



**Zukunftsbild**  
**NACHHALTIGE MOBILITÄT**

## Einleitung

Mobilität ist ein wesentliches Merkmal des modernen Menschen. Sie gibt ihm persönliche Freiheit und erhöht seine Lebensqualität. In unserer auf regionaler und globaler Vernetzung beruhenden Wirtschaft wird Mobilität von Menschen und Gütern zum Produktionsfaktor, der Wettbewerbsfähigkeit, Beschäftigung und Wertschöpfung maßgeblich beeinflusst. Mobilität verursacht jedoch auch den Verbrauch von Flächen und fossilen Ressourcen. Der motorisierte Verkehr erzeugt insbesondere in den großen Mega-Cities und Ballungszentren Herausforderungen durch Staus, Lärm und Luftverschmutzung.

Der weltweite Verkehr ist nach Angaben der internationalen Energieagentur für etwa 22 Prozent der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, wovon wiederum rund 80 Prozent durch den Straßenverkehr verursacht werden. Hinzu kommt: Das Verkehrsaufkommen steigt weiter an.<sup>1</sup> Dieses Wachstum wird vor allem in den Schwellen- und Entwicklungsländern stattfinden. Aber auch in den Industrieländern nimmt der Verkehr, insbesondere der Gütertransport, auf hohem Niveau weiter stark zu. Deshalb ist es eine vordringliche Aufgabe für Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft, nachhaltige Formen der Mobilität zu entwickeln.

Für ein hochentwickeltes und exportstarkes Land wie Deutschland, das in der Mitte Europas über eine dichte und gute Verkehrsinfrastruktur verfügt, sind diese Fragen von besonderer Bedeutung. Die drei umsatzstärksten Branchen des Landes – Automobilindustrie, Handel und Logistik – hängen direkt von der Mobilität ab.<sup>2</sup>

Prognosen sagen während der nächsten 20 Jahre in Deutschland einen Verkehrszuwachs in Ballungszentren voraus, wogegen ein Rückgang in strukturschwachen sowie ländlichen Gebieten zu erwarten ist. Bereits heute wohnen mehr als 60 Prozent der deutschen Bevölkerung in Städten. Im Zuge einer Reurbanisierung wird dieser Anteil – neben Berlin in sechs

---

<sup>1</sup> Die auf dem Weltverkehrsforum der OECD vorgestellte Studie „Transport Outlook 2011“ sagt – gemessen in Kilometern im Vergleich zu 2000 – bis 2050 eine Steigerung des Personenverkehrs um den Faktor 3 bis 4 und des Güterverkehrs um den Faktor 2,5 bis 3 voraus.

<sup>2</sup> Allein die Automobilindustrie beschäftigt einschließlich ihrer Zulieferer rd. 750.000 Menschen und erzielte 2007 einen Umsatz von fast 300 Mrd. Euro. Insgesamt arbeiten im Bereich Mobilität und Verkehr je nach Abgrenzung weit über 3 Millionen Personen. Das sind über 7,5 Prozent aller Erwerbstätigen in Deutschland, die an Produkten und Dienstleistungen für diesen Bereich arbeiten.

Metropolregionen – voraussichtlich weiter ansteigen und sich in Form eines „großen C über Deutschland“ von Hamburg über die Regionen Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Rhein-Neckar bis nach Karlsruhe/Stuttgart und München hinziehen. Insbesondere für den Verkehr in und zwischen diesen Metropolregionen, aber auch für strukturschwache und ländliche Gebiete müssen leistungsfähige und bezahlbare Mobilitätslösungen gefunden werden. Neue Organisationsformen und Dienstleistungskonzepte einerseits sowie weiterentwickelte Antriebs-, Verkehrssteuerungs- und Logistiksysteme andererseits erleichtern den intermodalen Übergang zwischen den Trägern des Verkehrs auf Straße, Schiene und in der Luft. Neben der Energieeffizienz muss zur Finanzierung der Energiewende auch die Finanzmitteleffizienz sichergestellt werden. Um Inselfösungen zu vermeiden, müssen die international angebotenen Ballungszentren in Deutschland untereinander und mit den übrigen Räumen des Landes verkehrstechnisch eng verknüpft werden. Auf diese Weise entsteht eine Modellregion, die weltweit gleichzeitig als Leitmarkt und Leitanbieter für eine nachhaltige und klimafreundliche Mobilität wahrgenommen wird.

## **Das Zukunftsbild der Mobilität 2030**

Der Tag beginnt für viele Menschen der Metropolregion mit dem Einschalten ihres persönlichen, mobilen, elektronischen Assistenten. Als Applikation auf dem Smartphone zeigt er ihnen in Echtzeit die relevanten regionalen und überregionalen Verkehrsflüsse. Dazu gehören Informationen über öffentliche Verkehrsmittel, Carsharing-, Taxi- und Mitfahroptionen ebenso wie auch Umsteigemöglichkeiten auf Bahn oder Flugzeug. Der elektronische Assistent berechnet zudem – gestützt auf geeignete Algorithmen, Erfahrungswerte und verfügbare Echtzeitdaten verschiedener Verkehrsträger – diese Verkehrsflüsse mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig voraus. Seinen Nutzern spielt der Mobilitätsassistent situationsgerecht zugeschnittene Empfehlungen für den Weg zur Arbeit, zur Universität, zur Schule oder für die Fernreise zu. Dabei bezieht er die Angebote der Verkehrsmittel, deren Lärm- und Schadstoff-emissionen, die Route, das Wetter, die Abfahrtszeit oder andere Kriterien wie zum Beispiel die gesundheitliche Situation mit ein, je nachdem, welche Voreinstellungen der Nutzer getroffen hat. Ein intermodales Störfallmanagement bezieht dabei die individuellen und logistikbezogenen Wegeketten bei Störfällen mit ein. Dies

ermöglicht dem Verkehrsteilnehmer 2030 für seine tägliche Mobilität alle zur Verfügung stehenden Handlungsalternativen in Erwägung zu ziehen und sich situationsspezifisch für die aus seiner Sicht optimale Variante zu entscheiden.

Verschiedene Verkehrsmittel des individuellen und öffentlichen Verkehrs sind in der Region so eng und vielfältig miteinander verknüpft, dass sie jedem Nutzer zahlreiche neue Optionen eröffnen, sein Ziel zu erreichen. So kann es sinnvoll sein, den gesamten Arbeitsweg zusammen mit Kollegen aus der Nachbarschaft im Auto oder Nachbarschaftsbus zurückzulegen. Die Kommunen in den ländlichen Einzugsgebieten der Region fördern zum Beispiel solche selbstorganisierten Fahrgemeinschaften. Im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) stehen in schwach besiedelten Räumen oder auch in zeitlichen Randlagen der übrigen Verkehrsgebiete bedarfsgesteuerte Angebote zur Verfügung, die über den mobilen elektronischen Assistenten schnell und einfach geordert werden können. Auch kann es sich anbieten, sich seinem Ziel zunächst mit dem Nahverkehrszug zu nähern, um dann am Bahnhof in ein wendiges Elektro-City-Mobil eines Carsharing-Verbundes oder die im Fünf-Minuten-Takt fahrende Straßen- oder U-Bahn umzusteigen. Im Frühjahr und Sommer erfreuen sich die Leihfahrräder an den Bahnhöfen großer Beliebtheit. Wer eine halbe Stunde später aufbricht, ist, wenn er seinem Mobilitätsassistenten folgt, oft ebenso schnell im Büro wie ein Frühstarter, der diese Unterstützung nicht in Anspruch nimmt. Die Flexibilisierung der Arbeitszeiten und -orte trägt zur Entzerrung der Verkehrsströme bei. Immer mehr Menschen können sich – dank moderner IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) Plattformen – morgens entscheiden, ob sie an diesem Tag lieber zuhause oder im Büro arbeiten möchten. Telepräsenz-Technologien sind so ausgereift, dass wichtige Sitzungen virtuell organisiert und durchgeführt werden. Auch Werker erleben erstmalig eine Entkopplung durch flexiblere Schichtmodelle und robotergestützte Telepräsenz, die durch den Fortschritt der Produktionstechnologie wirtschaftlich möglich wird. Das entlastet den Berufsverkehr zu den heute noch klassischen Stoßzeiten.

Der elektronische Mobilitätsassistent verarbeitet eine Fülle komplexer Daten und hat Verbindung zu einer Cloud, womit jederzeit auf Echtzeitdaten zugegriffen werden kann. Seinen Nutzern spielt er einfach zu verstehende Botschaften zu und erleichtert ihnen das Leben, wenn er von seinen täglich ausgetesteten

Routinen abweichen muss. Mit einem Bestätigungsklick verwandelt er sich bei Bedarf in einen persönlichen Mobilitätsberater und Navigator mit Bezahlsystem. ÖPNV oder Leihfahrzeuge werden drahtlos gefunden, gebucht und im Bedarfsfall entsperrt. Elektronische Bahn- und Flugtickets werden automatisch berechnet, (um-)gebucht und mit dem Guthaben auf dem Mobilitätskonto des Nutzers verrechnet. Fragen nach dem „richtigen“ Tarif verlieren ihren Schrecken, und man reist immer zu optimalen Konditionen, alleine oder mit Gruppenkarte. Die Mobilitätskonten werden von einem Servicezentrum verwaltet, das von allen Mobilitätsanbietern der Region gemeinsam getragen wird.



Abb 1.: Echtzeitdaten durch Cloudlösung

Die elektronischen Mobilitätsassistenten empfangen und verarbeiten problemlos Daten aus anderen Regionen, um gezielte Ratschläge für Geschäfts- oder Urlaubsreisen bereitzuhalten. Sie funktionieren auch über Grenzen und über alle Verkehrsträger hinweg und helfen, Sprachbarrieren zu überwinden. Besonders ältere Menschen begrüßen es sehr, wenn sie bereits kurz nach der elektronischen Anforderung darüber informiert werden, dass ihr Weg barrierefrei ist und wann sie abgeholt werden. An komplexen Verkehrsknotenpunkten wie

Hauptbahnhöfen und Flughäfen sorgt der elektronische Mobilitätsassistent für das richtige (Fußgänger-)Routing, um ortsunkundigen Passagieren dabei zu helfen, den vorgesehenen Weg zu finden. Auch der Transport von Schülern ist über die elektronischen Mobilitätsassistenten flexibel und effektiv koordiniert. Sie sind überdies mit internet-basierten Mitreizezentralen verknüpft, die nicht nur gemeinsames Reisen über Langstrecken, sondern auch einen beträchtlichen Teil des Verkehrs zwischen ländlichen Gemeinden und der nächstliegenden Metropolregion vermitteln. Der gesteigerte Auslastungsgrad der Fahrzeuge verbessert deren Energieeffizienz, verringert die Gefahr der Staubbildung und sorgt so für minimale Fahrzeiten und geringere Umweltbelastung.

Der ÖPNV innerhalb der Regionen ist zuverlässig verzahnt und über Mobilitätsassistenten nutzbar. U-Bahnen, S-Bahnen, Straßenbahnen und Busse fahren im zuverlässigen Takt, sternförmig auf die Zentren zu. Die Ring- und Spangenverbindungen, welche die meist kleineren Städte am Rand der Region direkt miteinander verbinden, werden über wirtschaftliche Busverkehre bedient. Eine ausreichende Zahl an Autoparkplätzen und Fahrradständern ist an allen wichtigen Umsteigestationen vorhanden. Die persönliche Sicherheit der Reisenden ist durch ein ausgeklügeltes Sicherheitskonzept sowohl in den Verkehrsmitteln als auch auf Bahnhöfen und Haltestellen stets in hohem Maße gewährleistet, ohne dabei ein Gefühl der „Überwachung“ zu erzeugen. Durch das deutlich erhöhte Sicherheitsgefühl der Reisenden ist in einigen Ballungsgebieten ein erheblicher Zuwachs bei der Nutzung des ÖPNV und damit an Verkehrsteilnehmern insgesamt festzustellen.

Beim Auto ergeben sich neue Nutzungsformen. Neben dem eigenen Auto spielen vor allem die Kombinationsmöglichkeiten von ÖPNV und Carsharing-Verbänden eine bedeutende Rolle. Dies gilt nicht zuletzt auch für jüngere Leute, die über ihre Smartphones an vielen Stellen der Stadt Automobile finden und reservieren, die sie elektronisch freischalten und fahren können. Auch für längere Wochenendtrips und Urlaubsfahrten gibt es günstige Angebote von Carsharing-Unternehmen, Sammelbussen und Gruppentaxen, die ermäßigte Tickets für Bahn- und Luftverkehr maßgeschneidert ergänzen. Trotzdem ist das eigene Automobil immer noch Ausdruck eines besonderen Lebensstils. Insbesondere individualisierte höherwertige Fahrzeuge mit Hybrid- oder reinem Elektroantrieb erfreuen sich besonderer Beliebtheit.



Automobile mit reinen Verbrennungsmotoren dominieren weiterhin das Straßenbild und stellen bundesweit noch mehr als drei Viertel aller Personenkraftwagen. Dank optimierter Antriebe und Abgasbehandlungssysteme, einer besseren Aerodynamik, eines klug abgestimmten Gesamtenergiemanagements und eines durch Leichtbauweise reduzierten Gewichtes sind sie sparsam im Verbrauch und schadstoffärmer geworden. Neue Materialien und Produktionsverfahren, beispielsweise für Batterien, Leichtbau und Energiemanagement, ermöglichen dies zu verträglichen Preisen. In den Innenstädten der Region fahren Privatleute bevorzugt mit Hybridfahrzeugen und Elektroautos, deren Batteriekapazität für den Stadtverkehr und das nähere Umland ausreicht, oder die mit Wasserstoff angetrieben werden, der in Brennstoffzellen zu Fahrtstrom verwandelt wird. (Klein-)Busse und Transporter fahren innerhalb der Städte meist mit Brennstoffzellen und Wasserstoff oder verfügen über einen Hybridantrieb.

Im Personenfern- und im Schwerlastverkehr zwischen den Städten und Regionen sind Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren weiterhin das Verkehrsmittel der Wahl. Rein batteriebetriebene Elektroautos haben noch Reichweitennachteile gegenüber Verbrennern, dafür erfreuen sich wasserstoff-betriebene Elektroautos wegen ihrer größeren Reichweite und kurzen Betankungszeit im Fernverkehr steigender Beliebtheit. Häufig sind im Fernverkehr auch Hybridautos anzutreffen. Lastkraftwagen fahren zu einem geringen Teil bereits mit Hybridmotoren. Neben Benzin und Diesel bieten bundesweit bereits viele Tankstellen auch Gas, Wasserstoff, Strom und Biosprit an. Eine flächendeckende Lade- und Wasserstoffinfrastruktur ist installiert.

Unabhängig von ihrer Antriebsart gehören fest eingebaute elektronische Assistenzsysteme zur Standardausrüstung aller Automobile. Diese Systeme helfen dem Fahrer seine Fahrweise der jeweiligen Verkehrssituation anzupassen und unterstützen ihn zum Beispiel beim Abstand halten, Bremsen und Steuern. Auf ausgewählten Autobahnen mit hohem Transit- und Fernreiseaufkommen ermöglichen sie die Fahrt mit einem Autopiloten. Auch im Notfall – etwa bei einem Schwächeanfall am Steuer – übernehmen Assistenzsysteme für kurze Zeit automatisch die Lenkung und bringen das Fahrzeug sicher zum Stillstand. Im Nah- und Fernverkehr gewährleisten sie einen sicheren und zügigen Verkehrsfluss. Mit ihrer Hilfe können Fahrzeuge miteinander und mit Signalstationen entlang der Straßen und Autobahnen kommunizieren, wodurch Staus seltener

geworden sind und die Zahl der Unfälle und Verkehrstoten sich erheblich verringert hat.

Die Verkehrsströme sind optimiert und das mobile Leben in den Städten und Regionen entspannter und angenehmer als früher. Den Stadtbewohnern macht es Spaß, verschiedene Mobilitätsarten zu nutzen. Elektromobil unterstützt, sind sie zum Beispiel mit elektrischen Fahrrädern (Pedelecs) oder Elektrorollern unterwegs. Wer sein Elektroauto zuhause stehen lässt, um es dem Smart Grid der Stadtwerke als bidirektionaler Energiespeicher während der teuren morgendlichen Spitzennachfragezeit zur Verfügung zu stellen, erhält dafür nicht nur ein Entgelt der Stadtwerke, sondern auch eine Gutschrift auf seiner Mobilitätskarte, die sich zum Beispiel in ein elektronisches Tagesticket für den ÖPNV umwandeln lässt.



Abb. 2: Optimierte und vernetzte Verkehrsströme

Die Verbraucher sind von den gesamtgesellschaftlichen Vorteilen des neuen Mobilitätssystems und der Richtigkeit des eingeschlagenen Weges mehrheitlich überzeugt. Es ist für manche Trendsetter gar zum Statussymbol geworden, ein



großes Hybridfahrzeug für weite Fahrten, ein kleines Elektroauto für den Stadtverkehr und zusätzlich eine Netzkarte für den öffentlichen Verkehr zu besitzen. Bei Nutzung des Flugzeugs werden selbstverständlich klimakompensierte Öko-Tickets gebucht.

90 Prozent der innereuropäischen Reisenden sind in der Lage, ihr Ziel innerhalb von vier Stunden zu erreichen<sup>3</sup>. Die interoperablen Mobilitätsassistenten errechnen und koordinieren multimodale Transportketten von Tür zu Tür, bestehend aus optionalen Elementen des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs.

Im überregionalen Personenverkehr hat die Bahn eine starke Stellung. Als größter Verbraucher von elektrischer Energie in Deutschland speist sie ihre Züge wesentlich aus regenerativen Energien und wirbt erfolgreich für „Fahren mit Ökostrom“. Züge sind, wie auch die U-, S- und Straßenbahnen des ÖPNV, mit Ökostrom überwiegend CO<sub>2</sub>-frei unterwegs. Der öffentliche Personenverkehr ist weiter elektrifiziert worden, in Regionen ohne Oberleitung werden auch Hybridfahrzeuge oder Züge mit neuen, CO<sub>2</sub>-freien Antriebstechnologien eingesetzt. Im ländlichen Raum werden verstärkt Triebwagen eingesetzt, deren Kapazität optimal an die zu befördernde Personenzahl angepasst ist und damit aufgrund ihrer höheren Auslastung einen energieeffizienten Betrieb erlaubt. Oft wird von einer Renaissance der Eisenbahn gesprochen, die ihre Schnittstellen zu anderen Verkehrsmitteln ausgebaut und sich zu einem multimodalen Mobilitätsmanager entwickelt hat. Anschlusszüge sind so aufeinander abgestimmt, dass sie ohne Hektik erreicht werden können.

Im europäischen Fernverkehr verzeichnet die Bahn ein Plus im Passagieraufkommen. Die unterschiedlichen Spurweiten, Strom- und Leitsysteme in Europa stellen dank technischer Innovationen eine geringere Barriere dar. Der Umbau zu einem einheitlichen europäischen Bahnnetz ist in vollem Gang. Im Verkehr zwischen den europäischen Metropolen werden die Hochgeschwindigkeitszüge ihres Komforts und ihrer Umweltverträglichkeit wegen stark nachgefragt. Im Güterverkehr haben die Bahn aber auch die Binnenschifffahrt massiv in intermodale Ansätze investiert, indem sie wichtige Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern ausgebaut haben. Das Güterverkehrsnetz wurde so

---

<sup>3</sup> Flightpath 2050 – Europe’s Vision for Aviation (Goal #2, Meeting Societal and Market Needs) EUROPEAN COMMISSION, 2011

erweitert, dass ein großer Anteil des Verkehrswachstums von der Bahn gemeinsam mit der Binnenschifffahrt aufgenommen werden konnte. Die Betriebsqualität konnte durch die höheren Kapazitäten deutlich verbessert werden.

Da sich die Entwicklung urbaner Zentren nicht isoliert sondern regional und global vernetzt vollzieht, ist Luftverkehr eine weltweit nachgefragte Dienstleistung und unverzichtbares Element von Mobilität. Insbesondere im Langstrecken-/ Transkontinentalen-Verkehr spielt das Flugzeug als integraler Bestandteil intermodaler Transportketten seine Trümpfe aus: Mobilitätsdienstleistungen für Personen sowie hochwertige und zeitsensitive Güter werden über große Distanzen in geringster Reisezeit bereitgestellt. Die Luftfahrt vernetzt die deutschen Metropolen mit europäischen und globalen Zentren von Wirtschaft, Politik, Gesellschaft und Tourismus. Fortschritte bei Luftfahrzeugkonfiguration und -systemen, in der Luftfahrtantriebstechnik und im Betrieb haben Kerosinverbrauch und Lärmbelastung deutlich gesenkt. Mit der schrittweisen Einführung nachhaltig erzeugter Luftfahrtkraftstoffe aus regenerativen Energiequellen konnte die Ökoeffizienz des Luftverkehrs kontinuierlich verbessert werden. Trotz des noch immer anhaltenden Trends von globalem Luftverkehrszuwachs wurde die Luftraumkapazität dank länderübergreifender Defragmentierung des Luftraums und Verkürzung der Strecken um den Faktor drei gesteigert. Teilautonome Funktionen erlauben Flugzeugen, ihren Abstand selbst zu halten und zu staffeln. Formationsflüge führen zu einer weiteren Reduzierung des Luftwiderstands. Ein hochautomatisiertes Bord-/Boden-System ermöglicht das Fliegen in 4D-Trajektorien und Präzisionsanflüge mit synthetischer Sicht. Autonome Luftfahrzeuge erschließen völlig neue Anwendungsbereiche, beispielsweise im Dienst von polizeilicher Verkehrsüberwachung, bei Logistikdienstleistern, bei der Inspektion von Windparks, in der Landwirtschaft oder auch im Hinblick auf die Ermöglichung von sicheren Rettungseinsätzen unter widrigen Hindernis- und Witterungsbedingungen. Als Teil des Systems Luftverkehr steht die Luftfahrtindustrie in Deutschland nicht nur im Dienst von Wirtschaft und Gesellschaft sondern ist selbst auch ein Motor und Katalysator für Wertschöpfung in anderen Branchen.

Der überregionale Güterverkehr läuft zum großen Teil über die Straße. Die Einfahrt in die Innenstädte der Region ist für Lastkraftwagen und Sattelschlepper aber erschwert. Wenn möglich, laden sie daher ihre Fracht in großen, strategisch günstig gelegenen Güterverteilzentren an den Rändern der Städte ab, von denen aus die Waren über Lieferwagen mit elektrischem Antrieb in die Städte hinein verteilt werden. Große Lastkraftwagen, die Güter in den Städten verteilen dürfen, sind schadstoffarm und energieeffizient. Die Logistikdienstleister agieren in strategischen Kooperationen, die über Internetplattformen und Frachtenbörsen angebahnt und abgerechnet werden. So vermeiden sie geringe Auslastungen und mehrfache Wege und minimieren die Transportkosten.

Die Industrie hat sich auf eine hocheffiziente und vernetzte Produktion eingestellt, als deren wesentliche Determinante sie eine nachhaltige Logistik ansieht. Mit neuen flexiblen Fertigungsverfahren verlagert sie beispielsweise ihre Produktion näher zum Endabnehmer. Dazu entwickeln und konstruieren ihre Ingenieure nicht nur innovative Produkte sondern auch robuste Fabriken sowie modulare, ressourceneffiziente Maschinen und Anlagen. Eine zunehmende Individualisierung der Endprodukte auf den globalen Märkten wird mit einer größtmöglichen Bündelung des Transports verbunden werden. Die intelligente Steuerung der weltumspannenden Produktionsnetzwerke wird zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil der deutschen Industrie, nicht zuletzt aufgrund des guten systemischen Verständnisses von Produktionseinrichtungen und -netzwerken.

Knappe Rohstoffe werden über Wertstoffkreisläufe zurückgewonnen und neuartige Maschinen verwerten Abfälle weitgehend wieder. So hat sich eine funktionierende Kreislaufwirtschaft entwickelt, deren Kosteneffizienz sich über Marktmechanismen regelt.

## **Der Weg in die Zukunft**

Die Ausgangsposition für die Verwirklichung einer nachhaltigen Mobilität in Deutschland ist günstig: 79 Prozent der Bundesbürger messen einem klimaverträglichen Verkehr eine große oder sehr große Bedeutung bei, wie eine vom Bundesverkehrsministerium in Auftrag gegebene Studie zeigt. Das ist jedoch ein

unverbindliches Meinungsbild, das schnell ins Wanken geraten kann, wenn zu diesem Zweck konkrete Maßnahmen ergriffen werden, die den Bürgern unverständlich bleiben. Verkehr ist bis auf Teile des Freizeitverkehrs kein Selbstzweck. Deshalb ist die Verkehrspolitik sowohl beim Umbau hin zu einem nachhaltigen Verkehrssystem als auch bei dessen klima- und umweltgerechten Anpassung im Wesentlichen von der Akzeptanz und Nutzung durch die beteiligten Verkehrsteilnehmer, sprich von Bürgern und Wirtschaft, abhängig.

Die gesellschaftliche Akzeptanz ist eine vorrangige Voraussetzung für die Verwirklichung politischer Ziele. Die beteiligten Bürger und Interessenvertreter rechtzeitig zu konsultieren, bereits an der Problemanalyse zu beteiligen und in die Planung nachhaltiger Verkehrsstrukturen einzubinden, ist eine wesentliche Aufgabe der Politik. Umfassende Information und offene Kommunikation sind notwendig.

Einen umweltbewussten und ressourcenschonenden Umgang mit unseren individuellen und kollektiven Mobilitätsbedürfnissen zu verwirklichen, ist eine Herausforderung, für welche die gesellschaftliche Bereitschaft, die wissenschaftliche und technologische Kompetenz sowie die wirtschaftlichen Strukturen in Deutschland grundsätzlich vorhanden sind. Aus den gegebenen technologischen Möglichkeiten können sich im Laufe der beiden nächsten Jahrzehnte Lösungen entwickeln, die den gesellschaftlichen Wertewandel in Richtung einer nachhaltigen Mobilität beschleunigen. Die Herausforderung ist allerdings so komplex, dass es einer politischen Moderation bedarf, um unterschiedliche Interessen zielführend zu integrieren. Die erfolgskritischen Einflussfaktoren für die Entwicklung einer nachhaltigen Mobilität liegen zwar in allen vier Bereichen der Wissenschaft, der Wirtschaft, der Gesellschaft und der Politik, aber es liegt vornehmlich in der Verantwortung der Politik, ein lösungsorientiertes Miteinander dieser vier Handlungsfelder zu ermöglichen. Sie ist das Zugpferd auf dem Entwicklungspfad zu einer energieoptimierten, gemeinsam getragenen zukünftigen Mobilität ohne Verzicht. Wie ernst sie diese Rolle nimmt, zeigt unter anderem die Gründung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) im Mai 2010 und deren Arbeit zur Unterstützung des ehrgeizigen Ziels der Bundesregierung, bis 2020 eine Million und bis 2030 sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen.

Im Luftfahrtbereich legte die von der EU-Kommission eingesetzte High Level Group on Aviation and Aeronautics Research mit ihrem Bericht „Flightpath 2050- Europe’s Vision for Aviation“ im März 2011 eine aktualisierte Vision zur Weiterentwicklung des Luftfahrtsektors in Europa vor. Darin wurde unter anderem als Ziel einer 75-prozentigen Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes je Passagierkilometer sowie einer 90-prozentigen Reduktion des Ausstoßes von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) vorgegeben.

Notwendige Kompetenzen und Schlüsseltechnologien in Deutschland sind erstklassig ausgeprägt. Beispiele hierfür finden sich über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg in den Bereichen Elektronik und Elektrotechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Chemie und Textil, Metall und Metallverarbeitung, Informations- und Kommunikationstechnologien, Luftfahrt und Fahrzeugbau. Viele dieser Kompetenzen erleichtern auch die CO<sub>2</sub>-Optimierung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren. Eine querschnittsorientierte Produktion und Logistik kann dabei eine wichtige integrierende Funktion übernehmen. Einige Kompetenzen müssen dazu jedoch gezielt ausgebaut werden. Lehre und Forschung beispielsweise in der Elektrochemie, in der Deutschland einst die weltweite Spitzenposition innehatte, müssen an deutschen Universitäten wieder verstärkt aufgebaut werden.

Die Politik ist gefragt, wenn es darum geht, stabile und langfristig verlässliche Rahmenbedingungen für Investitionen in das Geschäftsfeld „Nachhaltige Mobilität“ zu schaffen. Sie definiert klar und kommuniziert transparent, nach welchen Kriterien sie Forschung und Entwicklung fördert. Sie engagiert sich in dieser Hinsicht vor allem im vorwettbewerblichen Bereich und richtet die Forschungsagenda auf Nachhaltigkeit und Langfristigkeit aus. Sie passt das Verkehrsrecht vorausschauend an die neuen Erfordernisse an und aktualisiert gegebenenfalls das Personenbeförderungsgesetz und die Führerscheinklassen. Ein entsprechend ausgestaltetes Zulassungs-, Verhaltens- sowie Haftungsrecht schafft die Voraussetzung für (teil-)autonome Mobilitätsfunktionen. Speziell im Luftverkehr ist die Politik gefragt, die regulatorischen Voraussetzungen für den Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge im kontrollierten Luftraum zu schaffen. Die Politik trägt dazu bei, den europäischen Schienenverkehr zu vereinheitlichen. Die öffentliche Hand und Firmen mit großen eigenen Fuhrparks gehen bei der Beschaffung ihrer Fahrzeugflotten mit gutem Beispiel voran: Sie statten ihre



Bediensteten bevorzugt mit Elektroautos und Hybridfahrzeugen aus und werden so zu Nachfragern, Referenzkunden und zum Testbed für innovative Mobilitätslösungen.

Die Politik setzt sich für standardisierte Schnittstellen ein, sei es für mechanische Bauteile wie Ladestecker, sei es für die Datenübertragung. Die Informationstechnologie ist so weit fortgeschritten, dass sie schon heute verschiedene Verkehrsdaten in Echtzeit liefern kann. Es bedarf jedoch einer Normierung dieser Daten, damit sie standardisiert zusammengeführt und in einem Gesamtbild erfasst werden können. Erst dann wird es möglich sein, alle Verkehrsträger einer Region eng aufeinander abzustimmen und intelligent zu steuern. Der Staat forciert auch den Aufbau eines bundesweiten Breitbandnetzes in der IT-Infrastruktur, an das Nahfeld-Kommunikationsnetze gekoppelt sind, die den drahtlosen Erwerb von Tickets an Fahrkartenautomaten und ein bundesweit einheitliches E-Ticketing ermöglichen. Datensicherheit und Datenschutz bei diesen Verfahren zu gewährleisten, fällt gleichfalls in den Verantwortungsbereich der Politik.

Die großen Unternehmen investieren in die Erforschung und Entwicklung ganzheitlicher Mobilitätssysteme, in denen zum Beispiel auch die Elektromobilität eine wichtige Rolle spielt. Sie haben hierbei einen schwierigen Spagat zu leisten. Weil Elektrofahrzeuge aufgrund ihrer derzeit noch bestehenden Einschränkungen bei Reichweite und Ladegeschwindigkeit nicht alle herkömmlichen Fahrzeuge ersetzen können, müssen die Unternehmen in die CO<sub>2</sub>-Optimierung konventioneller Fahrzeuge investieren und gleichzeitig neue Technologien für Hybrid- und Elektroantriebe zur Marktreife bringen. Dabei haben sie die Aufgabe zu meistern, parallel unterschiedliche Produktionswerke und -linien für verschiedene Antriebssysteme kosteneffizient zu betreiben, ohne genau abschätzen zu können, wie sich die Nachfrage nach den verschiedenen Antrieben entwickeln wird. Denn das Kundenverhalten hängt von zahlreichen Variablen ab, wie etwa der Höhe des Ölpreises, den Fortschritten in der Batterietechnologie oder der Geschwindigkeit des Aufbaus der Lade- und Wasserstoffinfrastruktur. Für weitere Unsicherheit sorgen eventuelle Regulierungen in den für Deutschland wichtigen Exportmärkten. Erleichtert werden können diese Aufgaben sowohl durch Gründung eigenständiger Einheiten („spin-offs“) als auch durch Partnerschaften mit Unternehmen aus anderen Branchen (Energie, IKT

(Informations- und Kommunikationstechnologie)) oder mit Zulieferern aus vorgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette, die als neue Mitspieler an der Innovation im Bereich der Elektromobilität mitwirken. Angesichts dieser veränderten Wettbewerbssituation greifen die großen Automobilhersteller auf die Vielfalt ihrer Erfahrungen und Kompetenzen zurück und erweitern ihr Portfolio um integrierte Mobilitätsdienstleistungen. Ein neuer Markt mit neuen Wettbewerbern entsteht.

An der Schnittstelle zwischen Wirtschaft und Wissenschaft ist es notwendig, Ausbildungsprofile zu schaffen und zu verankern, die dem Ziel einer nachhaltigen Mobilität gerecht werden. Die so genannten MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) zu stärken ist dafür eine Voraussetzung. Im KFZ-Handwerk müssen die Ausbildungsgänge aktualisiert werden, um die Werkstätten auf Service und Reparatur von Elektroautos einzustellen, die bisher teilweise nur von Hochspannungselektronikern vorgenommen werden dürfen. An den Universitäten sollten fakultätsübergreifende Studiengänge eingerichtet werden, in denen Disziplinen wie zum Beispiel Elektrotechnik, Elektrochemie, Informatik, Produktionstechnik, Verfahrenstechnik und Energiemanagement mit Blick auf die Elektromobilität integriert werden. Auch ist an die Einführung von Berufsbildern wie dem Mobilitätskaufmann oder dem Mobilitätsökonom zu denken. In den Schulen könnte ein interdisziplinäres Lernmodul „Mobilität“ die natur- und sozialwissenschaftlichen Fachbereiche verklammern, und dabei im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung nicht nur theoretische Kenntnisse, sondern auch praktisches Verhalten vermitteln.

Technologisch ist für eine energieeffiziente Mobilität auch die Entwicklung neuer Materialien und Materialkonzepte aus dem Chemiesektor wichtig, deren Verwendung CO<sub>2</sub>- und andere Schadstoffemissionen zu vermindern und die Fahrzeuge mit neuen Antriebstechnologien bezahlbar zu machen hilft. Zu nennen seien hier chemische Innovationen für verbesserte und neuartige Batterien, für den Leichtbau und für Isolationsmaterialien und wärme-reflektierende Beschichtungen. Dabei sind Synergien bei der Entwicklung von verschiedenen Verkehrsmitteln wie Automobilen, Flugzeugen und Eisenbahnen möglich.

Von der Gesellschaft getragen wird eine energieoptimierte, zukunftsfähige und nachhaltige Mobilität allerdings erst, wenn die Mehrheit der Bevölkerung deren Vorteile nicht nur in den Medien präsentiert bekommt, sondern im eigenen Alltag erleben kann. Der Schlüssel dazu liegt in den dicht bewohnten Metropolregionen, in denen ein vielfältig vernetzter und dennoch einfach zugänglicher und bezahlbarer Nahverkehr das Automobil mit seinen verschiedenen Antriebskonzepten einbezieht und nahtlose Übergänge zum Bahn- und Flugverkehr bereitstellt. Voraussetzung für die gesellschaftliche Akzeptanz nachhaltiger Mobilität ist neben dem Vertrauen in die Sicherheit der Transportmittel die Erlebbarkeit funktionierender intermodaler Transportketten, welche den Einklang zwischen individuellen Bedürfnissen nach Mobilität und umweltverträglichem Verhalten zugleich herstellt.

Autoren und Mitglieder der Promotorengruppe:

Dr. Lutz Bertling, Präsident & CEO der Eurocopter Gruppe, Mitglied des Executive Committee der EADS SE, Dr. Andreas Kreimeyer, Mitglied des Vorstandes und Sprecher der Forschung BASF, Prof. Dr. Gisela Lanza, Institutsleiterin Produktionssysteme am wbk, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Dr. Volker Kefer, Vorstand Technik und Infrastruktur der Deutschen Bahn AG, Prof. Dr. Thomas Weber (Sprecher der Promotorengruppe), Mitglied des Vorstands der Daimler AG, verantwortlich für Konzernforschung und Mercedes Benz Cars Entwicklung, Dr. Manfred Wittenstein, Vorstandsvorsitzender der Wittenstein AG