

# Innovationsförderung im Verkehr

Manfred Boltze

*Der Beitrag zeigt einleitend die besondere Bedeutung des Verkehrs für die Gesellschaft und von Innovationen in diesem Bereich auf. Anschließend werden – basierend auf den Ergebnissen des internationalen Darmstädter Kongresses „Traffic and Transport 2030“ vom Frühjahr 2008 – die wesentlichen Treiber und Handlungsfelder für Innovationen im Verkehr dargestellt. Hierauf aufbauend werden wesentliche Maßnahmen zur Innovationsförderung im Verkehr benannt und in einigen Aspekten der aktuelle Stand der Entwicklung hierzu beurteilt. Abschließend wird der Gedanke für einen integrierten Ansatz zum Innovationsmanagement formuliert.*

## 1 Einleitung

Die Qualität der Mobilitätsangebote wird auch zukünftig einer der entscheidenden Faktoren für die Standortqualität bleiben. Dies gilt sowohl für das Arbeiten als auch für das Wohnen. Große Teile unserer Wirtschaftskraft hängen von gut funktionierenden Transportsystemen ab. Zur Bedeutung des Verkehrs trägt auch bei, dass Produkte und Dienstleistungen rund um den Verkehr einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren in Deutschland sind. Mit neuen Möglichkeiten in der Verkehrstechnik wächst diese Bedeutung als Wirtschaftsgut im eigenen Land und auch für den Export noch erheblich. Produkte und Dienstleistungen im Verkehr lösen also nicht nur Verkehrsprobleme, sondern stärken auch die Wirtschaft.

Verkehr ist dabei ein Handlungsfeld, das ständiger Weiterentwicklung bedarf. Wir müssen uns fortwährend veränderten Randbedingungen anpassen, weil sich die Verkehrsnachfrage verändert und Mängel in unseren Verkehrssystemen zu beseitigen sind, aber auch weil sich immer wieder neue Möglichkeiten im technischen Bereich und in anderen Bereichen Chancen auf, unsere Mobilität zu verbessern. Die Vielfalt der in den nächsten Jahren zu erwartenden Veränderungen, um den Verkehr sicherer, umweltfreundlicher, leistungsfähiger und wirtschaftlicher zu machen, ist dementsprechend sehr groß.

Innovationen und ihr effizienter Einsatz brauchen gute Randbedingungen. Die Förderung von Zusammenarbeit, Förderung von Systemvernetzungen, Konzipierung von Visionen, Bereitstellung angemessener Finanzmittel, Forschungsförderung, angemessene Risikobereitschaft für Erprobungen, das Schaffen von Anlässen sowie die Stärkung von

Ausbildung und Weiterbildung im Bereich Verkehr sind wesentliche Punkte hierfür. Dabei sind Produkte und Dienstleistungen im Verkehr nach wie vor zu einem großen Teil nicht nur einfache Wirtschaftsgüter, sondern auch Bestandteil der bis hinein ins Grundgesetz verankerten Daseinsvorsorge. Hieraus entstehen sowohl der Umstand, dass in jeder Gesellschaft wesentliche Aufgaben im Verkehr von staatlichen bzw. kommunalen Einrichtungen übernommen werden, als auch eine besondere Verantwortung für die öffentliche Hand, die Entwicklungen im Verkehr zu gestalten und auch Innovationen zu fördern.

## 2 Treiber und Handlungsfelder für Innovationen

Die Treiber und Handlungsfelder für Innovationen im Verkehr wurden im Februar 2008 auf der internationalen Veranstaltung „Traffic and Transport 2030“ an der TU Darmstadt umfassend behandelt. Basierend auf vorangegangenen Veröffentlichungen hierzu<sup>1</sup> können die folgenden wesentlichen zukünftigen Entwicklungen und Treiber für Innovationen identifiziert werden.

### 2.1 Steigende Verkehrsnachfrage und Kapazitätsprobleme

Das Welthandelsvolumen und die Weltbevölkerung wachsen ständig, die Verkehrsnachfrage steigt entsprechend. Dies gilt zum einen für den Personenverkehr, der in Entwicklungs- und Schwellenländern stärker zunehmen wird als in den Industrieländern, zum anderen aber vor allem für den Güterverkehr, für den bisher noch deutlich höhere Wachstumsraten prognostiziert werden.

Die Ursachen für den Anstieg liegen häufig nicht in der binnenländischen Nachfrage, sondern ergeben sich aus globalwirtschaftlichen Zusammenhängen. Eine Rolle spielt aber auch die Beziehung zwischen dem Wirtschaftswachstum und der Güterverkehrsleistung. Von Bedeutung wird hier vor allem das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum in China und Indien sein. Eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Verkehrsleistung ist anzustreben.

In den Entwicklungs- und Schwellenländern wird eine rasche Verbreitung von preiswerten und einfachen Fahrzeugen erwartet, verbunden mit massiven Kapazitätsproblemen für das Straßennetz. Das Motorrad wird nach wie vor der „Einstieg“ in die Motorisierung sein. Die größten Probleme werden durch den Umstieg vom Motorrad auf das Auto hervorgerufen. Während in den Industrieländern nur noch mit einer leichten Zunahme des Motorisierungsgrads zu rechnen ist, wird die Anzahl der Pkw-Besitzer in Schwellen- und Entwicklungs-

<sup>1</sup> Vgl. Geschka/Hell (Traffic in Global Perspective, 2008); Boltze/Pfohl/Kittler (Der Verkehr im Jahr 2030, 2008).

ländern deutlich zunehmen. Hier gilt es einerseits, preiswerte und saubere Fahrzeuge zu entwickeln, die hohe Anforderungen an die Emissionsgrenzwerte erfüllen, und andererseits durch regulierende Maßnahmen einen zu raschen Anstieg der Pkw-Nutzung zu vermeiden.

Unter den verschiedenen Verkehrsträgern wird die Nachfrage im Luftverkehr am stärksten ansteigen, wobei das rasche Wachstum zum Hauptproblem werden wird. Schon bis 2020 wird weltweit eine Verdoppelung des Luftverkehrsaufkommens erwartet. Es wird erhebliche Kapazitätsprobleme im Luftverkehr geben, die deutlich mehr Effizienz erfordern werden. Durch die steigende Konzentration auf wenige Hauptdrehkreuze werden die Kapazitätsengpässe an den Flughäfen, aber auch an Seehäfen sowie in den zugehörigen Hinterlandverbindungen deutlich zunehmen. Hierfür werden eine europaweit koordinierte Entwicklungsstrategie und erhebliche Ausbaumaßnahmen ebenso erforderlich sein wie Innovationen zur verbesserten intermodalen Kooperation und Vernetzung.

Aber auch auf der Straße wird ein deutliches Wachstum der Verkehrsleistung erwartet. Die Folge ist der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern. In den dichtbesiedelten Industrieländern ist ein Ausbau aber oft nicht möglich oder nicht erwünscht. Hier ist eine bessere Nutzung der vorhandenen Infrastruktur durch intelligente Systeme anzustreben.

Steigende Kosten für das Autofahren, umweltbedingte und kapazitätsbedingte Beschränkungen für den Autoverkehr (zum Beispiel Umweltzonen) und das Bevölkerungswachstum in einigen Ländern werden zur Folge haben, dass es bis 2030 in erster Linie in Mega-Cities und Metropolregionen zu einer deutlichen Nachfragesteigerung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) kommen kann. Einige Experten befürchten sogar, dass diese kaum zu bewältigen sein wird. Es besteht ein dringender Forschungs- und Innovationsbedarf bezüglich der Optimierung und Zukunftsfähigkeit von ÖPNV-Systemen.

Auch von Bedeutung wird in den alternden Gesellschaften wie z. B. Deutschland oder Japan sein, dass immer mehr ältere Menschen über eine immer längere Zeitspanne auf die Nutzung des ÖPNV angewiesen sind. Um diesen Entwicklungen gerecht zu werden, sind gut organisierte, wirtschaftliche und nutzerorientierte Angebote umzusetzen. In den ländlichen Regionen dieser Länder ist hingegen ein Rückgang der Nachfrage zu erwarten. Bedarfsorientierte Angebote werden hier in Zukunft eine größere Rolle spielen. Deren Einsatzgrenzen und optimale Betriebsweisen müssen noch besser erforscht werden.

Eine wichtige Rolle wird weiterhin auch der Schienenverkehr spielen. Es wird vor allem deutlich mehr Fahrgäste im Schienenverkehr auf den erweiterten Hochgeschwindigkeitsstrecken geben. Durch Hochgeschwindigkeitszüge können Kurzstreckenflüge weitgehend ersetzt werden. Gegenstand der Forschung muss daher die zukünftige Realisierung von Hochgeschwindigkeitsnetzwerken und deren Umsetzungsstufen sein. Aber auch Langstreckentransporte im Schienengüterverkehr, insbesondere der Containerverkehr, werden durch verbesserte Transportprozesse stärker nachgefragt werden. Der Schienenpersonenverkehr wird wie der ÖPNV von den Auswirkungen demografischer Veränderungen auf die Nachfrage betroffen sein.

## 2.2 Stärkere marktwirtschaftliche Orientierung und verschärfter Wettbewerb

Erwartet werden eine zunehmende marktwirtschaftliche Orientierung im Verkehr, also eine stärkere Ausrichtung auf das Wechselspiel von Angebot und Nachfrage, sowie deutliche Effizienzsteigerungen durch einen verschärften Wettbewerb auf einigen Verkehrsmärkten.

In näherer Zukunft wird es grundlegende Finanzierungsprobleme bei der Unterhaltung der Infrastruktur geben und natürlich auch bei Baumaßnahmen. Entsprechend müssen neue Finanzierungsmodelle im Verkehr gefunden werden. Nahezu alle Experten sind sich zum Beispiel einig, dass es 2030 auf den meisten Straßen Straßenbenutzungsgebühren zur Finanzierung und Internalisierung externer Kosten geben wird. Der Staat wird sich bei der Finanzierung weiter zurückziehen, PPP-Modelle (Public Private Partnership, öffentlich-private Partnerschaft) werden vermehrt zur Anwendung kommen.

Preise werden dabei nicht nur zur Finanzierung, sondern auch deutlich stärker zur Regelung der Nachfrage genutzt werden. Insbesondere wird es Anreize finanzieller Art geben, um die Verkehrssysteme gleichmäßiger auszulasten, ohne dass dies allein insgesamt zu einer Verteuerung führen muss. Das gilt für den öffentlichen Verkehr mit Bus und Bahn, aber auch für den sonstigen Personen- und Güterverkehr, vor allem auf der Straße. Elektronische Mautsysteme, Bonus-Regelungen, gute Information, hohe Transparenz der Preisstrategien und die Zweckbindung der Einnahmen werden die Akzeptanz sicherstellen. Zur Untersuchung der komplexen Wirkungen von preislichen Maßnahmen besteht weiterer Forschungsbedarf.

Ein weiterer Aspekt ist die voranschreitende Liberalisierung der Verkehrsmärkte. Dies betrifft zukünftig insbesondere den ÖPNV und den Schienenverkehr. Hier wird sich der liberalisierte Markt bis zum Jahr 2030 weitgehend durchsetzen. Die Forschung hat konsistente Methoden zur wirtschaftlichen Bewertung der Verkehrsangebote zu entwickeln und zu ermitteln, welche Regulierungen unumgänglich sind.

Insgesamt wird Mobilität deutlich teurer werden, getrieben einerseits durch höhere Energiepreise, andererseits durch neue Finanzierungsmodelle für die Verkehrsinfrastruktur.

## 2.3 Zunehmende Technisierung

Im *Straßenverkehr* der Industrieländer werden bis 2030 nahezu alle Fahrzeuge mit elektronischen Kommunikationssystemen ausgestattet sein. Die Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur wird eine Vielzahl von Verkehrsanwendungen ermöglichen wie zum Beispiel zur Navigation, zur besseren Ausnutzung der Kapazität und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Gefahrenwarnung und Unfallvermeidung.

Grundsätzlich wird bis zum Jahr 2030 mit Weiterentwicklungen bereits bekannter und eingesetzter Technologien gerechnet und nicht mit dem Durchbruch neuer Technologien. Es scheint möglich zu sein, dass das automatische Fahren im Straßenverkehr in Japan, den USA und Teilen Europas auf eigenen Verkehrsflächen Realität wird. Hierzu sind aber noch weitere Forschungsaktivitäten erforderlich. Fahrerlose ÖPNV-Systeme könnten eine Zukunft haben. In von Verkehrsproblemen geprägten Innenstädten werden sich elektrische Kurzstreckenfahrzeuge („Neighbourhood Vehicles“) bis zum Jahr 2030 durchsetzen.

Neue Antriebskonzepte mit umfassender Abgasnachbehandlung werden in den Industrieländern einen Beitrag zur deutlichen Reduzierung der Emissionen leisten. In den Entwicklungs- und Schwellenländern werden aber im Jahr 2030 Antriebstechnologien eingesetzt werden, die bereits heute in Industrieländern etabliert sind.

Für den Antrieb von Fahrzeugen im Straßenverkehr wird es einen Energiemix geben, der nach wie vor von erdölbasierten Kraftstoffen dominiert wird. Die Zusammensetzung der verwendeten Energie wird sich stark nach regionalen Gegebenheiten (Nutzung lokaler Ressourcen) richten. Elektrofahrzeuge werden in den Städten eingesetzt, auch vermehrt für Car-Sharing. Wasserstoffantriebe scheinen sich vor allem wegen des großen Aufwands der Distribution nicht durchzusetzen. Bio-Treibstoffe, die nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelherzeugung stehen dürfen, erreichen einen Anteil von voraussichtlich 10 bis 20 %.

Die Verfügbarkeit umfangreicher, genauer und verlässlicher Verkehrs- und Umweltdaten als wesentliche Grundlage für leistungsfähige Verkehrsmanagementsysteme wird dazu führen, dass der Straßenverkehr effizienter und emissionsabhängig gesteuert werden kann. Auch lassen sich dadurch Fahrer umfassend und zuverlässig informieren. Datenmanagement, Erprobung und vergleichende Bewertung neuer Erfassungssysteme sowie die Datenfusion werden viel Aufmerksamkeit erfordern. Forschungs- und Innovationsbedarf besteht auch bei der integrierten Modellierung von Emissionen und Verkehr.

Im *Schieneverkehr* werden Kapazitätsgewinne durch moderne Leit- und Sicherungstechnik und nicht nur durch Infrastrukturausbau erreicht werden. Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen flexible Fahrpläne, die die tatsächliche Nachfrage und die Verkehrslage berücksichtigen.

Auch im *Luftverkehr* spielen technische Innovationen eine Rolle bei der Nutzung der knappen Ressourcen, aber auch bei umwelttechnischen Überlegungen und bei Kosteneinsparungen. Hochpräzise Navigationsverfahren, autonome Separationsverfahren und eine Umstellung vom Luftsektor-basierten Flugplan zur 4D-Trajektorie sind Ansätze, um die Kapazität im Luftraum zu verdreifachen, die Sicherheit weiter zu erhöhen und Emissionen sowie Flugsicherungsgebühren zu senken. Mit alternativen Energiequellen ist im Luftverkehr auf lange Sicht nicht zu rechnen.

Die Verbreitung innovativer Flugzeugkonzepte wie zum Beispiel Aerocars, Zeppeline zum Gütertransport oder Bodeneffektfahrzeuge (Wing In Ground Effect Aircrafts) wird für möglich gehalten.

Im *Güterverkehr* verhindern verbesserte Umschlagstechnologien und standardisierte Prozesse in Zukunft signifikante Zeitverluste oder Kostenerhöhungen beim Wechsel zwischen verschiedenen Transportmodi. Hierdurch werden Logistikdienstleister im Jahr 2030 in der Lage sein, ihren Kunden ökonomisch und ökologisch optimierte intermodale Transportketten zu offerieren. Eine hohe Transparenz der gesamten Transportkette durch integrierte Informations- und Kommunikationssysteme sichert auch bei einer Vielzahl von Prozessbeteiligten kosteneffiziente Transportlösungen.

## 2.4 Weitere Verbesserung der Sicherheit

Bei der Planung von Verkehrssystemen wird die Verkehrssicherheit auch zukünftig den größten Stellenwert haben.

Im *Straßenverkehr* der weiter entwickelten Länder wird der Einsatz von einfach handhabbaren, aber hocheffizienten aktiven Sicherheitstechnologien zur Verhinderung von Unfällen im Jahr 2030 Normalität sein. Dadurch wird die Anzahl der Verkehrstoten im Straßenverkehr in den Industrieländern weiter zurückgehen. Auch wird das automatische Fahren zum Sicherheitsgewinn beitragen. Zur Weiterentwicklung aktiver Sicherheitssysteme wurde auch erheblicher Forschungsbedarf identifiziert. In den Schwellen- und Entwicklungsländern werden bis 2030 vor allem die heute in entwickelten Ländern gebräuchlichen passiven Sicherheitsmaßnahmen genutzt. Aufgrund des steigenden Motorisierungsgrads wird es aber mehr Verkehrstote geben, trotz höherer Sicherheitsstandards der Fahrzeuge.

Für Sicherheitsfragen im *Schieneverkehr* besteht vor allem die Sorge, dass unverhältnismäßige Sicherheitsanforderungen hohe Kosten beim Neubau von Eisenbahninfrastruktur verursachen könnten. Forschungsbedarf besteht daher bei Risikoanalysen für Bahnanlagen und bei der Beurteilung der Kosteneffektivität von Sicherheitsmaßnahmen.

Die häufig im *öffentlichen Verkehr* empfundene Unsicherheit wird zum Beispiel durch Personal in Fahrzeugen, Wachpersonal an Bahnsteigen und Zugangskontrollen aktiv bekämpft werden.

Im *Luftverkehr* wird die Unfallrate trotz steigender Anzahl der Luftverkehrsbewegungen weiter sinken. Die Herausforderung wird zum einen darin bestehen, die Betriebssicherheit trotz zunehmender Systemkomplexität und Flugzeugdichte im Luftraum zu gewährleisten, und zum anderen darin, externe Bedrohungen durch Terrorismus abzuwehren. Der Schutz vor Terrorismus wird eine wesentliche Belastung für alle Beteiligten bleiben.

## 2.5 Höhere Umweltauforderungen

Negative Wirkungen des Verkehrs auf Mensch und Umwelt werden zunehmend abgelehnt. Die Umweltauforderungen an alle Verkehrsmittel werden daher steigen, die Durchsetzung

von Maßnahmen zur Reduzierung von Umweltbelastungen wird weiter an Bedeutung gewinnen, und der Ausstoß schädlicher Emissionen wird zurückgehen. Deutlich höhere Verkehrsleistungen werden nur dann eine gesellschaftliche Akzeptanz finden, wenn Emissionen (vor allem CO<sub>2</sub>, aber auch NO<sub>x</sub>, Feinstaub und Lärm) durch neue technologische Konzepte und international verbindliche Grenzwerte drastisch gesenkt werden.

Für den *Straßenverkehr* werden Innovationen in der Fahrzeugtechnik wesentliche Beiträge zur Reduzierung der Emissionen durch effizientere Antriebe, Kraftstoffe auf Basis neuer Energieträger, Elektroantriebe und allgemein gesenkte Fahrwiderstände leisten. Aber auch bei der Verkehrssteuerung werden Umweltaspekte eine immer größere Bedeutung erlangen. Unnötige Restriktionen für den Verkehr müssen dabei vermieden werden, um Erreichbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten. Wesentliche Fortschritte bei der Verfügbarkeit von Verkehrs- und Umweltdaten werden eine gezielte, dynamische Beeinflussung des Verkehrs zur Einhaltung von Grenzwerten ermöglichen.

Im *Luftverkehr* werden treibstoffsparende Maßnahmen wie zum Beispiel ein verbessertes aerodynamisches Design, Gewichtsreduktion und höhere Triebwerks-Wirkungsgrade aus umwelttechnischen Überlegungen, aber auch aufgrund des zunehmenden öffentlichen Drucks und steigender Treibstoffkosten Ziel der Fluggesellschaften und der Flugzeug- und Triebwerkshersteller sein.

Der *öffentliche Verkehr* wird eine bedeutende Rolle bei der Sicherung eines nachhaltigen, umweltfreundlichen Verkehrssystems spielen.

Es wird erwartet, dass der *Güterverkehr* zukünftig in den weltweiten Emissionshandel einbezogen wird. Auch eine CO<sub>2</sub>-Auditierung von Supply Chains wird verpflichtend. Dadurch werden insbesondere im Straßengüterverkehr und im Luftfrachtverkehr die Kosten stark ansteigen. Dies führt auch dazu, dass viele Unternehmen zur Verbesserung ihres „ökologischen Fußabdrucks“ gefordert sind, ihre logistischen Netzwerkstrategien zu überdenken. Dies beinhaltet Aspekte wie Produktionsstandorte, Beschaffungsstrategien, vertikale und horizontale Distributionsnetzstruktur, Mix zwischen Push- und Pullstrategie, Kooperationsstrategien ebenso wie Lieferzeiten. Die Erforschung der Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen auf Güterströme und Wirtschaft, die Neu- und Weiterentwicklung technologischer und organisatorischer Optionen zur Reduzierung von Umweltbelastungen sowie deren Bewertung und Implementierung haben daher große Bedeutung. Um objektive und robuste Vergleiche zu gewährleisten, bedarf es darüber hinaus einheitlicher internationaler Standards sowie anwenderfreundlicher und preisgünstiger Auditsysteme.

## 2.6 Effizienzsteigerung durch bessere Organisation

Die Verkehrsträger und die relevanten Institutionen müssen und werden zukünftig durch bessere Vernetzung noch stärker im Zusammenspiel genutzt werden. Intermodaler Verkehr im Personen- und Güterverkehr bzw. intermodale Reiseketten und Transportketten werden weiter an Bedeutung gewinnen. Weiterhin wird eine effizientere Verkehrsabwicklung

zunehmend auch durch organisatorische Maßnahmen, oft in Verbindung mit technischen Maßnahmen, erreicht werden.

Während die Kapazität der Verkehrsinfrastruktur bisher zu Verkehrsspitzenzeiten häufig überschritten wird, ist sie zu Schwachlastzeiten in der Regel nicht ausgelastet. Neben der flexiblen Nutzung der Infrastruktur, beispielsweise im Straßenverkehr durch situationsabhängige Fahrstreifenfreigabe, wird die gezielte Beeinflussung der Verkehrsnachfrage erheblich an Bedeutung gewinnen. In Zukunft wird insbesondere die zeitliche Nachfragebeeinflussung beispielsweise durch Informationssysteme und Systeme zur Bepreisung (Maut, Parkgebühren, ÖV-Tarife) zu einer günstigeren Infrastruktur- und Fahrzeugauslastung führen.

Ein dynamisches Verkehrsmanagement wird außerdem Störungen im Verkehrsfluss verhindern oder schnell darauf reagieren können. Systematische Planung mit Abstimmung der Zuständigkeiten und einer guten Dokumentation haben dabei eine Schlüsselfunktion.

Verkehrszentralen werden miteinander vernetzt sein, sodass sich Beeinflussungsstrategien leicht untereinander abstimmen und zum Teil sogar weitgehend automatisch umsetzen lassen. Die Abstimmung von Daten aus unterschiedlichen Quellen wird deutlich voranschreiten. Informationssysteme werden auf eine viel breitere Datengrundlage als bisher zurückgreifen können. Die Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Genauigkeit und Einheitlichkeit von Verkehrsinformationen werden sich deutlich verbessern. Informatives Verkehrsmittel werden Routen und Reisezeiten geben, sondern auch Kosten und alternative Verkehrsmittel werden dem Reisenden übersichtlich und individuell für den Weg von Tür zu Tür vermittelt.

Im *öffentlichen Verkehr* wird künftig der Schwerpunkt bei der Realisierung von Einsparpotenzialen auch auf Organisationsstrukturen und Vertriebswegen liegen. Kosten-Nutzen-Relationen von Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität werden künftig noch genauer analysiert und überwacht werden. Vertriebswege und Abrechnungsprozesse werden gestrafft und kosteneffizienter gestaltet sein.

Das System des *Luftverkehrs* stößt bereits heute teilweise an seine Grenzen. Fortschrittsprojekte in den USA („NextGen“) und in Europa („SESAR“) sehen einen Ausweg in der effizienteren Nutzung der Ressourcen (Lufräume, Flughäfen) durch eine völlige Neustrukturierung des Flugverkehrsmanagements.

Bezüglich des *Güterverkehrs* führen steigende Logistikkosten und eine Verschiebung des Gleichgewichts zwischen Transport- und Bestandskosten zu Veränderungen der Distributions- und Produktionsnetzwerke sowie zu neuen Produktionsformen. Für bestimmte Produkte (insbesondere zeitkritische und geringwertige Produkte) werden sich regionale Cluster etablieren, die sehr große Teile der gesamten Wertschöpfungskette abdecken. Da sich die Logistik immer mehr vom „Enabler“ zum limitierenden Faktor wandelt, wird im Gegensatz zur heute üblichen Anpassung der Logistik an die Produktionsprozesse in Zukunft die logistische Leistungsfähigkeit Treiber für die Gestaltung der Produktionsprozesse sein.



### 3 Maßnahmen zur Innovationsförderung

#### 3.1 Allgemeines

Die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Treiber und Handlungsfelder für Innovationen, die auf dem Darmstädter Kongress „Traffic and Transport 2030“ behandelt wurden, zeigen die sehr große Vielfalt der Innovationserfordernisse.

Dabei können die verschiedenen Ansätze zur Verbesserung unserer Verkehrssysteme nicht unabhängig voneinander betrachtet werden, sondern sie stehen zum Teil in enger Wechselwirkung miteinander. Insgesamt ist festzustellen, dass Integration eine sehr wichtige Leitlinie für Innovationen im Verkehr sein wird.

Es wird auch deutlich, dass die wirklich schwer lösbaren Aufgaben für die Zukunft weniger die technischen Probleme betreffen. Sie liegen eher in der Anwendung der vielfältigen Möglichkeiten, die uns die Technik bietet, einschließlich der politischen und sozialen Akzeptanz der Maßnahmen. Nutzerakzeptanz ist entscheidend für den Erfolg von Innovationen. Dies erfordert eine hohe Qualität der Endgeräte und Dienste und auch situationsangepasste Maßnahmen im Verkehrsmanagement. Marktkonformität erscheint als weiterer kritischer Erfolgsfaktor für Innovationen im Verkehr.<sup>2</sup>

Innovationen brauchen zum Erfolg günstige Randbedingungen und man kann sie auch fördern. Dabei müssen die hohe Bedeutung des Verkehrs für die Gesellschaft und die besonderen Aufgaben und Kapazitäten der öffentlichen Hand beachtet werden.

#### 3.2 Förderung von Zusammenarbeit

Besonders wichtig für Innovationen erscheint eine Förderung von Zusammenarbeit im Sinne von Interdisziplinarität (Zusammenarbeit von Experten verschiedener Fachrichtungen), im Sinne von Intermodalität (verkehrsmittelübergreifend) sowie im Sinne von räumlich und institutionell übergreifender Zusammenarbeit. Um dies zu erreichen, sind ein ausgeprägter Wille und die Fähigkeit der verschiedenen Partner zur Zusammenarbeit erforderlich, und es muss ein organisatorischer Rahmen hierfür geschaffen werden.

Die *interdisziplinäre Zusammenarbeit* betrifft das traditionell für den Bau und Betrieb von Verkehrsanlagen zuständige Bauingenieurwesen, die für Logistik und Führung von Verkehrsunternehmen zuständigen Wirtschaftswissenschaften sowie die einschlägigen Disziplinen des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Informatik. Weitere enge Bezüge bestehen zur Stadt- und Regionalplanung sowie zu den Geowissenschaften und

<sup>2</sup> Zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen von Innovationen im Verkehr vgl. Boltze/Schäfer/Wolfermann (Leitfaden Verkehrstelematik, 2006).

Sozialwissenschaften. An einigen Universitäten werden inzwischen Studiengänge angeboten, die diese Interdisziplinarität anbieten. Von den Studierenden wird dabei gefordert, sich auf die Fachkultur und Arbeitsweise in den verschiedenen Disziplinen einzustellen. Sie erwerben damit eine besondere Qualifikation für die anstehenden Aufgaben im Verkehrswesen. In der Praxis ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit an vielen Stellen erfolgreich etabliert worden, grundsätzlich aber sicher sowohl in Organisationen als auch in Projektbearbeitungen noch weiter entwicklungsfähig.

Zur *Vernetzung von Unternehmen* und zum *Wissenstransfer zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen* gibt es auf allen Ebenen umfassende Anstrengungen, vor allem in Form von geförderten Unternehmensnetzwerken (Cluster) und Projektförderungen. Es ist aber zu beobachten, dass diese Maßnahmen bisher zum größeren Teil als Wirtschaftsförderung verstanden werden und nicht die im Verkehr wesentlichen öffentlichen Aufgabenträger ansprechen. Hier sollte nach Wegen gesucht werden, öffentliche Aufgabenträger als Betreiber von Verkehrssystemen in diese Form der Innovationsförderung stärker einzubinden.

Die *institutionelle Integration* im Verkehr ist eine zentrale Anforderung geworden. Mit den Gründungen von Verkehrsverbänden haben wir die aus der Zersplitterung von Zuständigkeiten entstandenen Probleme in den Regionen überwunden und große Erfolge in der Weiterentwicklung der Angebote im öffentlichen Personennahverkehr erreicht. In einigen Regionen werden zurzeit mit regionalen Verkehrsmanagementgesellschaften vergleichbare Erfolge auch für den Gesamtverkehr gesucht. Zugewiesene Kompetenzen und Aufgaben dieser Gesellschaften sind aber sicher noch weiter zu entwickeln, wie überhaupt auf diesem Gebiet fortwährender Handlungsbedarf zu bestehen scheint. Alle Appelle, den dauernden Kampf um lokale Interessen zu Gunsten einer regionalen Strategie zurückzunehmen, helfen bisher nur sehr bedingt. Gleichgültig, ob es um neue Einkaufszentren in Nachbargemeinden oder um LKW-Umleitungen im Rahmen von Luftreinhalteplänen geht: Zuständigkeitsübergreifende Strategien zur Lösung der Verkehrsprobleme scheitern noch zu oft. Eine hinreichend integrierende Raum- und Verkehrsplanung fehlt in vielen Regionen noch immer.

### 3.3 Förderung von Systemvernetzungen

Systemvernetzungen werden in nächster Zeit eine unabdingbare Grundlage für zahlreiche Innovationen sein: Interoperabilität braucht technische Schnittstellen und Standards hierfür. Zahlreiche neue Dienste benötigen eine gemeinsame Datenbasis im Verkehr. Und innovative Verkehrskonzepte verlangen ein Denken und Handeln in Maßnahmenbündeln.

In Deutschland liegt heute ein wesentliches Problem der Systemintegration darin, dass wir im Gegensatz zu anderen Ländern wie den USA oder Japan keine umfassende Systemarchitektur für die Verkehrstelematik definiert haben. Die Leitsysteme für unsere Autobahnen und Städte können nur im Einzelfall und dann mit großem Aufwand miteinander

kommunizieren. Se  
bereich des Land  
Lichtsignalanlage  
grüne Welle ist de  
Lösung dieser Pro  
ebene die richtige  
architektur und Star

### 3.4 Konzipier

Zielgerichtete Inno  
zukünftigen Entwic  
als Grundlage für  
einen die Beteilig  
sinnvoll, die intern  
nutzen. In der W  
sprechend zum Ta  
gen wie zum Beisp  
Februar 2008 an de

In Politik und Prax  
zum Beispiel in der  
geweckt und Fortsc

Dennoch ist festzu  
stark durch Knap  
Gelegenheit zum E  
daraus entstehende  
anstatt nur auf akute

### 3.5 Bereitstellu

Ausreichende zweck  
Innovationen im V  
Verkehr, also die  
verwaltungen der L

Unzureichende Inv  
unseren heutigen V  
dem Stand der Fors

Im Gegensatz zu m  
öffentlichen Aufgal

hen Studiengänge  
renden wird dabei  
iedenen Disziplinen  
ir die anstehenden  
Zusammenarbeit an  
sicher sowohl in  
ngsfähig.

en Unternehmen und  
Anstrengungen, vor  
Projektförderungen.  
größeren Teil als  
wesentlichen öffent-  
t werden, öffentliche  
orm der Innovations-

ng geworden. Mit den  
Zersplitterung von  
n und große Erfolge in  
ahverkehr erreicht. In  
agementgesellschaften  
wiesene Kompetenzen  
er zu entwickeln, wie  
bestehen scheint. Alle  
ner regionalen Strategie  
tig, ob es um neue  
ngen im Rahmen von  
ien zur Lösung der  
egrierende Raum- und

Grundlage für zahlreiche  
en und Standards hier für  
basis im Verkehr. Und  
in Maßnahmenbündeln.

ntegration darin, dass wir  
umfassende Systemarchi-  
te für unsere Autobahnen  
m Aufwand miteinander

kommunizieren. Selbst eine Lichtsignalanlage auf einer Bundesstraße im Zuständigkeitsbereich des Landes kann in vielen Fällen nicht mit einer unmittelbar benachbarten Lichtsignalanlage kommunizieren, die im Zuständigkeitsbereich einer Stadt liegt. Eine grüne Welle ist deshalb unmöglich, und Autofahrer stehen teilweise unnötig im Stau. Zur Lösung dieser Probleme müssen mit höherem Umsetzungstempo als bisher auf Bundesebene die richtigen Rahmenbedingungen geschaffen sowie eine verbindliche Systemarchitektur und Standards entwickelt werden.

### 3.4 Konzipierung von Visionen

Zielgerichtete Innovationen brauchen Visionen. Die proaktive Auseinandersetzung mit zukünftigen Entwicklungen ist eine Grundvoraussetzung, um Forschung und Entwicklung als Grundlage für Innovationen im Verkehrswesen sinnvoll zu gestalten. Dafür ist zum einen die Beteiligung aller Disziplinen erforderlich, und es ist zum anderen äußerst sinnvoll, die internationalen Erfahrungen mit Verkehrsproblemen und Lösungsansätzen zu nutzen. In der Wissenschaft gehört diese Auseinandersetzung mit Visionen dementsprechend zum Tagesgeschäft, teilweise mündet sie auch in gezielte größere Veranstaltungen wie zum Beispiel den internationalen Kongress „Traffic and Transport 2030“, der im Februar 2008 an der Technischen Universität Darmstadt stattfand.

In Politik und Praxis gibt es ebenfalls sehr positive Beispiele dafür, dass mit Visionen (wie zum Beispiel in der Landesinitiative „Staufreies Hessen 2015“) Kräfte bei allen Beteiligten geweckt und Fortschritte erreicht werden können.

Dennoch ist festzustellen, dass in der Praxis gerade bei Aufgabenträgern, deren Handeln stark durch Knappheit an Personal- und Finanzmitteln geprägt ist, vielfach kaum Gelegenheit zum Entwickeln von Visionen und zur Auseinandersetzung damit bleibt. Dem daraus entstehenden Verlust an Möglichkeiten, vorausschauend und gestaltend zu agieren, anstatt nur auf akute Probleme zu reagieren, sollte entgegengewirkt werden.

### 3.5 Bereitstellung ausreichender Finanzmittel

Ausreichende zweckgebundene Finanzmittel sind eine wesentliche Rahmenbedingung für Innovationen im Verkehr. Dies betrifft insbesondere die öffentlichen Aufgabenträger im Verkehr, also die kommunalen Gebietskörperschaften und die Straßen- und Verkehrsverwaltungen der Länder.

Unzureichende Investitionen sind ein ganz wesentlicher Grund für Qualitätsmängel in unseren heutigen Verkehrssystemen und auch für die bereits sehr große Lücke zwischen dem Stand der Forschung und der praktischen Anwendung.

Im Gegensatz zu marktwirtschaftlich agierenden Industrieunternehmen kommt es bei den öffentlichen Aufgabenträgern durch Finanzmittelknappheit zum Teil auch zu wesentlichen

Fehlsteuerungen. Zum Beispiel führen volkswirtschaftliche Einsparungen durch Verbesserungen in der Verkehrssteuerung in der Regel nicht zu einem Zuwachs der Haushaltsmittel für die entsprechenden Stellen. Eine Innovation oder Investition „rechnet“ sich also für die Verantwortlichen nicht, und viele erkannte Verbesserungspotenziale bleiben ungenutzt. Eine erreichte Verbesserung der Verkehrsqualität kann sogar zu Mittelkürzungen führen, weil damit der Problemdruck geringer geworden ist. So sind auch Forschung und Innovation insbesondere bei zahlreichen öffentlichen Aufgabenträgern im Verkehr nahezu ganz von der Aufgabenliste verschwunden, weil man sich dort keine besseren Marktchancen oder Mehreinnahmen aus Innovationen erhoffen kann. Entsprechend werden Beteiligungen an Forschungsvorhaben wegen Mittelknappheit inzwischen ebenso verbreitet abgelehnt wie die Mitarbeit in Forschungs- und Richtliniengremien.

Dieses Problem betrifft das alltägliche Handeln in unseren Stadtparlamenten, aber auch politische Entscheidungen in Deutschland. Der grundlegende Nutzen von Innovationen im Verkehr für unsere Gesellschaft muss wieder bewusster werden. Die Anfang 2009 (in Folge der durch den Finanzsektor verursachten Wirtschaftskrise) für den Bereich Verkehr und die Bildung von der Politik zusätzlich bereitgestellten Finanzmittel sind sicherlich zu begrüßen und für die Gesellschaft sehr bedeutsam. Man muss allerdings darüber nachdenken, warum die ausreichende Finanzierung dieser Bereiche offensichtlich keine Selbstverständlichkeit ist, sondern es hierfür erst einer drastischen Konjunkturkrise bedarf.

Auch müssen Lösungen dafür gefunden werden, dass in unserer Gesellschaft zu oft die Kosten an anderen Stellen entstehen als der Nutzen und dass dadurch volkswirtschaftlich als richtig erkannte Maßnahmen nicht umgesetzt werden können und bedeutsame Innovationen ausbleiben.

### 3.6 Forschungsförderung

Forschung ist Vorsorge für die Zukunft. Notwendig ist sowohl eine anwendungsorientierte Forschung als auch Grundlagenforschung im Verkehr. Es gibt durch die in der Vergangenheit zu knappen Forschungsmittel heute bereits zahlreiche Entwicklungen im Verkehr, für die wesentliche Grundlagen fehlen. Ein Beispiel ist der gesamte Bereich der Wirkungen von Maßnahmen und insbesondere Maßnahmenbündeln im Verkehrsmanagement. Dementsprechend gibt es auch vermeidbare Fehlinvestitionen.

Anwendungsorientierte Forschung muss grundsätzlich im Interesse der Aufgabenträger liegen, unabhängig davon, ob sie öffentlich-rechtlich oder marktwirtschaftlich organisiert sind. Bei marktwirtschaftlich orientierten Unternehmen werden Innovationen in der Regel angestrebt und Forschungsmittel aufgebracht, um Produkte und Dienstleistungen aus einer betriebswirtschaftlichen Motivation heraus zu verbessern. Bei öffentlichen Aufgabenträgern, die keinen Einnahmewachstum zu verzeichnen haben, wenn sie die Verkehrsverhältnisse verbessern, muss dies bisher durch andere Formen der Motivation ersetzt werden. Dass dies nicht immer gelingt, zeigen die im vorangegangenen Abschnitt

erwähnten  
arbeit und  
bessere Ra  
kommunal

Während  
praktische  
länger. Gr  
zu untersti  
auch einm  
Hierzu ge  
ohne Ver

Grundlage  
tung für  
heit und  
schauend.  
Gesellsch  
erfordert.  
Anderers  
len Initia  
Landesini  
wirksam

Leider ist  
bezogene  
gezogen  
Forschun

### 3.7 An

Es ist nie  
wegen s  
beitragen  
beherrsch  
sche Ris  
Nischen  
„Field S  
beding

Nich

erwähnten Defizite in den Beteiligungsmöglichkeiten an Forschungsvorhaben, Richtlinienarbeit und anderen innovationsfördernden Aktivitäten. Hier sollten unbedingt wieder bessere Rahmenbedingungen zur Beteiligung an Forschungsaktivitäten insbesondere in den kommunalen Gebietskörperschaften geschaffen werden.

Während die anwendungsbezogene Forschung relativ schnell zu einem Nutzen in der praktischen Anwendung führt, dauert dies bei der Grundlagenforschung in der Regel länger. Grundlagenforschung ist dennoch erforderlich, um die Praxis mittel- und langfristig zu unterstützen und vor allem um neben der ständigen Weiterentwicklung des Vorhandenen auch einmal durch sogenannte radikale Innovationen zu etwas ganz Neuem zu kommen. Hierzu gehört für die Forscher auch die Möglichkeit, sich zunächst einmal zweckfrei und ohne Vermarktungsziel mit grundlegenden Fragen auseinanderzusetzen zu können.

Grundlagenforschung ist grundsätzlich kaum Aufgabe der in der praktischen Verantwortung für unsere Verkehrssysteme stehenden Institutionen. Gerade bei Finanzmittelknappheit und Wettbewerbsdruck kann nicht erwartet werden, dass von diesen weit vorausschauend in solche Grundlagen investiert wird. Diese Aktivitäten müssen vielmehr von der Gesellschaft anderweitig über eine Forschungsförderung getragen werden. Einerseits erfordert dies eine ausreichende Grundfinanzierung der Forschungseinrichtungen. Andererseits hat die Politik in Deutschland dieses grundsätzliche Problem mit der nationalen Initiative zur Förderung von Forschungsexzellenz sowie in einigen vergleichbaren Landesinitiativen aufgegriffen. Es bleibt die Aufgabe, dieses auch für den Bereich Verkehr wirksam werden zu lassen.

Leider ist zu beobachten, dass unter Ressourcenknappheit die Grenzen der anwendungsbezogenen Forschung von den in der Praxis stehenden Aufgabenträgern zunehmend enger gezogen werden. Hier entsteht eine Lücke zu den auf der anderen Seite von der Forschungsförderung als grundlagenrelevant anerkannten Forschungsaufgaben.

### 3.7 Angemessene Risikobereitschaft

Es ist nicht zu leugnen, dass es zahlreiche Risiken gibt, die immer wieder – und zum Teil wegen sträflicher Geringschätzung auch zu Recht – zum Misserfolg von Innovationen beitragen. Zu nennen sind technische Risiken (Wirkungslosigkeit, mangelnde Prozessbeherrschung, Nebenwirkungen, Weiterentwicklung auch anderer Technologien), ökonomische Risiken (hoher und langer Kapitaleinsatz, fehlender Kundennutzen, zu hohe Kosten, Nischenprodukt, langsame Diffusion auf dem Markt, fehlende Infrastruktur, fehlende „Field Services“) und soziale Risiken (entwertete Arbeitsplätze, verschlechterte Arbeitsbedingungen, mangelnde Qualifizierungsbereitschaft).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Nach Gemünden (Innovationsmanagement, 2000).

Es geht also nicht um Innovationen um jeden Preis. Aber es gilt wie in anderen Lebensbereichen: Angst ist ein schlechter Lotse. Entscheidend für den Erfolg von Innovationen sind die Kenntnis der Risiken und der richtige Umgang mit ihnen.

Wir brauchen dementsprechend bei allen Beteiligten eine angemessene Risikobereitschaft bei Erprobungen. Wo das Risiko nicht zu mindern ist und es von Einzelnen nicht übernommen werden kann, sollten auch staatliche Mittel in Erwägung gezogen werden.

### **3.8 Schaffung von Anlässen**

Anlässe schaffen konkrete Termine, die auch motivieren und durch gemeinsame Ziele die Zusammenarbeit fördern. Prominente Beispiele für große Planungsanlässe in Deutschland sind die Weltausstellung EXPO 2000 in Hannover, die Fußball-Weltmeisterschaft 2006, Olympia-Bewerbungen oder auch eine Landesgartenschau. Alle diese Anlässe haben jeweils zu einer erheblichen Weiterentwicklung der Verkehrssysteme geführt.

Auch eine gute Mitarbeitermotivation schafft Anlässe und fördert Innovationen. Dies gilt besonders auch für Förderpreise.

### **3.9 Stärkung der Ausbildung und Weiterbildung**

In den vergangenen Jahren sind an den deutschen Universitäten und Fachhochschulen eine Reihe von neuen Studiengängen entstanden, die auf das Verkehrswesen und zum Teil auch interdisziplinär ausgerichtet sind. Ein Defizit scheint noch bei den berufsbegleitenden Möglichkeiten zur Weiterqualifikation zu bestehen. Auch hier setzen teilweise die Finanzierungsmöglichkeiten noch zu enge Grenzen für die Gestaltung der Bildungsangebote.

Das Angebot an einzelnen fachbezogenen Veranstaltungen für Weiterbildung und Informationsaustausch erscheint grundsätzlich bereits vielfältig und gut. Teilweise wäre durch bessere Abstimmung der Veranstalter untereinander mehr Effizienz zu erreichen, und die Möglichkeiten von Interessierten gerade im öffentlichen Dienst, an solchen Veranstaltungen teilzunehmen, könnten verbessert werden.

## **4 Auf dem Weg zu einem integrierten Innovationsmanagement?**

Die aufgeführten Ansätze zur Innovationsförderung sind Einzelpunkte, die sicher noch zu ergänzen sind.

Es ist sicher lohnenswert, sich nicht nur Gedanken über das Eine oder das Andere zu machen, womit man Innovationen fördern kann, sondern erforderlich ist auch ein Gesamtkonzept hierzu. Dies kann – in Anlehnung an die Wirtschaftswissenschaften, die diesen Begriff geprägt haben – als ein „integriertes Innovationsmanagement“ im Verkehr bezeichnet werden. Dies sollte systematisch fördernd und koordinierend alle Maßnahmen umfassen, die dazu geeignet sind, mehr neue Wege im Verkehr zu entdecken und begehbar zu machen. Das besondere Spannungsfeld bei Verkehrssystemen zwischen öffentlicher Daseinsvorsorge und zweckmäßiger marktwirtschaftlicher Orientierung muss dabei berücksichtigt werden.

Innovationsförderung im Verkehr ist nicht nur eine Aufgabe für Forscher und Entwickler, sondern ebenso für die in der praktischen Verantwortung stehenden Anwender, für Management und Politik. Sie betrifft uns alle in unseren Zuständigkeitsbereichen.

## Literatur

Boltze, Manfred / Schäfer, Petra K. / Wolfermann, Axel (Leitfaden Verkehrstelematik, 2006): Leitfaden Verkehrstelematik. Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Berlin 2006.

Boltze, Manfred / Pfohl, Hans-Christian / Kittler, Wolfgang (Der Verkehr im Jahr 2030, 2008): Der Verkehr im Jahr 2030 – Ergebnisse des internationalen Kongresses „Traffic and Transport 2030“. In: DVWG-Jahresband 2008 „Mobilität, Energie, Umwelt – Perspektiven und Visionen“. Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., Heft B325, Berlin 2008, S.336–345.

Gemünden, Hans Georg (Innovationsmanagement, 2000): Innovationsmanagement im Wandel unternehmerischer Wertschöpfung. In: Vortragsammlung zum Symposium am 20.10.2000 „Technologiemanagement und Marketing – Der Weg zum integrierten Innovationsmanagement“, Technische Universität Darmstadt. Darmstadt 2000.

Gieschka, Horst / Hell, Walter (Traffic in Global Perspective, 2008): Framework Conditions for Mobility and Traffic in Global Perspective. In: Traffic and Transport 2030 – Visions, Concepts, Technologies. Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., Heft B321, Berlin 2008, S. 15–25.