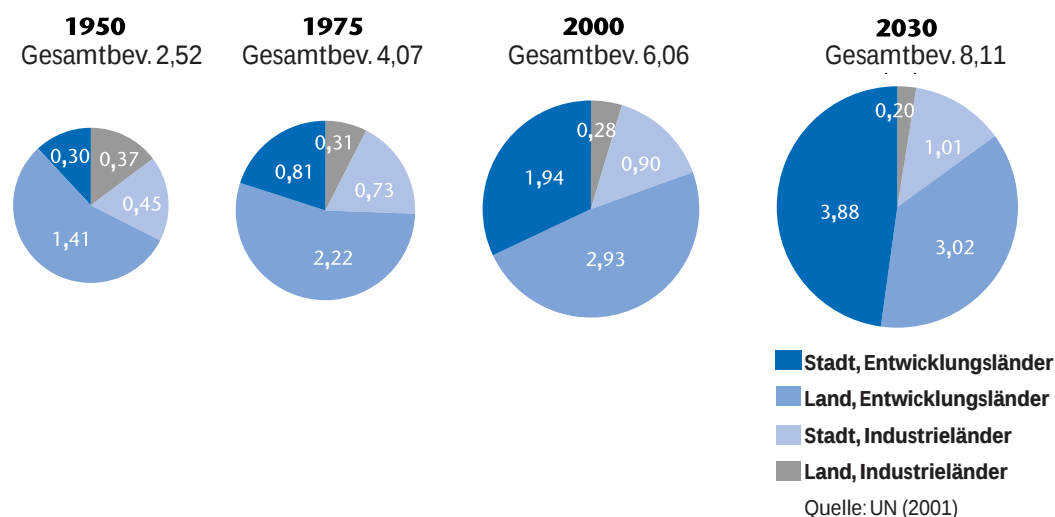


Tabelle 1. Das Wachstum ausgewählter Großstadtgebiete, 1960-1990

Stadtgebiet	Daten für 1990 Jährliche			Änderungsrate, 1960-1990		
	Einwohner (in Tausend)	Fläche (in km²)	Dichte (Personen/km²)	Einwohner	Fläche	Dichte
Tokio	31,797	4,480	7,097	+2.4%	+3.1%	-0.6%
New York	16,044	7,690	2,086	+0.4%	+1.5%	-1.1%
Paris	10,662	2,311	4,614	+0.8%	+2.1%	-1.3%
London	6,680	1,578	4,232	-0.6%	+0.9%	-1.4%
Detroit	3,697	2,900	1,275	0.0%	+1.4%	-1.4%
San Francisco	3,630	2,265	1,602	+1.3%	+1.4%	-0.1%
Washington, DC	3,363	2,449	1,373	+2.1%	+3.5%	-1.3%
Melbourne	3,023	2,027	1,491	+1.4%	+2.5%	-1.0%
Hamburg	1,652	415	3,982	-0.3%	+1.5%	-1.8%
Wien	1,540	225	6,830	-0.2%	+0.8%	-1.0%
Brisbane	1,334	1,363	978	+2.6%	+5.2%	-2.5%
Kopenhagen	1,153	333	3,467	-0.5%	+0.7%	-1.2%
Amsterdam	805	144	5,591	-0.3%	+1.6%	-1.9%
Zürich	788	167	4,708	+0.4%	+1.2%	-0.8%
Frankfurt	634	136	4,661	-0.2%	+1.9%	-2.1%

Quelle: Demographia (2001)

Bevölkerungsdichte der Großstadtgebiete zu verzeichnen ist. Keines dieser beiden Phänomene könnte ohne eine Zunahme der Mobilität auftreten.

Mobilitätssysteme üben einen bedeutenden Einfluss auf das Städtewachstum aus, weil sie die einzelnen Gebiete einer Stadt mehr oder weniger zugänglich machen und damit die Grund- und Bodenwerte sowie die Attraktivität eines Gebiets für verschiedene Nutzungsinteressen ändern. Durch Investitionen in das Verkehrswesen werden häufig neue Gebiete für die Erschließung geöffnet. Ein weitverbreitetes Beispiel in den Industrie- und Entwicklungsländern stellt die um die Peripherie verlaufende Ringstraße dar, die die Suburbanisierung um den bestehenden Stadtkern ermöglicht.

Da die Bevölkerung in die Stadtrandgebiete zieht, werden häufig breite Ringschnellstraßen gebaut, um den Pendlern der

Vorstädte den Zugang zu ihren Arbeitsstellen in der Innenstadt zu ermöglichen. Andere Aktivitäten folgen den Bürgern nach und rufen die Vorstädte ins Leben, die sowohl in den Industrie- als auch den Entwicklungsländern anzutreffen sind. Preisgünstiges Land und leichter Zugang für Privatfahrzeuge führen zum Bau von Einkaufszentren, Supermärkten, Verbrauchermärkten und Malls, die quasi unter einem Dach bequeme Einkaufsmöglichkeiten in einer breiten Vielzahl von Geschäften mit kostenloser Parkmöglichkeit und weiteren Einrichtungen anbieten.

Mit steigender Tätigkeit im Handel, Gewerbe und den Wohngebieten der Peripherie nimmt auch der Verkehr zwischen den einzelnen Standorten der Peripherie zu. Dies fördert den Bau von Umgehungsstraßen, um diese Bewegungen zu ermöglichen. (Diese Umgehungsstraßen dienen auch zur Umleitung von Durchgangsverkehr, um diesen vom Stadtzentrum fernzuhalten.) Der Bau

solcher Straßen kann leichter und preisgünstiger als in der Stadt durchgeführt werden, da mehr Land verfügbar ist. Die Schaffung einer Straßeninfrastruktur kann wiederum die Umzugsrate für Privathaushalte und Unternehmen nach außerhalb der Städte beschleunigen. Es ist nicht ungewöhnlich, dass diese Straßen innerhalb weniger Jahre nach Eröffnung ein Verkehrsvolumen erfahren, das laut Prognose (auf der Grundlage der zurückliegenden Landnutzungsstrukturen) erst nach 20 Jahren des Betriebs oder mehr auftreten dürfte.

Mobilität ermöglicht wirtschaftliche Entwicklung

„Die Arbeitsteilung wird durch die Marktgröße begrenzt“, bemerkt Adam Smith in seiner Beschreibung, wie durch eine Spezialisierung in der Produktion die Kosten gesenkt und die Vielfalt der erhältlichen Waren gesteigert werden können (Smith, 1976). Die Kosten und die

Gründe für den Marktanteilsverlust öffentlicher Verkehrsmittel - eine Fibel über die Einflusskraft erwünschter Mobilitätseigenschaften

Es gibt einen fast universellen Trend hin zu Privatmotorfahrzeugen und weg von der Abhängigkeit von „konventionellen“ Formen des öffentlichen Nahverkehrs (wie Busse und U-Bahnen). In Abbildung 2 ist dieser Trend anhand einiger ausgewählter Städte der Industrieländer in dem Zeitraum zwischen 1960 und 1990 verdeutlicht. Es wurden verschiedene Erklärungen zur Erläuterung dieses Phänomens vorgebracht. Einige deuteten an, dass der Rückgang in der Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel die Folge einer organisierten „Verschwörung“ sei. Andere brachten die Klage hervor, dass die „unfaire finanzielle Unterstützung“ eines Wohnungsbaus mit geringerer Siedlungsdichte der Übeltäter sei.

Zu einer weitaus einfacheren - und harmloseren - Erklärung führt die Erkenntnis dessen, wie sich die Transportsysteme in der Fähigkeit unterscheiden, die verschiedenen Mobilitätseigenschaften zur Verfügung zu stellen. Ferner lassen sich dadurch die Eigenschaften herausarbeiten, die „unkonventionellen“ Formen des öffentlichen Nahverkehrs aufweisen müssten, um mit dem Privatwagen effektiv konkurrieren zu können.

Die Zunahme des Bestands privater Kraftfahrzeuge lässt sich unmittelbar aus den von diesen Fahrzeugen gebotenen Mobilitätsvorteilen und -verbesserungen herleiten. Durch ihre Flexibilität in Bezug auf Zeitplan und Zielauswahl bieten die Automobile ein maximales Potential an Vorteilen, die aus motorisierter Mobilität gezogen werden können. Diese Vorteile - Fahrzeit, Fahrkomfort und -möglichkeiten sowie Status und Prestige - hängen nicht ausschließlich mit „funktioneller“ Mobilität zusammen.

Das Automobil ist anderen Verkehrsmitteln in punkto Fahrzeit und steigender Barauslagen häufig überlegen. Diese Faktoren werden oft als die ausschlagende treibende Kraft bei der Auswahl des Verkehrsmittels bei Fahrtantritt angesehen. Darüber hinaus bietet die Fahrt im Privatfahrzeug weitere Servicemerkmale, die dem Verbraucher wichtig sind. Sofern Einschränkungen im Parkplatzangebot nicht dazwischenkommen, können Privatfahrzeuge beispielsweise häufig einen kompletten Abfahrtsort-bis-Zielort-Service bei minimaler Geh- und Wartezeit bieten. Eine Fahrt im Automobil bietet außerdem völlige Flexibilität bei der Zeit- und Streckenplanung. Es ist vor allem möglich, eine Strecke mit einem- oder mehreren Zwischenstopps zu wählen, so dass eine Fahrt mit mehreren aneinandergereihten Zielen mehreren Zwecken bei minimaler Unterbrechung dienen kann. Auf der Fahrt zwischen Wohnung und Arbeit können beispielsweise die Kinder in der Schule abgeliefert, der Einkauf erledigt oder weitere persönliche Erledigungen getätigt werden. Zu guter Letzt bieten Privatfahrzeuge im Allgemeinen ein besseres Niveau an Komfort und Annehmlichkeit.

Der Wert des Privatkraftfahrzeugs ist in den Augen der Verbraucher jedoch oft mehr als reine Zweckmäßigkeit. In zahlreichen, wenn nicht sogar allen, heutigen Gesellschaften bedeutet das Privatfahrzeug nicht nur die Ankunft in der Mittelschicht, sondern dient auch als „Tool“ für den Weg in die Mittelschicht, indem es potenziellen Zugang zu besseren Arbeitsmöglichkeiten sowie zu einer Vielzahl weiterer „Insignien“ mittelständischen Lebens verschaffen, wie das Einkaufen in Einkaufszentren.

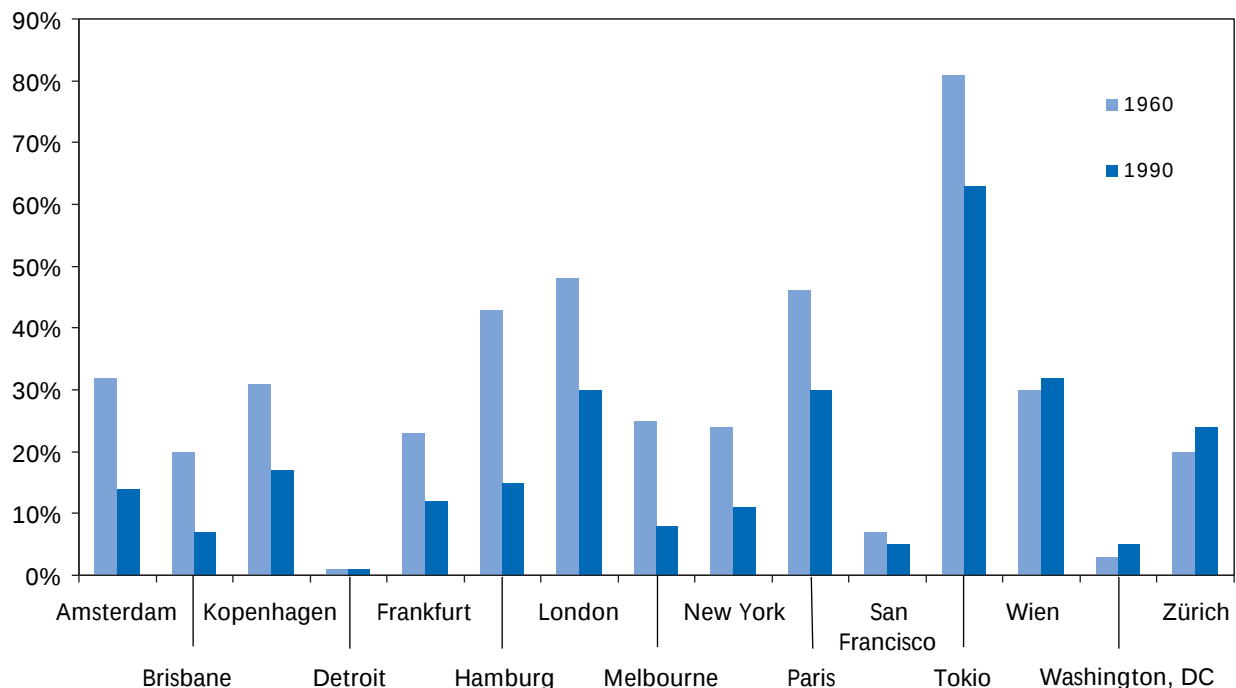
Der Gegensatz zwischen den Eigenschaften des Privatkraftfahrzeugs und denen des traditionellen öffentlichen Nahverkehrs mit festgelegten Strecken und festgelegten Fahrplänen ist bemerkenswert. Der öffentliche Nahverkehr kommt für viele Fahrten unter Umständen gar nicht in Frage. Wenn er sich aber als Option anbietet, muss der Fahrgast eine geeignete Haltestelle am Ausgangsort und am Zielort finden und auf die Ankunft des Verkehrsmittels warten. Unter idealen Voraussetzungen ist der öffentliche Nahverkehrsservice pünktlich, und der Fahrgast verfügt über ausreichend Flexibilität, Wissen und Informationen über den Fahrplan, um die Wartezeit auf ein Minimum zu reduzieren. Diese Voraussetzungen sind jedoch nicht immer erfüllt, und die Unzuverlässigkeit des Service kann zu langen Wartezeiten führen. Zu Zeiten außerhalb der Spitzenzeiten kann der Service recht eingeschränkt sein, und unter Umständen gibt es überhaupt keinen Nachtservice. Aus diesen Gründen eignen sich konventionelle Nahverkehrssysteme am besten für einen hohen Fahrbedarf, der sich auf ein relativ begrenztes Gebiet oder entlang genau definierter Korridore konzentriert; Gebiete also, in denen Zugangsschwierigkeiten minimiert sind und vielen Benutzern ein akzeptabler Service bei effizientem und rentablem Betrieb angeboten werden kann. Zu den Gebieten, die diese Kriterien in der Regel erfüllen, zählen die Innenstadt und die dichtbevölkerten Korridore zwischen Innenstadt und Vorstädten. Erst wenn ein potenzielles Servicegebiet diese Kriterien erfüllt, können Investitionen in Einrichtungen des öffentlichen Nahverkehrs mit ihren hohen Fixkosten (wie Infrastrukturbedarf für Stadtzüge) einem angemessenen wirtschaftlichen Investitionsstandard überhaupt entsprechen. Nur dann können auch die Einnahmen aus den Fahrpreisen des öffentlichen Transportsystems einen nennenswerten Teil der Betriebskosten decken.

In Anbetracht der Schwierigkeit für den öffentlichen Nahverkehr, den zahlreichen mobilitätsorientierten Bedürfnissen in wohlhabenderen Gesellschaften gerecht zu werden, ist die Feststellung, dass sein Anteil an der Bereitstellung von Mobilität (und Erreichbarkeit) mit steigendem Einkommen zurückgeht, keine Überraschung. Wenn die Einkommen den Punkt erreichen, an dem das Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt ungefähr US\$ 5.000 (Ä 5.600) pro Jahr beträgt, vergrößert sich die Mobilität hauptsächlich durch die zunehmende Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs, auch wenn sich die Automobilität - Zugang zu und Nutzung eines Automobils - bei Annäherung an diesen Wert zu regen beginnt. Über diesem Einkommensniveau wird größere Mobilität vor allem durch die steigende Nutzung von Privatfahrzeugen realisiert; in vielen Fällen sinkt die Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs, wodurch der Anstieg in der Automobilnutzung wiederum verstärkt wird.

Diese Erörterung verdeutlicht ferner, warum die Fähigkeit des öffentlichen Nahverkehrs, mit dem Privatfahrzeug um Fahrgäste zu konkurrieren, durch den Einfluss der weitverbreiteten Privatfahrzeugnutzung auf das Stadtbild weiter beschnitten wird. Vor allem die durch den weitverbreiteten Automobilzugang und -nutzung hervorgerufene wildwuchernde Suburbanisierung schafft eine Bodennutzungs- und Aktivitätsstruktur, der der öffentliche Nahverkehr nur unzureichend gerecht werden kann: ein auf zahlreiche, geographisch verstreute Ausgangs- und Zielpunkte verteilter Bedarf, wobei kein Ausgangspunkt/Zielpunkt-Paar oder Korridor Bedarfsdichten von nennenswerter Bedeutung erreichen würde.

In großen Stadtgebieten, ausgenommen den Gebieten, deren Bodennutzungsstrukturen (zumindest in der Innenstadt) einer Automobilitäts-Explosion bereits den Weg bereiten, müssen die öffentlichen Nahverkehrssysteme Möglichkeiten finden, die Mobilitätseigenschaften der Automobile nahezu gleichwertig in ihrem System umzusetzen, um einen beträchtlich größeren Marktanteil zu erobern. Die Erkenntnis, was diese Eigenschaften sind und wie sie von verschiedenen Arten eines unkonventionellen öffentlichen Nahverkehrs angeboten werden könnten, stellt den ersten Schritt für Gemeinden dar, ihre Abhängigkeit vom Automobil auf lange Sicht reduzieren zu können - falls dies wirklich ihr Streben ist.

Abbildung 2. Anteil des öffentlichen Nahverkehrs am Kraftfahrzeugverkehr hat im Allgemeinen abgenommen
Anteil der Kilometer pro person



Quelle: Kenworthy und Laube (1999)

Hinweis: In Washington und Detroit liegt der Umschwung zwischen 1970 und 1990; in Zürich und Wien liegt der Umschwung zwischen 1980 und 1990; in anderen Städten liegt der Umschwung zwischen 1960 und 1990.

Schwierigkeit des Gütertransports stellten stets eines der größten Hindernisse für die Arbeitsteilung dar. Smith stellte fest, dass eine Arbeitsaufteilung nur in Städten stattfinden konnte. In abgelegenen ländlichen Gebieten musste jede Familieneinheit in der Lage sein, nahezu alle für das Überleben erforderlichen Aufgaben durchzuführen. Niemand konnte sich eine Spezialisierung leisten, weil keine ausreichende Nachfrage nach spezialisierten Fertigkeiten bestand.

Städte konnten jedoch erst existieren, als der zuverlässige, billige Transport von Grundnahrungsmitteln möglich wurde. Erst dann konnten die Menschen riskieren, den Anbau eigener Nahrungsmittel aufzugeben, der bisher unabhängig von der landwirtschaftlichen Eignung ihres Wohnorts erfolgt war.

Die Transportmöglichkeiten bestimmten auch, bis zu welcher Größe die Städte anwachsen konnten. Eine Durchschnittsstadt im antiken Griechenland soll eine Einwohnerzahl von nur ca. 10.000

gehabt haben. Dies stellte die oberste Grenze dar, die durch die Transportsysteme, die diese Städte mit dem unmittelbaren Hinterland verbanden, versorgt werden konnte. Das antike Rom schaffte es jedoch, bis zu einer Einwohnerzahl von 1.000.000 anzuwachsen, weil die Römer in der Lage waren, große Mengen an Getreide in Schiffen mit einem (für die damalige Zeit) großen Fassungsvermögen von Ägypten zu transportieren. Rom konnte auch Wasser - über Aquädukte - befördern und Abwasser - über Abwasserkanäle - ableiten.

Ferner hat die kostengünstige, zuverlässige Güterbeförderung ansonsten wertlose Stoffe - wie abgelegene Lagerstätten von minderwertigen Eisenerzen - in wertvolle Ressourcen verwandelt. Die Aussage, dass die Personen- und Gütermobilität unsere heutige globalisierte Wirtschaft ermöglicht hat, ist keinesfalls übertrieben. Institutionelle und politische Veränderungen, wie die Aufhebung von Handelsschranken, waren für die Globalisierung zwar unerlässlich,

ohne die Verbesserungen in der Personen- und Gütermobilität, die die zweite Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts gekennzeichnet haben, hätte es sich bei solchen Veränderungen lediglich um bedeutungslose Übungen gehandelt. Für ein Handelswachstum hätte keine Möglichkeit bestanden.

Einige Stimmen behaupten, dass es sich bei Globalisierung alles in allem nicht um ein „Gut“ handelt, etwas, aus dem ein Nettonutzen gewonnen werden kann. Eine Debatte über den Umfang und die Wünschenswertigkeit der Folgen der Globalisierung ist zweifellos legitim, auf der anderen Seiten darf jedoch keinesfalls vernachlässigt werden, dass hochwertige, effiziente Frachtsysteme eine nachhaltige Entwicklung ermöglichen. Wenn die Frachtsysteme die Menschen weltweit weniger effizient bei der Suche nach Märkten für ihre Güter und dem Einkauf von Produkten aus fernen Ländern unterstützen würden, hätte jeder Einbußen in seinem Lebensstandard zu verzeichnen. Den Armen in der Welt würde geschadet,

nicht geholfen. Es gäbe mehr Hungersnöte und Krankheiten, nicht weniger. Die ökologische Verwüstung in den Entwicklungsländern würde vermehrt, nicht verringert, während die Menschen ohne die Hilfe der aus der Außenwelt importierten Güter um ihren Lebensunterhalt kämpfen.

Telekommunikation und Mobilität

Wie bereits erwähnt, ermöglichen Telekommunikationssysteme die Erreichbarkeit. Ob sie jedoch Mobilität ersetzen, Mobilität verbessern oder Mobilität komplementieren, ist unklar. Viele sehen in der Telekommunikation einen Ersatz für die Mobilität. Gemäß dieser Argumentation wird die Fortbewegung des Menschen (und vielleicht auch die Beförderung bestimmter Güter) in dem Maß immer überflüssiger, in dem die Telekommunikationstechnologien verbessert werden. E-Mails werden die physische Zustellung von Briefen ersetzen. Das World Wide Web wird Zeitungen und Zeitschriften ersetzen. Die Telearbeit wird den Pendelverkehr ersetzen. Vielleicht. Aber wie hieß es doch kürzlich in einer Werbung: „Hast du je einen Computer ein Paket

zustellen sehen?“ Einen hohen Grad der Erreichbarkeit ohne Mobilität zu erlangen, kann sich als ebenso schwierig erweisen wie die Realisierung dieses anderen vielversprochenen Charakteristikums unseres Informationszeitalters, des papierlosen Büros.

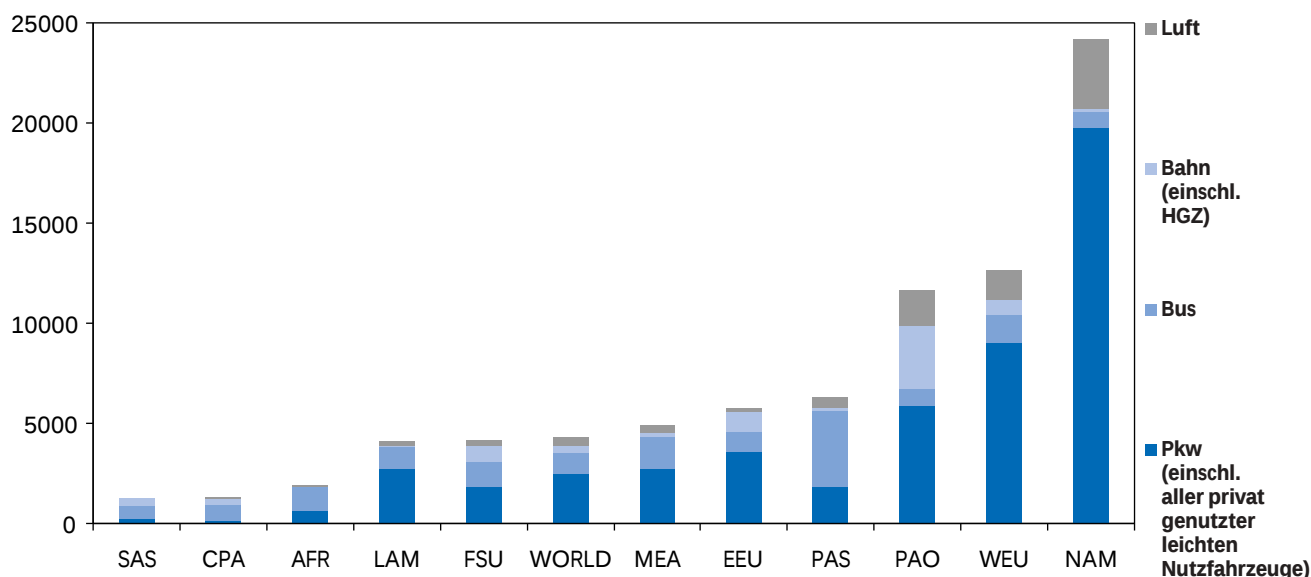
Ob die Telekommunikationstechnologie letztlich die elektronische Übertragung von Wissen, Ideen und Informationen befähigt, die physische Beförderung von Menschen und Gütern zu ersetzen, hängt sowohl von der Qualität der Telekommunikationsdienste als auch von der Qualität der Mobilität ab. E-Mail ist zweifellos dabei, sich als Ersatz für die herkömmlichen Briefe per Post zu etablieren. E-Mail-Systeme stellen unverzüglich ein lesbares und reproduzierbares Exemplar der Nachricht zur Verfügung, die Kosten (wenn die erforderlichen Geräte einmal vorhanden sind) belaufen sich jedoch nur auf einen Bruchteil der Standardbriefgebühren. Durch die Entwicklung digitaler Unterschriften und zuverlässiger, sicherer elektronischer Zahlungssysteme wird der Bedarf an herkömmlichen Briefen wahrscheinlich noch weiter

abnehmen. Aber E-Mail kann einen Sonderfall darstellen. Telearbeit wird immer häufiger wahrgenommen (eine kürzlich durchgeführte Schätzung [Switkes und Roos 2001] deutet darauf hin, dass möglicherweise 15 Millionen Arbeitnehmer in den USA bis zum Jahre 2002 in einer Form der Telearbeit tätig sein werden), in vielen Fällen ist sie jedoch kein akzeptabler Ersatz für die Präsenz der Person am Arbeitsplatz. Videokonferenzen werden in der Geschäftswelt vermehrt eingesetzt. Qualitativ muss sich aber eine deutliche Verbesserung einstellen, bevor sie mehr als nur einen unbedeutenden Anteil der Konferenzen mit persönlicher Teilnehmeranwesenheit ersetzen können. Kurz und gut, ob sich die Telekommunikationstechnologie als Nettoersatz oder als Nettoergänzung zur Mobilität entwickeln wird, bleibt weiterhin abzusehen.

MOBILITÄT UND NACHHALTIGKEIT

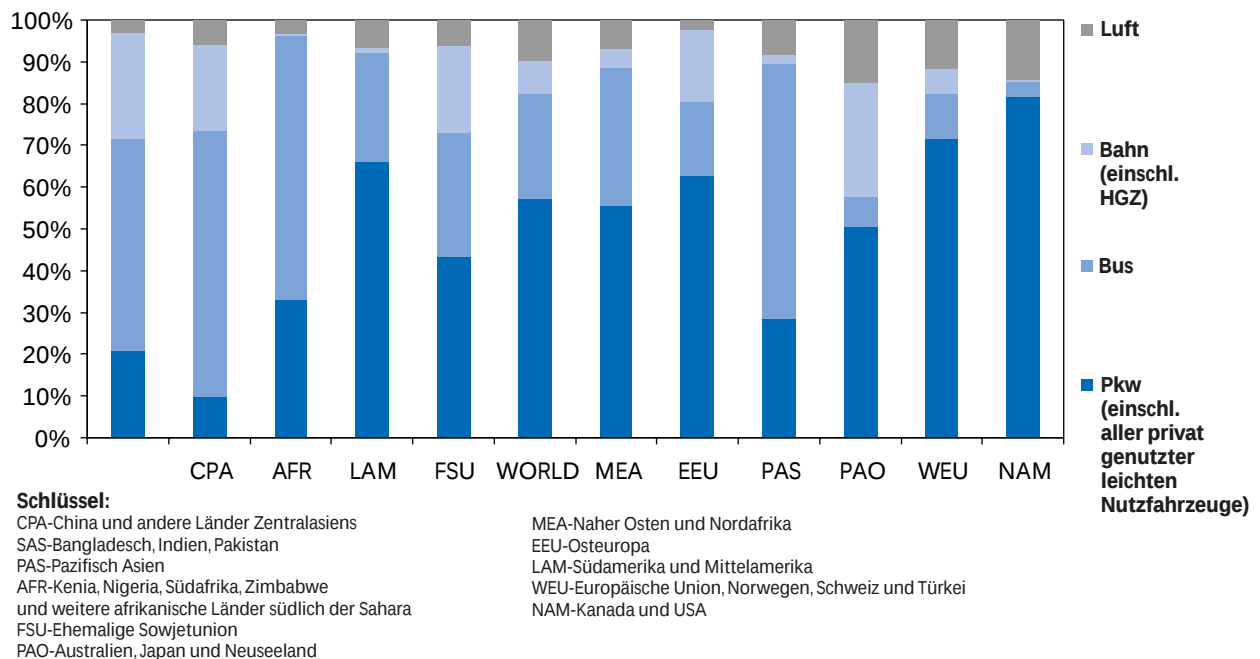
Wie bereits erwähnt, definiert WBCSD „nachhaltige Mobilität“ als „die Fähigkeit, die Bedürfnisse der Gesellschaft nach unbeschränkter Bewegung, Erreichbarkeit,

Abbildung 3. Derzeitiger (1997) Mobilitätsgrad in verschiedenen Regionen der Erde
Personen-km/Person/Jahr



Quelle: Aktualisierte Datenbank, basiert auf Schafer (1998)

Abbildung 4. Anteil der Verkehrsmittel an Personen-km in verschiedenen Regionen der Erde (1997)



Quelle: Aktualisierte Datenbank, basiert auf Schafer (1998)

Kommunikation, Handel und Aufnahme von Beziehungen zu erfüllen, ohne dass andere essenzielle menschliche Werte weder heute noch in der Zukunft aufgegeben werden müssen." Wenn Mobilität also nachhaltig sein soll, muss sie die Erreichbarkeit verbessern bei gleichzeitiger Vermeidung von Beeinträchtigungen des sozialen, ökologischen und ökonomischen Wohls, durch die die Vorteile der Mobilitätsverbesserungen mehr als kompensiert würden. Dies bedeutet, dass eine Bewertung der Nachhaltigkeit der Mobilität zwei Einschätzungskriterien umfassen muss: zum einen, inwieweit die Erreichbarkeit effektiv verbessert wird, und zum anderen Ausmaß und Folgen möglicher einhergehender Beeinträchtigungen des sozialen, ökologischen oder ökonomischen Wohls.

Eine Möglichkeit, die für diese Einschätzungen erforderlichen Daten zu organisieren, besteht darin, Indikatoren in zwei Kategorien zu unterteilen: Messwerte, die nach Meinung der Gesellschaft verbessert werden sollten, und Messwerte, die nach Meinung der Gesellschaft

reduziert werden sollten. Eine Verbesserung in der ersten Kategorie würde bedeuten, dass ein System die mit Mobilität assoziierten wichtigen Werte erfolgreich zur Verfügung stellt - Verbesserung der Erreichbarkeit für Personen und Befähigung der Unternehmen, den Verbrauchern Produkte und Dienstleistungen zu einem angemessenen Preis anzubieten. Eine Reduzierung in der zweiten Kategorie würde bedeuten, dass ein System erfolgreich eine Abschwächung der Trends herbeiführt, die eine Bedrohung für das soziale, ökologische und ökonomische Wohl darstellen. Zu diesen Trends gehören Klimaveränderung, Ressourcenerschöpfung, Überlastung der Verkehrswege bis zu einem Grad, dass Produktivität behindert und soziale Stabilität bedroht werden, allgemeine Gesundheitsprobleme aufgrund von Luftverschmutzung, Zusammenbruch des Ökosystems und andere. Als generelle Faustregel gilt, dass Mobilität in dem Maß nachhaltiger wird, in dem sie die Messwerte der ersten Kategorie verbessert und der zweiten Kategorie reduziert.

Zu verbessernde Messwerte

Zugang zu Mobilitätsmitteln. Entfernung erschwert die Erreichbarkeit, und Mobilität ist die Fähigkeit, Entfernungen zu überwinden. Wie weiter oben bereits erwähnt, stellt Mobilität nicht die einzige Möglichkeit dar, Zugang zu Gütern und Dienstleistungen zu erlangen - Telekommunikation ist eine weitere -, aber Mobilität bildet für die Menschen zweifelsohne eine wichtige Art der Erreichbarkeit.

Zur Mobilität selbst wird jedoch Zugang benötigt, und dieser kann sowohl durch Kosten als auch Wohnort erschwert werden. Wie bereits festgestellt, stellen Privatkraftfahrzeuge die flexibelsten Fortbewegungsmittel dar. In vielen Teilen der Erde übersteigen aber die Kosten für Kauf, Unterstellung, Instandhaltung und Betrieb solcher Fahrzeuge bei weitem die Mittel eines großen Teils der Bevölkerung. Die Menschen müssen zu Fuß gehen, Fahrräder oder motorisierte Zweiradfahrzeuge oder die verschiedenen Arten der öffentlichen Verkehrsmittel benutzen. Fahrräder sind in Bezug auf zurücklegbare

Entfernung und transportierbares Gewicht ziemlich begrenzt. Motorisierte Zweiradfahrzeuge sind in diesen zwei Punkten weniger eingeschränkt, sie sind aber immer noch recht teuer in der Anschaffung und im Unterhalt. Öffentliche Verkehrsmittel sind im Allgemeinen preisgünstiger, was die für die Benutzung erforderlichen alltäglichen Auslagen betrifft, sie sind jedoch oft schwer erreichbar und bieten einen relativ schlechten und unflexiblen Service.

Vermehrter Zugang zu flexiblen, erschwinglichen Mobilitätsmitteln kann durch Verbesserungen in einer oder allen dieser verschiedenen Dimensionen erreicht werden. Die Kostenreduzierung bei verschiedenen Kraftfahrzeugarten stellt eine solche Verbesserungsmöglichkeit dar. Höhere Flexibilität und bessere Erreichbarkeit der öffentlichen Transportsysteme ist eine weitere Möglichkeit. Die Entwicklung neuer Transportmittel, die Flexibilität und niedrige Kosten vereinen, ist eine dritte Möglichkeit.

In Abbildung 3 ist der jährliche Pro-Kopf-Personenverkehr nach Transportmittel für die verschiedenen Regionen der Welt dargestellt. Diese Daten spiegeln lediglich Fahrten per Bus, Bahn, Auto und Luft wieder. Nichtmotorisierter Verkehr und motorisierter Zwei- oder Dreiradverkehr, der in einigen Teilen der Erde ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, ist in den Daten nicht enthalten. Die Daten zeigen, dass die Pro-Kopf-Nutzung von Transportmitteln in diesen Regionen ca. um einen Faktor von 24 variiert,

Tabelle 2. Verkehrsinfrastruktur (Straße, Schiene) pro Kopf (in km pro Mio. Einwohner)

	Schiene im Intercity-Bereich	Schiene im Stadtbereich	Straßen	Schnellstraßen
EU15	415	18	9.330	125
MOEL	635	50+	7.880	24
USA	1401/890	7	23.900	325
Japan	210	6	9.200	51
Welt	210	4	4.750	35

Quelle: Europäische Kommission (2000)

1 Nur 38.000 km im Personenverkehr.

wobei die USA den bei weitem größten Faktor aufweisen. In den westeuropäischen und pazifischen OECD-Ländern (hauptsächlich Japan) ist der Pro-Kopf-Mobilitätsgrad ungefähr vergleichbar und in etwa halb so hoch wie in den USA.

Abbildung 4 veranschaulicht, dass der Anteil der einzelnen Transportmittel in den Regionen ebenfalls beträchtlich variiert. Die Bahnbenutzung (zwischen und innerhalb der Städte) ist in den pazifischen OECD-Ländern besonders hoch. Die Nutzung von Stadt- und Überlandbussen ist hoch in Europa. Auf das Automobil hingegen entfällt ein Anteil von mindestens 50% der zurückgelegten Entfernungen in den einzelnen dargestellten Regionen, mit Ausnahme von vier der ersten fünf Regionen, pazifisch Asien und der Welt als Ganzes. In Nordamerika

macht das Automobil über 80% der Gesamt-Personen-Kilometer aus.

Gerechtigkeit beim Zugang. Die zunehmende Nutzung von privaten Motorfahrzeugen für den Transport bedeutet, dass Menschen ohne Zugang zu solch einem Fahrzeug bei der Erreichbarkeit von Arbeitsstellen und Dienstleistungen schwer benachteiligt sein können. Die Einschränkungen des herkömmlichen öffentlichen Nahverkehrs in den Städten, der vermehrt auf das Privatfahrzeug zugeschnitten ist, weisen nur allzu deutlich auf diese Gefahr hin. Schwache Gruppen wie alte und arme Menschen, Menschen mit Behinderungen und junge Menschen sind besonders betroffen. In diesem Zusammenhang sollten besonders die Bedürfnisse der älteren Bevölkerung erwähnt werden. In den Industrieländern steigt die absolute

Zahl der älteren Menschen wie auch ihr prozentualer Anteil an der Gesamtbevölkerung rapide an. Diese Menschen können für mehrere Jahrzehnte nach ihrer Pensionierung gesund und unabhängig sein und ein aktives Leben führen, für das sie einen beträchtlichen Grad an Mobilität benötigen. Viele werden weiterhin ein Automobil benutzen, auch wenn für die Erteilung der Fahrerlaubnis gewisse Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden müssen. Im Großen und Ganzen werden aber viele ältere Menschen im voranschreitenden Alter körperliche, finanzielle und andere Hindernisse für die Benutzung des Transportsystems, das Unterwegssein in ihrem Umfeld und den Zugang zu benötigten Dienstleistungen und Einrichtungen erfahren. Unter der älteren Bevölkerung gibt es also verschiedene Kategorien von Verkehrsteilnehmern,

aber fast alle würden von einem gut entwickelten öffentlichen Verkehrsnetz als Haupt- oder Backup-System profitieren.

Angemessene Mobilitätsinfrastruktur.
Eine inadäquate Infrastruktur stellt eine ernstliche Behinderung für eine nachhaltige wirtschaftliche und soziale Entwicklung dar, insbesondere in den Entwicklungsländern. Weit verzweigte Schienennetze für den Personenverkehr gibt es nur in Asien und Europa, und das allgemeine Straßennetz in den Entwicklungsländern liegt weit hinter dem der Industrieländer zurück (siehe Tabelle 2).

Mangelnde Kapazität ist häufig ein schwerwiegendes Problem bei inner- und zwischenstädtischen Verbindungen. Die grundlegende Anbindung des Straßennetzes kann unzulänglich sein, wenn wichtige Wohn- oder Wirtschaftszentren unzureichend mit dem Rest des Landes verbunden sind. In einigen Fällen fehlen bestimmte Einrichtungen wie Brücken, und ungünstigere Alternativen wie Fähren werden stattdessen eingesetzt. Die Qualität der Straßeninfrastruktur ist häufig nicht gut aufgrund von Mängeln in der ursprünglichen Konstruktion und Bau, unzureichender Kontrolle über Lastkraftwagen mit einer zu hohen Achslast, rauer Klimabedingungen (extreme Hitze, schwere Regenfälle oder extreme Frost-/Tauzyklen) oder einer vernachlässigten Instandhaltung.

Kostengünstiger Gütertransport.
In dem Maße, in dem die Stadtbevölkerungen wachsen, besteht ein vermehrter Bedarf an der Beförderung von Rohstoffen und unfertigen Erzeugnissen von den Fundstätten bzw. Fertigungsstätten sowie am Versand von Endprodukten in die Märkte. Städte können ohne diese Frachtsysteme nicht bestehen, und die Menschen auf dem Land können ohne diese Systeme keine Märkte für ihre Güter finden. Das Frachtvolumen und die Anzahl der güterbefördernden Fahrzeuge steigen

in vielen Gebieten der Welt dermaßen an, dass die Frachtsysteme Hauptkonkurrenten um die knappe Infrastrukturkapazität sowie Hauptquellen für die Luftverschmutzung darstellen. Das Wachstum des e-Commerce hängt von der Fähigkeit ab, elektronisch bestellte Güter rasch und effizient zu liefern. Ähnliches gilt für die Just-in-Time-Produktion. Zahlreiche Gütertransportsysteme in der Welt wurden in anderen Epochen zur Entsprechung von Anforderungen gebaut, die sich von den heutigen erheblich unterscheiden.

Zu reduzierende Messwerte

Überlastung.

Private Mobilität kann auf individueller Basis innerhalb recht kurzer Zeit verbessert werden. Wenn Einkommen beispielsweise keine Einschränkung mehr darstellt, können Menschen, die sich bisher zu Fuß oder mit dem Fahrrad fortbewegt haben, ein schnelleres Fortbewegungsmittel wählen, wie ein Automobil oder ein motorisiertes Zweiradfahrzeug. Als Folge eines zunehmenden Bedarfs an Personenmobilität kann der Bedarf an Infrastruktur rapide ansteigen. Infrastruktur kann jedoch nur kollektiv in größerem Umfang geschaffen werden, und dies braucht Zeit. Durch die Trägheit, die der Erschließung von Verkehrswegen und Anpassung der urbanen Struktur eigen ist, erweist es sich als schwierig, mit dem rapiden Übergang der Bevölkerung auf Motorfahrzeuge Schritt zu halten. Dies führt zu einer bedenklichen Unausgewogenheit des Systems und zu ungeheuren Überlastungen.

Bei Fahrten im Personenkraftwagen wird pro zurückgelegter Streckeneinheit gewöhnlich mehr Raum und Infrastruktur „verbraucht“ als bei Fahrten in öffentlichen Verkehrsmitteln. Dreh- und Angelpunkt für die Gültigkeit dieser Verallgemeinerung ist jedoch die Auslastung der öffentlichen Verkehrsmittel. Voll besetzte Busse nutzen die Straßeninfrastruktur effektiver aus als Automobile, aber leere Busse sind weniger effektiv.

Sidebar: Ozon - Ein komplexer Schadstoff-„Cocktail“

Der Leser mag überrascht sein, dass terrestrisches (d.h. bodennahes) Ozon nicht in der Liste der lokale, urbane und regionale Luftverschmutzung verursachenden Emissionen aufgeführt ist. Der Grund dafür besteht darin, dass es sich bei Ozon nicht um eine Emission handelt. Es ist ein komplexer „Cocktail“, der durch die Einwirkung von Sonnenlicht auf VOC- und NOx-Emissionen gebildet wird. Eine Eindämmung der Ozonbildung erfolgt über die Einschränkung der Emission dieser zwei Stoffe. Aber auf welche dieser zwei Emissionen bei der Einschränkung ein größeres Augenmerk gelegt werden soll, hängt von der Region ab. In einigen Regionen stellen VOCs den beherrschenden Faktor dar. In anderen ist es NOx. Durch eine zu große Einschränkung eines dieser beiden Schadstoffe, wenn der andere der beherrschende Faktor ist, kann die Ozonbildung sogar noch erhöht werden.

Überlastung der Straßennetze macht sich spürbar in stockendem Verkehr und ineffizientem Fahrzeugbetrieb. Weniger offensichtlich ist möglicherweise die Tatsache, dass die Überlastung Ursache für eine um sich greifende Unwirtschaftlichkeit ist, da Einzelpersonen, Privathaushalte und Unternehmen ihre Aktivitäten so einrichten, dass sie die unterwegs verlorene Zeit kompensieren und sich gegen die Möglichkeit wappnen, länger als erwartet unterwegs zu sein. Ein gewisser Grad an Überlastung ist wirtschaftlich vertretbar. Der Bau von Infrastruktur zur Ausmerzung aller Überlastung ist hingegen keine Lösung. Die Kosten - ökonomisch wie auch ökologisch - würden alle möglichen zusätzlichen Vorteile für Reisende bei weitem überwiegen.

Überlastung ist die Folge von Inkongruenz zwischen verfügbarer

Straßenkapazität und dem Verkehr, der diese zu einer gegebenen Zeit zu nutzen versucht. Diese Inkongruenz tritt vorwiegend deshalb auf, weil wir, als Gesellschaft, nicht fähig (oder bereit) sind, unsere Aktivitäten tags- und nachtsüber einheitlicher zu planen. Um es mit anderen Worten auszudrücken, Überlastung sollte häufig treffender als „Spitzen“-Problem statt als ein Problem unzureichender Kapazität bezeichnet werden.

Das relativ einfache ökonomische Konzept der Externalitäten ist grundlegend für die Überlastungsproblematik. Die Einzelperson, die sich zu Spitzenverkehrszeiten in den Straßenverkehr einreicht, zahlt nicht die Gesamtkosten, die allen durch diese Fahrentscheidung auferlegt werden. Da Preis nicht den Grenzkosten entspricht, übersteigt der Bedarf das Angebot, und die Folge ist Überlastung. Ökonomen vertraten schon lange den Standpunkt, dass es eine „Lösung“ für die Überlastung geben könnte, wenn jedem einzelnen Fahrer die „Vollkosten“ berechnet würden, die er anderen durch seine Entscheidung, die Straße zu Spitzenverkehrszeiten zu benutzen, auferlegt. Bis vor kurzem war diese Debatte über die theoretischen Eigenschaften einer Staugebühr rein akademischer Natur, da es unmöglich war, solche Gebühren zu erheben, ohne den

Verkehr zum Stillstand zu bringen. Mit der Entwicklung der Technologien, mit denen in Fahrt befindliche Fahrzeuge mit stauabhängigen Benutzungsgebühren belegt werden können, wechselte die Diskussion von der akademischen in die politische Arena. Neben Überlegungen zu den Kosten für die Durchführung eines stauabhängigen Preiskonzepts wurde die Idee auch in die allgemeinere Debatte über die tatsächliche Höhe der volkswirtschaftlichen Kosten der Fahrzeugnutzung verwickelt, und ob die Mineralölsteuern und Kfz-Steuern, die bereits von Fahrzeughaltern gezahlt werden, insbesondere in Gebieten wie Europa und Japan, nicht mehr als abgegolten seien.

„Klassische“ Emissionen Transportfahrzeuge bilden eine wesentliche Quelle für lokale, urbane und regionale Luftverschmutzung. Zu den von Transportfahrzeugen ausgestoßenen Stoffen, die zu dieser Verschmutzung beitragen, zählen Schwefeldioxid (SO₂), Blei, Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen (VOCs - Volatile Organic Compounds), Feststoffe und Stickstoffoxide (NO_x). Diese Stoffe werden im Allgemeinen als „klassische“ Verkehrsemissionen bezeichnet, um sie von der Emission von Treibhausgasen abzugrenzen, auch wenn es hier eine gewisse Überschneidung gibt (siehe Sonderbeitragskasten).

Fahrten mit dem Privatfahrzeug verursachen gewöhnlich einen höheren Schadstoffausstoß pro zurückgelegte Streckeneinheit als öffentliche Verkehrsmittel (Tabelle 3). Diese Aussage ist wahrscheinlich jedoch zu allgemein, als dass sie für ein bestimmtes lokales Umfeld von Wert ist. Hier spielen zweifellos noch viele andere Faktoren hinein, wie durchschnittliche Fahrzeugauslastung, Alter und Instandhaltungsgrad des entsprechenden Fahrzeugbestands usw.

Technologien zur Reduktion der Emissionen von benzinbetriebenen Motoren (Funkenzündung) wurden in den USA und Japan zuerst Ende der 1960er eingeführt. Europa folgte mit ähnlichen Vorschriften ein Jahrzehnt später. Standards für den Schadstoffausstoß und den Ausstoß flüchtiger VOCs von Fahrzeugkraftstoffsystemen wurden zunehmend strenger, und dieser Trend soll sich weiter fortsetzen. Emissionen von Neuwagen in den am strengsten überwachten Regionen liegen um 90 bis 98% unter dem Niveau, das vor Einführung der Emissionsregelungstechnologien bestand. Andere Teile der Erde folgen diesem schrittweisen Vorschriftenansatz, wenn auch mit einer gewissen Verzögerung. Die Emissionen von dieselbetriebenen Motoren (Selbstzündung) (u.a. Lastkraftwagen, Geländebaufahrzeuge, Lokomotiven,

Tabelle 3. Emissionsraten in London nach Verkehrsmittel, 1997
(in Gramm pro Personen-km)

	Private Motorfahrzeuge		Taxis	Busse	U-Bahn
	4-Rad	2-Rad			
Kohlenmonoxid	12,9	8,9	1,8	0,3	0,03
Kohlenwasserstoffe	1,9	1,1	0,6	0,1	0,0
Stickstoffoxide	0,8	1,0	1,8	1,2	0,3
Schwefeloxide	0,05	0,06	0,15	0,02	0,15
Blei	0,02	0,02	-	-	-
Feststoffe	0,04	0,04	0,55	0,02	0,01
Kohlendioxid	197	115	470	89	91

Quelle: London Transport Buses (1999)

Schiffe) unterlagen in der Vergangenheit weniger strengen Vorschriften als die Emissionen benzinbetriebener Fahrzeuge. Dies liegt teilweise daran, dass Abgasreinigungstechnologien - Katalysatoren für NO_x, Filter für Feststoffe - für den weitverbreiteten Einsatz nicht ausreichend entwickelt sind. Beide Technologien verzeichnen Fortschritte, und es liegen Pläne vor, den NO_x- und Feststoffausstoß beträchtlich unter das derzeitige Niveau abzusenken (das um einen Faktor von ca. 3 unter dem Niveau ohne einer bestehenden Emissionseinschränkung liegt).

Emissionen von mit Dauerverbrennungs-Triebwerken betriebenen Fahrzeugen (vorwiegend Gasturbinen von Luftfahrzeugen) bestehen hauptsächlich aus NO_x. Luftfahrzeugemissionen können eine erhebliche lokale NO_x-Quelle darstellen, wodurch das Problem einer Verminderung von Umgebungs-Ozonkonzentrationen erschwert wird. NO_x-Emissionen von Gasturbinen wurden durch eine Veränderung der Brennräume dieser Triebwerke zu einem gewissen Grad eingeschränkt. Weitere Reduktionen werden wahrscheinlich in der Zukunft realisiert.

Die Anwendung effektiverer schadstoffsenkender Technologien (in der Regel als Reaktion auf von Regierungen auferlegten strengeren Standards) wird zu einer beträchtlichen Reduktion der Emissionsraten pro Fahrzeug führen. Daraus folgt jedoch nicht automatisch eine entsprechende Reduktion der fahrzeugbedingten Gesamtemissionen. Die Gesamtemissionen des Bestands an leichten Personennutzfahrzeugen waren in den USA beispielsweise für CO um 30 bis 40% und für HC um 50% geringer als vor der Einführung der Einschränkungsmaßnahmen. Die Abnahme der NO_x-Emissionen fiel sogar noch geringer aus. Dies ist zurückzuführen auf die wachsende Anzahl und Nutzung von Fahrzeugen und die Zunahme der gefahrenen Kilometer, wodurch die

Verbesserungen bei den schadstoffsenkenden Systemen kompensiert werden, sowie den hohen Schadstoffausstoß durch einen kleinen Anteil des Fahrzeugbestands aufgrund von Fahrzeugalter, Versagen, fehlerhaftem Betrieb oder Manipulation. (Studien in zahlreichen Teilen der Erde, in denen strenge Emissionsvorschriften gelten, ergeben, dass ungefähr die Hälfte des gesamten Schadstoffausstoßes des Fahrzeugbestands auf 5 bis 10% der Fahrzeuge zurückzuführen ist - die „Großemittenten“). Darüber hinaus liegt die Erneuerungszeit des Fahrzeugbestands in der Regel über einem Jahrzehnt, wodurch die vollen Auswirkungen der strengeren Standards für Neuwagen verzögert werden.

In den meisten Industrieländern war die Reduktionsrate der Pro-Fahrzeug-Emissionen groß genug, um die entgegengesetzte Wirkung eines erhöhten Verkehrsaufkommens und der wachsenden Zahl der Fahrzeuge zu kompensieren. Es kann daher durchaus eine mittelfristige Minderung des fahrzeugbedingten Schadstoffausstoßes vorhergesagt werden. In den Entwicklungsländern sieht das Bild jedoch ganz anders aus. Die Wachstumsrate der Motorisierung, der Rückstand in der Umstellung auf neuere Schadstoffregelungsvorrichtungen bei Fahrzeugen (teilweise aufgrund der erforderlichen Verbesserung der Kraftstoffqualität und Kraftstoffverteilungssysteme) und die langsame Erneuerung der Fahrzeugbestände bedeuten, dass die fahrzeugbedingten Gesamtemissionen zunehmen.

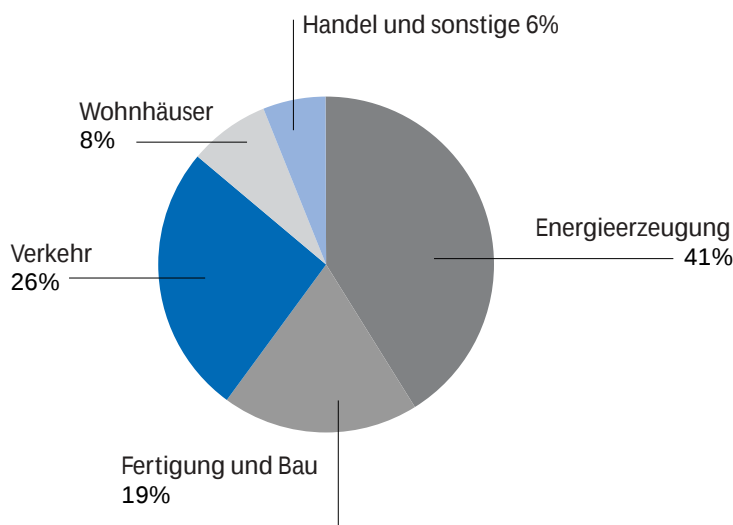
Treibhausgasemissionen. Die oben genannten Schadstoffe werden in der Regel als ein lokales, urbanes oder regionales Problem eingestuft. Andere Emissionen wirken sich global aus. Kohlendioxid (CO₂) wird durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzt. Die Konzentrationen, die gewöhnlich in städtischen oder ländlichen Gebieten vorkommen, stellen keine bekannten Gesundheitsrisiken dar. CO₂ wird als

Sidebar: CO₂-Emissionen nach Sektor

Die Internationale Energie-Agentur (IEA - International Energy Agency) gibt Schätzungen über CO₂-Emissionen nach Sektor für die gesamte Welt sowie für die einzelnen Länder heraus. Abbildung 5 wurde aus Daten, die im letzten IEA-Bericht über CO₂-Emissionen aus Kraftstoffverbrauch enthalten sind, erstellt und zeigt die Emissionen nach Sektor. Die dem Verkehrssektor zugeordneten 26% lassen sich in folgende Teilsektoren untergliedern: Straßenverkehr (Personen und Güter) - 16,9%; weiterer Inlandverkehr (Beförderung von Personen und Gütern per Bahn, Luft und auf Binnengewässern) - 6,1%; internationaler Luftverkehr - 1,4%; internationale Schifffahrt - 1,7%. Der als „Energieerzeugung“ bezeichnete Sektor umfasst die Erzeugung von Elektrizität und Wärme (Dampf) für den Allgemeingebrauch - 32,0%; die Erzeugung von Energie (vornehmlich Elektrizität und Wärme) durch Unternehmen größtenteils für den Eigengebrauch - 4,3%; und die Erzeugung von Energie durch andere Energiebranchen - 5,4%. Die direkte Verbrennung von Brennstoffen in der verarbeitenden und Bauindustrie machen 19,0% der CO₂-Emissionen aus; auf die direkte Verbrennung von Brennstoffen in Wohnhäusern (hauptsächlich zur Beheizung von Räumen) entfallen 7,6%; und die direkte Verbrennung von Brennstoffen durch den Handel und sonstige Sektoren beläuft sich auf 5,7%. (CO₂-Emissionen aus der Erzeugung von Elektrizität und Wärme für den Gebrauch durch die verarbeitende und Bauindustrie, Wohnhäuser, Handel und sonstige Sektoren werden dem Energieerzeugungssektor zugeordnet.)
Quelle: IEA (2000a)

„Treibhausgas“ bezeichnet, weil es sich um einen der chemischen Stoffe in der Erdatmosphäre handelt, die zu

Figure 5, clockwise starting from the top:
Abbildung 5. Anteil der weltweiten CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Brennstoffen nach Sektor, 1998



Quelle: IEA (2000a)

dem Treibhauseffekt und somit zur Erderwärmung beitragen.

Bestimmte andere durch den Verkehr ausgestoßene Schadstoffe - Methan, Distickstoffoxid (N₂O) und die Kältemittel der Fahrzeug-Klimaanlage - sind ebenfalls Treibhausgase. Diese Gase haben eine weitaus größere potenzielle Wirkung auf die Klimaveränderung je Einheitskonzentration als CO₂, obwohl ihre atmosphärische Konzentration wesentlich geringer ausfällt. Fahrzeuge scheinen eine mäßige Quelle für Methan und N₂O darzustellen. Das Entweichen von Fluids aus der Fahrzeug-Klimaanlage (FCKWs bis vor kurzem - jetzt aufgrund ihres Beitrags zum „Ozonloch“ über den Polen verboten) und ihre Ersatzstoffe sind genauso signifikant wie die Treibhausgase. Der Einsatz von FCKWs ist heute gemäß dem Montrealer Protokoll verboten, auch wenn FCKWs wahrscheinlich weiterhin freigesetzt werden. Die HFCKWs, die die FCKWs in den Fahrzeug-Klimaanlagen ersetzt haben, weisen in der Atmosphäre eine kürzere Lebenszeit auf, haben aber dennoch eine gewisse Auswirkung auf das thermische Gleichgewicht der Erde.

Die atmosphärische Konzentrationen von Kohlendioxid und Methan sind seit Beginn des industriellen Zeitalters beträchtlich angestiegen. In jüngster Zeit erfuhr die Erde einen allgemeinen Erwärmungstrend, der im letzten Jahrzehnt besonders ausgeprägt war. Obwohl es eine gewisse Kontroverse über das Ausmaß gibt, in dem der Anstieg dieser Treibhausgase für den Erwärmungstrend verantwortlich sind, kam die IPCC Working Group 1 kürzlich zu folgendem Schluss (IPCC 2001, S. 10): „Trotz großer Ungewissheit aufgrund anthropogener sulfater Aerosole und natürlicher Faktoren (Vulkane und Sonnenstrahlungsintensität) lässt sich während der letzten 50 Jahre eine Erwärmung durch anthropogene Treibhausgase feststellen.“

Es gibt einen wachsenden internationalen Konsens darüber, dass umsichtig gehandelt und die durch menschliche Aktivität (einschließlich des Verkehrs) in die Atmosphäre abgegebene Menge an CO₂ reduziert werden muss. Schätzungen zufolge beläuft sich der Anteil der Verkehrsaktivitäten auf ca. 28% der weltweiten CO₂-Gesamtproduktion durch den Menschen, und dieser Anteil steigt beständig an (IEA 2000b).

Die Produktion von CO₂ geht Hand in Hand mit dem Energieverbrauch, wenn es sich bei der Energiequelle um einen fossilen Brennstoff handelt. Wenn Energie aus anderen Quellen erzeugt wird (beispielsweise durch Wasser- oder Atomkraft) ist die CO₂-Produktion minimal. Zur Zeit stellen öffentliche Nahverkehrsmittel in Ländern wie der Schweiz, Norwegen und Frankreich, die große Mengen an Energie mit Wasserkraft oder Atomenergie erzeugen, die einzige Form der Verkehrsmittel dar, die solch saubere Energie in einem gewissen Umfang nutzen können. Diese Fahrzeuge (U-Bahnen, Straßenbahnen und Elektrobusse) beziehen die Elektrizität aus Überleitungen oder einer zusätzlichen, elektrifizierten Schiene.

Daten aus London (Tabelle 3) zeigen, dass Privatfahrzeuge (und Taxis) eher relativ große Mengen an CO₂ pro Personen-Kilometer produzieren. Die Werte für Taxis sind besonders hoch, weil Taxis gewöhnlich nur eine oder zwei Personen befördern und auf der Suche nach neuen Fahrgästen oder zum Aufsuchen eines günstigen Standorts erhebliche Strecken zurücklegen können. Die niedrigen Werte für die Londoner Busse spiegeln den relativ hohen Faktor der Fahrgastauslastung in den Bussen des Londoner Systems wieder. In den USA, wo die durchschnittliche Fahrgastzahl je Bus nur ca. 9 beträgt, wären die CO₂-Emissionen pro Personen-Kilometer um einiges höher.

Verkehrslärm.

Personen- und Lastkraftwagen stellen in den Städten eine Hauptquelle für Lärmbelastung dar. Die meisten Industrieländer verfügen seit den 1970ern über Vorschriften zur Fahrzeuglärmeindämmung. Durch den technischen Fortschritt bei Motoren und Abgasanlagen wurden diese Fahrzeuge erheblich leiser. Beispielsweise entspricht der in der EU zulässige Geräuschpegel eines modernen Lastkraftwagens ungefähr dem Pegel eines 1970 gängigen Automobils. Nichtsdestoweniger hat die durch Motorfahrzeuge verursachte Lärmbelastung nach wie vor eine signifikante Auswirkung auf

die Gesundheit und Lebensqualität der Stadtbewohner. In Städten wird Lärm häufig als Hauptbelastungsquelle genannt, und Verkehrslärm zählt zu den schlimmsten Übeltätern. (Einer deutschen Studie zufolge sind 65% der Bevölkerung durch Straßenverkehrslärm beeinträchtigt und 25% davon ernsthaft beeinträchtigt.) Ein Indikator dafür ist, dass Wohneigentum in der Nähe von geräuschstarken Hauptstraßen, Schnellstraßen und Bahnschienen weitaus weniger wert ist. Ein typisches städtisches Wohngebiet in den USA weist einen Lärmpegel von 55 dB bis 70 dB auf. Eine anhaltende Lärmeinwirkung von über 85 dB führt zu Hörverlust. Eine kürzlich durchgeführte Studie an von österreichischen Schulkindern ergab, dass der niedrige, aber anhaltende Geräuschpegel des täglichen Ortsverkehrs in den Kindern Stress, einen erhöhten Blutdruck, Herzschlag und eine erhöhte Ausschüttung von Stresshormonen hervorrufen kann. Bei der von amerikanischen und europäischen Forschern durchgeführten Studie handelt es sich um die erste größere Studie über die Auswirkungen des typischen Umweltlärms einer Gemeinde auf die nicht auditive Gesundheit.

Neben Fahrzeugmotoren und Abgasanlagen stammt ein Großteil des von Fahrzeugen verursachten Lärms, insbesondere auf den Schnellstraßen, heutzutage von der Bewegung der Fahrzeuge durch die Luft und dem Kontakt der Reifen mit der Straße. Ersteres kann durch eine aerodynamische Konstruktion der Fahrzeugkarosserie gemindert werden (was darüber hinaus zu einem sparsameren Kraftstoffverbrauch und einem reduzierten Schadstoffausstoß führt). Letzteres kann durch das Design des Reifenprofils und eine Verbesserung des Straßenbelags verringert werden (wodurch auch Wasser besser ablaufen kann und somit die Unfallgefahr vermindert wird). Schallschutzwände und -wälle können ebenfalls die Auswirkung von Fahrzeuglärm auf Aktivitäten in der Nachbarschaft minimieren.

Flugzeuge bilden eine weitere bedeutende Lärmquelle. Auf großen Flughäfen erfolgen in der Regel jährlich Hunderttausende von Start- und Landevorgängen. Die Mehrheit der Flugzeuge sind mit Düsentriebwerken ausgestattet. In den meisten Industrieländern wird durch zunehmend strengere Bestimmungen über Flugzeugtriebwerk-Lärm, in manchen Fällen in Verbindung mit Nachtflugverboten, erfolgreich eine Reduktion der Gesamtlärmbelastung an den meisten großen Flughäfen erzielt (siehe Abbildung 6). In den Entwicklungsländer sehen die Verhältnisse häufig ganz anders aus. In zahlreichen Fällen werden Flugzeuge, die den Lärmstandards der Industrieländer nicht mehr entsprechen können, an Betreiber in den Entwicklungsländern verkauft und setzen dort ihre laute Existenz weiter fort.

Auswirkungen auf Land, Wasser und Ökosysteme. Straßen, Brücken, Flughäfen, Häfen und die Fahrzeuge, die diese Einrichtungen nutzen, haben eine tiefgreifende Wirkung auf die Lebensräume und Ökosysteme der natürlichen Spezies. Die Verkehrsinfrastrukturen der Industrieländer haben eine gewaltige Ausdehnung und Umfang. Beispielsweise besteht das Straßennetz der USA aus Zehntausenden von Kilometern leicht befahrener Straßen (befestigt und unbefestigt), die sich ihren Weg durch landwirtschaftliche und naturbelassene Gebiete bahnen, dichten Straßennetzen in Wohngebieten und Verkehrsadern der Stadt- und Vorstadtgebiete und stark befahrenen Schnellstraßen, die sich über Hunderte von Kilometern erstrecken können. Dieses ausgedehnte System bildet eine Quelle für zahlreiche ökologische Belastungen. Als Beispiele sind Abfluss von Stoffen auf der Straßenoberfläche, Veränderungen der lokalen Hydrologie, die Zerstückelung von Lebensräumen sowie die Einführung und zahlreiche Vermehrung von invasiven Tier- und Pflanzenarten zu nennen.

Nach Fertigstellung und Inbetriebnahme haben Schnellstraßen und andere Verkehrseinrichtungen (wie Terminals) bleibende Auswirkungen auf die Qualität nahegelegener Gewässer und lokale Hydrologie. Als Folge des Eintrags von Stoffen, die sich durch Verkehr und Straßenwartungsmannschaften sowie durch Erosion der Seitenhänge und abgebauten Baumaterialien auf der Straßenoberfläche abgelagert haben, stellen sie eine chronische Quelle für Ablagerungen und Verunreinigungen dar. Stoffeintrag dringt durch direkten Abfluss in nahegelegene Teiche oder anderes Oberflächenwasser, über Entwässerungssysteme und durch Einsickern ins Grundwasser in Wasserscheiden ein. Das Eindringen von Salz in die öffentliche Wasserversorgung und Privatbrunnen stellt ein signifikantes Problem dar. Ferner haben die physischen bleibenden Spuren der Verkehrssysteme eine profunde Auswirkung: Flüsse werden umgeleitet und Feuchtbiotope aufgefüllt, wodurch Wasserflüsse behindert und Fließ- und Entwässerungsnetze verlagert werden.

Mit diesen Auswirkungen des Straßensystems gehen Auswirkungen einher, die durch andere Zweige des Verkehrssystems verursacht werden. Die Schifffahrt belastet die Wassersysteme durch eine Reihe einzigartiger Störeinträge. Handelswasserstraßen werden zum Erweitern und Vertiefen der Fahrrinnen geschlämmt, was sich störend auf Grundablagerungen und Verunreinigungen auswirkt. Die Schifffahrt hat sich als ärgerliche Einwanderungsschleuse für exotische Spezies erwiesen. Beim Transport gefährlicher Stoffe auf dem Wasserweg kann es zur Freisetzung dieser Ladungen kommen, was zu Wasserverschmutzung sowie zu Land- und Luftverschmutzung führt.

Die durch Straßen herbeigeführten Störungen der Umwelt und Lebensräume erstrecken sich weit über das Land hinaus, auf dem sie gebaut sind, sowie über die

Lebensräume, die sie unmittelbar beeinträchtigen. Die beispielsweise durch Verkehrslärm, Vibrationen und Licht verursachten Störungen reichen über eine gewisse Entfernung und beeinträchtigen Tiere in ihren Verhaltensweisen, wie Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung. Durch die Unterteilung der Landschaft in kleine Stücke Land zerschneiden die Straßen Lebensräume und behindern die Bewegungsfreiheit der Tiere. Wenn die Landstücke zwischen den Straßen zu klein werden, ist der Lebensraum unter Umständen nicht mehr in der Lage, die erforderlichen Ressourcen zur Erhaltung einer lebensfähigen und robusten Tier- und Pflanzenwelt zu produzieren.

Die Luftverschmutzung hat ebenfalls eine erhebliche negative Auswirkung auf das Verhalten des Ökosystems. Verkehrsbedingter Schadstoffausstoß hat eine kumulative Langzeitwirkung auf die Funktionsweise und den biologischen Aufbau von Ökosystemen. Ozon kann die Ökosysteme weitläufiger Gebirgs- und Waldgebiete beeinträchtigen. Der Ausstoß von NO_x führt zu saurem Regen und Nährstoffanreicherung, beides mutmaßliche Ursachen für biologische Veränderungen der terrestrischen und aquatischen Ökosysteme.

Die längerfristigen ökologischen Auswirkungen dieser Emissionen außerhalb von Stadtgebieten sind noch wenig ergründet. Es besteht die zunehmende Sorge, dass der Schadstoffgesamtausstoß von Verkehrsfahrzeugen und die Störung von Lebensräumen und natürlichen Prozessen aufgrund eines ausgedehnten Verkehrsinfrastruktursystems und seiner Nutzung zu einem allmählichen Rückgang der biologischen Vielfalt und Ökosystemfunktionen auf regionaler und nationaler Ebene führen. Klimaveränderungen üben wahrscheinlich ebenfalls einen Einfluss auf die Vielfalt und Stabilität der Ökosysteme aus.

Beeinträchtigung des Gemeindelebens.

Wenn auch zahlenmäßig schwer erfassbar, so kann eine zunehmende Ausrichtung des städtischen Transportsystems auf Privatfahrzeuge dennoch Negativauswirkungen auf die Qualität des Gemeindelebens haben. Stadtautobahnen wurden manchmal mitten durch gewachsene Gemeinden gebaut (oftmals durch politisch schwächere Gemeinden, die sich der allgemeinen politischen Ausrichtung nicht erfolgreich widersetzen konnten) und haben die Gemeinde letztendlich geteilt, da sie eine physische Barriere zwischen den zwei Hälften bildeten.

Im Allgemeinen ergeben sich relativ wenige Gelegenheiten für positive zufällige Interaktionen zwischen den Einwohnern einer Gemeinde, die vom Verkehr im Privatfahrzeug beherrscht wird; denn wenn die Menschen ihr Haus verlassen, begeben sie sich in die Isolation ihres Fahrzeugs. Dies kann zu einem Verlust des Gemeinsinns und sozialen Zusammengehörigkeitsgefühls führen.

Die „Barrierewirkung“ ist nicht nur auf Schnellstraßen begrenzt. Eisenbahnschienen können Gemeinden ebenfalls teilen, besonders bei einem etwas erhöhten Bahndamm, der Überquerungen verhindern soll. Gemeinden haben gegen Maßnahmen protestiert (z. B. Zusammenführung von Trassen und dem Bau neuer Trassen), die einen zunehmenden Güterschienenverkehr durch die Gemeinden zur Folge hätten, auch wenn durch solch eine Zunahme im Schienenverkehr die Güterbeförderung durch Lastkraftwagen auf den Straßen vermindert würde.

Verkehrsunfälle.

Die Kosten an Menschenleben, Verletzungen und Leiden durch Unfälle auf Straßen und Schnellstraßen sind unfassbar, insbesondere verglichen mit weniger allgegenwärtigen Verletzungsgefahren, die eine weitaus größere Publicity trotz einer viel geringeren Opferzahl auf sich ziehen.

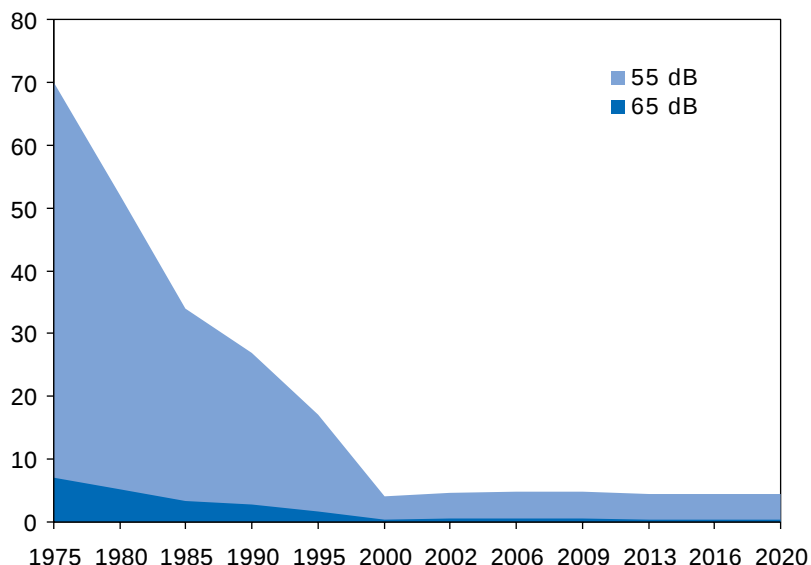
Gegen Ende der 1990er wurden in Westeuropa jährlich ca. 42.000 Menschen in Straßenverkehrsunfällen getötet, was gegenüber ca. 56.000 zu Beginn des Jahrzehnts eine Minderung bedeutet. In den USA schwankt die Zahl der Verkehrstoten pro Jahr zwischen 40.000 und 45.000. Im Schnitt stirbt in den beiden Regionen zusammen ca. alle sechs Minuten ein Mensch in einem Straßenverkehrsunfall. In einigen Ländern stellen Verkehrsunfälle die Haupttodesursache für die Altersgruppe von 15 bis 30 dar. Die Anzahl der Schwerverletzten ist in der Regel über zehnmal so hoch und die Anzahl der Leichtverletzten über 65 mal so hoch wie die Anzahl der Verkehrstoten. Die Todesrate durch Verkehrsunfälle in den Städten der Entwicklungsländer nimmt rapide zu und ist in Anbetracht des geringen absoluten Motorisierungsgrads häufig bereits erschreckend hoch. Nicht nur Fahrer und Beifahrer von Motorfahrzeugen sind Opfer von Straßenverkehrsunfällen, sondern auch Fußgänger und Fahrradfahrer. In den Industrieländern haben diese Gruppen einen Anteil von ungefähr 10% bis 15% an der Gesamtzahl der Verkehrstoten zu verzeichnen. Das Los der Fußgänger und Fahrradfahrer in den Entwicklungsländern ist noch schwerer. Hier ist ihr Anteil an den Verkehrstoten unverhältnismäßig hoch.

Nutzung nicht erneuerbarer, kohlenstoffbasierter Energie. Jedes Fahrzeug benötigt Energie. Um diese Energie bereitstellen zu können - die Energie für die Beförderung von Menschen und Gütern weltweit auf dem Land-, See- oder Luftweg - wird pro Einwohner der sechs Milliarden Einwohner der Erde täglich durchschnittlich über ein Liter Erdöl verbraucht. In den Industrieländern verbraucht der Verkehr über die Hälfte des für allgemeine Zwecke genutzten Erdöls. In den Entwicklungsländern liegt der Anteil unter 50%, er steigt jedoch an und erreicht vermutlich in diesem Jahrzehnt mindestens die 50%-Marke.

Der Verkehr benötigt nicht nur eine große Menge an Erdöl, außer Erdöl

Abbildung 6. Vom Fluglärm beeinträchtigte Personen in den USA - Anzahl im 65 dB- und 55 dB-Bereich (Tag-Nacht-Schallpegel) als Zeitfunktion

Millionen Menschen



Quelle: Personal Communication, FAA Office of Energy and the Environment

benötigt er kaum einen anderen Energieträger. Die aus Erdöl gewonnenen Kraftstoffe belaufen sich zur Zeit auf über 96% der gesamten für den Verkehr aufgewendeten Energie. Es gibt keine Anzeichen für einen Rückgang dieses prozentualen Anteils (IEA 2000b). Andere Energiequellen für den Verkehr - Kohle, Erdgas, Alkohole, Elektrizität - waren an bestimmten Orten oder zu bestimmten Zeiten von Bedeutung, am Gesamtverbrauch ist ihr Anteil jedoch verschwindend gering.

Die geschätzte Zunahme des Mobilitätsbedarfs führt daher zu einer geschätzten Zunahme des Erdölbedarfs für den Verkehr. Den vorherrschenden Schätzungen zufolge wird das Verbrauchsniveau in 25 bis 30 Jahren auf ein doppelt so hohes Niveau wie heute ansteigen (IEA 2000b, EIA/US DOE 2001). Dies löst eine Nachhaltigkeitsdebatte aus: Wie lange werden Produzenten von Erdöl, einer unermesslichen, aber letztlich begrenzten Ressource, den beständig wachsenden Bedarf des Verkehrs nach Erdöl decken können? Und zu welchem Preis? Mit der

Verfügbarkeit verbunden ist die Tatsache, dass sich 65% der bekannten herkömmlichen Erdölreserven der Welt im Nahen Osten (BP 2000) befinden, und die Abhängigkeit der übrigen Welt von einer Region, die bisher als politisch instabil gilt, erregt Besorgnis.

Das dringlichere Nachhaltigkeitsproblem stellt jedoch nicht die Verfügbarkeit von Kraftstoffen dar, sondern die aus der Produktion/Herstellung und Nutzung der Kraftstoffe resultierenden CO₂-Emissionen, ob nun die Kraftstoffe aus herkömmlichem Erdöl, Schweröl oder Erdgas gewonnen werden. Durch einen Umstieg von erdölähnlichen Kraftstoffen auf andere Kraftstoffe, bei deren Herstellung und Nutzung weniger CO₂ freigesetzt wird, könnte der durch Fahrzeugkraftstoffe verursachte CO₂-Ausstoß etwas gemindert werden. Dies ist die wichtigste treibende Kraft bei dem derzeitigen Interesse an aus Biomasse gewonnenen Kraftstoffen wie Ethanol oder Methanol sowie an aus Primärenergiequellen gewonnenen

Kraftstoffen wie Wasserstoff oder Elektrizität, die kein CO₂ freisetzen. Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit von Transportenergien müssen Optionen wie diese erkundet werden. Zur Zeit gibt es zahlreiche wirtschaftliche, technische und sonstige Hindernisse für eine handelsfähige Verfügbarmachung dieser Alternativkraftstoffe, aber weitere Forschungsarbeiten können viele dieser Hindernisse aus dem Weg räumen.

Verkehrsbedingter Feststoffabfall.

Fahrzeuge - insbesondere Automobile und Kleinlastkraftwagen - stellen wichtige Verbraucher von Werkstoffen wie Stahl, Eisen, Aluminium, Glas und Kunststoffen dar. Der Umfang einer Wiederverwendung dieser Werkstoffe variiert beträchtlich nach Region. In den USA beispielsweise werden über 95% der eisenhaltigen Werkstoffe aller abgemeldeten Fahrzeuge wiederverarbeitet, wobei mindestens 75% der Fahrzeugmasse zur Wiederverwendung extrahiert werden. Dieser hohe Prozentsatz wird durch die starke Ministahlwerkindustrie und die für ihre Produkte aufnahmebereiten Märkte bewirkt. In anderen Ländern fällt der Prozentsatz geringer aus. Eine beträchtliche Anzahl von Gebrauchtwagen wird von Europa nach Nordafrika und Osteuropa sowie von Japan nach Südostasien versendet. Grund hierfür sind die Unterschiede bei den Stahlindustrien dieser Regionen und die unterschiedlichen Recycling- und Abfallentsorgungsverfahren.

MOBILITÄT 2001 - EINE STRASSENKARTE

Es folgt eine kurze Zusammenfassung der Hauptpunkte des vollständigen Berichts.

Mobilitätsbedarfs-, Technologie- und Energienutzungstrends

Die durchschnittliche Zeit und der durchschnittliche Einkommensteil, den der „typische“ Angehörige verschiedener Bevölkerungen für den Personentransport aufzuwenden bereit ist, blieb über die letzten 50 Jahren überraschend stabil (Abbildung 7). Während die pro Person täglich zurückgelegte Entfernung recht konstant zugenommen hat, schwankt die für diese Strecke aufgebrauchte Zeit zwischen ca. einer Stunde pro Tag und knapp unter anderthalb Stunden pro Tag. Der Anteil des verfügbaren Einkommens, den der Durchschnittsbürger eines Industrielands für den Personentransport ausgibt, schwankt zwischen 11% und 16%, mit einer bedeutenden Ausnahme - Japan. Der Anstieg der durchschnittlich zurückgelegten Entfernung wurde durch die Tendenz zu schnelleren, flexibleren Personentransportmitteln

ermöglicht - vornehmlich Automobil und Flugzeug.

Durch Verbesserungen bei den Transportmitteltechnologien wurden Leistung und Produktivität erheblich gesteigert. Mit Ausnahme der Bahn, die durch externe Elektrizität angetrieben wird, werden alle Motorfahrzeuge durch einen Verbrennungsmotor angetrieben. Es werden die verschiedenen Arten der Verbrennungsmotoren beschrieben, die Stoffe, die bei ihrem Betrieb ausgestoßen werden, sowie die unternommenen Anstrengungen, diese Stoffe einzudämmen oder gänzlich auszuschalten. Verbesserungen bei den Werkstoffen haben ebenfalls zu Verbesserungen in der Transportproduktivität beigetragen. Diese Werkstoffe sowie die Anstrengungen zur Steigerung ihrer Recyclebarkeit werden beschrieben. Zu guter Letzt werden die Eigenschaften der erdölbasierten Kraftstoffe beschrieben, die zur Zeit zum Betrieb so gut wie aller Fahrzeuge eingesetzt werden, sowie die Perspektiven für eine Lösung aus der nahezu vollständigen Abhängigkeit von diesen Kraftstoffen erörtert. Es folgt die Schlussfolgerung, dass sich diese Lösung aus der Abhängigkeit als schwieriger erweisen

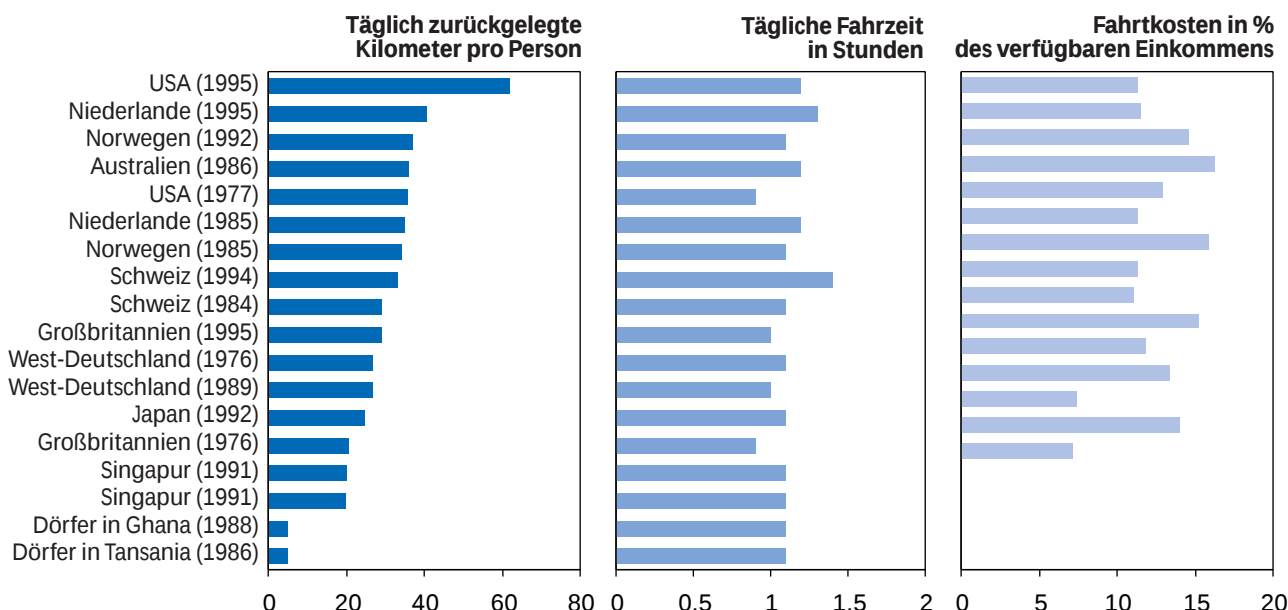
und um einiges mehr Zeit in Anspruch nehmen kann, als von manchen vorhergesagt wurde.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass die Transporttechnologien - sowohl die Antriebssysteme als auch die Fahrzeuge - weiterhin verbessert werden. Einige Trends, wie der gestiegene Marktanteil des verbrauchsärmeren Dieselmotors in Personenkraftwagen und Kleinlastkraftwagen und die kleine Produktion und der Vertrieb von Hybrid-Elektro-Fahrzeugen, lassen auf erhebliche Verbesserungen bei der Energieeffizienz der leichten Nutzfahrzeuge hoffen. Diese sowie weitere Anstrengungen durch die Automobil- und Luftfahrtindustrie und ihre Zulieferer, leistungsstärkere und effizientere Fahrzeugtechnologien zu erkunden und zu entwickeln, zeigen, dass in der Zukunft mit noch mehr Verbesserungen gerechnet werden kann.

Personenmobilität in den Städten der Industrieländer

Zu den charakteristischen Merkmalen der Industrieländer zählen im Allgemeinen ein hohes Einkommen, ein hoher Urbanisierungsgrad, eine

Abbildung 7. Die Entfernungen ändern sich, die Zeit nicht



Quelle: Aktualisierte Datenbank, basiert auf Schafer (2000)

hohe Mobilität und eine alternde und stabile Bevölkerung. (Mit „Industrieländer“ werden die OECD-Länder, ausgenommen Mexiko und Korea, bezeichnet.) Ein weiteres typisches Merkmal sind Besitz und Nutzung von Automobilen und anderen leichten Nutzfahrzeugen. Abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen (wovon Tokio die bedeutendste ist), sind die großen Städte der Industrieländer hinsichtlich der motorisierten Mobilität der Menschen größtenteils auf Automobile angewiesen (Abbildung 8).

Dieser äußerst hohe Grad an „Auto-Mobilität“ ermöglichte eine Verringerung der Bevölkerungsdichte in den meisten Stadtgebieten, was wiederum die Wettbewerbsfähigkeit der herkömmlichen Massenverkehrsmittel untergraben und somit die Nutzung des privaten Automobils verstärkt hat - zum Nachteil der Personen, die aus dem einen oder anderen Grund keinen Zugang zu einem Auto haben. Die Abhängigkeit vom Automobil hat zur Folge, dass der Schadstoffausstoß dieser Fahrzeuge sowie von Lastkraftwagen, die dieselben Stadtgebiete mit Gütern beliefern, die Ursache für einen Großteil der

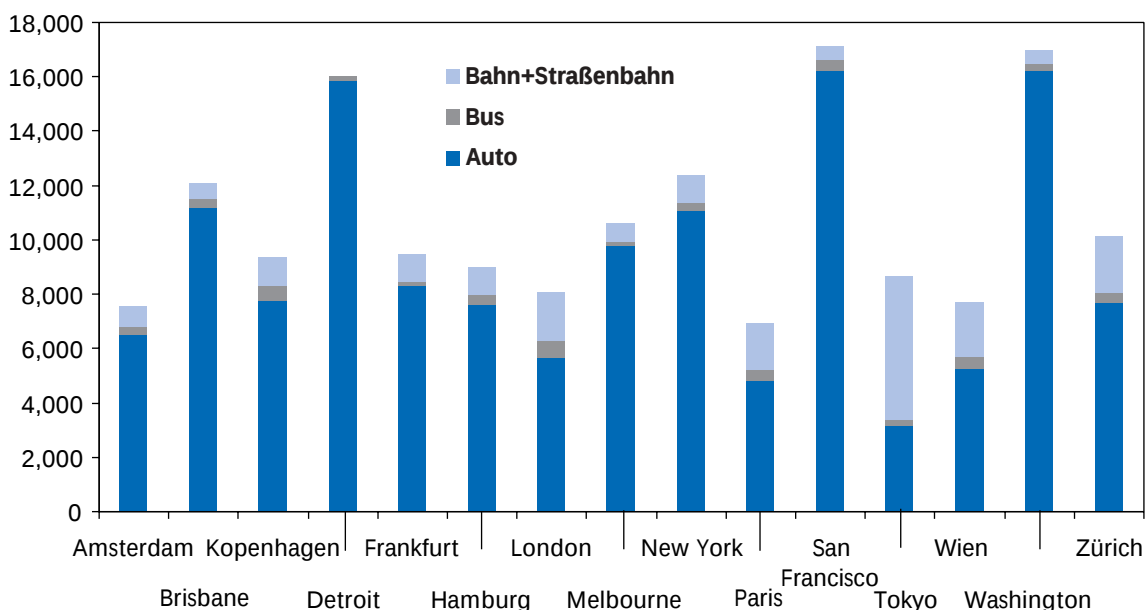
Luftverschmutzung ist, die zahlreiche Städte der Industrieländer heimsucht. Auf den Kohlendioxidausstoß der Motorfahrzeuge in den Industrieländern entfällt zur Zeit die Mehrheit der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen, auch wenn dies im Wandel begriffen ist, da die Motorisierung in den Entwicklungsländern rapide zunimmt. Die enorme Zahl der Fahrzeuge überlastet die Straßen und ist für eine große Anzahl von Verletzungen und Todesfällen verantwortlich, und zwar nicht nur der Fahrzeuginsassen, sondern auch von Fußgängern und anderen Verkehrsteilnehmern.

Es werden die Anstrengungen beschrieben, die unternommen werden, um diese Herausforderungen für Nachhaltigkeit zu bezwingen. Verbesserungen bei den Motortechnologien und Kraftstoffen haben zwar eine Reduktion der Pro-Fahrzeug-Emission zahlreicher Schadstoffe herbeigeführt, der zahlenmäßige und nutzungsmäßige Anstieg der Fahrzeuge hat diese Reduktionen jedoch größtenteils zunichte gemacht. Fahrzeugbedingte Unfallraten sind in zahlreichen Ländern gesunken, und die „Überlebensmöglichkeit“ der Fahrzeuginsassen wurde aufgrund

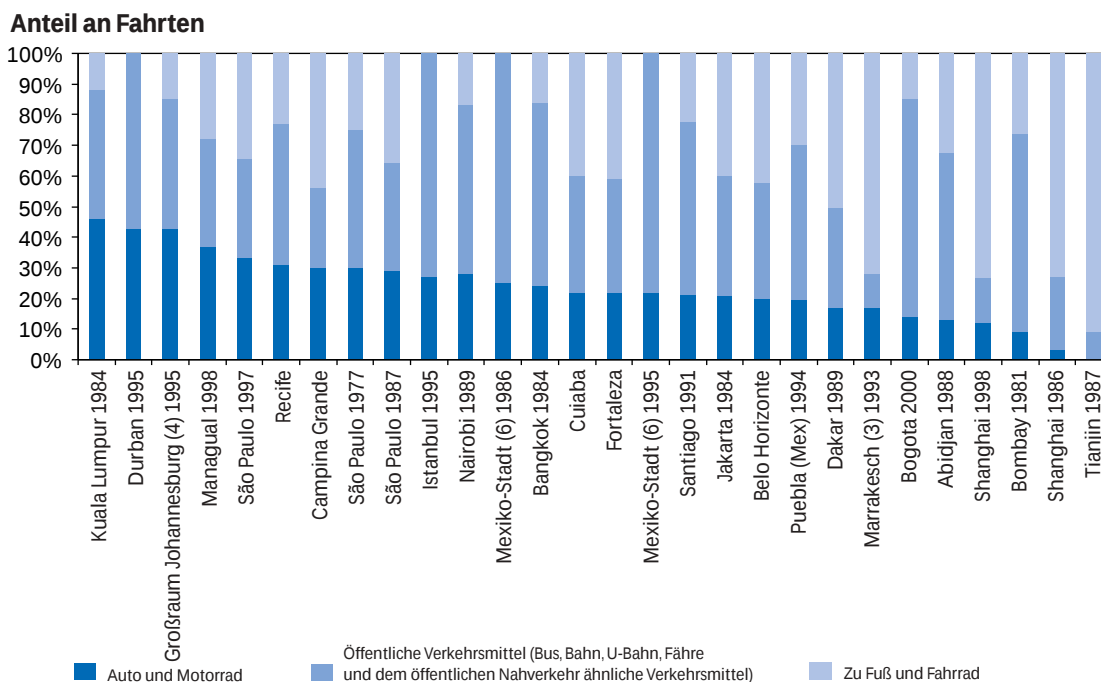
struktureller Verbesserungen und der Verwendung von Sicherheitsgurten u.ä. erhöht. Dies sind positive Entwicklungen. Die negative Seite ist, dass sich die Verkehrsüberlastung in den Stadtgebieten der meisten Industrieländer zu verschlimmern scheint. Anstrengungen, neue Verkehrsinfrastrukturen zu bauen, wurden überwältigt durch den Bedarf, der als Reaktion auf den Bau von mehr Straßenkapazität geweckt wurde, sowie durch den Widerstand von Gemeinden gegen die Lage zahlreicher städtebaulicher Projekte. Das Versprechen der Überlastungsreduktion durch „intelligente Verkehrssysteme“ muss noch erfüllt werden. Durch Motorfahrzeuge verursachte Treibhausgasemissionen steigen weiter an, da technische Verbesserungen durch die wachsende Fahrzeugnutzung überwältigt wurden, obwohl sich die Wachstumsrate in einigen Ländern verlangsamt hat. Darüber hinaus sind Anstrengungen, die Welle der Privatwagen in großem Umfang zurückzudrängen, indem Fahrzeugfahrern die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel schmackhaft gemacht wird, im Großen und Ganzen fehlgeschlagen. Die Nutzung des öffentlichen

Abbildung 8. Indikatoren für Verkehrsmittelnutzung, 1990

Personen-km/Person/Jahr



Quelle: Kenworthy und Laube (1999)

Abbildung 9. Anteil der Verkehrsmittel in ausgewählten Städten der Entwicklungsländer

Nahverkehrs nahm in vielen Städten zu, sein Anteil am Gesamtpersonenverkehr der Städte jedoch nicht. Alles in allem stellen sich zahlreiche Herausforderungen, die Personenmobilität in den Stadtgebieten der Industrieländer nachhaltig zu machen.

Personenmobilität in den Entwicklungsländern

Zu den charakteristischen Merkmalen dieses Teils der Welt zählen geringes, aber im Allgemeinen steigendes Einkommen und schnell wachsende, relativ junge Bevölkerungen. Das bedeutendste Phänomen der Entwicklungsländer ist die extrem schnelle Urbanisierungsrate in zahlreichen Ländern. „Megastädte“ - gewaltige urbane Agglomerationen, teilweise mit Millionen und Abermillionen von Einwohnern - schießen in den Entwicklungsländern aus dem Boden, besonders in Asien und Lateinamerika. Diese Abermillionen von Menschen müssen zur Arbeit, Schule und einkaufen gehen. Die Güter, die sie herstellen und konsumieren, müssen von den Fabriken und Geschäften transportiert

werden, und der entstehende Abfall muss eingesammelt und entsorgt werden. All dies erfordert Transport. Die Anzahl der Fahrzeuge - von Fahrrädern über motorisierte Zweiräder und über Autos zu Lastkraftwagen und Bussen - steigt noch rapider an als die Bevölkerung vieler dieser Stadtgebiete. Ein großer Anteil der Fortbewegung in diesen Orten erfolgt immer noch zu Fuß (Abbildung 9), und die Vermischung von Fußgängerverkehr mit durch Muskelkraft angetriebenem und motorisiertem Fahrzeugverkehr führt zu einer massiven Überlastung und äußerst hohen Unfallraten. Verkehrsbedingte Todesfälle und Verletzungen sind in den Städten der Entwicklungsländer sehr zahlreich, besonders unter den Armen. Die Motorfahrzeuge stoßen Schadstoffe aus, die zu einer schlechten und ungesunden Luftqualität in diesen Städten führen (Tabelle 4). Die wenigsten dieser Fahrzeuge verfügen über eine Emissionsregelanlage, und diese werden häufig unzureichend gewartet. Im Gegensatz zu den Stadtgebieten der Industrieländer ist in den Entwicklungsländern eindeutig eine Verschlimmerung der

Luftverschmutzung zu beobachten. Gleiches gilt für die verkehrsbedingte Emission von Treibhausgasen. Wenn die gegenwärtigen Trends anhalten, werden die Treibhausgasemissionen aller Entwicklungsländer zusammen die der Industrieländer übertreffen. Angesichts dieser Situation überrascht es nicht, dass eine Schlussfolgerung darin besteht, dass es um die Personenmobilität in vielen Teilen der Entwicklungsländer schlecht bestellt ist und dass sie sich in vielen Gebieten verschlechtert, in denen in der Vergangenheit eine Mobilitätsverbesserung zu verzeichnen war.

Trends im Intercity-Verkehr

In den Industrieländern findet wesentlich mehr Intercity- und Interkontinental-Personenverkehr statt als in den Entwicklungsländern. Aber selbst in den Industrieländern entfällt auf den Intercity- und Interkontinental-Personenverkehr nur ein sehr geringer Anteil an der Gesamtzahl der durchgeführten Fahrten. (Der Anteil an zurückgelegten Personen-Kilometern fällt hingegen um einiges höher aus.)

Tabelle 4. Beitrag der Motorfahrzeuge an luftverunreinigenden Gesamtstoffen in ausgewählten Städten der Entwicklungsländer

Stadt	Jahr	CO	HC	NOx	SO2	Schwebstaub
Beijing	1989	39	75	46	NV	NV
	2000	84	NV	73	NV	NV
Bombay	1992	NV	NV	52	5	24
Budapest	1987	81	75	57	12	NV
Cochin, Indien	1993	70	95	77	NV	NV
Delhi	1987	90	85	59	13	37
Lagos, Nigeria	1988	91	20	62	27	69
Mexiko-Stadt	1990	97	53	75	22	35
	1996	99	33	77	21	26*
Santiago	1993	95	69	85	14	11
	1997	92	46†	71	15	86‡
São Paulo	1990	94	89	92	64	39

Quellen: WRI (1996); West et al. (2000); CONAMA (1998); Fu und Yuan (2001)

* PM10

† Ausschließlich Verdampfungsemissionen beim Tanken

‡ PM10, einschließlich flüchtigen Straßenstaubs

NV: Daten nicht verfügbar

In den Industrieländern stellen das Privatautomobil, die Bahn (in zunehmendem Maße Hochgeschwindigkeitszüge) und Flugzeuge der Zivilluftfahrt die Hauptverkehrsmittel für den Intercity-Verkehr dar. In den Entwicklungsländern erfolgt der Intercity-Verkehr per Bus, konventioneller Bahn und zu einem kleinen, aber rapide steigendem Teil per Flugzeug. Der Fokus beim Intercity-Verkehr soll im folgenden auf dem Schienen- und Luftverkehr liegen.

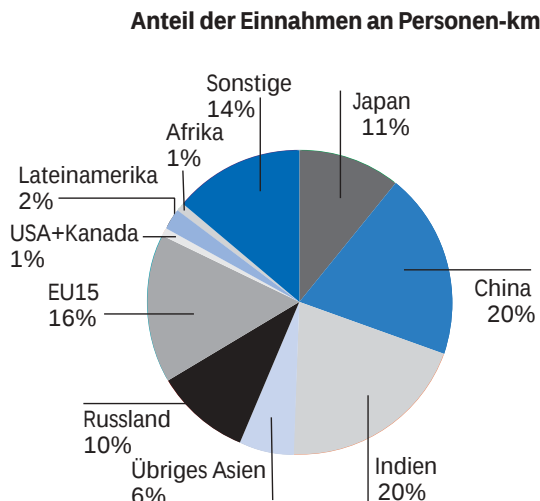
Der Personen-Eisenbahnverkehr ist in mehreren Ländern von Bedeutung, insbesondere in Japan, China, Indien, den Ländern der EU und Russland (Abbildung 10). Viele Eisenbahnlinien des Personenverkehrs - hier drängen sich vor allem Indien, China und Russland auf - befinden sich einem schlechten technischen Zustand und verfügen über veraltete Wagen. Durch die zunehmende Urbanisierung dieser Länder wird sich der Intercity-Personenverkehr per Bahn wahrscheinlich den wachsenden Herausforderungen durch andere Verkehrsmittel stellen müssen. Andere Eisenbahnsysteme des Personenverkehrs - Japan, ein Großteil der EU und, zu einem geringen Maß,

Nordamerika - werden modernisiert und verbessert, um sie gegenüber dem Luftverkehr (und weniger dem Straßenverkehr) konkurrenzfähig zu machen. Diese Hochgeschwindigkeitssysteme verzeichnen einen gewissen Erfolg, besonders wenn es um relativ kurze Distanzen geht und die Qualität des Luftverkehrs relativ schlecht ist.

In Anbetracht der Probleme, die mit dem Luftverkehr einhergehen, ist es möglich, dass die Wettbewerbsfähigkeit der Bahn in den kommenden Jahren beträchtlich zunehmen wird. Der Luftverkehr erfuhr einen extrem schnellen Anstieg, der nach allgemeiner Vorhersage in den nächsten paar Jahrzehnten weiter anhalten wird. Er muss jedoch mit wichtigen Herausforderungen der Nachhaltigkeit rechnen. Eine der wichtigsten, jedoch am wenigsten erkannten Herausforderungen ist die Bedeutung der Treibhausgasemissionen. Zur Zeit fallen auf den Luftverkehr 8-12% der verkehrsbedingten Kohlenstoffemissionen (UN 2000, IPCC 1999). Es wächst jedoch die Erkenntnis, dass diese Emissionen aufgrund des Umfelds, in dem sie erfolgen - nicht in Bodennähe, sondern hoch oben in der

Erdatmosphäre -, für einen erheblich größeren Anteil am globalen Erwärmungspotential verantwortlich sind. Es wird vermutet, dass dies schätzungsweise eine Verdopplung der Negativauswirkungen zur Folge hat. Wenn der Luftverkehr gemäß der vorhergesagten Wachstumsrate zunimmt, gewinnen die flugzeugbedingten Treibhausgasemissionen in den kommenden Jahren noch mehr an Bedeutung.

Ein weiteres wichtiges Nachhaltigkeitsproblem, mit dem der Luftverkehr konfrontiert wird, ist die rapide zunehmende Überlastung der Flughäfen und Luftverkehrswege. Trotz bedeutender Fortschritte in der Minderung von Fluglärm sind Flughäfen nach wie vor laute Einrichtungen. Ferner stellen sie eine bedeutende Quelle für klassische Schadstoffe dar, die sowohl von den Flugzeugen, die diese Flughäfen nutzen, als auch von den Fahrzeugen stammen, die zum Servicing und zur Wartung der Flugzeuge und zum Passagiertransport zu und von den Flughäfen dienen. Eine Erweiterung bestehender Flughäfen oder Standortsuche für neue Flughäfen ist äußerst schwierig (siehe Abbildung 11).

Abbildung 10. Wo gibt es Eisenbahn-Personenverkehr?

Quellen: Aktualisierte Datenbank, basiert auf Schafer (1998); Weltbank (2001b), Schätzungen für EU 15 enthalten Stadtverkehr; Japan ITPS (1999)

Verbesserungen erzielt. Durch den wachsenden Übergang beim Frachtverkehr von der schadstoffärmeren Bahn auf den emissionsstärkeren Lastkraftwagen werden diese Verbesserungen jedoch kompensiert (Abbildung 12). Diese Trends zu einem höheren Lkw-Verkehrsvolumen heben außerdem die erzielten Verbesserungen in der Energieeffizienz der Lastkraftwagen auf, durch die der Energiebedarf der Lastkraftwagen sowie die Lkw-verursachten Treibhausgasemissionen reduziert werden. Die zunehmende Nutzung des Luftfrachtverkehrs zur Beförderung kleiner Pakete stellt einen Trend dar, durch den der Energieverbrauch (und die Treibhausgasemissionen) durch das Luftverkehrssystem weiter ansteigt.

Gütermobilität

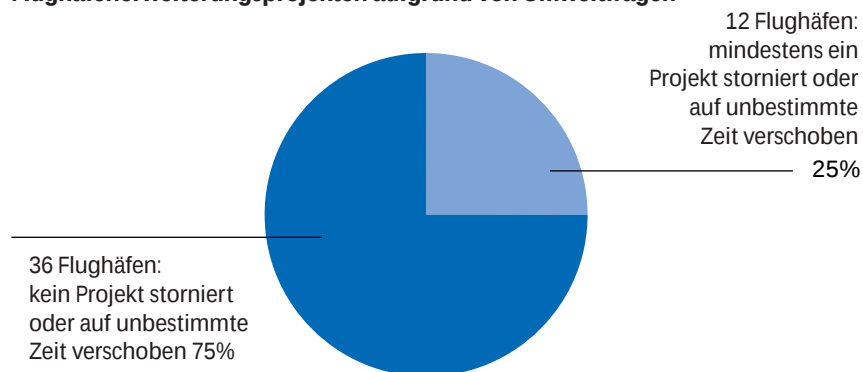
Die Gütermobilität ist für die moderne Welt absolut essenziell. Die Fähigkeit, große Mengen an Gütern über weite Entfernungen sehr kostengünstig zu transportieren, ermöglicht Städten zu existieren, Bauern, einen Markt für ihre Ernte zu finden, Unternehmen, die Vorteile einer spezialisierten Produktion zu ernten, und Verbrauchern, Zugang zu einer breiten Palette von Gütern zu erschwinglichen Preisen zu haben. Die Bedeutung der Gütermobilität beschränkt sich nicht auf die Beförderung von Gütern über große Distanzen; der effiziente Gütertransport innerhalb eines Stadtgebiets oder über regionale Entfernungen (100-500 km) stellt einen Schlüssel zur Wettbewerbsfähigkeit dar. Es bestehen mehrere wichtige Nachhaltigkeitsprobleme in Bezug auf Güter. Zum einen stellt die verbrauchte Energiemenge ein Problem dar. Auch wenn ein Großteil des Frachtverkehrs relativ sparsam im Kraftstoffverbrauch ist, bedeuten die schieren Mengen an beförderten Gütern, dass der Gesamtenergiebedarf der Gütertransportsysteme weltweit recht groß ist. Zur Zeit entfallen auf den Gütertransport ca. 43% der gesamten Transportenergie (UN 2000, S. 5). Die

Fahrzeuge für den Gütertransport tragen in einem bedeutendem Umfang zur Emission klassischer Schadstoffe und von Treibhausgasen sowie zur Verkehrsüberlastung, Lärmbelastung und zu Unfällen bei. Ferner sind Güterverladeanlagen Hauptnutzer von Grund und Boden, besonders in Städten und deren Umkreis. Wie bei den Personenkraftwagen in den Industrieländern werden auch bei den Emissionseigenschaften der Gütertransportfahrzeuge, insbesondere bei Lastkraftwagen,

MOBILITÄT AM ENDE DES 20. JAHRHUNDERTS - DIAGNOSE UND PROGNOSE

In den Industrieländern

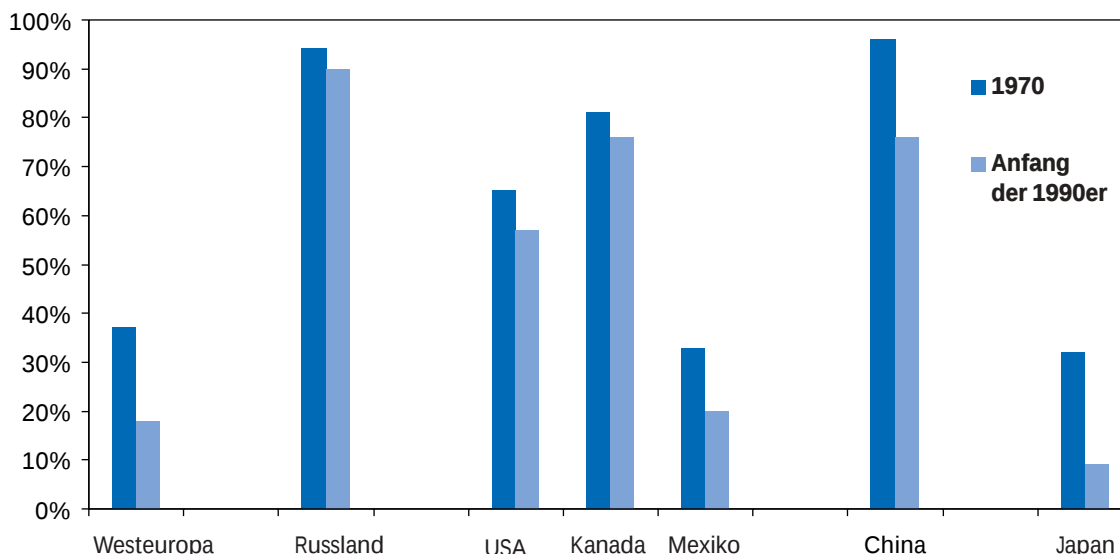
Der Grad der persönlichen Mobilität hat heute für die meisten Bewohner der Industrieländer einen absoluten Höchststand erreicht, richtet sich (wie die Erreichbarkeit allgemein) jedoch stark nach Alter, Einkommen und Wohnort. Aufgrund der großen Frachtmobilität können die Menschen in den Industrieländern aus einem

Abbildung 11. Stornierung oder Aufschiebung auf unbestimmte Zeit von Flughafenenerweiterungsprojekten aufgrund von Umweltfragen

Quelle: GAO (2000)

Abbildung 12. Anteil des Schienengüterverkehrs am gesamten Schienen- und Straßengüterverkehr. Trends in ausgewählten Ländern, 1970 im Vergleich zum Beginn der 1990er

Milliarden von Gütern per Schiene in Tonnen-km/Jahr im Verhältnis zum Schienen- und Straßengüterverkehr in Tonnen-km/Jahr



Quelle: US DOT, BTS (1997a), S. 250-51

Hinweis: Anfang der 1990er - variiert je nach Land (1991, 1993 oder 1994)

extrem vielfältigen Angebot an Waren und Dienstleistungen wählen. Leichte Nutzfahrzeuge (Personenkraftwagen und Kleinlasten) stellen nicht nur in Nordamerika, sondern auch in Europa und den asiatischen Industrieländern den wichtigsten Faktor der Personenmobilität dar, wie ihre ständig steigende Pro-Kopf-Anzahl und jährliche Pro-Kopf-Nutzung beweist.

Der städtische Bevölkerungsanteil in den Industrieländern ist hoch und nimmt langsam weiter zu. Die Urbanisierung, die 1975 bei 70% lag, belief sich 2000 bereits auf über 75% und dürfte bis 2030 die 85%-Marke fast erreicht haben (UN, 2001). Gleichzeitig nimmt in den meisten Industrieländern die Bevölkerungsdichte der Städte selbst und ihres Umlands ab. Tabelle 1 zeigte die Entwicklungstrends der Bevölkerungsdichte (gemessen in Personen pro km²) in 15 großen Stadtgebieten Europas, Nordamerikas, Japans und Australiens. In den 30 Jahren zwischen 1960 und 1990 nahm die Bevölkerungsdichte in all diesen Städten ab, in sieben Fällen

(Amsterdam, Kopenhagen, Frankfurt, Hamburg, London, Paris und Washington) sogar in einer Größenordnung von 30% oder mehr. Diese widersprüchliche Entwicklung - zunehmende Urbanisierung bei sinkender Stadtbevölkerungsdichte - ist unmittelbar auf zwei miteinander verbundene Ursachen zurückzuführen: die allgemeine Verfügbarkeit und zunehmende Nutzung von Kraftfahrzeugen und das Wachstum von Vorstadtgebieten, deren Bewohner auf das Automobil als Transportmittel angewiesen sind.

Vorstädte und gering besiedelte Stadtgebiete schmälern das Angebot des „konventionellen“ öffentlichen Nahverkehrs, da sich hier weniger attraktive und viel befahrene Hauptstrecken anbieten. Dies benachteiligt Menschen, die aus Kosten- oder Altersgründen kein eigenes Fahrzeug besitzen.

Der Bau neuer Straßen hat nicht mit dem größeren Verkehrsaufkommen Schritt gehalten. Es gibt sogar gute Gründe, warum er dies auch nicht könnte (oder sogar sollte). Selbst wenn die allgemeine

Verkehrsüberlastung nicht so groß ist, wie es den direkt davon Betroffenen erscheinen mag, nimmt sie doch ständig weiter zu. In einigen Großstadtgebieten beschränken sich Verkehrsstaus nicht mehr auf die bekannten Hauptverkehrszeiten, sondern erstrecken sich über den ganzen Tag.

Der Verkehr in den Industrieländern basiert zum allergrößten Teil (96%) auf erdölbasierten Kraftstoffen. Der Anteil dieser Länder am weltweiten verkehrsbedingten Energiebedarf liegt damit bei etwa 65%.

Die aus Kraftfahrzeugen stammenden, gesundheitsschädlichen Schadstoffemissionen wurden in zahlreichen Industrieländern erfolgreich in den Griff bekommen und nehmen allgemein ab. Mithilfe der Politik konnten vor allem durch strengere Emissionsgrenzwerte und verbesserte Kraftstoffe beträchtliche Emissionssenkungen pro gefahrenem Kilometer erzielt werden. Die langsame Erneuerung des Fahrzeugbestands und das erhöhte Verkehrsaufkommen haben jedoch bewirkt, dass der tatsächliche

Rückgang der Emissionswerte geringer ist, als dies aufgrund der technologischen Neuerungen anzunehmen wäre.

Verkehrsbedingte Emissionen von Schadstoffen, die zur globalen Erderwärmung beitragen, nehmen dagegen in fast allen Industrieländern zu. Die größere Anzahl an Kraftfahrzeugen, die veränderten Anteilsverhältnisse der einzelnen Fahrzeugarten und das höhere Verkehrsaufkommen können durch die verbesserte Energieeffizienz nicht aufgewogen werden.

In allen Industrieländern, besonders den USA und Kanada, nimmt der Luftverkehr rasch zu. Obwohl sich die Auslastung (der Prozentsatz der besetzten Sitzplätze) erhöht hat, nimmt die durchschnittliche Größe von Verkehrsflugzeugen seit mindestens zehn Jahren stetig ab. Dieser wachsende Anteil kleinerer Flugzeuge und der allgemein dichtere Flugverkehr machen die technologischen Verbesserungen hinsichtlich der Energieeffizienz wieder zunichte. Der Energieverbrauch im Luftverkehr ist beträchtlich stärker angestiegen als der Kraftstoffverbrauch anderer Verkehrsformen und es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend fortsetzen wird. Laut der US-amerikanischen Energy Information Agency wird der Treibstoffverbrauch der Industrieländer in den nächsten Jahrzehnten doppelt so stark zunehmen wie der Energieverbrauch im Straßenverkehr (3,0% jährlich bzw. 1,5% jährlich).

Der Luftverkehr ist für einen überraschend großen und weiter steigenden Anteil der Luftverschmutzung verantwortlich. Flughäfen verursachen durch den Leerlauf von Flugzeugmotoren, aber auch den Passagierverkehr am Boden und die zahlreichen Servicefahrzeuge für Transport, Treibstoffversorgung und Wartung einen Großteil der „klassischen“ Schadstoffemissionen ihrer jeweiligen Region. Darüber hinaus geben Verkehrsflugzeuge verschiedene Stoffe, darunter Kohlendioxid, in sehr großer Höhe

ab, was den möglichen Einfluss dieser Emissionen auf die globale Erderwärmung beträchtlich erhöht.

Der Luftverkehr ist im Intercity-Verkehr der Industrieländer heute unverzichtbar. Die beschränkte Kapazität der Flughäfen und Fluggesellschaften macht sich jedoch durch zunehmende Verspätungen bemerkbar, vor allem innerhalb Westeuropas und des amerikanischen Dreiecks Chicago-Boston-Washington. Dennoch werden Probleme wie überlastete Flughäfen, die Schwierigkeiten beim Bau neuer Start- und Landebahnen oder neuer Flughäfen und die durch den Flugverkehr verursachte Luftverschmutzung relativ nachlässig gehandhabt. Großer Aufwand wird betrieben, um den Fluglärm zu reduzieren. Dank technologischer Verbesserungen sind neue Flugzeuge leiser als die älteren Modelle, von denen einige lärmdämpfend nachgerüstet wurden.

Hochgeschwindigkeitszüge gewinnen auf einigen Märkten gegenüber Flugzeug und Automobil zunehmend an Boden. Dies gilt besonders für den sehr dichten Intercity-Verkehr über Kurzstrecken in Japan und Europa, wo spezielle Hochgeschwindigkeitstrassen errichtet werden. Auch in den USA wächst das Interesse an Hochgeschwindigkeitszügen, doch lässt sich noch nicht abschätzen, ob daraus der tatsächliche Aufbau solcher Systeme resultieren wird bzw. ob sich diese Systeme allgemein durchsetzen und den US-amerikanischen Intercity-Verkehr auf Dauer prägen können.

Frachtsysteme transportieren immer größere Gütermengen sowohl innerhalb der Industrieländer als auch zwischen den Entwicklungs- und Industrieländern. Besonders bei Gütertransporten ins Ausland oder Langstrecken im Inland werden herkömmliche Stückgutssysteme zunehmend durch containerisierte Systeme ersetzt. Die effizienteste Form des Gütertransports über Langstrecken auf dem Landweg ist der schienengebundene Großraum-Schwertransport. Diese Systeme sind

jedoch außerhalb Nordamerikas kaum verbreitet, sodass ein zunehmender Teil des Gütertransports aus den Industrieländern über Lastkraftwagen erfolgt.

Die Frachtsysteme in den Industrieländern verbrauchen einen hohen und weiter steigenden Anteil der verkehrsbedingten Energie. Die Schifffahrt ausgenommen, betrug dieser Anteil am Gesamtenergiebedarf der Industrieländer 1995 26% und wird voraussichtlich bis 2020 auf knapp 30% steigen.

Der Wettbewerb von Güter- und Personenverkehrssystemen um den Zugang zur bestehenden Straßen- und Schieneninfrastruktur und die für Auf- und Ausbau der Infrastruktur erforderlichen Mittel wird zunehmend schärfer.

Eine Nachhaltigkeits-Scorecard für die Industrieländer
Abbildung 13 zeigt die bisher erzielten Leistungen der Industrieländer bei den definierten Nachhaltigkeits-Messwerten. Die einzelnen Messwerte sind nicht nach Wichtigkeit geordnet. Die farbige Kennzeichnung der einzelnen Indikatoren gibt Aufschluss über die Gesamtleistung aller Industrieländer. Einige Länder engagieren sich natürlich stets mehr als andere - dies wurde bei dieser Aufstellung jedoch nicht berücksichtigt. Zusätzlich enthält die Tabelle auch Trends zu den einzelnen Messwerten.

In den Entwicklungsländern

Die meisten Menschen in den Entwicklungsländern leiden unter schlechten oder zumindest schlechter werdenden Mobilitätsbedingungen. Der Kern dieses Problems liegt in dem rapiden Städtewachstum und der raschen Motorisierung dieser Länder, wobei es meist an Zeit und Geld mangelt, um die Infrastruktur auszubauen oder sich neuen Mobilitätstechnologien anzupassen. Die Städte müssen zu viele Menschen unterbringen und transportieren und verfügen über ein unzureichendes

Abbildung 13. Nachhaltigkeits-Scorecard - Industrieländer

	Niveau	Richtung
Zu verbessernde Messwerte		
Zugang zu Mitteln der Personenmobilität		+
Gerechtigkeit beim Zugang		-
Angemessene Mobilitätsinfrastruktur		-
Kostengünstiger Gütertransport		+
Zu reduzierende Messwerte		
Überlastung		-
„Klassische“ Emissionen		+
Treibhausgasemissionen		-
Verkehrslärm		+
Sonstige Umweltauswirkungen		-
Beeinträchtigung des Gemeindelebens		-
Verkehrsunfälle		+
Verkehrsbedarf an nicht erneuerbarer Energie		=
Verkehrsbedingter Feststoffabfall		+

Abbildung 14. Nachhaltigkeits-Scorecard - Entwicklungsländer

	Niveau	Richtung
Zu verbessernde Messwerte		
Zugang zu Mobilitätsmitteln		+
Gerechtigkeit beim Zugang		?
Angemessene Mobilitätsinfrastruktur		-
Kostengünstiger Gütertransport		+
Zu reduzierende Messwerte		
Überlastung		-
„Klassische“ Emissionen		-
Treibhausgasemissionen		-
Verkehrslärm		-
Sonstige Umweltauswirkungen		-
Verkehrsunfälle		-
Verkehrsunfälle		-
Verkehrsbedarf an nicht erneuerbarer Energie		=
Verkehrsbedingter Feststoffabfall		?

Schlüssel:

-  Niveau der jeweiligen Messwerte ist inakzeptabel und/oder gefährlich
-  Niveau erregt Besorgnis und erfordert Verbesserung
-  Niveau ist akzeptabel, oder es gibt Anzeichen für ein Erreichen dieses Niveaus
- +
 Situation scheint sich in die gewünschte Richtung zu bewegen
-
 Situation scheint sich zu verschlechtern
- =
 keine eindeutige Richtung erkennbar
- ?
 verfügbare Daten reichen für eine Beurteilung nicht aus

und schlecht instand gehaltenes Straßen- und Schienennetz. Darüber hinaus fehlt es ihnen meist an Geld und politischem Willen, diese Probleme entschlossen anzugehen.

1950 lebten weniger als 30% der Weltbevölkerung in Stadtgebieten. 2005 wird dieser Anteil 50% betragen - ein Anstieg, für den vor allem die Entwicklungsländer verantwortlich sind. „Megastädte“ mit über 10 Millionen Einwohnern sind heute ein wesentliches Kennzeichen der Entwicklungsländer: Im Jahr 2000 lagen 15 der 19 Megastädte in Entwicklungsländern; 2015 wird das Verhältnis 18 von 23 sein (UN 2001).

Trends in der Bevölkerungsdichte von Städten und Stadtgebieten in den Entwicklungsländern sind weniger eindeutig als in den Industrieländern. Von sechs asiatischen Großstadtgebieten - Hongkong, Jakarta, Kuala Lumpur, Manila, Singapur und Surabaya - verzeichneten drei - Hongkong, Kuala Lumpur und Manila - in den letzten 30 Jahren eine stetige Abnahme der Bevölkerungsdichte. In zwei der verbleibenden drei Stadtgebiete - Jakarta und Surabaya - nahm die Bevölkerungsdichte zwischen 1980 und 1990 ab. Nur Singapur verzeichnete in den Jahren zwischen 1980 und 1990 einen Anstieg, wobei die Bevölkerungsdichte jedoch nach wie vor unter dem Stand von 1960 und 1970 liegt (Demographia 2001).

In den meisten Entwicklungsländern liegt die Motorisierungsrate (gemessen in der Anzahl an Fahrzeugen pro 1000 Personen) noch weit unter der der Industrieländer, steigt aber rasch an. Die derzeitige Rate entspricht der Situation Europas in den 1950ern und 1960ern und weist auch ein vergleichbares Wachstum auf.

Die Mehrzahl der Menschen in den Entwicklungsländern kann sich kein eigenes Kraftfahrzeug leisten, sodass öffentliche Verkehrsmittel hier nach wie vor die wichtigste Form der motorisierten Mobilität darstellen. Der Wettbewerb mit Personen- und Lastkraftwagen um verfügbaren

Straßenplatz bereitet diesen Systemen jedoch zunehmend Schwierigkeiten, dem wachsenden Bedarf zu entsprechen und das Serviceniveau aufrecht zu erhalten. Die ständige Verkehrsüberlastung durch die rasch steigende Anzahl an Privatfahrzeugen, die unterschiedlichen „offiziellen“ und „inoffiziellen“ öffentlichen Nahverkehrsmittel und die mit Fracht beladenen Lastkraftwagen haben den Verkehr in zahlreichen Städten der Entwicklungsländer so gut wie lahm gelegt. Die verstopften Straßen und die Grundstücks- und Immobilienstruktur, die Menschen mit geringem Einkommen an den Stadtrand drängt, treffen die Armen überdurchschnittlich hart. Staus, ungeübte oder rücksichtslose Fahrstile und unzureichende Verkehrskontrollen machen das Konzept Mobilität zu einem gefährlichen Unterfangen. Die Rate der Verkehrsunfälle und unfallbedingten Todesfälle liegt in zahlreichen Städten der Entwicklungsländer erschreckend hoch.

Anders als in den Industrieländern nimmt die Emission gesundheitsschädlicher Schadstoffe in den Entwicklungsländern zu. Die Luftkonzentrationen dieser Schadstoffe liegen - oft um ein Vielfaches - über denen der Städte in Industrieländern. Die äußerst rasch steigende Anzahl an Privatfahrzeugen ist dafür ebenso verantwortlich wie die langsame Erneuerung des Kraftfahrzeugbestands, minderwertige Kraftstoffe, die zögerliche Annahme moderner Technologien zur Schadstoffregelung und der schlechte Wartungszustand der Fahrzeuge.

Die öffentlichen Verkehrsmittel treiben den Erdölverbrauch in den Entwicklungsländern rapide in die Höhe. Der Gesamtverbrauch an verkehrsbedingter Energie stieg in den Entwicklungsländern von 7 Millionen Barrel täglich (Öläquivalent) im Jahr 1990 auf 11 Barrel Tonnen täglich 1999 und dürfte sich 2015 auf 23 Millionen Barrel pro Tag belaufen. Für den Anteil dieser Länder am weltweiten verkehrsbedingten Energieverbrauch bedeutet dies einen

Anstieg von 22% (1990) auf 28% (1999) und voraussichtlich 39% bis 2015 (EIA 2001).¹ Der anteilmäßige Prozentsatz der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen in den Entwicklungsländern nimmt sogar noch schneller zu.

Die Verkehrsinfrastruktur in den Entwicklungsländern ist unzureichend ausgebaut und wird oft mangelhaft instand gehalten. Das Straßenverkehrsnetz in China umfasst beispielsweise ca. 1 Million Kilometer, besteht jedoch zum Großteil aus zweispurigen Straßen mit markierten Seitenstreifen für Fahrräder und Traktoren. Nur etwa 6000 Kilometer sind als „Schnellstraße“ im üblichen Sinn zu bezeichnen. Das chinesische Schienennetz ist zwar recht ausgedehnt, entspricht jedoch vom Umfang in etwa dem der Vereinigten Staaten zur Zeit des amerikanischen Bürgerkriegs (Alberts et al. 1997.)

Bau und Instandhaltung der Straßen, Brücken und Schienen können mit dem rasant steigenden Mobilitätsbedarf nicht mithalten. Dieser wachsende Bedarf wird sich in den Entwicklungsländern voraussichtlich vor allem im Luftverkehr bemerkbar machen, doch werden kaum Anstalten getroffen, um neue Flughäfen zu bauen. Mit Ausnahme weniger Länder wie China, Indien und Russland, die über ein ausgedehntes Schienennetz verfügen, ist der Güterverkehr stark auf Lastkraftwagen angewiesen. Selbst in diesen Ländern sind die veralteten Schienennetze jedoch oft kaum geeignet, die Anforderungen des modernen Güterverkehrs zu erfüllen.

Eine Nachhaltigkeits-Scorecard für die Entwicklungsländer Abbildung 14 illustriert die bisher erzielten Leistungen der Entwicklungsländer bei den definierten Messwerten einer nachhaltigen Mobilität und nennt künftige Trends.

WICHTIGE HERAUSFORDERUNGEN ZUR SICHERUNG NACHHALTIGER MOBILITÄT

Privat genutzte leichte Nutzfahrzeuge

Die meisten Stadtgebiete der Industrieländer, insbesondere die Vorstädte, sind zur Umsetzung der Personenmobilität in erster Linie auf Privatfahrzeuge angewiesen. Die vielleicht größte Herausforderung zur Sicherung nachhaltiger Mobilität in den Industrieländern besteht darin, unverträgliche Aspekte kraftfahrzeugbasierter Systeme zu mindern oder sogar zu beseitigen, ohne dabei die Vorzüge dieser Systeme aufzugeben. Zu diesen unverträglichen, nicht nachhaltigen Aspekten gehören:

- Die Benachteiligung bestimmter Gesellschaftsgruppen (besonders arme und alte Menschen), die häufig nicht einmal so zentrale Lebensaspekte und -bereiche wie ihren Arbeitsort oder ihre Schule, Arztpraxen, Geschäfte oder ihre Bekannten und Verwandten erreichen können. Fehlender Zugang zu Beschäftigungschancen stellt gerade im Fall armer Menschen einen besonders dringlichen Missstand dar, der wohl nur zu beheben sein wird, indem die Wettbewerbsfähigkeit des „konventionellen“ öffentlichen Nahverkehrs, der mit sinkender Stadtbevölkerungsdichte zunehmend an Attraktivität verliert, gezielt gefördert wird oder (wahrscheinlicher noch) indem neue und besser geeignete Nahverkehrsalternativen entwickelt werden.
- Die Mitverursachung unterschiedlicher umwelttechnischer und ökologischer Probleme durch Privatfahrzeuge. Dazu gehören der Ausstoß von Stoffen, die für die weltweiten Klimaveränderungen verantwortlich sind, oder die

Emission gesundheitsschädlicher Schadstoffe, die in bestimmten Orten oder Regionen zu Krankheiten führen können, ebenso wie eine stärkere Wasserverschmutzung oder die Zerstörung von Lebensräumen. Das Problem der weltweiten Klimaveränderungen ist dabei vermutlich am schwierigsten zu beheben. Zwar kann eine bessere Energieeffizienz einzelner Fahrzeuge durchaus erzielt werden, doch erfordert die wirksame und dauerhafte Reduzierung der Treibhausgasemissionen durch den Bestand an Privatfahrzeugen in den Industrieländern wahrscheinlich den letztendlichen Ausstieg aus kohlenstoffbasierten Kraftstoffen.

- Der beträchtliche Anteil von Personenkraftwagen an verkehrsunfallbedingten Todesfällen und Verletzungen von Insassen und Fußgängern. Obwohl die Todesrate bei Unfällen in fast allen Industrieländern zum Teil erheblich zurückgegangen ist, wird die zunehmende Überalterung der Bevölkerung in den Entwicklungsländern künftig zu mehr verkehrsbedingten Unfällen und Todesfällen führen. Die Bedürfnisse älterer Fahrer, Fahrzeuginsassen und Fußgänger sind daher weit mehr als bisher zu berücksichtigen.
- Die Überlastung der Verkehrswege in zahlreichen Stadtgebieten der Industrieländer. Das Straßen- und Verkehrsnetz muss besser durchdacht, ausgebaut und besser instand gehalten werden, aber mehr neue Straßen allein können das Problem der Verkehrsstaue nicht beseitigen. Fahrzeuge müssen Straßen effizienter nutzen, sei es durch Einsatz intelligenter Verkehrssysteme, durch die Autofahrer besser informiert

sind, sodass mehr Fahrzeuge gleichzeitig und sicher einen bestimmten Streckenabschnitt nutzen können, oder durch eine allgemeine Einführung von Staugebühren oder ähnlichen Maßnahmen.

Die Herausforderungen zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Kraftfahrzeugen in den Entwicklungsländern sind anderer Art und Größenordnung als in den Industrieländern. Dies hängt vor allem mit der raschen Motorisierung vieler Entwicklungsländer zusammen.

- Die Motorisierung der Entwicklungsländer begünstigt sowohl die Urbanisierung als auch die Suburbanisierung. Dadurch vergrößert sich die Kluft zwischen der zunehmenden Mittelschicht, deren steigendes Einkommen ihr den Zugang zu Arbeitsplätzen und anderen Einrichtungen erlaubt, und den Armen dieser Länder, denen dies nicht möglich ist. Ähnlich wie in den Industrieländern ist die Motorisierung und Suburbanisierung häufig mit einer Aushöhlung des öffentlichen Nahverkehrs verbunden; mehr noch als dort konnten sich in den Entwicklungsländern „unkonventionelle“ öffentliche Transportformen durchsetzen. Aufgrund der Tatsache, dass arme und weniger wohlhabende Menschen in den Entwicklungsländern stark auf öffentliche Verkehrsmittel angewiesen sind, hat deren sinkende Wettbewerbsfähigkeit noch gravierendere Folgen als in anderen Erdteilen. Obwohl sich die Altersstruktur der Bevölkerung in den meisten Entwicklungsländern stark von der in Industrieländern unterscheidet und einen viel größeren Anteil jüngerer Menschen aufweist, wirkt sich die verschlechterte Erreichbarkeit für arme oder alte (und insbesondere arme und alte) Menschen zusätzlich

erschwerend auf das Stadtleben in den Entwicklungsländern aus.

- Die Nachhaltigkeit der leichten Nutzfahrzeuge stellt andere Herausforderungen an den Umweltschutz als in den Industrieländern, da der Ausstoß „klassischer“ Schadstoffe aus diesen Fahrzeugen in den Entwicklungsländern teilweise beträchtlich zunimmt. Die Schadstoffkonzentrationen von Ozon, Schwefel- und Stickstoffoxiden, Feststoffen und sogar Blei liegen sehr hoch und steigen in zahlreichen Städten der Entwicklungsländer weiter an. Es ist durchaus denkbar, dass der Bau zusätzlicher Straßen, mit dem der wachsenden Anzahl an privat und kommerziell genutzten Fahrzeugen Rechnung getragen wird, mehr zu einer stärkeren Wasserverschmutzung und der Zerstörung von Lebensräumen beiträgt als in den Industrieländern. Da es in den Entwicklungsländern insgesamt weniger Fahrzeuge gibt als in den Industrieländern, liegen die Werte der Treibhausgasemissionen dort weit unter denen der Industrieländer. Sollte die derzeitige rasche Vermehrung des Bestands an Privatfahrzeugen jedoch anhalten, könnte sich dies schon bald drastisch ändern. Es ist davon auszugehen, dass die (größtenteils aus Privatwagen stammenden) verkehrsbedingten Kohlenstoffemissionen in den Entwicklungsländern bis etwa 2015 das Niveau der Industrieländer erreicht haben werden (EIA 2001, S. 185). Da die Motorfahrzeuge in den Entwicklungsländern nicht mit den Energieeffizienzfunktionen von Fahrzeugen in den Industrieländern ausgerüstet sind, könnte dies sogar schon früher der Fall sein.

- Die Rate der verkehrsbedingten Unfälle und Todesfälle liegt hoch und steigt vielerorts sogar noch weiter an. Obwohl Sicherheitsgurte teilweise in den Fahrzeugen eingebaut sind, werden sie kaum benutzt. Die Fahrzeuge selbst haben beim Aufprall eine geringere Verformungsfähigkeit als die Fahrzeuge in den Industrieländern, sodass Kollisionen mit einem der häufigen Straßenhindernisse oft schwere Fahrzeugschäden zur Folge haben. Fußgänger und Radfahrer sind am stärksten gefährdet, besonders wenn sie die Straße mit Privatfahrzeugen, Bussen und Lastkraftwagen teilen müssen.
- Die Verkehrsüberlastung hat besonders in Lateinamerika und den asiatischen Entwicklungsländern ein geradezu legendäres Ausmaß erreicht. Es fehlt an geeigneten und ausreichenden Verkehrswegen, und die mangelhafte Instandhaltung der bestehenden Infrastruktur verstärkt die Probleme noch zusätzlich. Die Kosten für den Einsatz intelligenter Verkehrssysteme sind für die meisten Entwicklungsländer vermutlich nicht erschwingbar, sodass auch diese Möglichkeit kaum als Lösung in Frage kommt. Alternativen in Form von Gebührenerhebungen könnten dagegen in den Entwicklungsländern allgemeine Verbreitung finden.

Schienengebundener Personenverkehr

Obwohl Bahnsysteme - besonders die neuen Hochgeschwindigkeitszüge in Europa und Japan - steigende Fahrgastzahlen verzeichnen können, bleibt die ökonomische Nachhaltigkeit des Schienenpersonenverkehrs weiterhin ungewiss. Zwar ließe sich argumentieren, dass der soziale Gewinn dieser Systeme das Defizit zwischen Ertrag und Aufwand ganz

oder zumindest teilweise aufwiegt, doch kann auch darüber gestritten werden. Bahnsysteme weltweit schreiben rote Zahlen und belasten dadurch die Staatsbudgets.

- Obwohl im schienenengebundenen Personenverkehr bei entsprechenden Vorkehrungen weit weniger „klassische“ Schadstoffe und Treibhausgase pro Personen-Kilometer ausgestoßen werden als bei anderen Formen des Intercity-Personenverkehrs, ist er deswegen nicht notwendigerweise umweltfreundlich. Strombetriebene Systeme, die nicht auf Wasser- oder Atomkraft basieren, sind für einen bestimmten Anteil der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Alle Züge stoßen zudem Stickstoff- und Schwefeloxide sowie Feststoffe aus. Und wie der Bau von Straßennetzen und Flughäfen ist auch der Bau von Schienennetzen unter Umständen mit der Zerstörung von Lebensräumen und einer zunehmenden Wasserverschmutzung verbunden.
- Bahnhöfe sind in vielen Städten recht zentral angesiedelt. Sofern die Gleise nicht unterirdisch verlaufen, können Bahnhöfe eine beträchtliche Lärmbelastung verursachen und Städte und Gemeinden physisch trennen. Sie müssen für große Personenzahlen ausgerichtet sein und führen häufig zu schweren Verkehrsüberlastungen in ihrer unmittelbaren Umgebung. Obwohl Bahnhöfe oft an den bestehenden öffentlichen Nahverkehr (z. B. U-Bahnen) angebunden sind, eignen sich diese öffentlichen Transportsysteme aufgrund ihrer nachlassenden Wettbewerbsfähigkeit für Fahrgäste der Bahn immer weniger.

- Bereits die Ortssuche für neue Schienenstrecken und Bahnhöfe stellt eine große Herausforderung für den Personenverkehr dar. Diese Systeme benötigen etwa genauso viel Grund und Boden für ihre Trassen wie Autobahnen - die Streckenlegung für Hochgeschwindigkeitszüge ist jedoch weniger flexibel als die für Autobahnen, da das Gelände möglichst eben sein muss und die Strecke keine scharfen Kurven enthalten darf. Die Oberleitungen und Masten für strombetriebene Züge gelten als unschöner Anblick, während die Geschwindigkeit und der relativ lärmarme Betrieb dieser Züge in den angrenzenden Gemeinden zu Sicherheitsbedenken führt.
- Ist der Bau neuer Schienenstrecken speziell für den Personenverkehr nicht möglich, müssen Personenverkehrszüge die bestehenden Gleise mit Güterzügen teilen. In Ländern, in denen nur wenig Frachtgut auf dem Schienenweg befördert wird, stellt dies kein großes Problem dar. Die fast ausschließliche Belegung der Strecken durch Personenverkehrszüge schränkt in diesen Fällen jedoch die mögliche Verlagerung des Frachttransports von der Straße auf die Schiene ganz erheblich ein. Andere Länder, wie die USA, haben bereits jetzt Schwierigkeiten, den Gütertransport, Intercity-Personenverkehr und Pendelverkehr zu koordinieren - ein Problem, das sich weiter verschärfen dürfte.

Luftverkehr

Die Probleme dieser Transportform resultieren aus ihrem eigenen Erfolg. Zahlreiche Flughäfen in den Industrieländern sind bereits jetzt überlastet, und die Zahl der Verspätungen nimmt stetig zu. Flugkontrollsysteme sind stark

überlastet und werden darüber hinaus in einigen Gegenden zusätzlich durch überkommene, produktivitätshemmende Gesetze behindert. Aufgrund des Widerstands der Bevölkerung gegen den Ausbau bestehender und den Bau neuer Flughäfen dürfte sich die Erweiterung der Luftverkehrskapazität als schwierig erweisen. In den Entwicklungsländern ist diese Problematik dagegen kaum aktuell. Das Volumen des Luftverkehrs ist derzeit noch recht niedrig, wird jedoch voraussichtlich rasch zunehmen. Da der Ausbau des Luftverkehrs von vielen Regierungen und Landesbevölkerungen begrüßt wird, sollte die Standortsuche für Flughäfen keine größeren Probleme bereiten.

- Die umweltschutztechnischen Herausforderungen eines nachhaltigen Luftverkehrs resultieren aus seiner Zunahme und dem von Natur aus hohen Energieverbrauch. 11% des gesamten verkehrsbedingten Energieverbrauchs entfallen derzeit auf den Luftverkehr; 2015 dürfte dieser Anteil bereits 13% betragen. Diese Tatsache allein erklärt bereits, warum der Luftverkehr zu den Hauptverursachern von Treibhausgasemissionen zählt. Allerdings verbreitet sich zunehmend auch die Ansicht, dass der Luftverkehr, bezogen auf seinen Anteil am gesamten Energieverbrauch, einen unverhältnismäßig starken Einfluss auf die weltweiten Klimaveränderungen hat, da die Schadstoffe in großer Höhe abgegeben werden. Der Umstieg auf andere, nicht kohlenstoffbasierte Treibstoffe ist im Luftverkehr problematischer als bei Fahrzeugkraftstoffen.
- Großflughäfen, von denen es in den Industrieländern eine beträchtliche Anzahl gibt, sind wichtige Schadstoffverursacher, beispielsweise von Stickstoffoxiden. Diese Emissionen stammen nicht nur

aus den Flugzeugen, sondern auch aus der großen Anzahl an Wartungs- und Servicefahrzeugen auf diesen Flughäfen sowie aus Kraftfahrzeugen und Shuttle-Bussen.

- Von Flughäfen geht auch eine große Lärmbelastung und Verkehrsüberlastung aus. Obwohl Start und Landung einzelner Flugzeuge besonders in den Industrieländern in den letzten Jahren viel geräuscharmer geworden sind, nahm der gesamte Luftbetrieb so stark zu, dass dieser Vorteil dadurch so gut wie aufgehoben wird. Die Verkehrsüberlastung erklärt sich daraus, dass die mehreren zehn Millionen Passagiere häufig einzeln im Privatwagen zum Flughafen fahren.

Gütertransport auf der Straße

Lastkraftwagen, auf die der größte Anteil der Gütermobilität entfällt, sind seit jeher das wichtigste Verkehrsmittel im motorisierten Frachttransport. Bis vor relativ kurzer Zeit rangierten sie (zumindest in den Industrieländern) im Intercity-Güterverkehr hinter dem Schienentransport, doch hat sich das Verhältnis der beiden Transportformen im Lauf der letzten 50 Jahre zunehmend zugunsten des Straßentransports gewandelt. In den Entwicklungsländern werden immer größere Gütermengen aus dem Landesinneren in die Städte und Häfen transportiert, wobei auch hier Lastkraftwagen den überwiegenden Anteil der Güter befördern.

- Lastkraftwagen verursachen eine Reihe von Umweltproblemen. Zunächst werden sie meist mithilfe von Motoren mit Selbstzündung (d. h. Dieselmotoren) angetrieben. Dadurch sind sie zwar effizienter als Motoren mit Funkenzündung (die mit Benzin oder Erdgas betrieben werden), geben aber auch größere Mengen an Stickstoff- und

Schwefeloxiden sowie Feststoffen ab. Benzin und Erdgas sind jedoch nicht für den Langstrecken-Intercity-Frachttransport in größeren Lastkraftwagen geeignet. In den Industrieländern werden Dieselemissionen mithilfe von verbesserter Verbrennungstechnologie, Partikelfiltern und Dieselmotoren mit einem geringeren Schwefelanteil reduziert. Die Erneuerung des Fahrzeugbestands an Diesellastkraftwagen schreitet jedoch noch langsamer voran als die der Privatfahrzeuge. Die meisten heute eingesetzten, dieselbetriebenen Lastkraftwagen sind mehrere Jahre alt und stoßen weit mehr Schadstoffe aus als die neuesten, viel fortschrittlicheren Modelle. Dazu kommt, dass diese alten Lastkraftwagen häufig äußerst schlecht gewartet werden, was ihre Schadstoffleistung zusätzlich beeinträchtigt. Der unterschiedlich große Schadstoffausstoß von alten und neuen Dieselmotoren macht sich vor allem in den Städten der Entwicklungsländer bemerkbar. Der Fahrzeugbestand dort ist älter, und da auf eine einwandfreie Wartung und Pflege oft weniger Wert gelegt wird, sind diese Lastkraftwagen wichtige Mitverursacher der allgemeinen Luftverschmutzung.

- Der erhebliche Anteil der Lastkraftwagen an den Treibhausgasemissionen erklärt sich bereits aus ihrer großen Anzahl. Schätzungen zufolge sind die im Gütertransport eingesetzten Lastkraftwagen für etwa 30% aller verkehrsbedingten Kohlenstoffemissionen weltweit verantwortlich. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Prozentsatz bis 2020 auf 33% erhöht.
- Besonders in Stadtgebieten gehören Lastkraftwagen zu den

größten Lärmverursachern. Die schlechte Wartung der Fahrzeuge verschärft dieses Problem ebenso wie bestimmte Fahrweisen, beispielsweise die Verwendung der Motorbremse.

- Auch an der Verkehrsüberlastung in Stadtgebieten haben Lastkraftwagen großen Anteil. Einige Städte reagieren auf dieses Problem, indem sie Straßen während bestimmter Tageszeiten oder an bestimmten Wochentagen für Lastkraftwagen sperren. Dies trägt zwar zur Behebung von Verkehrsüberlastungen bei, kann jedoch auch den fristgerechten Gütertransport von Unternehmen ernsthaft beeinträchtigen. Als Ausgleich dafür muss zusätzlicher Lagerbestand geladen werden, wodurch sich die insgesamt zu befördernde Menge an Frachtgut weiter erhöht.
- Besonders auf Hauptverbindungsstrecken zwischen Großstädten kann sich das hohe Aufkommen an Lastkraftwagen störend für Personenkraftfahrzeuge auswirken. Dichter Lkw-Verkehr auf Autobahnen stellt zudem ein Sicherheitsrisiko dar.
- Lastkraftwagen tragen auch zur Abnutzung der bestehenden Infrastruktur bei. Straßen (und Brücken), die nicht für hohe Achslasten geeignet sind, können durch diese Fahrzeuge buchstäblich zertrümmert werden. Besonders in den Entwicklungsländern, in denen das Verkehrsnetz häufig sowieso in einem schlechten Zustand ist, kann ein hohes Aufkommen an Lastkraftwagen beträchtliche Straßenschäden bewirken.

Gütertransport auf Binnenwasserstraßen

Obwohl diese Transportform sehr energieeffizient ist, können Dieselabgase aus Schleppern und

Lastkähnen mit Eigenantrieb gelegentlich eine Rolle spielen.

- Die größte Herausforderung für die Nachhaltigkeit dieser Form des Frachttransports ergibt sich aus der Erschließung und Instandhaltung der dafür erforderlichen Infrastruktur. Die Errichtung von Staudämmen für Wasserwege, der Bau von Schleusen und Kanälen sowie die Aushebung von Fahrrinnen für den Kahnverkehr sind besonders wegen ihrer Verstärkung der Wasserverschmutzung und der schädlichen Folgen für Feuchtgebiete umstritten. Es wird teilweise heftig debatiert, ob Flüsse für Lastkähne befahrbar gemacht werden oder die flussabwärts (und manchmal auch flussaufwärts) gelegenen Ökosysteme bewahrt werden sollen.

SIEBEN „GROSSE HERAUSFORDERUNGEN“ ZUR SICHERUNG NACHHALTIGER MOBILITÄT

Diese je nach Transportform und Region unterschiedlichen Herausforderungen lassen sich sinnvoll zu sieben „großen Herausforderungen“ zusammenfassen:

- Sicherstellung, dass die Transportsysteme weiterhin ihre entscheidende Rolle bei der wirtschaftlichen Entwicklung spielen und durch ihre Mobilität das essenzielle Bedürfnis des Menschen befriedigen und die Lebensqualität verbessern.
- Anpassung der Personenkraftwagen an die zukünftigen Bedürfnisse/Anforderungen der Bevölkerung der Industrie- und Entwicklungsländer an Erreichbarkeit (Platzangebot, Leistung, Emissionen, Kraftstoffverbrauch, Werkstoffanforderungen, Besitzerstruktur etc.).

- Neuerfindung des Konzepts des öffentlichen Nahverkehrs - Angebot von Möglichkeiten der Erreichbarkeit für Menschen in den Industrie- und Entwicklungsländern, die nicht über einen Personenkraftwagen verfügen; Angebot einer angemessenen Auswahl an Alternativen für Menschen, die Zugang zu einem Personenkraftwagen haben.
- Neuerfindung der Prozesse zur Planung, Erschließung und Verwaltung einer Mobilitätsinfrastruktur.
- Drastische Reduzierung der Kohlenstoffemissionen durch den Verkehrssektor. Dies kann erfordern, dass Kohlenstoff aus den für den Betrieb von Transportmitteln verwendeten Kraftstoffen allmählich entfernt wird, indem von erdölbasierten Kraftstoffen auf eine Auswahl anderer Energiequellen übergegangen wird.
- Aufhebung des Wettbewerbs um Ressourcen und Zugang zur Infrastruktur zwischen der Personen- und der Güterbeförderung in den städtischen Gebieten der Industrie- und Entwicklungsländer.
- Vorausschau der Überlastungen im Intercity-Verkehr und Erschließung einer Reihe von Mobilitätsoptionen für Menschen und Güter.

Diese sieben „großen Herausforderungen“ können nicht unabhängig voneinander angegangen werden. Die Bewältigung einer Herausforderung kann dazu beitragen, die Bewältigung der übrigen zu erleichtern. Eine erfolgreiche Umsetzung dieser Vorgaben wäre für die Sicherung einer nachhaltigen Mobilität jedoch von äußerst großer Bedeutung.

INSTITUTIONELLE PROBLEMLÖSUNGSKAPAZITÄT - EINE ALLUMFASSENDE HERAUSFORDERUNG

Die meisten Diskussionen über die Herausforderungen zur Sicherung einer nachhaltigen Mobilität konzentrieren sich fast ausschließlich auf die Rolle, die die Technologie in diesem Zusammenhang spielen sollte. Die Rede ist beispielsweise von energieeffizienten „Wunderfahrzeugen“, Kraftstoffsystemen auf Wasser- statt Erdölbasis und Magnetschwebbahnen, die Passagiere in Höchstgeschwindigkeit und mit relativ geringem Energieverbrauch von einem Ort zum anderen bringen; von Telekommunikationstechnologien, die uns während der Fahrt Empfehlungen zur Stauvermeidung geben und uns automatisch die „sozialen“ Vollkosten unserer persönlichen Mobilitätswahl in Rechnung stellen.

So faszinierend diese Zukunftsvisionen auch sein mögen, so ist aufgrund der bislang gemachten Erfahrungen doch eher zu vermuten, dass letztlich ein weit weniger spektakulärer Faktor darüber entscheiden wird, wie schnell und in welche Richtung sich die Mobilitätssysteme verändern: die institutionelle Problemlösungskapazität. Die Politik entscheidet darüber, welche Verkehrsformen durch Subventionen, Verordnungen und Wettbewerbsverbote gefördert werden, und bestimmt Art und Preis der für den Betrieb von Kraftfahrzeugen verwendeten Kraftstoffe. Politische und gesellschaftliche Institutionen haben maßgeblichen Einfluss darauf, ob, in welcher Form, wie schnell und zu welchen Kosten die Verkehrsinfrastruktur erschlossen bzw. ausgebaut wird. Wirtschaftseinrichtungen - darunter auch Großunternehmen - können Veränderungen gezielt fördern und vorantreiben, Wandel aber auch durch Verzögerungen erschweren und verteuern.

Die Zukunft der Mobilität wird in den nächsten 30 Jahren voraussichtlich entscheidend von der institutionellen Problemlösungskapazität der Industrie- und Entwicklungsländer abhängen. Vor allem drei Kernfragen dürften sich dabei auf die Nachhaltigkeit der Mobilitätssysteme auswirken:

- Können Regierungen und Privatsektor gemeinsam eine Verkehrsinfrastruktur aufbauen, die dem rapide steigenden weltweiten Mobilitätsbedarf gerecht wird?
- Können Gesetzgeber und Bürger effektive Diskussionen über Mobilität auf der einen, Umweltschutz, Energieeinsparung und Sicherheit auf der anderen Seite führen und sinnvolle Kompromisse finden?
- Gelingt es, die internationalen Transportgesetze zu harmonisieren, um die Umsetzung der Umweltschutz- und Sicherheitsziele zu garantieren und gleichzeitig effektive, effiziente und bürgerorientierte Mobilitätsangebote durch private und staatliche Einrichtungen zu ermöglichen?

Ein derzeit erarbeiteter Strategiebericht der Weltbank zum Stadtverkehr (World Bank Urban Transport Strategy Review, Weltbank 2001a) listet mehrere Struktureigenschaften auf, die den Stadtverkehr von den meisten anderen städtischen Dienstleistungssektoren unterscheiden. Im Großen und Ganzen sind diese Merkmale auch für den Verkehr allgemein gültig:

- Trennung von Entscheidungen zur Infrastruktur und zum Verkehrsbetrieb
- Trennung der unterschiedlichen, einander ergänzenden Transportformen

- Trennung von Infrastrukturfinanzierung und Gebührenerhebung auf Nutzung der Infrastruktur

Diese Faktoren, so der Strategiebericht, führen zu einem grundlegenden Verkehrs-Paradoxon: überhöhte Nachfrage bei unzureichend finanziertem Angebot. Solange es nicht gelingt, diese Strukturdefizite zu beheben und dadurch das Paradoxon zu lösen, kann auch alle Technologie der Welt die Nachhaltigkeit des Verkehrs nicht sichern. Neue Technologien werden entweder gar nicht eingeführt oder führen zu solch abwegigen Folgen, dass der beabsichtigte Gewinn dadurch zum Großteil wieder zunichte gemacht wird.

Sowohl die Industrie- als auch die Entwicklungsländer sind in Bezug auf die institutionelle Problemlösungskapazität gefordert. Dabei stehen sie jedoch vor unterschiedlichen Herausforderungen.

Industrieländer

In den USA, der Europäischen Union, Japan und anderen Industrieländern wird die Frage der Mobilität aller Voraussicht nach davon abhängen, wie gut die Verkehrsinfrastruktur in überfüllten Großstadtgebieten ausgebaut und instand gehalten und das weniger dicht besiedelte Hinterland dieser Städte erschlossen und angebunden werden kann. Dabei sind Überlegungen zur geplanten weiteren Wirtschaftsentwicklung, das Problem der Verkehrsüberlastung und der Widerstand aus der Bevölkerung gegen bestimmte Verkehrsprojekte aus Gründen des Umweltschutzes abzuwägen.

Zu den wichtigsten Faktoren gehört in diesem Zusammenhang die jeweilige Rolle privater und staatlicher Einrichtungen. In zahlreichen Ländern werden diese Beziehungen neu definiert. Beim Bau neuer, staatlich geführter Anlagen und Einrichtungen ist beispielsweise ein Trend hin zu einer größeren Beteiligung privater Unternehmen an der Planung, dem

Entwurf, Bau und der Durchführung dieser Projekte zu verzeichnen. Dies erfordert von den Behörden, den Umgang mit der Verwaltung wettbewerbsorientierter Beschaffungsabläufe und der Vertragsüberwachung zu lernen. Für den umgekehrten Fall privat geführter Anlagen und Einrichtungen muss die Regierung effektive Maßnahmen zur Sicherheits- und - bei monopolistisch oder quasi-monopolistisch angebotenen Dienstleistungen - Preisregulierung entwickeln, ohne dadurch die Finanz- und Effizienzvorteile einer privaten Versorgung zunichte zu machen.

Unabhängig von der Eigentümerschaft dürften sich neue Finanzierungssysteme entwickeln. Eine Kernfrage besteht darin, ob Straßennutzungsgebühren neben der Finanzierung neuer und der Instandhaltung bestehender Anlagen und Einrichtungen auch zur Umsetzung politischer Ziele wie der Senkung der Verkehrsüberlastung genutzt werden können.

Auch der Schutz der in die Infrastruktur getätigten Investitionen durch angemessene Instandhaltungsmaßnahmen und die Sorge für eine effiziente Nutzung der Anlagen und Einrichtungen sind entscheidend auf die institutionelle Problemlösungskapazität angewiesen. Die Instandhaltung der Infrastruktur wird zunehmend nachlässiger gehandhabt - eine Folge falsch ausgerichteter Anreize für staatliche Eigentümer (die die fehlende Transparenz der Instandhaltungsmaßnahmen zu spärlichen Budgetvergaben verleitet) und, bei bestimmten Privatunternehmungen, auch für private Einrichtungen. Darüber hinaus beeinflusst die institutionelle Problemlösungskapazität auch die Annahme und effektive Umsetzung innovativer Mobilitätstechnologien, wie die zögerliche Verbreitung intelligenter Verkehrssysteme und die Rückständigkeit des US-amerikanischen Flugkontrollsystems beweist. In Europa stellen sich wichtige Fragen zum Umgang mit grenzüberschreitenden

Mobilitätsproblemen, sowohl innerhalb als auch außerhalb der EU-Staaten.

Eine weitere Kernfrage, die in engem Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit steht, betrifft den gerechten Zugang zur Mobilität, also die Art und Weise, in der Personen mit geringem Einkommen Zugang zu Transportmöglichkeiten erhalten. Dies betrifft sowohl die Menschen, die auf öffentliche Verkehrsmittel angewiesen sind (die ihrerseits eine angemessene Mobilität angesichts der aktuellen Großstadtentwicklung, Reisegewohnheiten und des modernen Lebensstils immer weniger sicherstellen können), als auch diejenigen, die einen eigenen Wagen besitzen, aber unter Umständen die zur Verkehrsauflockerung erhobenen Zusatzgebühren nicht aufbringen können. Wird die Mobilität als allgemeines Grundrecht anerkannt, das jedem Bürger bis zu einem gewissen Grad durch - eventuell indirekt erteilte - staatliche Subventionen garantiert wird, oder gilt sie als Konsumgut, das allein nach Zahlungsfähigkeit und -bereitschaft erworben wird?

Nicht zuletzt hat auch die institutionelle Problemlösungskapazität hinsichtlich der Umweltschutz- und Sicherheitsregulierung entscheidende Folgen für die Nachhaltigkeit. Die wichtigsten Fragen sind hier, in welchem Ausmaß solche Regulierungen erforderlich sind, wie freundlich oder gespannt die Beziehungen zwischen Unternehmen des Privatsektors und dem Gesetzgeber sind und ob Verordnungen nur die Industrie oder auch den Endverbraucher (also Wähler) treffen sollen. Auf internationaler Ebene steht die Harmonisierung der Gesetzesregelungen für die Industrie an. Gelingt diese nicht, dürfte das den Widerstand gegen bestimmte Regulierungsmaßnahmen verstärken, eine freiwillige Beteiligung beeinträchtigen und die Einhaltungskosten in die Höhe treiben.

Entwicklungsländer

Der Aufbau institutioneller Problemlösungskapazitäten im öffentlichen und privaten Bereich, die in der Lage sind, die grundlegenden Änderungen der Mobilitätssysteme in den Entwicklungsländern zu handhaben, stellt eine enorme Herausforderung dar. In Ländern wie China oder Indonesien, in denen eine rasche allgemeine Motorisierung und ein möglicherweise explosionsartiger Anstieg an Privatfahrzeugen zu erwarten ist, bereitet die unzureichende Verkehrsinfrastruktur große Probleme. Nachhaltigkeit ist hier ein dringliches Anliegen. Sind diese Länder in der Lage, diesen Prozess erfolgreich zu bewältigen? Die Regierungen begrüßen die ökonomischen Vorteile der Motorisierung, während sich immer mehr Menschen die mit einem eigenen Fahrzeug verbundene persönliche Freiheit wünschen und auch leisten können. Verbunden ist diese Entwicklung jedoch mit der Gefahr der Verkehrsüberlastung, einer zunehmenden regionalen Umweltverschmutzung und hohen Treibhausgasemissionen, die die drohenden weltweiten Klimaveränderungen weiter verschärfen. Staatliche Einrichtungen sind gefordert, diese Überlegungen abzuwägen und eine effektive Entscheidungsfindung auf nationaler Ebene zu ermöglichen sowie zusätzliche Kapazitäten für die einzelnen Regionen und Großstädte zu schaffen. Auf dem privaten Sektor müssen Unternehmen aufgebaut werden, die in der Lage sind, Großprojekte zu überwachen.

Ausreichende Finanzierung stellt ein weiteres Hauptthema dar. Neben dem Mobilitätsanspruch spielen bei der Vergabe des begrenzten privaten Entwicklungskapitals und staatlicher Mittel unter anderem auch Unternehmensinvestitionen oder der Bildungs- und Gesundheitsanspruch eine wichtige Rolle. Auch mit internationaler Unterstützung können vermutlich nicht alle Mobilitätsbedürfnisse in den Entwicklungsländern erfüllt werden. Dieser Mangel an ausreichender

Finanzierung hat nicht nur Auswirkungen auf den Bau neuer Anlagen, sondern auch auf die Instandhaltung bestehender Einrichtungen. Darüber hinaus ist bei der Finanzierungsvergabe auch das Problem des gerechten Zugangs zu Mobilitätsangeboten für Bevölkerungsschichten mit geringem Einkommen zu berücksichtigen, die häufig in schlecht angebundenen Gegenden wohnen und sich nicht einmal die Nutzung der beschränkten vorhandenen Verkehrsmittel leisten können.

Bei ausreichend entwickelter institutioneller Problemlösungskapazität zur Annahme und Umsetzung von Innovationen haben einige Entwicklungsländer den potenziellen Vorteil, von den in den Industrieländern gemachten Erfahrungen technologischer Entwicklungen profitieren zu können. Dies gilt sowohl für Verkehrs- als auch für Umwelttechnologien.

Umweltschutz- und Sicherheitsregulierungen sind in den Entwicklungsländern noch kaum üblich. Dabei fehlt es oft nicht nur an der erforderlichen Kapazität, sondern auch an der politischen Bereitschaft. Gesetzliche Harmonisierung umfasst in den Entwicklungsländern nicht nur eine Angleichung relativ ähnlicher Landesverordnungen, sondern auch die grundlegende Bereitschaft zur Vereinbarung verbindlicher Bestimmungen bei internationalen Verhandlungen und politischen Entscheidungen auf Landesebene.

SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUR NACHHALTIGKEIT AKTUELLER MOBILITÄTSSYSTEME

Die Liste der Herausforderungen zur Sicherung der Nachhaltigkeit aktueller Mobilitätssysteme ist lang. Daraus folgt aber nicht automatisch, dass eine nachhaltige Mobilität unerreichbar ist. Fast unlösbar scheinende Herausforderungen wurden in einigen Erdteilen bereits bewältigt: Abgesehen von der Verwendung in Batterien, die

inzwischen im überwiegenden Teil der Industrieländer recycelt werden, ist Blei aus den Transportsystemen heute so gut wie verschwunden. Der Ausstoß klassischer Schadstoffe wie Stickstoffoxide, flüchtige organische Verbindungen, Kohlenmonoxide, Ozon und Feststoffe wird in den Industrieländern immer effektiver eingeschränkt. Dazu kommt, dass die Entwicklungskosten für die Technologien, mit denen diese Emissionen letztlich auch in den Entwicklungsländern geregelt werden können, bereits von den Bürgern der Industrieländer entrichtet wurden. Das Recycling von Werkstoffen, die in Kraftfahrzeugen verwendet werden, ist in einigen Gegenden bereits allgemein üblich und wird durch Programme gezielt weiter gefördert. Die Eindämmung verkehrsbedingter weltweiter Schadstoffe wie Kohlendioxid stellt eine weit größere Herausforderung dar, doch wurden auch in diesem Bereich bereits viel versprechende Ansätze zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz entwickelt. Die Bekämpfung der Verkehrsüberlastung ist besonders in Entwicklungsländern mit rasch fortschreitender Motorisierung ein Kernproblem, das eventuell noch schwieriger zu bewältigen sein wird als der weltweite Schadstoffausstoß. Intelligente Verkehrssysteme können hier eine mögliche Teillösung bieten. Auch der gerechtere Zugang zur Mobilität stellt ein großes Problem dar, dessen Bewältigung unter Umständen nur im größeren Kontext allgemeiner sozialer und wirtschaftlicher Ungleichgewichte erfolgen kann.

Dieser Bericht beabsichtigt keine Vorgabe möglicher Strategien zur Bewältigung der geschilderten komplexen Probleme. Seine Aufgabenstellung war deskriptiver, nicht präskriptiver Natur. Die Ausarbeitung geeigneter Strategien zur Sicherung einer nachhaltigen Mobilität vor Beginn der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts wird die Aufgabe von *Mobilität 2030* sein, dem Nachfolgebericht zu *Mobilität 2001*.

FUSSNOTE

- 1 Grund für die geringe Differenz zwischen den Werten von 1990 und 1999 ist der Rückgang im Energieverbrauch der Länder der ehemaligen Sowjetunion und Osteuropas - von 3,3 Mio. auf 2,1 Mio. Barrel pro Tag. Auch für das Jahr 2015 wird der Verbrauch dieser Länder auf nur 3,4 Mio. Barrel pro Tag geschätzt. Dies würde einen Anstieg von lediglich 0,1 Mio. Barrel pro Tag gegenüber dem Verbrauch von vor 25 Jahren bedeuten.

BIBLIOGRAPHIE

- Alberts et al. 1997. Alberts, Laurence H., Hugh L. Randall, and A. Guy Ashby. „China Logistics: Obstacle and Opportunity." *MMC Views* (Frühjahr 1997). Verfügbar unter <http://www.mmc.com/views/index.html>, Link-Index der vorhergehenden Ausgaben. Letzter Zugriff am 15. Juni 2001.
- BP 2000. *Statistical Review of World Energy*. London: BP Amoco. Verfügbar unter <http://www.bp.com/centres/energy/index.asp>. Letzter Zugriff am 14. Juni 2001.
- CONAMA 1998. Comisión Nacional del Medio Ambiente. *Plan de Prevención y Descontaminación de la R.M.*, 1997. Regierung Chiles, Santiago.
- Demographia 2001. Demographia. „Metropolitan Data." Belleville, IL: Wendell Cox Consultancy, 2001. Verfügbar unter <http://www.demographia.com/db-intlua-data.htm>. Letzter Zugriff am 6. Juni 2001.
- EIA/US DOE 2001. Energy Information Administration, US Department of Energy. *International Energy Outlook 2001*. März 2001. Verfügbar unter www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html. Letzter Zugriff am 14. Juni 2001.
- Fu und Yuan 2001. Fu, Lixin and Ying Yuan. „Beijing's Recent Efforts on Reducing Motor Vehicle Emissions." Paper no. 10 at Clean Air Regional Workshop - Fighting Air Pollution: From Plan to Action. UN Conference Centre, Bangkok, Thailand, 12-14 February 2001. Bangkok Metropolitan Administration, 2001.
- GAO 2000. U.S. General Accounting Office. „Aviation and the Environment: Results from a Survey of the Nation's 50 Busiest Commercial Service Airports." GAO/RCED-00-222, August 2000.
- IEA 2000a. International Energy Agency. *CO 2 Emissions from Fuel Combustion 1971-1998*. 2000 Edition. Paris: OECD, 2000.
- _____. 2000b. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2000*. Paris: OECD, November 2000.
- IPCC 1999. Intergovernmental Panel on Climate Change. „Aviation and the Global Atmosphere." In *IPCC Special Report on Climate Change*. Geneva: IPCC, 1999. Verfügbar unter <http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm>. Letzter Zugriff am 12. Juni 2001.
- _____. 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. In *Climate Change 2000: The Scientific Basis*. Geneva: IPCC, 2001.
- Japan ITPS 1999. *Transportation Outlook in Japan '99*. Japan Institution for Policy Studies, 1999.
- Kenworthy und Laube 1999. Kenworthy, Jeff, Felix Laube, et al. *An International Sourcebook of Automobile Dependence in Cities, 1960-1990*. Boulder, CO: University Press of Colorado, 1999.
- London Transport Buses 1999. London Transport Buses. *Buses: A Cleaner Future*. London: London Transport Buses, 1999.
- Schafer 1998. Schafer, A. „The Global Demand for Motorized Mobility." *Transportation Research A* 32, no. 6 (1998): 455-477.
- _____. 2000. Schafer, A. „Regularities in Travel Demand: An International Perspective." *Journal of Transportation and Statistics* 3, no. 3 (2000): 1-31.
- Smith 1776. Smith, Adam. *The Wealth of Nations*. 1776. Reprint New York: Modern Library, 1994.
- Switkes und Roos 2001. Switkes, F., and D. Roos. *Survey of Telecommuting Practices in the United States*. MIT Cooperative Mobility Program, Working Paper, March 15 2001.
- UN 2000. United Nations Environment Program, Division of Technology, *Industry and Economics*. Industry and Environment 23, no. 4 (October-December 2000). Paris: United Nations Environment Program, Division of Technology, Industry and Economics.
- _____. 2001. United Nations. *World Urbanization Prospects: The 1999 Revision*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2001.
- US DOE 2001. US Department of Energy, Office of Transportation Technologies. „Future US Highway Energy Use: A Fifty Year Perspective." Draft, February 22, 2001. www.ott.doe.gov/facts/publications/hwyfuture.pdf.
- US DOT, BTS 1997a. US Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics. *Transportation Statistics Annual Report 1997: Mobility and Access*. BTS97-S-01. Washington, DC: US DOT, BTS, 1997.
- West et al. 2000. West, J.J., G. Sosa, F. San Martini, M. Molina, L. Molina, J. Steinfeld, G. McRae, D. Baumgardner, T. Castro, A. Martinez, R. Navarro-Gonzalez, and G. Raga. „Air Pollution Science in Mexico City: Understanding Source-Receptor Relationships for Informing Decisions." Draft White Paper for the MIT Integrated Program on Urban, Regional, and Global Air Pollution, 24 April.
- Weltbank 2001a. „Cities on the Move: A World Bank Urban Transportation Strategy Review." Consultation Draft, November 2000. Online verfügbar unter [http://wbln0018.worldbank.org/transport/utsr.nsf/2b79bdc5680c393a8525697b005fc069/\\$FILE/UTSR_Draft_C1.pdf](http://wbln0018.worldbank.org/transport/utsr.nsf/2b79bdc5680c393a8525697b005fc069/$FILE/UTSR_Draft_C1.pdf). Letzter Zugriff am 15. Juni 2001.
- _____. 2001b. World Bank Railway Database. Online verfügbar unter <http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/rail/rdb.htm>. Letzter Zugriff am 29. Juni 2001.
- WRI 1996. World Resources Institute. *World Resources 1996-97*. New York: Oxford University Press, 1996.

Was ist der WBCSD?

Der World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ist eine Vereinigung von 150 international tätigen Unternehmen, die durch ein gemeinsames Bekenntnis zur nachhaltigen Entwicklung mit den drei Säulen Wirtschaftswachstum, Umweltschutz und soziale Gerechtigkeit verbunden sind. Unsere Mitglieder stammen aus mehr als dreissig Ländern und sind in zwanzig wichtigen Wirtschaftszweigen tätig. Der WBCSD verfügt über ein globales Netzwerk von dreissig regionalen und nationalen Wirtschaftsvereinigungen und Partnerorganisationen, an denen weltweit rund 700 führende Persönlichkeiten aus der Wirtschaft beteiligt sind.

Unser Auftrag

Wir wollen als Katalysator des Übergangs zu einer nachhaltigen Entwicklung eine Führungsrolle in der Wirtschaft spielen und die Prinzipien Ökoeffizienz, Innovation und soziale Verantwortung weiter vorantreiben.

Unsere Ziele

Vor diesem Hintergrund verfolgen wir die nachstehenden Ziele und strategischen Ausrichtungen:

Verantwortungsvoll wirtschaften - die Bedeutung von nachhaltigen Entwicklung für Wirtschaftsunternehmen konsequent verbreiten.

Politisch aktiv werden - sich auf politischer Ebene an der Schaffung der richtigen Rahmenbedingungen zu beteiligen, unter denen die Wirtschaft einen effektiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten kann.

Bewährte Verfahren verbreiten - die Fortschritte der Wirtschaft in den Bereichen Umweltverträglichkeit, Ressourcen-Management und soziale Verantwortung zu dokumentieren und die praktische Anwendung dieser Erfahrungen innerhalb unseres Mitgliederkreises zu unterstützen.

Global wirken - zu einer nachhaltigen Zukunft in Entwicklungs- und Schwellenländer beitragen.

Was ist das Projekt für nachhaltige Mobilität?

Nachhaltige Mobilität ist die Fähigkeit, das gesellschaftliche Bedürfnis nach Bewegungsfreiheit, Zugang, Kommunikation, Handel und Beziehungspflege zu erfüllen ohne andere wesentliche menschliche oder ökologische Werte, weder heute noch in der Zukunft, zu gefährden. Das Projekt wird von den Mitgliedern des WBCSD getragen. Erarbeitet werden soll eine globales Leitbild für die nachhaltige Mobilität von Menschen, Gütern und Dienstleistungen. Das Projekt zeigt mögliche Wege zu einer nachhaltigen Mobilität auf, die den Interessen der Gesellschaft, des Umweltschutzes und der Wirtschaft gleichermaßen gerecht werden.

Vorbehalt

Dieser Bericht wurde mit der Hilfe des MIT und Charles River Associates verfasst und vom WBCSD herausgegeben. Er ist, wie andere Berichte des WBCSD, das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen Mitarbeitern des Sekretariats und Führungskräften verschiedener Mitgliedsfirmen. Der Bericht wurde von allen Projektteilnehmern geprüft, um eine breite Meinungsvielfalt und Perspektive sicherzustellen. Das bedeutet jedoch nicht, dass jedes Wort die Zustimmung aller Mitgliedsfirmen findet.

Dank

Wir danken den Teams von MIT und Charles River Associates.

Bestellungen

WBCSD, c/o E&Y Direct

Tel. (44 1423) 357 904 Fax (44 1423) 357 900 E-Mail: wbcscd@e-ydirect.com

Die Veröffentlichungen sind auf der Webseite von WBCSD erhältlich:

<http://www.wbcscd.org>

Der Bericht Mobility 2001 kann online auf der WBCSD Mobility website

<http://wbcscdmobility.org> angefordert werden.

Copyright © World Business Council for Sustainable Development, August 2001

ISBN 2-940240-21-3

Printed in Switzerland by Atar Roto Presse



World Business Council for
Sustainable Development

4, chemin de Conches
CH-1231 Conches-Geneva
Switzerland

Tel: (41 22) 839 31 00
Fax: (4122) 839 31 31

E-mail: info@wbcscd.org
Internet: www.wbcscd.org



HONDA



DAIMLERCHRYSLER



TOYOTA

Ford Motor Company



VOLKSWAGEN AG

GM General Motors



FIRMENKONTAKTE:

SUSTAINABLE MOBILITY PROJECT

WBCSD KONTAKTE:

Project Director:	A. Thorvik, thorvik@wbcSD.org
Assistant Project Director:	M. Koss, koss@wbcSD.org
Communication Manager:	K. Pladsen, pladsen@wbcSD.org
Project Officer:	C. Schweizer, schweizer@wbcSD.org

BP	P. Histon, histonpd@bp.com
DaimlerChrysler	U. Müller, ulrich.mueller@daimlerchrysler.com
Ford	D. Zemke, dzemke@ford.com
GM	L. Dale, lewis.dale@gm.com
Honda	K. Kambe, katsunori_kambe@n.f.rd.honda.co.jp
Michelin	P. Le Gall, patricia.Le-Gall@fr.michelin.com
Norsk Hydro	E. Sandvold, erik.sandvold@hydro.com
Renault	C. Winia van Opdorp, catherine.winia-van-opdorp@renault.com
Shell	T. Ford, Tim.T.Ford@OPC.shell.com
Toyota	M. Sasanouchi, masayuki_sasanouchi@mail.toyota.co.jp
Volkswagen	H. Minte, horst.minte@volkswagen.de



World Business Council for
Sustainable Development