



ABSCHLUSSBERICHT DER PROMOTORENGRUPPE MOBILITÄT

ZUKUNFTSBILD UND ZUSAMMENFASSEND E EMPFEHLUNGEN ZUM ZUKUNFTSPROJEKT
»NACHHALTIGE MOBILITÄT«



Forschungsunion

Wirtschaft und Wissenschaft
begleiten die Hightech-Strategie

ABSCHLUSSBERICHT DER PROMOTORENGRUPPE MOBILITÄT

ZUKUNFTSBILD UND ZUSAMMENFASSENDER EMPFEHLUNGEN ZUM ZUKUNFTSPROJEKT
»NACHHALTIGE MOBILITÄT«

Forschungsunion

Wirtschaft und Wissenschaft
begleiten die Hightech-Strategie

Inhalt



1	EINLEITUNG	5
2	ZUKUNFTSBILD »NACHHALTIGE MOBILITÄT 2030«	7
3	ZENTRALE EMPFEHLUNGEN ZUM ZUKUNFTSPROJEKT »NACHHALTIGE MOBILITÄT«	15
3.1	Die Umsetzungsforen im Bedarfsfeld Mobilität	20
3.2	Allgemeine Gesellschaftsfragen / Rahmenbedingungen	22
3.3	Handlungsfeld Verkehr	22
3.4	Handlungsfeld Material	24
3.5	Handlungsfeld Produktion	25
4	ZUSAMMENFASSUNG	27
5	DIE FORSCHUNGSUNION WIRTSCHAFT – WISSENSCHAFT	28

1 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 CO₂-Emissionen verantwortlich, wovon wiederum rund 80 Prozent durch den Straßenverkehr verursacht werden. Hinzu kommt: Das Verkehrsaufkommen steigt weiter an.¹ 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.²

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 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. Um die Energiewende zu finanzieren, ist nicht nur ein effizienter Umgang mit Energien, sondern auch mit Finanzmitteln nötig. 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.

- 1 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.
- 2 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.

Das Zukunftsprojekt »Nachhaltige Mobilität« der Hightech-Strategie der Bundesregierung hat sich in den letzten vier Jahren intensiv mit den im genannten Kontext relevanten Aufgabenstellungen und den abzuleitenden Handlungsbedarfen und -empfehlungen auseinander gesetzt. Der vorliegende Abschlussbericht der Promotorengruppe Mobilität der Forschungsunion Wirtschaft – Wirtschaft baut auf dem im Februar 2012 veröffentlichten Bericht (verfügbar unter www.forschungsunion.de) auf und fasst die Weiterentwicklung zusammen.

Entstanden ist u. a. ein Zukunftsbild für eine nachhaltige Mobilität im Jahr 2030 (Kapitel 2), das die Vision einer möglichen Zukunft darstellt. Dieses wurde durch einen Expertenkreis erarbeitet und verdichtet.

Zudem benennt der Bericht drei erfolgskritische Kernthemen künftiger Mobilität:

- **Verkehr**
Verkehrsflussoptimierung und (teil-)autonome Mobilitätssysteme sind Key Enabler für die Mobilität der Zukunft.
- **Material**
Materialien sind Schlüsselkomponenten bei Elektromobilität, Speichern und Antrieben, Leichtbau und Energiemanagement; Chemie-F & E als Enabler.
- **Produktion**
Evolution der Produktionstechnologie stellt die robuste, flexible und ressourceneffiziente Herstellung nachhaltiger Mobilitätsprodukte und den Erhalt von Wertschöpfung in Deutschland zur Stärkung unserer Stärken sicher.

In mehreren Workshops und Veranstaltungen wurden zu diesen Kernthemen branchen- und mobilitätsindustrieübergreifend Handlungsempfehlungen erarbeitet. Diese berücksichtigen die Forschungsperspektive ebenso wie die wirtschaftliche und gesellschaftliche Dimension (Kapitel 3).

2 ZUKUNFTSBILD »NACHHALTIGE 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 Schadstoffemissionen, 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 öffentli-

chen 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.

Die elektronischen Mobilitätsassistenten empfangen und verarbeiten problemlos Daten aus anderen Regionen, um gezielte Ratschläge für Geschäfts- oder Urlaubsreisen bereitzustellen. 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 internetbasierten 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 Reichweitenachteile gegenüber Verbrennern, dafür erfreuen sich wasserstoffbetriebene 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.

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. Die interoperablen Mobilitätsassistenten errechnen und koordinieren multimodale Transportketten von Tür zu Tür, bestehend aus optionalen Elementen des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs.¹

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 CO₂-frei unterwegs. Der öffentliche Personenverkehr ist weiter elektrifiziert worden; in Regionen ohne Oberleitung werden auch Hybridfahrzeuge oder Züge mit neuen, CO₂-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 Passagier-Aufkommen. 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 Hochge-

schwindigkeitszüge 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 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-

¹ Flightpath 2050 – Europe's Vision for Aviation (Goal #2, Meeting Societal and Market Needs) EUROPEAN COMMISSION, 2011

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 Logistikdienstleistungen, 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.¹ 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.

1 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) – Studie: Umfrage zu klimaverträglicher Mobilität: Rückenwind für die klimapolitischen Ziele der Bundesregierung. Meinungsumfrage zum Mobilitätsverhalten und Klimaschutz, 2008.
<http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/29420/publicationFile/277/klimafreundliche-mobilitaet-bevoelkerungsumfrage-im-mai-2008.pdf>

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 CO₂-Ausstoßes je Passagierkilometer sowie einer 90-prozentigen Reduktion des Ausstoßes von Stickoxiden (NO_x) 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 CO₂-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 langfristige 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 Personenbeför-

derungsgesetz 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 statuten ihre Bediensteten bevorzugt mit Elektroautos und Hybridfahrzeugen aus und werden so zu Nachfragern, Referenzkunden und zur Testumgebung für innovative Mobilitätslösungen.

Die Politik setzt sich für standardisierte Schnittstellen ein, sei es für mechanische Bauteile wie Ladestecker, sei es für die Datenübertragung. Die Informations-Technologie 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 CO₂-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 CO₂- 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 wärmereflektierende 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.

3 ZENTRALE EMPFEHLUNGEN ZUM ZUKUNFTSPROJEKT »NACHHALTIGE MOBILITÄT«

Im Zukunftsprojekt »Nachhaltige Mobilität« der Forschungsunion sind wesentliche Ziele für eine vernetzte und energieeffiziente Mobilität herausgearbeitet. Angestoßen und intensiviert werden sollen diejenigen F & E-Aktivitäten, die sowohl auf einen Leit-

markt Deutschland, als auch auf die Leitanbieterschaft Deutschlands hinsichtlich zukünftiger Mobilität abzielen. Durch Gestaltung geeigneter Rahmenbedingungen ist ferner die »Gesellschaftliche Akzeptanz« sicherzustellen (siehe dazu Abb. 1).

Zukunftsprojekt »Nachhaltige Mobilität«		
Ziele und Aktionslinien für eine vernetzte und energieeffiziente Mobilität		
ZIEL 1 LEITMARKT DEUTSCHLAND	ZIEL 2 GESELLSCHAFTLICHE AKZEPTANZ	ZIEL 3 LEITANBIETER DEUTSCHLAND
<p>AL I: Neue Mobilitätskonzepte für veränderte Mobilitätsbedürfnisse</p> <p>AL II: Internationale Wettbewerbsfähigkeit – politische Rahmenbedingungen</p> <p>AL III: Normung und Standardisierung</p>	<p>AL IV: Nachhaltige Schaufenster für Mobilität und Schaffen eines durch die Politik unterstützten Rahmenwerks</p> <p>AL V: Akzeptanzstudien: Veränderte Nutzungsprofile und Kosten</p>	<p>AL VI: Bedarfsnahe Forschung und Bildung</p> <p>AL VII: CO₂-optimierte Mobilität</p> <p>AL VIII: Verkehrsflussoptimierte Mobilität 2020 - Vernetzung und Optimierung der Nutzung der verfügbaren Verkehrsträger - Vernetzte Fahrerassistenzsysteme / koordinierte autonome Fahrfunktionen</p> <p>AL IX: Skalen- / Großserienflexible Produktion</p>

Abbildung 1: Ziele und Aktionslinien im Zukunftsprojekt »Nachhaltige Mobilität«

Die nachfolgenden Ausführungen fassen die bisherigen Ergebnisse der Arbeit im Bedarfsfeld Mobilität im Sinne Ausblick / Perspektive zusammen.

ZIEL 1: BILDUNG EINES LEITMARKTS FÜR NACHHALTIGE MOBILITÄT IN DEUTSCHLAND

Die Herausforderungen für die Zukunft der Mobilität spiegeln sich in den sich verändernden Mobilitäts- und Kundenbedürfnissen wider. Die Nutzung eines bestimmten Verkehrsträgers tritt zugunsten einer situativ-optimalen Mobilität immer weiter in den Hintergrund. Hier sind neue Mobilitätskonzepte / -produkte zu entwickeln und in der Breite zu etablieren. Die Marktbedingungen in Deutschland sind dabei international wettbewerbsfähig zu gestalten. Über die Forcierung von Normungs-/Standardisierungsaktivitäten wird zusätzlich die Basis für eine starke Position deutscher Anbieter bei zukünftigen Mobilitätsprodukten geschaffen.

»Leitmarkt Deutschland« (AL I bis III):

- Bereitstellung hinreichender Fördermittel für F & E-Programme zur Entwicklung neuer (intermodaler) Mobilitätskonzepte und zugehöriger Geschäftsmodelle
- Internationales Benchmarking für Produktion, Absatz und Betrieb von Mobilitätsprodukten (inkl. Fahrzeugen), ggf. Ableitung von Anreizmaßnahmen
- Auflegen von Beschaffungsprogrammen und Erzeugung von Nachfrage seitens des Bundes und der Länder bei Produkten zur energieeffizienten und nachhaltigen Mobilität
- Erarbeiten und Umsetzen einer Roadmap für Normung / Standardisierung, die den Rahmen für den gesamtsystemischen Ansatz und seine Harmonisierungsbedarfe abbildet
- Forcierung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (branchenübergreifender Transfer)

ZIEL 2: UNTERSTÜTZUNG EINER DURCH DIE GESELLSCHAFT GETRAGENEN NACHHALTIGEN MOBILITÄT

Die Sichtbarkeit innovativer Technologien und Lösungen bildet die Basis für gesellschaftliche Akzeptanz und legt den Grundstein für zukünftige Exporterfolge. In der Frühphase des Markthochlaufs wird die Sichtbarkeit innovativer Technologien v. a. dann erreicht, wenn marktreife Innovationen konzentriert zur Anwendung gebracht werden. Dies sollte in wenigen, groß angelegten »Schaufenstern zur zukünftigen Mobilität« geschehen und in denen gebündelt visionäre Gesamtkonzepte der energieeffizienten und nachhaltigen Mobilität über Antriebsformen, Verkehrsträger, Infrastruktur- und Mobilitätskonzepte hinweg überprüft und weiterentwickelt werden. Die Politik sollte das Momentum für Elektrofahrzeuge nutzen und auf gesamtheitliche, mobilitätsträgerübergreifende Konzepte ausweiten. Dazu gehört die Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie zur Beförderung der Vision einer zukünftigen Mobilität, deren erste Ergebnisse in den Schaufenstern sichtbar werden. Durch einen stetigen Informationsfluss wird der Mobilitätskunde über neue Möglichkeiten der Mobilität mitgenommen. Eine parallel angelegte akzeptanzorientierte Begleitforschung, die auch Forschungserkenntnisse aus internationalen »Laborgebieten« berücksichtigt und den Transfer in bestehende Infrastrukturen hinein unterstützt, ergänzt das Schaufensterkonzept.

»Gesellschaftliche Akzeptanz« (AL IV und V):

- Integration Verkehrsträgervernetzung in »Schaufenster zukünftiger Mobilität«, Einbeziehen des individuellen Personen- und Güterverkehrs, Anbindung weiterer Verkehrsträger
- Erarbeiten einer Kommunikationsstrategie, die den ambitionierten Weg in die neue Mobilitätswelt (vernetzt, energieeffizient) aufzeigt, für Aufklärung und Verständnis in der Gesellschaft sorgt und die Vorteile der neuen Mobilitätskonzepte herausstellt

- Abgrenzung und Definition des Untersuchungsgegenstands (Nutzungsverhalten, Nutzungsprofile etc.) und Initiierung akzeptanzorientierter Begleitforschung unter Berücksichtigung bereits erzielter Forschungserkenntnisse

ZIEL 3: POSITIONIERUNG DEUTSCHLANDS ALS LEIT-ANBIETER FÜR NACHHALTIGE MOBILITÄSTECHNOLOGIEN UND -KONZEPTE

Den Grundstein für eine Leitanbieterschaft Deutschlands für energieeffiziente Mobilitätstechnologien legt eine bedarfsnahe Forschung und Bildung, die eine notwendige Grundlage für die Entwicklung innovativer Mobilitätsprodukte darstellt. Auf der technischen Seite wird eine emissionsarme (CO₂-optimiert, Lärm-, Feinstaub-, Stickoxid- reduzierte) und energieeffiziente Mobilität mit möglichst hoher cross-industrieller Nutzungsquote angestrebt. So sind z. B. materialbasierte Innovationen bei Leichtbau oder intelligenter Dämmung für alle Verkehrsmittel interessant und haben industrieübergreifendes Einsatzpotenzial. Auf der systemischen Seite geht es um Verkehrsflussoptimierung. Hierzu gehört die Vernetzung der Verkehrsträger (verkehrsmittel- / infrastrukturseitig) in einem gesamtheitlichen Konzept, das alle verfügbaren Daten für neue Dienste nutzt. Darüber hinaus stellt die Erforschung der Grundlagen für (teil)autonome Fahrzeugführerassistenzsysteme einen wichtigen Schritt dar. Die Produktionstechnik nimmt eine Enablerfunktion für neue Produkte in allen Branchen ein. Speziell in der Fahrzeugindustrie müssen auf lange Frist alternative und konventionelle Konzepte wirtschaftlich nebeneinander produziert werden: Bedarf einer Skalen- / großserienflexiblen Produktion, um wettbewerbsfähig zu bleiben (Kosten, Qualität).

Bedarfsnahe Forschung und Bildung (AL VI):

- Anpassung bestehender Ausbildungsberufe, neue Angebote (Fort- und Weiterbildung)
- Intensivierung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft im Kontext akademischer Bildung (Nutzung der Projektförderung, um über Forschung die Ausbildung zu stärken und aktuelle Ergebnisse in die Lehrpläne einfließen zu lassen, Ausbau dualer Studiengänge für den Fachkräftenachwuchs, Innovativität schon in der Schule u. ä.)
- Optimierung von Zugang und Verfahren der direkten Forschungsförderung und weitere Stärkung des breitenwirksamen Transfers durch projektübergreifende Plattformen
- Stärkung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (Nutzung vorhandener Innovationsnetzwerke für branchenübergreifenden Transfer)
- Einführung steuerlicher Forschungsförderung (Vorteil: Technologieoffenheit, Breitenwirksamkeit, Anziehen internationaler F & E-Investoren)
- Verkehrstechnik einschl. Verkehrsplanung ist als Fach der IT zu verstehen, weniger als Teil des Bauingenieurwesens. Die dynamische Komplexität der Steuerungsaufgaben und der Einzug der IT in Fahrzeuge / Endgeräte werden im Bauingenieurwesen vernachlässigt. Nötige Kenntnisse: Algorithmen, Messtechnik, Programmierung, Datenbanken

»CO₂-optimierte Mobilität« (AL VII):

- Umsetzung des NPE-Maßnahmenkatalogs zu F & E Leuchttürmen, zur intelligenten Industriepolitik und F & E Förderstruktur
- Integration von Innovationsträgern der »CO₂-optimierten Mobilität« in öffentliche Demonstrationsprojekte / Schaufenster für ein gezieltes Marketing »made in Germany«

- Sicherstellen eines verkehrsmittelübergreifenden Technologietransfers (Kleinserienknowhow bei Luft-, Bahn- und Schifffahrt, Kostenknowhow bei Automobil)
- Bereitstellung von Fördermitteln zur F & E an Biokraftstoffen der nächsten Generation (»Gen. 3«, z. B. auf Algenbasis) in Kooperation mit dem Bedarfsfeld Klima / Energie
- Initiierung nationaler Forschungsprojekte zu innovativen Aufladeaggregaten für die weitere CO₂-Reduzierung
- Förderung von F & E zu Materialien und Technologien zur Abgas- und Treibstoffreduktion (z. B. Tieftemperaturkatalysatoren für Hybridantriebe & Systeme zur Abgasnachbehandlung, Tribologische Optimierungen), optimierten Einspritzsystemen und Energiemanagement (z. B. Energieverbrauch Nebennaggregate durch neue Wärmeisolationswerkstoffe und wärmerereflektierende Materialien, energieeffiziente Beleuchtungstechnik)
- **Rahmenbedingungen**
 - Überarbeitung politischer Rahmensetzung für alternative Antriebsformen bei Schiff- und Luftfahrt, z. B. bei Verordnungen zum Einsatz von Dual-fuel Schiffsmotoren
 - Ressortübergreifende Konsolidierung der Förderstruktur und -programme, z. B. bei thematisch verwandten Förderprogrammen / systemischen Fragestellungen
 - Förderung von Leitprojekten (im Abgleich mit NPE Empfehlungen) im Themenbereich Leichtbau zu Methoden, Werkstoffen und Prozessen
 - Für einen ganzheitlichen Ansatz zur Einführung und Bewertung neuer Technologien für nachhaltige Mobilität sind standardisierte Ökoeffizienzanalysen (Lifecycle Analysis) durchzuführen (Basis für Förderwürdigkeit, Priorisierung)
 - Brennstoffzelle / Speicher: Aufbau einer hinreichenden H₂-Infrastruktur, europaweite Bündelung von Forschungsaktivitäten (z. B. zu Anoden und Kathoden-Aktivmaterial mit

hoher Energiedichte, organische Moleküle für H₂-Speicherung)

- Energiemanagement: Vereinfachte Zulassung von Prototypenmaterial

»Verkehrsflussoptimierte Mobilität 2020« (AL VIII):

- Entwicklung eines gesamtheitlichen Ansatzes zur Vernetzung von Verkehrsträgern und Nutzungsarten mit durchgängigen realtime Reise- / Verkehrslageinfos (intermodale Datenverfügbarkeit, Zugänglichkeit, Nutzbarkeit, ggf. cloudbasierte Ansätze)
- Entwicklung von Methoden zur individuellen Verkehrsverteilung auf Basis hochpräziser Verkehrsdaten (z. B. aus Fahrzeug-to-X Communication), Entwicklung neuer Routingservices (inkl. Verteilung von Fahrzeugen in Netzen bei gleicher / gleich guter Informationslage) unter Verwendung von Navigationssystemen (inkl. Smartphones u. ä.)
- Erarbeiten eines intermodalen Störfallmanagements unter Einbeziehung der individuellen / personengebundenen aber auch logistikbezogenen / gewerblichen Wegeketten bei Störfällen (Unterstützung durch mobile Anwendungen, ggf. Einsatz sozialer Netzwerke)
- Erforschung von Ansätzen für »Autonome Mobilitätsfunktionen« unter Einbeziehung der Koordinations-Möglichkeiten durch Vernetzung zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur
- Erforschung von Ansätzen für »Autonome Mobilität« mit zugehörigen Auswirkungen auf Kommunikations- und Infrastrukturen
- Erarbeitung der technologischen Bausteine zur Ermöglichung autonomer Mobilitätsfunktionen in ersten Pilotanwendungen (u. a. Sensorikoptimierung, künstliche Intelligenz) unter Berücksichtigung querschnittlicher Aspekte

• **Rahmenbedingungen**

- Flankierende gesetzgeberische Arbeit als Voraussetzung für autonome Mobilität (insbesondere Zulassungs-, Verhaltens- und Haftungsrecht). Anstreben internationaler Standards (Rechtssicherheit). Voraussetzung: Politischer Wille und ein Akzeptanz schaffendes Kommunikationskonzept
- Einrichtung einer verkehrsträgerübergreifenden Daten- und Informationsplattform. Voraussetzung ist das Schaffen der rechtlichen Voraussetzung für ein entsprechendes Datenmanagement und Standardisierung der Daten (open source, Schnittstellenkompatibilität). Möglichkeit zu Geschäftsmodellinnovationen (Daten = Kapital)
- Schaffen von Klarheit, was im Individualverkehr hoheitlich und was privat ist / sein soll. Das gilt auch für dessen Steuerung. Dabei klare Definition der Rolle des Staates: Damit dieser seine hoheitlichen Steuerungsaufgaben wahrnehmen kann, ist z. B. der Aufbau einer Messinfrastruktur beim Bau von Autobahnen vorzusehen bzw. mobile Quellen in hoher Qualität zu erschließen. Hemmnissen wie heterogenen IT-Systemen in Städten und Ländern (keine zentralen Vorgaben des Bundes), fehlenden / mangelhaften Erfassungstechniken sowie falschen Vorstellungen über die Komplexität des Verkehrsgeschehens ist entgegenzuwirken
- Die Entwicklung von Methoden zur Verkehrssteuerung in urbanen Regionen auf Basis präziser Verkehrsinformationen sollte gefördert werden

»Perspektiven Skalen- / Großserienflexible Produktion«
(AL IX):

Deutschland verfügt im internationalen Vergleich über einen hohen Anteil industrieller Wertschöpfung. Damit verbunden sind qualitativ hochwertige Arbeitsplätze, vergleichsweise stabiles Wachstum und eine hervorragende Exportstärke. Durch das Setzen innovationsfördernder, anreizorientierter Rahmenbedingungen und rechtzeitige Einbindung der Produktionstechnik in die Technologieentwicklung können die Arbeitsplätze in den Mobilitätsindustrien sowie bei den Fabrikaurüstern durch den bevorstehenden langjährigen, volatilen Wandlungsprozess auf dem Weg hin zu einer nachhaltigen Mobilität und der Arbeit von morgen gesichert werden. Es ist unabdingbar, dass alle Branchen in ihrer Produktion den Umgang mit einer verkürzten Dauer von Konjunkturzyklen beherrschen, d. h. häufigen und massiven Nachfrageschwankungen nachkommen. Es gilt, Produktionssysteme und -strukturen entlang der Wertschöpfungskette hinsichtlich Skalierbarkeit, (Technologie-) Flexibilität und Modularität weiterzuentwickeln. Notwendig sind agile Mitarbeiter und Organisationen mit flexiblen und wandelbaren Produktionsmitteln, Technologien und Prozessen, die in einem internationalen Umfeld erfolgreich operieren können. Synergien in der Produktion der Verkehrsträger sind zu nutzen.

• **Empfehlungen:**

- Bereitstellung von Fördermitteln für F & E-Programme zur integrativen Entwicklung von Fertigungsverfahren, Maschinenteknik und Fabrikkonzepten für zukunftsfähige, d. h. v. a. flexible und ressourceneffiziente Produktionssysteme
- Förderung der Prozesskettenbetrachtung für ressourcenschonende (Material, Energie u. ä.) wirtschaftliche Herstellung von Bauteilen (u. a. Funktionalisierung von Oberflächen, Integration neuer Materialsysteme wie hybrider Leichtbau, branchenübergreifende Simulationsmodelle)

- Förderung modularer Maschinenkonzepte und flexibler Handhabungstechnik
- Förderung systemischer Ansätze der »atmenden« und »shock-robusten« Fabrik im globalen Netzwerk mit integrierter Qualitätssicherung zur Beherrschung technologischer Vielfalt (z. B. Diesel-, Brennstoffzellen- und Batterie-Fahrzeug auf einer Linie) sowie den Effekten globaler Produktion (inkl. Faktor Mensch, kulturelle Vielfalt)

- **Rahmenbedingungen**

- Verbundforschung über die gesamte Wertschöpfung
- Stetige Förderung inkrementeller Optimierungsschritte
- Zeit / Planungssicherheit (v. a. bei Infrastruktur) sowie Wille zur Unterstützung aller relevanter Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik bei Innovationen
- Bereitschaft zur Führung und Unterstützung einer Diskussion zur Verbesserung der Rahmenbedingungen zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit
- Definition zentraler Ansprechpartner bei Bund und Ländern mit ressortübergreifenden Befugnissen / Verantwortungen (»Projekt- und Prozessverantwortliche«)

Im Aktionsplan der Bundesregierung von März 2012 wurden die in diesem Dokument vorgestellten Bausteine nachhaltiger Mobilität grundsätzlich berücksichtigt (allerdings war der Umfang Produktion dort nicht enthalten). Zur Konkretisierung und Verprobung der Kernthemen wurden im Oktober 2012 sogenannte Umsetzungsforen durchgeführt. Die zu diesen Veranstaltungen bestätigten und im folgenden ausgewiesenen Themen bildeten die Grundlage für das Perspektivenpapier der Forschungsunion.

3.1 Die Umsetzungsforen im Bedarfsfeld Mobilität

VORGEHEN

Im Bedarfsfeld Mobilität wurden entsprechend der erarbeiteten Kernthemen, insgesamt drei Vorbereitungsworkshops für die Umsetzungsforen durchgeführt mit dem Ziel einer Festlegung und Vorabstimmung der Schwerpunkte für das jeweilige Umsetzungsforum. Darüber hinaus sollten Synergien zwischen den Verkehrsträgern identifiziert und Vorschläge für schwerpunktbezogene Fördermöglichkeiten erarbeitet werden.

- **Verkehr**

mit den Themen (a) Verkehrsflussoptimierung und (b) (teil-) autonome Mobilität

- **Materialien**

mit den Themen (a) Leichtbau, (b) Energiemanagement und (c) Speicher und Antriebe

- **Produktion**

mit den Themen (a) Fertigungs- und Werkstofftechnik, (b) Maschinen und Anlagen und (c) Produktionssysteme und -netzwerke

Die aufbereiteten Ergebnisse dienten als Grundlage für die sich daran anschließenden eigentlichen Umsetzungsforen, von denen allerdings nur die zu Verkehr und Produktion stattfanden.

**TEILNEHMER AN DEN VORBEREITUNGSWORKSHOPS
UND DEN UMSETZUNGSFOREN**

Vorbereitungsworkshops	Produktion	Materialien	Verkehr
Datum und Ort	11. Juni 2012 KIT-WBK, Karlsruhe	5. / 6. Juli 2012 BASF, Ludwigshafen	17. Juli 2012 Deutsche Bahn, Berlin
Teilnehmer Wirtschaft	22	35	22
Teilnehmer Wissenschaft	7	5	6
Teilnehmer Politik	0	3	2
Branchen	Chemie, Maschinen & Anlagenbau, Automobil, Nutzfahrzeug, Luftfahrt, Bahn und Bahntechnik	Chemie, Automotive, Luftfahrt, Bahntechnik, Materialhersteller	IT, Chemie, Automotive, Luftfahrt, Bahn und Bahntechnik
Umsetzungsforen	Produktion	Materialien	Verkehr
Datum und Ort	4. Oktober 2012 KIT-WBK, Karlsruhe		18. Oktober 2012 Daimler AG, Sindelfingen
Teilnehmer Wirtschaft	29		23
Teilnehmer Wissenschaft	11		8
Teilnehmer Politik	6		3
Branchen	Chemie, Maschinen & Anlagenbau, Automobil und Nutzfahrzeug, Luftfahrt, Schifffahrt, Bahn und Bahntechnik		IT, Chemie, Automotive, Luftfahrt, Bahn und Bahntechnik

3.2 Allgemeine Gesellschaftsfragen / Rahmenbedingungen

- F & E = Basis für Innovation. Ohne Industrie keine Innovation, ohne Innovation kein Fortschritt und Wohlstand
- Branchen- und Länder-übergreifender Ansatz als Erfolgsfaktor
- Bildung: (a) Basis für Wohlstand, eröffnet Lebenschancen => Neugier an Naturwissenschaft und Technik wecken; (b) Fachkräftesicherung, Intensivierung MINT-Studiengänge
- Klare Definition der Rolle des Staates:
 - Schaffen der notwendigen rechtlichen Voraussetzungen.
 - (Steuerliche) F & E-Förderung
 - Öffentlich (ko-)finanzierte Verbundforschung, industrielle Gemeinschaftsforschung und steuerliche Forschungsförderung als wichtige Instrumente
 - Staat als Nachfrager, Referenzkunde und Testbed
- Anstreben internationaler Standards
- Finanzierungsmodelle für kapitalintensive Pilotphasen
- Gemeinsame Kommunikationsstrategie von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft und konstruktiver Dialog mit der Gesellschaft
(=> Erzeugen von Akzeptanz für innovative Mobilitätslösungen und deren Implikationen in der Bevölkerung.)
- Breitenwirksame Forschung im Verbund entlang der Wertschöpfungskette

3.3 Handlungsfeld Verkehr

Ergebnisse aus dem Umsetzungsforum »Verkehr« sind:

FORSCHUNGSAGENDA

Verkehrsflussoptimierung: In absehbarer Zeit ist in Deutschland kein bedeutsamer Infrastrukturaufbau zu erwarten. Das verstärkt die Notwendigkeit für eine intelligente Steuerung des Verkehrsflusses über Verkehrsträgergrenzen hinweg.

- DATEN, DATEN, DATEN!!! Relevanz im gesamten Wirkungskreis aus Verkehrsdatenerfassung, Verkehrsdatenmanagement, Simulation und Prognose sowie Verkehrssteuerung / -beeinflussung
- Vernetzung von Verkehrsträgern und Nutzungsarten mit durchgängigen realtime Reise- / Verkehrslageinfos (intermodale länderübergreifende Datenverfügbarkeit: Datenzugang muss sichergestellt sein, Schnittstellen standardisiert, cloudbasierte Ansätze, Datensicherheit / Datenintegrität!)
- Entwicklung von Methoden zur individuellen Verkehrsverteilung auf Basis hochpräziser Verkehrsdaten (z. B. aus Fahrzeugto-X Communication, Simulation, Prognose), besonders auch in urbanen Regionen, innovative Routingservices
- Erforschung eines intermodalen Störfallmanagements unter Einbeziehung der individuellen und logistikbezogenen Wegekette bei Störfällen
- Entwicklung von Technologien zur Kapazitäts- und Lärmoptimierung, (z. B. Leit- und Sicherheitstechnik, IKT u. ä.)

(Teil-)autonome Mobilität: Erfolgskritisches Forschungs- und Innovationsfeld für Deutschland ist die (teil-) autonome Mobilität (demographische Entwicklung, Sicherheit, Export).

- Erforschung von Ansätzen für »Autonome Mobilitätsfunktionen« (spurgeführt / nicht spurgeführt) unter Einbeziehung der Koordinationsmöglichkeiten durch Vernetzung zwischen Verkehrsträgern und Infrastruktur
- Erarbeitung der technologischen Bausteine zur Ermöglichung autonomer Mobilitätsfunktionen in Pilotanwendungen (u .a. Sensorikoptimierung, Künstliche Intelligenz) unter Berücksichtigung querschnittlicher Aspekte und Interoperabilität autonomer / nichtautonomer Systeme
- Innovative Lösungen für: Systemrobustheit, Ausfall- und Manipulationssicherheit, Monitoring Fahrzeugführer, kooperative Systemarchitekturen
- Ausgestaltung Mensch-Maschine-Schnittstelle
- Erarbeitung standardisierter Entwicklungs- und Testverfahren für autonome Systeme (inkl. Bewertungsmetriken für autonome Systemleistungen)

WERTSCHÖPFUNGSKETTE

Die Forschung an verkehrsflussoptimierenden Systemen und (teil-)autonomer Mobilität sind wesentliche Säulen für innovative Mobilitätslösungen der Zukunft.

- Damit kann Wertschöpfung in Kompetenzkernbereichen am Standort Deutschland erhalten und ausgebaut werden
- Darüber hinaus sind diese Zukunftsfelder Voraussetzung für künftige Exporterfolge der deutschen Mobilitätsindustrie
- Neue Geschäftsmodelle ergeben sich aus dem »Handel« mit Daten für Verkehrsflussoptimierung / -steuerung (Daten = Kapital) bzw. durch neue Dienste bei autonomer Mobilität (visionär: autonomes Taxi, autonome Logistikdrohnen u. ä.)

GESELLSCHAFTSFRAGEN

Das Angebot an innovativen Mobilitätslösungen bestimmt das Mobilitätsverhalten. Voraussetzung nicht zuletzt auch für den ökonomischen Erfolg ist die Akzeptanz in der Bevölkerung. Die Ansätze der Zukunft werden den Verkehrsfluss optimieren und eine zeit- und ressourceneffiziente Mobilität ermöglichen.

- Schaffen der rechtlichen Voraussetzung für ein entsprechendes Datenmanagement und Standardisierung der Daten (Open Source, Schnittstellenkompatibilität, Datenschutz- und Sicherheit)
- Klare Definition der Rolle des Staates, Erschließung mobile Datenquellen in hoher Qualität
- Finanzierungsmodelle für kapitalintensive Pilotphasen
- Staat als Nachfrager, Referenzkunde und Testbed für innovative Mobilitätslösungen
- Erzeugen von Akzeptanz für Erfassungs-/ Datenaustausch-techniken in der Bevölkerung
- Bereitschaft der Dateneigner zur Verkehrsträger und Anwender übergreifenden Kooperation über Ländergrenzen hinweg
- Schaffen gesellschaftlicher Akzeptanz für autonome Systeme (auch in Interaktion mit nicht-autonomen Systemen). Dazu Erarbeiten eines von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft getragenen Kommunikationskonzepts, Transparenz bzgl. PROs / CONs
- Flankierende gesetzgeberische Arbeit als Voraussetzung für autonome Mobilität (insbesondere Zulassungs-, Verhaltens-, Haftungsrecht, Versicherungswesen)
- Anstreben internationaler Standards (Rechtssicherheit für Entwickler und Betreiber), Zulassungs- / Zertifizierungsverfahren
- Basis legen: Fachkräftesicherung, Intensivierung MINT-Studiengänge, (steuerliche) F & E-Förderung, Stärkung der industriellen Gemeinschaftsforschung

3.4 Handlungsfeld Material

Ergebnisse aus dem Vorbereitungs-Umsetzungsforum

»Material« sind:

FORSCHUNGSAGENDA

- **F & E-Schwerpunkte** liegen bei den Themen Elektromobilität (NPE), Speicher und Antriebe, Leichtbau, Energiemanagement. Weitere Themen sind Effizienzanalysen, Nachhaltigkeit, Rohstoffe und Recycling
- Diese Schwerpunktthemen müssen im Verbund aus Politik, Industrie, Wissenschaft und Gesellschaft weiter erforscht und entwickelt und zu Innovationen geführt werden, auch durch öffentliche Förderung, d. h. im Schulterschluss vor allem mit **BMBF, BMWi, BMU und BMVBS**
- Beispiele:
 - **Batterie etc.:** Leistungsfähige, sichere und kosteneffiziente Materialien für Kathode, Anode sowie Elektrolyte von LIB, post-Li-Materialien für z. B. Li / Luft, Katalysatoren und Komponenten für Brennstoffzellen, Materialien für Wind- und Solarenergien sowie (elektro-)chemische Speichertechnologien, flammgeschützte Materialien für Batteriegehäuse und Aggregate. Elektrochemie (auch als Brücke vom Material zum System). Rohstoffe und deren Verfügbarkeit
 - **Leichtbau:** Gewichtsreduktion (-> weniger CO₂-Emissionen), Leichtbau für beschleunigte Massen, einstellbare Material- bzw. Struktureigenschaften, hohe strukturelle Dämpfung durch FVK-Leichtbau, aktive und passive Sicherheit (z. B. Energieaufnahme)
 - **Energiemanagement:**
 - Reduktion der Reibung (Antriebsstrang, Karosserie / Fahrgastraum, Fahrwerk), z. B. durch neue Schmierstoffe und Materialien, reibungsmindernde Oberflächenstruktu-

ren, auch zur Verringerung des Strömungswiderstandes; Kenntnisse der Mechanismen sowie deren Modellierung und Simulation

- Wärmemanagement (Auslegung, Fertigung und Anwendung funktionsintegrierter Multimaterialsysteme (Wärme- und Schalldämmung, IR-aktive Materialien, Absorptions- und Reflexionsvermögen, Schmutz- und Feuchtigkeitsabweisung, z. B. Schaumsysteme und Latentwärmespeicher, unter Berücksichtigung der Insassen- und Fahrzeugsicherheit); werkstoffbasierte Modelle und Simulationsmethoden

WERTSCHÖPFUNGSKETTE

- Branchenübergreifender Ansatz ist entscheidender Erfolgsfaktor, systemischer Ansatz ist wertschöpfend und führt zu Anwendungsfähigkeit
- Akteure müssen Zugang zu ihrem Teil der Wertschöpfung ermöglichen
- Wissenschaftliche Basis ist relevant. D. h. starke Grundlagenforschung, F & E-Kooperationen zwischen Universitäten / Forschungsinstituten und Industrie
- Technologievorsprung sichert langfristig hochwertige Arbeitsplätze für junge Menschen, mit attraktiven Perspektiven
- Integration der Felder Elektromobilität, Speicher und Antriebe, Leichtbau, Energiemanagement in die Bereiche Verkehr und Produktion zum Gesamtkonzept Mobilität

GESELLSCHAFTSFRAGEN

- Ganzheitlich (»systemisch«) denken und handeln, nicht nur Teillösungen betrachten
- Forschung (Grundlagen- und angewandte Forschung) & Entwicklung, auch branchenübergreifend und entlang der Wertschöpfungsketten
- Kommunikation (z. B. Leuchttürme und Schaufensterprojekte der NPE, Chemie als »Enabler« und »Solution provider«)
- Normung und Standardisierung (z. B. bei der Ladeinfrastruktur, Stecker)
- Energieeffiziente Mobilität gemeinsam mit emissionsfreier Energieerzeugung (erneuerbare Energien) als Gesamtkonzept darstellen

Förderempfehlungen:

Stärkere Anreizsysteme für Industrialisierung und Markteinführung neuer Materialien; hinzu kommen: Finanzierungsmodelle insbesondere für die kapitalintensive Pilotphase, Konsortien entlang der Wertschöpfungskette; Fokus auf Systemintegration sowie materialübergreifende F & E-Programme, Forschungsprogramme mit Fokus auf die Substitution von Produktionsrohstoffen.

3.5 Handlungsfeld Produktion

Ergebnisse aus dem Umsetzungsforum »Mobilität« sind:

FORSCHUNGSAGENDA

Durch die frühzeitige **Einbindung der Produktionsforschung in die Technologieentwicklung** können auch die Arbeitsplätze von morgen in den Mobilitätsindustrien sowie bei den Fabrikarüstern trotz des bevorstehenden langjährigen, volatilen Wandlungsprozess auf dem Weg hin zu einer nachhaltigeren Mobilität gesichert werden. Die in den Umsetzungsforen erarbeiteten Empfehlungen zielen auf die integrative Entwicklung von Werkstoffen, Fertigungsverfahren, Maschinenteknik sowie Fabrik- und Netzwerkkonzepte für zukunftsfähige, d. h. v. a. flexible und ressourceneffiziente Produktionssysteme ab.

Konkret bedeutet dies die Bereitstellung von Fördermitteln:

- für **Fertigungs- und Werkstofftechnik** mit dem Fokus einer durchgängigen Betrachtung der **Fertigungsprozesskette** zur ressourcenschonenden Herstellung von Produkten, d. h.:
 - ganzheitliche Simulation der Fertigungsprozesse
 - Funktionalisierung von Oberflächen und endkonturnahe Fertigung von Bauteilen mit lokal angepassten Eigenschaftsprofilen
 - Integration neuer / hybrider Materialsysteme (z. B. serientauglicher Leichtbau)
- für **modulare, ressourceneffiziente Maschinen und Anlagen**:
 - Komplettbearbeitungsanlagen und Prozessintegration
 - Serien- und technologieflexible Automatisierungstechnik sowie
 - modulare Maschinenkonzepte und Baukastenprinzipien

- für ein **systemisches Verständnis von Produktionssystemen und -netzwerken**:
 - Erarbeitung von Konzepten für »shock«-robuste, globale Produktionsnetzwerke (z. B. Erforschung von Anpassungsstrategien bei Störungen wie Naturkatastrophen oder Wirtschaftskrisen)
 - Erarbeitung von atmenden / flexiblen Fabriken als Leitwerke (deutsche Produktionswerke als Vorbild und Exportschlager)
 - innovative Geschäfts-/Betreiber- und Servicemodellen

WERTSCHÖPFUNGSKETTE

Vor dem Hintergrund des zunehmenden, globalen Wettbewerbs (insbesondere aus Asien) kann die Produktionsforschung durch ressourcenschonende Prozesse, moderne Maschinen und Anlagen sowie innovative Produktionssystemkonzepte als **Enabler** einen **entscheidenden Beitrag zum Erhalt und Ausbau unserer Arbeitsplätze** leisten.

- Für unsere Exportnation Deutschland ist es essentiell auch zukünftig ein **führender Ausrüster der Mobilitätsindustrien** der Welt zu bleiben, d. h. unsere Maschinen und Anlagen immer einen Schritt innovativer zu gestalten, um erfolgreich in die Welt zu exportieren
- Die Produktionsforschung lebt von einer **breitenwirksamen Forschung im Verbund** entlang der realen Wertschöpfungskette vom Endkunden über alle Stufen der Wertschöpfung und über alle Unternehmensgrößen / -arten hinweg
- Öffentlich (**ko-)**finanzierte **Verbundforschung**, industrielle Gemeinschaftsforschung und steuerliche Forschungsförderung als wichtige staatliche Instrumente

Im Vordergrund muss eine auf Nachhaltigkeit ausgelegte, langfristige Förderung stehen, denn neben singulären Durchbruchinnovationen (einzelner Leuchtturmprojekte) steht die inkrementelle Optimierung mit Hebelwirkung auf alle produzierenden Branchen im Fokus. So muss die Förderung z. B. für Elektromobilität oder Leichtbau immer wieder neue Trends und Ergebnisse der Grundlagenforschung aufgreifen und evolutionär weiter entwickeln.

GESELLSCHAFTSFRAGEN

Eine moderne industrielle Produktion ist ein sauberer und geräuscharmer Nachbar, sichert den Wohlstand auch in Krisenzeiten und bietet sichere und attraktive Arbeitsplätze.

- Wichtige Rahmenbedingungen sind Planungssicherheit (v.a. bei Infrastrukturprojekten) und eine langfristige Forschungsagenda (wie z. B. durch die High-Tech-Strategie vorgedacht), in die von Beginn an alle Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft / Politik integriert werden
- Eine einfachere und schnellere Antragsstellung (vgl. ZIM als positives Bsp.) hilft insbesondere KMU als wichtigen Teil der Wertschöpfungskette
- Die Einführung von Innovationen wird durch eine Innovationskultur, die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen, ein Bildungssystem mit Fokus auf MINT-Fächern sowie ein Hochschulsystem mit Assistenzpromotionen erleichtert
- Die Verbesserung der Sichtbarkeit der Ergebnisse von Forschungspolitik ist wesentlich. Hier kann die öffentliche Hand durch die Ausrichtung der eigenen Beschaffung nach Kriterien der Lebenszykluskostenrechnung ein Vorbild sein und den Wettbewerbsvorteil deutscher Unternehmen herausstellen

4 ZUSAMMENFASSUNG

- **Bildung eines Leitmarkts für nachhaltige Mobilität in Deutschland**

Notwendigkeit der Etablierung eines starken Heimatmarktes für innovative Mobilitätslösungen und Verkehrssysteme. Dazu gehören insbesondere auch günstige Rahmenbedingungen für F & E (Fördermittel für intermodale Mobilitätskonzepte und Geschäftsmodelle) ebenso wie für die Produktion. Auftreten des Staats als Nachfrager.

- **Unterstützung einer durch die Gesellschaft getragenen nachhaltigen Mobilität**

Über gebündelte Kommunikation und Demonstration visionärer intermodaler Mobilitätskonzepte wird für nachhaltige Mobilität geworben und die Menschen so zu neuen Möglichkeiten der Mobilität mitgenommen.

- **Positionierung Deutschlands als Leitanbieter für nachhaltige Mobilitätstechnologien und -konzepte**

Bedarfsnahe Forschung und Bildung als Grundstein innovativer Mobilitätsprodukte. Förderung cross-funktionaler effizienzoptimierter Lösungen, intelligente Verkehrsflussoptimierung über verkehrsmittel- wie auch infrastruktureitige Maßnahmen. Produktionstechnik als Enabler.

Fokusthemen und Handlungsfelder – in den jeweiligen Umsetzungsforen bestätigt

- **Verkehr**

Verkehrsflussoptimierung und (teil-)autonome Mobilitätssysteme sind Key Enabler für die Mobilität der Zukunft.

Haupt Handlungsbedarf:

Datenverfügbarkeit, rechtlicher Rahmen, gesellschaftliche Akzeptanz

- **Material**

Materialien sind Schlüsselkomponenten bei Elektromobilität, Speichern und Antrieben, Leichtbau und Energiemanagement; Chemie-F & E als Enabler.

Haupt Handlungsbedarf:

Intensivierung F & E, insbesondere branchenübergreifend und entlang der Wertschöpfungsketten; stärkere Förderung der Industrialisierung und Markteinführung neuer Materialien

- **Produktion**

Evolution der Produktionstechnologie stellt die robuste, flexible und ressourceneffiziente Herstellung nachhaltiger Mobilitätsprodukte und den Erhalt von Wertschöpfung in Deutschland zur Stärkung unserer Stärken sicher.

Haupt Handlungsbedarf:

Fertigungs- und Werkstofftechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Produktionssysteme und globale Wertschöpfungsnetzwerke

5 DIE FORSCHUNGSUNION WIRTSCHAFT – WISSENSCHAFT

MISSION

Die Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft ist ein zentrales innovationspolitisches Beratungsgremium zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. Seit August 2006 verfolgt die Bundesregierung mit der Hightech-Strategie eine übergreifende nationale Strategie, die politikfeld- und themenübergreifend eine Vielzahl der Forschungs- und Innovationsaktivitäten über alle Ressorts hinweg bündelt. Die Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft fokussiert auf die fünf Bedarfswfelder der Hightech-Strategie (Gesundheit / Ernährung, Klima / Energie, Kommunikation, Mobilität, Sicherheit). Hier erarbeitet sie Zukunftsprojekte, mit denen Deutschland einen Spitzenplatz bei der Lösung globaler Herausforderungen einnehmen soll. Initiativen zur Umsetzung der Zukunftsprojekte werden entwickelt und nachverfolgt. Zur Vermittlung ihrer Ziele und Ergebnisse verstärkt sie aktiv den gesellschaftlichen Dialog. Sie identifiziert Innovationstreiber, Innovationshemmnisse und relevante Querschnittsfragestellungen, formuliert Forschungsaufgaben und benennt Handlungsbedarf. Ihre Mitglieder aus Wirtschaft und Wissenschaft sind überzeugt, dass Deutschland das Potenzial hat, auf den wichtigsten Zukunftsmärkten einen Spitzenplatz einzunehmen.

Vorsitzende

Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger
Senator der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Dr. Arend Oetker
Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e.V.

Mitglieder

Prof. Dr. Andreas Barner
Sprecher der Unternehmensleitung der Boehringer Ingelheim GmbH

Prof. Dr. Michael Baumann
Direktor der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums Dresden

Carl Gustav Carus
Dresden, und des Zentrums OncoRay

Dr. Lutz Bertling
Präsident & CEO der Eurocopter Gruppe, Mitglied des Executive Committee der EADS

Reinhard Clemens
Vorstandsmitglied Deutsche Telekom AG, T-Systems

Prof. Dr. Ottmar Edenhofer
Stellvertretender Direktor und Chefökonom des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung e.V.,
Vorsitzender der Arbeitsgruppe III des Weltklimarates IPCC

Prof. Dr. Jörg Hacker
Präsident der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. – Nationale Akademie der Wissenschaften

Dr. Johannes Helbig
Chief Innovation Officer der Deutschen Post AG

Dörte Höppner
Secretary General der European Private Equity & Venture Capital
Association (EVCA)

Prof. Dr. Stephan A. Jansen
Präsident der Zeppelin Universität gGmbH

Prof. Dr. Henning Kagermann
Präsident von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissen-
schaften e.V.

Dr. Volker Kefer
Vorstand Technik und Infrastruktur der Deutschen Bahn AG

Prof. Dr. Matthias Kleiner
Leiter des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau,
TU Dortmund

Dr. Andreas Kreimeyer
Mitglied des Vorstands und Sprecher der Forschung BASF SE

Susanne Kunschert
Geschäftsführende Gesellschafterin der Pilz GmbH & Co. KG

Prof. Dr. Gisela Lanza
Institutsleiterin Produktionssysteme am wbk, Karlsruher Institut
für Technologie (KIT)

Prof. Dr. Klaus-Dieter Maubach
Mitglied des Vorstandes der E.ON AG

Prof. Dr. Jürgen Mlynek
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

Dr. Karsten Ottenberg
Vorsitzender der Geschäftsführung
der Giesecke & Devrient GmbH

Prof. Dr. Hermann Requardt
Mitglied des Vorstands der Siemens AG, CEO Sektor Healthcare

Prof. Dr. August-Wilhelm Scheer
Gründer der IDS Scheer AG, Gründer und Vorsitzender des
Aufsichtsrats der IMC AG

Ingrid Sehrbrock
Stellvertretende Vorsitzende des Deutschen Gewerkschafts-
bundes (DGB)

Prof. Dr. Ursula M. Staudinger
Vizepräsidentin der Jacobs University Bremen gGmbH

Prof. Dr. Günter Stock
Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissen-
schaften

Prof. Dr. Wolfgang Wahlster
Vorsitzender der Geschäftsführung des Deutschen Forschungs-
zentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)

Prof. Dr. Thomas Weber
Mitglied des Vorstands der Daimler AG, verantwortlich für Group
Research & Mercedes Benz Cars Development

Dr. Manfred Wittenstein
Vorstandsvorsitzender der Wittenstein AG

Impressum

Herausgeber

Promotorengruppe Mobilität der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft:

Dr. Lutz Bertling, Eurocopter Gruppe, Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e. V.

Dr. Volker Kefer, Deutsche Bahn AG

Dr. Andreas Kreimeyer, BASF SE

Prof. Dr. Gisela Lanza, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Prof. Dr. Thomas Weber, Daimler AG (Sprecher der Promotorengruppe)

Dr. Manfred Wittenstein, Wittenstein AG

Redaktion

René Ackel-Zakour, Daimler AG

Thomas Bellitz, Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e. V.

Jochen Feese, Daimler AG

Bernhard Hagemann, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

Dr. Christian Hahner, Daimler AG

Alexander Kluge, Deutsche Bahn AG

Inka Mörschel, Fraunhofer IAO

Dr. Markus Müller-Neumann, BASF SE

Steven Peters, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Stefan Röger, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.

Madeleine Wolf, Deutsche Bahn AG

Layout, Satz, Illustration

SpiegelGrafik, Stuttgart

Kontakt

Fraunhofer IAO, Inka Mörschel

Telefon 0711 970-5109

Inka.Moerschel@iao.fraunhofer.de

Auslieferung und Vertrieb

Büro der Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V.

Oranienburger Str. 13 - 14, 10178 Berlin

E-Mail: bueroderforschungsunion@stifterverband.de

Im Internet unter www.forschungsunion.de

Erscheinungstermin: April 2013

© Copyright liegt bei dem Herausgeber. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.



Forschungsunion

Wirtschaft und Wissenschaft
begleiten die Hightech-Strategie