

Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister für
Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

**„Innovationspolitik als Chance
für Verkehr, Wirtschaft und Umwelt“**

Prof. Dr.-Ing. Gerd Axel Ahrens
Prof. Dr. Herbert Baum
Prof. Dr.-Ing. Klaus J. Beckmann (Vorsitzender)
Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze
Prof. Dr. Alexander Eisenkopf
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Fricke
Prof. Dr. Ingrid Göpfert
Prof. Dr. Christian von Hirschhausen
Prof. Dr. Günter Knieps
Prof. Dr. Andreas Knorr
Prof. Dr. Kay Mitusch
Prof. Dr. Stefan Oeter
Prof. Dr. Dr. Franz Josef Radermacher
Prof. Dr. Volker Schindler
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Siegmann
Prof. Dr. Bernhard Schlag
Prof. Dr. Wolfgang Stölzle

Berlin, 28. April 2010

Gliederung

1.	Begriff Innovation und Arten von Innovationen	3
2.	Innovationspolitik und Innovationsmanagement.....	5
2.1	Ziele und Aufgaben der Innovationspolitik.....	5
2.2	Ziele und Aufgaben des Innovationsmanagements.....	12
3.	Wirkungspotenziale von Innovationen auf Verkehr, Umwelt und Wirtschaft	14
3.1	Verkehrliche und umweltbezogene Effekte.....	14
3.2	Industrie- und wirtschaftspolitische Effekte.....	17
4.	Risiken und Hemmnisse von Innovationen	18
5.	Innovationsfelder im Verkehr, Beispiele für Road Maps	21
5.1	Die künftige Rolle von elektrischen Antrieben mit Batterien für Straßenfahrzeuge	22
5.2	Satellitennavigationssystem „Galileo“.....	24
5.3	Innovationen im Schienenverkehr	27
5.4	Optimierung der Flugprofile im Luftverkehr.....	29
5.5	Optionsreicher Stadt- und Ballungsraumverkehr.....	31
6.	Erfordernisse einer Erfolgskontrolle	33
6.1	Weiterentwicklung von Nutzen-Kosten-Analysen	34
6.2	Erweiterung des Wirksamkeitsspektrums	35
6.3	Weiterführen der Ex-Ante- durch Ex-Post-Evaluationen	36
7.	Empfehlungen.....	38

1. Begriff Innovation und Arten von Innovationen

Motivation zur Stellungnahme

In einer globalisierten Welt mit sich permanent verändernden Rahmenbedingungen wie beispielsweise der Weltwirtschaftskrise, den Anforderungen von Klimaschutz und Klimafolgenbewältigung sowie den demografischen Entwicklungen kommt der **Innovationsfähigkeit eines Landes** eine tragende Rolle zu, entscheidet sie doch über wirtschaftlichen Erfolg sowie über das zukünftige Wohlstandsniveau der Gesellschaft.

Die steigenden Verkehrsaufwände aufgrund vielfältiger und steigender Mobilitätsbedürfnisse privater Haushalte und steigende Güterverkehre infolge klein- und großräumiger Arbeitsteilung sind dabei ebenso Anstöße für Innovationen im Verkehrsbereich wie unerwünschte Auswirkungen und Ressourcenbeanspruchungen des Verkehrs. **Innovationen** haben ein großes **Problemlösungspotenzial** und sind wesentliche Voraussetzungen für einen nachhaltigen, sicheren und effizienten Verkehr. Sie steigern die Effizienz des Verkehrssystems (Steigerung der Aufnahmekapazität der Infrastrukturen, flüssigere Verkehrsabläufe durch Stau- und Engpassvermeidung, Erhöhung der Sicherheit durch Verringerung von Zahl und Schwere von Unfällen), führen zu Qualitätsverbesserungen (Produktivitätssteigerungen, bessere Vernetzung verschiedener Verkehrsträger, Schaffung intelligenter Infrastrukturen und zielgenauer Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien) und verringern gleichzeitig negative Verkehrsauswirkungen. Letztere betreffen neben der Sicherheit insbesondere auch Lärm- und Luftschadstoffemissionen und klimarelevante Gase sowie Ressourcen- und Flächenbeanspruchungen. Ein erster Grundstein zur Stärkung von Innovationen – auch im Verkehr – wurde mit dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung gelegt, dessen Ziel es ist, die drängenden gesellschaftlichen Aufgaben wie Klima- und Umweltschutz, Energiesicherung, Mobilität, sozialer Zusammenhalt und wirtschaftliche Entwicklung zu lösen.

Vor diesem Hintergrund ist es nur folgerichtig, dass sich das Weltverkehrsforum nach einer Diskussion der Folgen der Weltwirtschaftskrise für den Verkehr (2009) im Jahr 2010 mit dem Themenfeld „Innovation und Verkehr“ auseinandersetzt. Dies ist aktueller Anlass für den Wissenschaftlichen Beirat des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, die Ziele und Anforderungen von Innovationen im Verkehr zu reflektieren und dem Bundesminister Empfehlungen zur inhaltlichen Ausrichtung von Innovationen im Verkehr, vor allem aber auch zu Prozessen der Innovationsförderung vorzulegen.

Begriff und Arten von Innovationen

Innovationen gehen entsprechend ihrer Wortherkunft („Neuerung“, „Erneuerung“) über das Gewohnte und das bisher Bewährte hinaus. **Grundlage von Innovationen sind neue Ideen bzw. Erfindungen**, die entweder ein System, ein Produkt, eine Dienstleistung, einen Prozess oder eine Organisation – also auch ein Verkehrssystem – verändern und in einen neuen, zumeist zielkonformeren Zustand überführen. Innovationen als „Durchsetzung neuer Kombinationen“ (Schumpeter) setzen Inventionen voraus, die sich auf die Gewinnung neuen Wissens und die gedankliche Verknüpfung vorhandenen Wissens zu neuen Lösungsansätzen beziehen. Innovationen führen zu Veränderungen oder zu Erweiterungen des Bekannten, zu neuen Prozessen oder Organisationsformen, die eine erfolgreiche erste Anwendung finden, dann den Markt durchdringen (Diffusion) und durch eine breite Nutzerakzeptanz eingeübte Routinen verändern oder neue schaffen. Innovationen sind dabei nie losgelöst von organisatorischen Konzepten, ihren institutionellen Bedingungen sowie von gesellschaftlichen Prozessen. Soziale Innovationen beziehen sich auf gesellschaftliche Prozesse, institutionelle Regeln und Organisationsformen sowie menschliches Verhalten.

Für die Bewertung von Innovationen ist neben ihrer Art auch ihre „Wirkmächtigkeit“ bzw. ihr **Innovationsgrad** wesentlich. Dieser ist davon abhängig, wie (und wie viele) innovative Elemente sich verzahnen und so innovative Systeme oder einen innovativen Systemverbund bilden. Innovative Elemente sind als innovative Systemkomponenten zu verstehen (z. B. der Airbag), innovative Systeme sind neuartige Produkte oder Systeme (z. B. das Elektroauto), der innovative Systemverbund ist die Vernetzung neuer Systeme oder eine neuartige Vernetzung bewährter Systeme (z. B. emissions- und kapazitätsabhängige Gestaltung von Autobahngebühren unter Einsatz von elektronischen Detektionssystemen).

Innovationen sind per se weder gut noch schlecht, weder erwünscht noch unerwünscht. Sie stellen zunächst wertneutrale Möglichkeiten für Veränderungen dar. Sie müssen einer Bewertung unter Aspekten der gesellschaftlichen Erwünschtheit oder Akzeptanz, ihrer ökonomischen Lebensfähigkeit, ihrer Wirkung auf Ressourcennutzung und Umweltbeeinflussung usw. unterzogen werden. Da viele verkehrlich relevante Innovationen in das Leben zahlreicher Personen eingreifen, muss dies unter Einbeziehung zahlreicher direkt oder indirekt Beteiligter oder Betroffener geschehen. Besonders Innovationen, aus denen tief greifende Strukturveränderungen hervorgehen, müssen vorab auf ihren Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Probleme unter Berücksichtigung ihrer möglichen Nebenwirkungen analysiert werden. Im Ergebnis sind Wertentscheidungen zu treffen, die von der Politik organisiert werden müssen. Sie sollte sich dazu möglichst wenig an Interessen gebundenen, wissenschaftlichen Rat holen.

Innovationsprozesse

Innovationen sind nur begrenzt planbar, sie setzen Kreativität und Ideenreichtum als individuelle Fähigkeiten voraus, die ihren Ausgangspunkt in Wissen, Kompetenzen und Erfahrungen sowie in einem innovationsoffenen, interdisziplinären Umfeld haben. Sie bedürfen vielfach des Zusammenwirkens von Wissenschaft, Wirtschaft und Staat. Dabei ist es Aufgabe des Staates, die Voraussetzungen für Innovationen zu stärken, zum einen im Rahmen seiner auf den Verkehr bezogenen Innovationspolitik und zum anderen in seiner Rolle als Aufgabenträger im Verkehr. Dies betrifft alle Phasen der Innovationsprozesse.

In der **Inventionsphase** werden Ideen generiert und bewertet. In der Forschungs- und Entwicklungsphase wird die Idee technisch und/oder organisatorisch weiterentwickelt. Wenn diese Phasen erfolgreich waren, folgen Pilotanwendungen und Testphasen als Voraussetzungen für Entscheidungen über die breite Einführung. In der **Diffusionsphase**, nach ihrer Markteinführung, muss die Innovation hinreichend Nachfrage finden und erreicht – bei Erfolg – nach einiger Zeit die Marktsättigung. Die einstige Innovation ist somit zum bewährten Stand der Technik geworden. Wesentlich ist hierbei die Nutzerakzeptanz, die über die Umsetzung der Innovationen in alltägliche Produkte, Dienstleistungen und Prozesse entscheidet. Der Begriff der Diffusion umfasst somit die Durchsetzung einer Innovation am Markt über die Zeit, also die gesamte Diffusionsphase mit den Teilphasen Markteinführung, Wachstum, Reife, Sättigung und Abschwung. Die Dauer der Diffusionsphase ist sehr unterschiedlich. Bei Konsumelektronik können es wenige Monate sein, im Straßenfahrzeugbau dauert es ca. fünf Jahre, bis eine neue Technik ca. 50 % der Fahrzeuge im Feld erreicht hat, bei der Eisenbahn, im Flugverkehr und im Energie-sektor muss man häufig in Jahrzehnten rechnen.

Innovationen sind in der Regel das Ergebnis längerer Prozesse mit verschiedenen Akteuren und müssen häufig konflikthaft durchgesetzt werden (z. B. Widerstände bei der Einführung von bleifreiem Benzin oder von Lärmschutz bei Schienenfahrzeugen). So ist der Diffusionsverlauf häufig weniger von den inhaltlichen, technischen und - im engeren Sinne - wirtschaftlichen Merkmalen und Wirkungsbereichen einer Innovation abhängig als vielmehr vom Verhalten politischer und öffentlicher Akteure. Neben der Förderung innovativen Verhaltens setzen sie Stan-

dards für Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse und für deren Wirkungen und beeinflussen so die Akteure.

Innovationsprozesse zeichnen sich durch Merkmale wie Unsicherheit und Komplexität aus. Sie sind gekennzeichnet durch ein unvollständiges Bild der Zukunft und die Unsicherheit über den Erfolg der Innovation. Innovationsprozesse sind häufig komplex und verlaufen in der Regel nicht linear, sondern in Rückkopplungsschleifen, mit denen Lernprozesse und ein kontinuierlicher Wissenszuwachs verbunden sind: so bilden sämtliche Erfahrungen, auch gescheiterte Entwicklungslinien, in ihrer Gesamtheit den Innovationspfad. Das Umfeld spielt für den Innovationsprozess eine zentrale Rolle. Demgemäß können politische Entscheidungen, beispielsweise bestimmte Technologien fördern, andere Möglichkeiten bereits im Vorhinein ausschließen und so den Lösungsraum verengen. Da in den frühen Phasen des Innovationsprozesses eine verlässliche Bewertung der verschiedenen Ansätze noch nicht möglich ist, sollten solche Vorgaben erst dann erfolgen, wenn alternative Lösungswege etwa gleich reif sind und miteinander verglichen werden können.

Innovationsprozesse müssen daher beobachtend begleitet (Monitoring) und hinsichtlich der Wirkungen und Zielerreichung (Ex-Post-Evaluation) überprüft werden (vgl. Kapitel 6).

2. Innovationspolitik und Innovationsmanagement

In den Innovationsprozessen im Bereich Verkehr nimmt der Staat, unter anderem vertreten durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), aber auch durch andere Ministerien (BMWi, BMBF) unterschiedliche Rollen und Aufgaben wahr. Es ist deshalb zweckmäßig, die Begriffe Innovationspolitik und Innovationsmanagement zu unterscheiden.

Dabei werden mit **Innovationspolitik** solche staatlichen Handlungen angesprochen, die innovationsfördernde Rahmenbedingungen für alle Akteure im Verkehrssektor schaffen, die die Richtung der Suche nach Innovationen beeinflussen und insbesondere auch auf Forschung und Entwicklung abzielen.

Mit **Innovationsmanagement** sind hier Handlungen zur Gestaltung von Innovationsprozessen adressiert, die der Bundesverkehrsminister in seiner Rolle als Aufgabenträger und damit als Zuständiger für die konkrete Planung, den Bau und den Betrieb von Verkehrsanlagen wahrnimmt.

2.1 Ziele und Aufgaben der Innovationspolitik

Ziel einer gestaltenden Innovationspolitik

Eine innovative Verkehrspolitik ebenso wie die daraus erwachsenden einzelnen verkehrstechnischen Innovationen sind wesentliche Voraussetzungen für Problemlösungen im Verkehrsreich und wichtige Elemente auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität. Voraussetzung für Innovationen ist die hinreichend präzise Beschreibung des zu lösenden Problems oder des zu beseitigenden Missstands. Gleichzeitig sind mit innovativen Lösungen wiederum häufig unerwünschte Nebeneffekte verbunden, deren Umfang zunächst nur schwer eingeschätzt werden kann und in der öffentlichen Wahrnehmung häufig mit Befürchtungen verbunden ist.

Ziel einer gestaltenden Innovationspolitik sollte es daher sein, einen Diskurs zu gestalten, der Probleme und Defizite identifiziert, Inventionen und frühe Innovationen zu deren Beseitigung anstößt und fördert, sowohl den Beitrag zur Problemlösung als auch die Nebenwirkungen ana-

lysiert und die gesellschaftliche Akzeptanz der schließlich ausgewählten Innovationsrichtungen sicherzustellen sucht.

Ziel der Innovationspolitik sollte es auch sein, neben der Förderung des Nutzens und des Wohls für Mensch, Wirtschaft und Umwelt möglichst alle relevanten Akteure an Innovationsprozessen zu beteiligen, ihre Potenziale optimal zu nutzen sowie Anreize zu setzen und Planungssicherheit während der gesamten Innovationskette zu garantieren.

Notwendiger Rahmen

Ohne eine gesamthafte und interdisziplinäre Betrachtung und Bewertung können Innovationen weder gesellschaftlich verstanden und akzeptiert, noch Erfolg versprechend politisch gefördert und gesteuert werden. Dazu bedarf es einer integrierten Perspektive, die mit einem umfassenden Innovationsverständnis auch dazu beiträgt, Innovationsblockaden zu überwinden. Um sicher zu stellen, dass alle Aktivitäten und Rahmenbedingungen der Innovationspolitik zielgerichtet und effizient ineinander greifen, empfiehlt sich die Formulierung und Dokumentation eines integrierten Gesamtkonzepts der Innovationspolitik. Dieses sollte beispielsweise die Forschung und Ausbildung in innovationsrelevanten Themenfeldern - und nicht nur im Verkehr - fördern und gleichzeitig eine enge Zusammenarbeit mehrerer Ministerien initiieren. Dabei sind die verschiedenen Felder der gesamten Innovationspolitik (Wirtschafts- und Steuerpolitik, Forschungspolitik, Bildungspolitik etc.) so aufeinander abzustimmen, dass sie letztlich Innovationen im Verkehr optimal dienen. Da die Verantwortung für die Weiterentwicklung des Verkehrssystems vorrangig in der Zuständigkeit des Fachministeriums BMVBS liegt, sollte das BMVBS die Innovationspolitik im Bereich Verkehr stärker als bisher koordinierend gestalten.

Vor diesem Hintergrund sollte es Ziel der Innovationspolitik sein, eingebettet in die staatlichen Entwicklungsziele (Wirtschaftsentwicklung, Effizienzsteigerung, Ressourcenschonung, Umweltschutz, soziale Teilhabe), den verkehrlichen Herausforderungen mit innovativen Lösungen zu begegnen.

Politikoptionen zwischen Markt und Staat

Vor der Ausgestaltung der Innovationspolitik bedarf es einer **Rollenklärung zwischen Markt und Staat**. Während eine eher ordnungsliberale Sicht die Aufgabe der Generierung von Innovationen vor allem bei privatwirtschaftlichen Unternehmen sieht, erwartet eine lenkungsorientierte Innovationspolitik die Festlegung von Innovationsbedarfen und die Steuerung von Innovationsprozessen eher vom Staat. Da beide Grundmuster („Markt“ und „Staat“) Schwächen aufweisen, wird hier einer **Kombination aus beiden**, einer „**gestaltenden Innovationspolitik**“ als drittem Weg, gefolgt.

Diese Kombination bietet die Möglichkeit, die zentralen Schwächen des Marktes und die Schwächen der staatlichen Investitionslenkung partiell auszugleichen und gleichzeitig die Stärken der jeweiligen Systeme auszunutzen. So kann im Rahmen der staatlichen Innovationslenkung langfristigen gesellschaftlichen Bedarfen Rechnung getragen werden. Sie beinhaltet jedoch die Gefahr einer „Interventionsspirale“: durch zu starres Festhalten an Planungszielen, greift der Staat u. U. zu stark in den Innovationsprozess ein. Weitere Schwächen sind fehlende Sanktionsmechanismen für staatliche Planungsfehler und die Bevorzugung von Großkonzernen bei gleichzeitig schwierigem Zugang zu Fördermitteln für KMU. Das größte Problem sind jedoch unklare, sich zeitlich verändernde Zielstellungen, die tendenziell zu besonders aufwändigen und damit teuren Lösungen führen. In den Märkten werden Innovationen vom Wettbewerb getrieben, der sich aber vorrangig an betriebswirtschaftlichen Gewinnzielen und weniger an gesellschaftlichen Interessen ausrichtet und in der Regel zu einer gewissen Kurzsichtigkeit und viel-

fach zu Risikoscheu beiträgt Auf freien Märkten können sich zudem Strukturen mit Marktmacht und Wettbewerbsbeschränkungen einstellen, wodurch die Innovationspolitik im Falle von Monopol- und Oligopolstrukturen leiden kann.

Durch die Kombination der Grundmuster „Staat“ und „Markt“ soll die **Innovationsdynamik des Marktsystems** eingebunden werden **in einen Rahmen gesellschaftlicher Anforderungen** („gestaltende Innovationspolitik“). Es findet hierbei eine meritorische Führung im Sinne einer „verdienstvollen Lenkung“ von Nachfrage und Angebot im Interesse eines übergeordneten Zielsystems statt. Ein solcher intermediärer Ordnungsansatz ist mit der sozialen Marktwirtschaft verträglich, die bei grundsätzlicher Marktsteuerung für eine Korrektur mit ökologischem und sozialem Zielhintergrund Raum lässt. Eine solche integrierte Innovationsstrategie muss jedoch in wesentlichen Teilen konzeptionell erst entwickelt und fundiert werden. Bisher nimmt die Verkehrspolitik nur eine unklare Rolle zwischen Zurückhaltung und Engagement ein. Für den Bereich verkehrlicher Innovationen sind sämtliche Akteure jedoch auf den Staat als Mitgestalter der Innovationsprozesse angewiesen, der nicht nur rahmensetzend ist, sondern auch die Rolle von Intervention und Erfolgskontrolle übernehmen kann und sollte.

Verkehrspolitische Innovationsstrategien

Zielgerichtete Innovationen brauchen eine **proaktive Auseinandersetzung mit zukünftigen Entwicklungen** und langfristigen Zielen. Innovationspolitik kann hierzu beitragen, indem sie selbst Visionen, Leitbilder und Innovationsziele formuliert, Prozesse zu deren Formulierung moderiert und zur Konsensbildung führt.

Die Innovationsstrategie als Teil der Verkehrspolitik, aber auch als Teil der Industrie- und Wirtschaftspolitik gewinnt angesichts der Herausforderungen, wie der Umwelt- und Klimaprobleme, aber auch der internationalen Standortkonkurrenz und der Wachstumsschwäche der Wirtschaft zunehmend an Bedeutung. Die politischen Kulturen sind im Umgang mit Innovationen in Europa unterschiedlich. Während beispielsweise Frankreich den Weg der Strukturlenkung durch steigenden Staatseinfluss zu gehen scheint, ist die Industriepolitik in Deutschland stärker der sozialen Marktwirtschaft verpflichtet.

Eine Innovationspolitik speziell für den Verkehrssektor geht dabei über reine Forschung und Entwicklung hinaus, auch ist die einfache Überführung von Politikzielen in Marktsignale nicht ausreichend. Ebenso wenig kann Innovationspolitik bestehende Rahmenbedingungen weitgehend unverändert lassen. Eine effiziente Innovationspolitik bedarf einer breiten politischen Einbindung, der Stimulation von Netzwerken und der Bildung innovationsaffiner Cluster.

In der deutschen Gesellschaft wurde in den vergangenen Jahren ein wesentliches Erfordernis zur Verbesserung der Innovationskultur erkannt. Dazu muss der grundlegende Nutzen von Innovationen für Gesellschaft und Wirtschaft wieder bewusster werden. Dies gilt auch für den Bereich Verkehr, in dem Innovationsförderung in besonderem Maße als Zukunftsvorsorge betrachtet werden sollte. Die Instrumente der Verkehrspolitik zur Verbesserung der Innovationskultur sind vielfältig. Einige davon, wie die Förderung von Ausbildung und Weiterbildung oder die Forschungsförderung, werden im Folgenden noch angesprochen. Daneben sind gezielte Kampagnen zur Öffentlichkeitsarbeit, Förderpreise oder die Ausschreibung von Ideenwettbewerben (z. B. „Mobilität in Ballungsräumen“, „Mobilität 21“, „Jugend forscht“) gute Beispiele für eine Förderung der Innovationskultur.

Aufgaben des Staates im Rahmen einer gestaltenden Innovationspolitik

Der **Staat** hat den **institutionellen Rahmen** zu setzen. Als Rahmen werden rechtliche und ordnungspolitische Vorgaben und Hintergründe bezeichnet, unter denen der Innovationsprozess abläuft. Sie stellen voraussehbare und damit verlässliche Spielregeln dar, an die sich die Innovationsakteure zu halten haben. Die Rahmenbedingungen sind dabei äußerst vielfältig und umfassen:

- **das Wettbewerbsrecht**, das auf deutscher und europäischer Ebene einen funktionsfähigen Wettbewerb sichert, die Kreativität des Marktes gewährleistet und Innovationen antreibt. Monopole und Oligopole sind weniger innovationsträchtig. Eine Wettbewerbsintensivierung wirkt auf Senkungen der Angebotspreise und könnte einer Marktdurchsetzung innovativer Konzepte, Produkte und Dienstleistungen förderlich sein. Weiteres wichtiges Wettbewerbsselement ist die Förderung des Mittelstandes, der eine hohe Innovationsrate aufweist.
- **das Patentrecht**, das mit seinem Patentschutz dazu dient, den Pioniergewinn zu gewährleisten. Dieser ist eine wichtige Motivation für den Innovator. Gleichzeitig stellt der Patentschutz jedoch auch ein Wettbewerbshemmnis dar, da neues Wissen nur begrenzt verbreitet und mit „Sperrpatenten“ der Wettbewerb behindert wird. Um den nachfolgenden Wettbewerb zu fördern, hat der Staat eine Gestaltungsaufgabe bei der Gewährung von Lizenzen für Patente wahrzunehmen. Die Gestaltungsaufgabe liegt in der Festlegung der optimalen Patentdauer und eines fairen Lizenzpreises sowie dem Verhindern von „Sperrpatenten“
- **den freien Außenhandel**: Innovationen sind ein internationales Phänomen. Ihre Diffusion erfolgt im weltweiten Wettbewerb. Handelsschranken und Protektionismus würden dem Ver- und Ankauf von innovativen Produkten und den resultierenden Import- und Exportströmen entgegenstehen und würden die Wohlfahrt der Teilnahmeländer mindern. Andererseits besteht die Gefahr der Innovationspiraterie. Es kommt daher darauf an, den Schutz intellektueller Eigentumsrechte zu stärken. Eine Plattform könnte dafür die sog. Doha-Runde der WTO sein, die bereits seit 2001 tagt und im Zuge der Weltwirtschaftskrise 2008/2009 ins Stocken geraten ist. Hier müssen schnellstens Fortschritte erzielt werden.
- **die Stabilisierung der Finanzmärkte**, da Innovationen den Einsatz von Kapital erfordern, z. B. bei Elektromobilität, für die Batterieforschung, aber auch für die Ausrüstung der Fahrzeugflotte und das Ladestationennetz. Durch die Finanzmarktkrise leidet die Wirtschaft an einer Kreditklemme und einer unzureichenden Kapitalversorgung. Ein chronisches Problem bildet auch die Wagnisfinanzierung, die in Deutschland nicht ausreichend ausgeprägt ist. Die politische Aufgabe für die Innovationsförderung besteht darin, die Funktionsfähigkeit der Kapitalmärkte wiederherzustellen.
- **Umwelt- und Energieregulierungen**, die zur Förderung von technologischen Inventionen und ihrer Durchsetzung am Markt einen wichtigen Beitrag leisten können. Hauptansatzpunkt im Verkehrssektor sind Standards und Normen für Umweltschutz (Schadstoffe, CO₂-Emissionen) und Energieverbrauch. Durchgreifende Erfolge bei der Reduktion der Schadstoffemissionen von Pkw und Nfz konnten durch die EURO-Normen erzielt werden. Für CO₂-Emissionen werden in der EU ab 2012 Flottengrenzwerte (120 g/km) eingeführt. Im Luftverkehr gibt es seit langem eine Lärmregulierung. Um die Innovationsanstrengungen zu stärken, sollte die Politik überprüfen, ob die Standards dem technologischen Fortschritt entsprechen, und darauf achten, dass aufgrund fehlender Informationen über die technische und ökonomische Machbarkeit die Anreize nicht zu stark oder zu schwach ausfallen. Zur längerfristigen Orientierung der Industrie könnte ein Übergang zu einer dynamischen Regulierung mit einem Zeitpfad der künftigen Entwicklung der Standards erwogen werden. Auch

sind Anreize für die Industrie zu schaffen, mehr zu tun, als die Regulierung vorschreibt, so dass das Potenzial der Schadensreduktion möglichst optimal ausgereizt wird. Zu berücksichtigen ist zudem der zeitverzögerte Wirkungseintritt von Regulierungen. Daneben ist eine internationale Koordinierung anzustreben, um Trittbrettfahrerverhalten zu vermeiden.

Dennoch hat dieser Regulierungsansatz gewisse Grenzen und bedarf der Ergänzung durch andere Instrumente, wie z. B. fiskalischer Anreize.

- **fiskalische Anreize**, dienen vor allem dazu, teure Produkte mit hohen Vorlaufkosten von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu fördern und Akzeptanzhürden zu überwinden. Angesprochen sind davon die verschiedenen Akteure, die an der Marktdiffusion beteiligt sind. Die fiskalischen Instrumente können fördernd oder hemmend genutzt werden und stehen in beträchtlicher Breite zur Verfügung. Beispiele sind staatliche Prämien für den Kauf von Elektrofahrzeugen, Nachlass der Kfz-Steuer für intelligente Fahrzeugsicherheitssysteme (z. B. Dänemark), Mautspreizung nach Umweltstandards mit einem Bonus für emissionsärmere Fahrzeuge (z. B. bei der Lkw-Maut), Rabatte bei Versicherungsprämien für die Anschaffung von Fahrzeugsicherheitssystemen sowie für schadstoff- und CO₂-arme Fahrzeuge, Strafzahlungen für Automobilhersteller bei Grenzwertüberschreitungen (beispielsweise der CO₂-Grenzwerte) sowie die Staffelung der Start- und Landegebühren von Flugzeugen nach Lärmkriterien.

Bei einem Teil der Anreizprojekte konnten Erfolge nachgewiesen werden, z. B. Kfz-Steuerermäßigungen bei Einbau eines Katalysators, Staffelung der Kfz-Steuer nach EURO-Norm, Umrüstung von Nutzfahrzeugen auf schadstoffarme Antriebe durch die Differenzierung der Lkw-Maut, Umstellung der Kfz-Steuer auf CO₂-Basis. Offen ist jedoch die Frage, ob finanzielle Instrumente hinsichtlich einer Belohnung oder Belastung erfolgversprechender sind.

- **Subventionen**, als staatliche Steuererleichterungen oder Finanzhilfen, können im Einzelfall zur Innovationsstärkung genutzt werden. Damit können umweltschonende, rohstoff- und energiesparende Technologien gefördert werden. Bisher finanzieren Subventionen häufig eher Erhaltungsmaßnahmen vorhandener Technologien, was tendenziell wachstumshemmend ist. Subventionen für Forschung und Entwicklung sind bisher vom Anteil und Volumen her zu gering, um der langfristig erforderlichen Erforschung und Entwicklung innovativer Lösungen finanziell gerecht zu werden. Investitionen in neue, innovative Technologien zahlen sich unter Umständen erst in 20 bis 30 Jahren aus. Da kein Privatunternehmen über einen so „langen Atem“ verfügt, sind Subventionen gelegentlich erforderlich. Dabei ist fraglich, ob die Unternehmen mit Innovationen auf Subventionsgewährung reagieren. Allein staatliche Finanzhilfe veranlasst noch kein innovatives Verhalten. Durch Überwälzungsprozesse greifen Subventionen unter Umständen nicht zielgenau und erreichen die Zielgruppe nicht. Beispielsweise könnten Zuwendungen an ÖPNV-Unternehmen für den Kauf von Hybridbussen von den Fahrzeugherstellern über höhere Preise für die Fahrzeuge abgeschöpft werden.

Eine weitere Gefahr besteht in der Wettbewerbsverzerrung zulasten nicht subventionierter Unternehmen, wie beispielsweise von KMU, die jedoch in vielen Fällen über eine hohe Innovationsrate verfügen. Weiterhin droht die „Subventionsfalle“, wenn nach einer Anschubfinanzierung weitere Förderungen eingestellt werden. Hier wird die Frage nach der Förderdauer aufgeworfen.

Für eine direkte Projektförderung kommt beispielsweise neben steuerlichen Sonderabschreibungen, Zuwendungen, Preissubventionen auch die Bereitstellung von Wagniskapital - z. B. durch staatliche Förderbanken, wie die KfW - in Frage.

Zentrale Ansatzpunkte für eine erfolgreiche Forschungspolitik

Grundlage für erfolgreiche Innovationen sind ausgeprägte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Dabei kommt grundsätzlichen Innovationen, das sind Innovationen mit einem hohen Innovationsgrad und gleichzeitigem Wechsel von Systemgrundlagen, eine besondere Bedeutung zu. Der Staat hat dabei die Aufgabe, geeignete Rahmenbedingungen für die Forschung zu setzen, aber auch die Forschung der privaten Wirtschaft zu initiieren und zu fördern. Die Forschung stärkt die Basis für die industrielle Entwicklung und für Wirtschaftswachstum, erfüllt aber gleichzeitig auch gesellschaftliche Bedarfe (u. a. Gesundheit, Umwelt, Ernährung, Mobilität, Arbeit). Der Stellenwert von Forschung und Entwicklung ist in der Politik erkannt und steht an hervorgehobener Position im Koalitionsvertrag.

In der Forschungspolitik können die Grundlagenforschung, die Projektförderung (direkte und indirekte Projektförderung) und die internationale Zusammenarbeit unterschieden werden.

Die **Grundlagenforschung** fällt unter die institutionelle Förderung, sie ist staatlich stark subventioniert und bildet die Grundlage für die angewandte Forschung und Entwicklung. Da sie fast ausschließlich öffentlichen Nutzen stiftet, ist sie als Staatsaufgabe unbestritten, in der Gewichtung der verschiedenen Forschungsfelder ist jedoch ein Ungleichgewicht festzustellen. Die Grundlagenforschung im Bereich Verkehr sollte stärker als bisher gefördert werden. Verkehrsspezifische Themen werden in bisherigen Förderprogrammen kaum behandelt. Beispielsweise ist dieses Themenfeld in der „Exzellenzinitiative“ des Bundes oder bei den Sonderforschungsbereichen der DFG bisher praktisch nicht vertreten. Hier könnte ein spezielles Förderprogramm für den Bereich Mobilität und Verkehr gezielt greifen. Um eine größere Vielfalt an Entwicklungspfaden zu ermöglichen und um die Effizienz der für Grundlagenforschung eingesetzten Mittel sicherzustellen, ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Forschung an Universitäten, in Großforschungs- und anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen herzustellen. Die derzeitige Verschiebung weg von den Universitäten hin zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen erscheint mittelfristig problematisch.

Erfahrungen machen deutlich, dass disziplinenübergreifende Forschungen und Aktivitäten, durch die eine Prüfung der Übertragbarkeit von Grundsätzen und Methoden zwischen unterschiedlichen Disziplinen unterstützt wird, in den bestehenden Förderungsmechanismen häufig nicht berücksichtigt werden (können). Dem ist durch zusätzliche oder veränderte Evaluationskriterien entgegenzuwirken, um Innovatoren ein „Grenzgängertum“ – im Sinne eines Überschreitens von Disziplingrenzen – zu erlauben.

Mit der **Projektförderung** nimmt der Staat Einfluss auf bestimmte Forschungsaktivitäten. Diese Förderung kann indirekt, durch beispielsweise Entlastungen bei Aufwendungen, durch Zuschüsse oder Sonderabschreibungen erfolgen und ist dann unabhängig von den konkreten Inhalten der Forschungsaktivitäten. Oder sie kann direkt erfolgen und zählt dann, in der Regel, zur angewandten Forschung. Hier beteiligt sich der Staat an genau definierten Forschungsprojekten, mit dem Ziel, konkrete, umsetzbare Forschungsergebnisse in spezifischen Bereichen zu erhalten.

Dabei federt die Innovationspolitik das unternehmerische Risiko ab, gibt Planungssicherheit und schafft Anreize. Wo die Marktkräfte nicht ausreichen, um den Markteintritt und die Verbreitung von Innovationen in Gang zu bringen, kann die finanzielle Förderung von Pilotprojekten hilfreich sein. Dies sollte aber grundsätzlich nur Anlaufphasen betreffen.

Besonders sind Projekte für Systemvernetzungen zu fördern. Systemvernetzungen erfordern Innovationen und sind, vice versa, Grundlage für Innovationen. Verkehrspolitik muss entsprechend auch auf eine angemessene Gestaltung von technischen Schnittstellen und Standards hinwirken. Auch aus institutioneller Sicht sind Systemvernetzungen zu fördern. Beispielsweise

war die institutionelle Integration im Verkehr in Form der Bildung von Verkehrsbünden eine wichtige Voraussetzung für weitere innovative Entwicklungen.

Bei der **internationalen Zusammenarbeit** als drittem Ansatzpunkt stehen der Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen, die Bildung internationaler Kompetenzzentren, die Förderung der internationalen Mobilität von Forschern sowie die Forschung zur Lösung globaler Probleme im Fokus staatlicher Unterstützung.

Während die institutionelle Förderung der Grundlagenforschung und auch die internationale Zusammenarbeit allgemein akzeptiert und für notwendig erachtet werden, wird die spezifische Projektförderung teilweise kritisch gesehen.

So bedarf es für eine erfolgreiche Forschungs- und Innovationspolitik einer intelligenten Auswahl der Projekte bzw. Forschungsfelder, wofür der Staat in der Regel jedoch keine eigene technische oder ökonomische Kompetenz aufweist. Die Auswahl wird dann de facto vielfach über externe Gutachter oder über Beratergremien getroffen, was wiederum zu strukturellen Mängeln führen kann. Potenzielle Absatzmärkte werden vielfach überschätzt und Rentabilitätsschwellen nicht erreicht. Technische Ziele haben oft Vorrang vor Rentabilitätszielen. Innovationen im Verkehrsbereich sind häufig nur dort erfolgreich, wo der öffentliche Sektor selbst den wichtigsten Nachfrager für neue Technologien darstellt. Fehlentscheidungen werden im Vergleich zu privaten Projekten zum Teil zu spät oder gar nicht korrigiert. Vielfach kommt es zu einer Überkonzentration von Forschung und Entwicklung auf wenige und international gleiche Bereiche. Wenn Projekte eine Marktreife erlangen, sind die Märkte oft schon von einer schnelleren Auslandskonkurrenz besetzt. Auch tendiert die Projektförderung zur Bevorzugung von Großprojekten und Großunternehmen.

Die Forderung an die Forschungspolitik geht demzufolge dahin – so auch der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung – dass weniger Projektförderung bei Großunternehmen betrieben wird und stattdessen die Rahmenbedingungen für dezentrale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten verbessert werden.

Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Innovationspolitik sind auch im Verkehrsbereich:

- **ein leistungsstarker Bildungssektor.** Eine gute Aus- und Weiterbildung sind wichtige Voraussetzungen für die Innovationsfähigkeit. Innovationspolitik steht damit in einem engen Wechselverhältnis mit der Bildungspolitik. Aufgabe der Politik ist es, das Bildungssystem mit den Anforderungen der Wirtschaft zu verzahnen, die Rahmenbedingungen für Bildung, Ausbildung und Weiterbildung zu verbessern. Außerdem sind verstärkte Bemühungen im Sinne einer Nachwuchsförderung zu unternehmen, um das Interesse von Jugendlichen an besonders innovationsrelevanten Ausbildungsgängen zu wecken. Da Interdisziplinarität eine besondere Rolle für Innovationen spielt, sind vernetzte, interdisziplinäre Studiengänge besonders zu fördern.
- **das Wissens- und Dokumentationsmanagement.** Die Verfügbarkeit von spezifischem Wissen in innovationsrelevanten Themenfeldern ist ein wichtiges Kriterium für die Innovationsfähigkeit. Verkehrspolitik kann Instrumente schaffen und nutzen, um die Dokumentation, Archivierung, Bereitstellung und Verbreitung von Wissen zu unterstützen. Auch müssen Datenbestände, die mit erheblichen öffentlichen Mitteln erarbeitet wurden, für Forschungszwecke zugänglich sein.
- **Kooperationsförderung.** Innovationen sind oft das Ergebnis fruchtbarer fachlicher Austauschprozesse. Teilweise können auch Grundansätze und Methoden aus anderen Disziplinen sehr gewinnbringend eingesetzt werden. Innovationspolitik kann deshalb gezielt die

Wahrscheinlichkeit für Innovationen in bestimmten Bereichen erhöhen, indem sie Kontakte unter den Akteuren schafft und deren Austausch miteinander fördert. Ein Weg dazu sind Kooperationen zwischen autonomen Unternehmen, hier verstanden als dauerhafte oder projektbezogene Formen der Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen zur Erzielung von Innovationsfortschritten. Eine solche branchenübergreifende Zusammenarbeit bietet sich an, z. B. zwischen Automobilindustrie und Elektronik für eSafety-Projekte, für IT-Unternehmen zur Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Markttheoretisch sind Kooperationen eine Zwischenform von Wettbewerbslösung und Stand alone („Cooptition“). Sie bewirken eine Beschleunigung von Entwicklungen im Forschungs- und Entwicklungsbereich, eine Streuung des Risikos und geringere Ausfälle und Fehler. Industrielle Cluster können eine Innovationsstärkung nach sich ziehen. Die inzwischen vielfältigen regionalen Bemühungen zur Bildung von Kompetenzclustern im Bereich Verkehr verdienen deshalb besondere Aufmerksamkeit. Zu den Instrumenten, die einen innovationsbezogenen Austausch fördern, gehören auch Organisationen zum regelmäßigen Austausch in berufsständischen und wissenschaftlichen Vereinigungen aber auch einzelne Fachtagungen, Workshops oder „Runde Tische“. Neue Institutionen und Instrumente können für spezifische Innovationsprozesse geschaffen und gezielt eingesetzt werden.

2.2 Ziele und Aufgaben des Innovationsmanagements

Unter Innovationsmanagement wird hier eine dispositive **Gestaltung von Innovationsprozessen im Zuständigkeitsbereich des Bundesverkehrsministeriums** in seiner Rolle als Aufgabenträger im Verkehr, insbesondere als Baulastträger und bei der Gestaltung von Betriebsregelungen (z. B. StVO) und Zulassungsbedingungen (StVZO) verstanden. Es umfasst die bewusste Gestaltung nicht nur einzelner Innovationsprozesse, sondern auch der Institution(en), innerhalb derer diese Innovationsprozesse ablaufen.

Grundsätzlich werden beim Innovationsmanagement Ziele und Aufgaben angesprochen, die mit denen der Innovationspolitik eng korrespondieren. Sie sind allerdings konkreter auf die institutionellen Rahmenbedingungen und auf die begrenzten fachlichen Aufgaben und auf die Umsetzung von Innovationen in diesem Bereich abgestimmt.

Auch das Innovationsmanagement muss mit den verfügbaren Instrumenten gezielt Anstöße und Anreize für Innovationen in der Institution und für deren Aufgabenerfüllung geben und sich als Impulsgeber und Gestalter von Innovationsprozessen verstehen. Da der Schwerpunkt dieses Papiers auf der Innovationspolitik liegt, werden im Folgenden nur wesentliche Ziele und Aufgaben des Innovationsmanagements für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im eigenen operativen Verantwortungsbereich benannt. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf dem öffentlichen Beschaffungswesen, das der Staat in seiner Rolle als Aufgabenträger aktiv dazu nutzen kann und sollte, um innovative Prozesse und Produkte zu befördern. Weiter werden – nur kurz gefasst – weitere wesentliche Ziele und Aufgaben genannt.

In seiner Rolle als Aufgabenträger hat der Staat mit dem **öffentlichen Beschaffungswesen** ein wirksames Instrument in der Hand, mit dem er innovative Produkte und Prozesse einkaufen und so innovationsstimulierend agieren kann, bestehende Hemmnisschwellen potenzieller Nutzer überbrücken und eine „Türöffnerfunktion“ für andere Akteure der öffentlichen Hand und privater Unternehmer übernehmen kann. Hier kann auf die USA und Japan als Beispiel verwiesen werden. Gleichzeitig kann er innovationsbeschleunigend wirken, indem durch vorgegebene Ablieferungsfristen zeitlicher Druck aufgebaut wird. Denkbare Beschaffungspotenziale im Verkehrssektor in Deutschland wären z. B. moderne Systeme zur Verkehrsbeeinflussung, Elektro- oder Hybridfahrzeuge im ÖPNV oder Ausrüstung der Fahrzeugflotte mit Fahrzeugsicherheitssystemen im öffentlichen Sektor.

Dabei sollte die öffentliche Hand als Auftraggeber bemüht sein,

- Verzögerungen bei der Bestellentscheidung und im Vergabeverfahren zu vermeiden,
- das Anforderungsprofil an Innovationen möglichst schlank zu halten, neue Technologien nicht mit divergenten Ansprüchen zu überfrachten und auf eine Stringenz des Anforderungskatalogs mit einer klaren Rangliste zu achten,
- die Informationsversorgung des Innovationsanbieters zu optimieren, die Ausschreibung klar zu konzipieren und nicht im Nachhinein zu ändern,
- das eigene Nachfragemonopol auf dem Beschaffungsmarkt zu nutzen, um den Wettbewerb zwischen den Innovatoren zu entfachen,
- mit der Ausschreibung nicht potenzielle Anbieter zu verschrecken, sondern eine möglichst große Anzahl an Angeboten zu erzielen,
- eine Entflechtung im Beschaffungswesen durch Vergabe von Modulen an kooperierende Wettbewerber zu erreichen und so eine größere Problemlösungskompetenz zu bewirken,
- Verträge klar zu regeln und positive Anreize durch Preisgleitklauseln für eine Beschleunigung der Fertigstellung geben werden.

In Deutschland setzt sich vor allem das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für eine stärkere Nutzung des Beschaffungswesens als Instrument der Innovationsförderung ein, wobei eine Einbindung in konjunktur- und industriepolitische Ziele erfolgen sollte. Erkennbar wird dabei ein Trend zu vergabefremden Zwecken, wie Energieeinsparung, Umwelt, kleine und mittelständische Unternehmen, Sozialstandards u.a.m.

Wesentlich ist ebenfalls die **Bereitstellung von notwendiger komplementärer öffentlicher Infrastruktur**. Ein Teil der Innovationen im Verkehrsbereich erfordert zu ihrer Umsetzung eine technisch bedingte komplementäre Infrastruktur, z. B. müssen für Elektromobilität Ladestationen vorhanden sein, kooperative Fahrzeugsicherheitssysteme (u. a. automatischer Notruf, lokale Gefahrenwarnung) erfordern eine straßenseitige Kommunikationsanlage, die Verkehrsstele-matik benötigt Leiteinrichtungen. Die fehlende Infrastruktur ist oft noch ein Hemmnis für die Anwendung. Wegen der relativ hohen Kosten übt der Staat vielfach Zurückhaltung in der Infrastrukturausstattung aus. Als Organisationsmodelle kommen dafür Öffentlich-Private Partnerschaften (ÖPP) mit einer Ko-Finanzierung von öffentlicher und privater Seite in Betracht.

Weitere wesentliche Ziele staatlichen Innovationsmanagements im Verkehrsbereich werden abschließend kurz benannt:

- Erarbeiten von Visionen und Leitbildern sowie Definition von Innovationszielen für den Zuständigkeitsbereich,
- Förderung der Innovationskultur im Zuständigkeitsbereich,
- Entwicklung eines integrierten Gesamtkonzeptes des internen Innovationsmanagements,
- Förderung von Ausbildung und Weiterbildung; Sicherstellung der fachlichen Qualifikation der Mitarbeiter,
- Förderung des internen Wissens- und Dokumentationsmanagements,
- Förderung von Forschung, interdisziplinär und in den relevanten Fachgebieten (Grundlagenforschung, angewandte Forschung und Entwicklung),
- Identifikation der Anwendungsmöglichkeiten für neues Wissen im eigenen Zuständigkeitsbereich,

- Innovationsfördernde Gestaltung der Regeln zur Verteilung von Haushaltsmitteln,
- Förderung von Pilotvorhaben,
- Förderung von Zusammenarbeit in innovationsrelevanten Feldern (intern und extern),
- Monitoring und Evaluation der Innovations- und Umsetzungsprozesse und deren Wirkungen.

3. Wirkungspotenziale von Innovationen auf Verkehr, Umwelt und Wirtschaft

Innovationen im Verkehrssektor sind hinsichtlich der angestrebten Ziele eingebunden in verkehrliche, ökologische, wirtschaftliche und soziale Ziele. Ihre politische Förderung setzt voraus, dass sie nennenswerte Erfolge im Hinblick auf die definierten Ziele erwarten lassen. Tatsächlich zeigen Untersuchungen, dass hier erhebliche Potenziale zu Zielbeiträgen bestehen, deren Art und Größenordnungen kenntlich zu machen sind.

3.1 Verkehrliche und umweltbezogene Effekte

Verkehrliche Effekte werden an den Indikatoren **Effektivität und Effizienz des Verkehrssystems** identifiziert. Unter Effektivität werden verschiedene Parameter, wie die Steigerung infrastruktureller Aufnahmekapazitäten, die Verflüssigung des Verkehrsablaufs, die Reduktion von Zeitaufwendungen, die Stau- und Engpassvermeidung, die Erhöhung der Zuverlässigkeit des Verkehrssystems oder die Verringerung von Unfallzahlen subsumiert. Effizienzkriterien ergeben sich unter Berücksichtigung der Aufwände. Ansatzpunkte zur Effizienzsteigerung sind Innovationen in Technik (Fahrzeug, Infrastruktur), Informations- und Kommunikationssystemen, Organisation, Management und Verhaltensweisen. Innovationen müssen also darauf ausgerichtet sein, die Qualität der Verkehrsprozesse zu steigern, die Beanspruchung produktiver Ressourcen zu verringern, die Produktivität von Verkehr und Wirtschaft zu erhöhen und Investitionsmittel für die Infrastruktur einzusparen. Es werden die Angebotsbedingungen des Verkehrssystems, unter denen die Verkehrsprozesse stattfinden, verbessert, ohne dass eine Mobilitätseinschränkung von Bevölkerung und Wirtschaft in Kauf genommen werden muss. Mit Innovationen verbundene Effizienzzuwächse sind zudem an qualitative Verbesserungen von Verkehr und Verkehrsprozessen geknüpft.

Gesellschaftspolitische Entwicklungen, wie die steigende Bedeutung von Sicherheits- und Umweltqualitäten, sich wandelnde individuelle und gesellschaftliche Anforderungen an Mobilität und Verkehr und die in zunehmendem Maße erstarkende Diskussion um Kosten und Kostenanlastungen im Verkehr (z. B. Energieträger, Infrastrukturfinanzierung und Internalisierung externer Kosten und Effekte) befördern die Suche nach innovativen Ansätzen im Bereich Verkehr.

Im Kontext der Ziele der **Begrenzung des Klimawandels** und der **Minderung von Umwelteffekten** sind Innovationen im Verkehrssektor von besonderer Bedeutung. In die Erforschung und Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien und Energieerzeugung sowie deren Applikationen im Verkehrsbereich sollte dementsprechend weiter investiert werden. Insbesondere Straßen- und Luftverkehr mit ihren spezifischen Energieverbräuchen sind als primäre Handlungsbereiche zu identifizieren. Durch Innovationen sollen weniger Energieverbrauch, verstärkte Substitution von Mineralöl durch regenerative Energien und Verlagerungen auf emissionsarme Verkehrsträger erreicht werden. Als befördernde Faktoren sind insbesondere die durch die EU-Kommission beschlossenen 20 % Ziele bis 2020 anzusehen: Reduktion der CO₂-Emissionen,

Erhöhung der Energieeffizienz sowie Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf/um jeweils 20 %.

Dass es hinsichtlich der Effizienzsteigerung einen großen Handlungsbedarf und damit auch ein hohes Handlungspotenzial gibt, zeigen Analysen zu Stau- und Unfallkosten, die von der EU-Kommission auf 1,9 % des BIP geschätzt werden. Studien des IfV Köln (2001) sowie des BMWi (1995) veranschlagen die gesamtwirtschaftlichen Kosten von Staus für Deutschland auf jährlich 25 bis 102 Mrd. EUR und die volkswirtschaftlichen Unfallkosten des Straßenverkehrs für Deutschland auf 30 Mrd. EUR (in 2010). Dies entspricht in Bezug auf Deutschland mehr als 50 % aller verkehrsrelevanten externen Kosten. Demgegenüber haben die volkswirtschaftlichen Kosten für Lärm (12,1 %) und die Kosten des Klimawandels (14 %) in Deutschland eine weitaus geringere Bedeutung. Diese Zahlen verdeutlichen Handlungsbedarfe aber auch die Potenziale von effizienzsteigernden Innovationen, was empirische Wirkungsanalysen sowie gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kosten-Rechnungen ebenfalls belegen.

Im Folgenden sollen exemplarisch für verschiedene Handlungsbereiche Aussagen zu erwartenden und eintretenden Effekten getroffen werden.

Im Handlungsbereich

- **Verkehrstelematik** ist Schätzungen zufolge durch Innovationen eine Steigerung der Straßenkapazitäten bis zu 10 % zu erreichen und mit erheblichen Verbesserungen in der Verkehrssicherheit zu rechnen. Auch erhofft man sich einen Beitrag zur modalen Verlagerung vom MIV auf öffentliche Verkehrsmittel, der bislang jedoch eher in geringerer Größenordnung bewertet wird. Ein weiterer Effekt ist die mögliche deutliche Verringerung von Reisezeiten. So konnten in Fallstudien – z. B. durch Seitenstreifenfreigabe im Handlungskonzept „Staufreies Hessen“ - die Staudauern signifikant (um bis zu 70 %), ebenso die Stauhäufigkeiten (um minus 30 %) gesenkt werden. Außerdem haben sich weniger Verkehrsunfälle ereignet.
- **Fahrzeugsicherheitssysteme** ist ebenfalls von günstigen Nutzen-Kosten-Verhältnissen auszugehen, die die Effizienz des Verkehrssystems steigern. So können durch den Einsatz von ABS und ESP Todesfälle (minus 17 % bei ESP), schwere Personenschäden (minus 40 %) und Unfälle insgesamt (minus 30 %) signifikant verringert werden, gleiches gilt für Airbags (Reduktion der Unfallschwere um 42 %). Die Nutzen-Kosten-Verhältnisse bewegen sich zwischen 2.7 und 4.4.
- **Straßenverkehrssicherheit** lässt sich zukünftig mit einem Maßnahmenbündel die Zahl der im Straßenverkehr verunglückten Menschen reduzieren. Es ist von einer positiven Kosten-Nutzen-Bilanz auszugehen. Der wissenschaftliche Beirat hat dazu eine Stellungnahme in der Fertigstellung.
- **Mobilitätsmanagement** kann durch neue Dienste, Information und Beratung zu erheblichen modalen Verlagerungen, zu veränderter Wegeorganisation oder zur Etablierung neuer intermodaler Verkehrsverhaltensweisen beitragen.
- **Intermodalität und Interoperabilität** können Innovationen zu einer Verbesserung der Marktposition von Eisenbahn und ÖPNV führen, zu einer verbesserten Integration der Verkehrssysteme beitragen sowie Effizienzsteigerungen im Bereich Ausnutzung bestehender Infrastrukturen zur Folge haben. Die Effekte sind empirisch nachweisbar, in der Höhe aber vom jeweiligen Einzelfall abhängig. Sie haben vor allem im Schienengüterfernverkehr eine sehr hohe Bedeutung.

- **Informations- und Kommunikationssysteme im ÖPNV** können die betriebliche Effizienz wesentlich steigern und die Attraktivität des ÖPNV erhöhen, auch indem sie den Zugang zu verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln erleichtern.
- **Verkehrskostenanlastungen/-gebührengestaltungen** sei an dieser Stelle auf die Mautsysteme verwiesen, die Möglichkeiten für Mehrwertdienste (z. B. Routenwahl, Auslastungsoptimierung) eröffnen und die Produktivität von Transportgewerbe und verladender Wirtschaft steigern. Internationale Erfahrungen und Ex-Ante-Modellrechnungen verdeutlichen die hohen effektivitätssteigernden Potenziale verschiedener Mautsysteme. Von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung sind potenzielle Reduktionseffekte im Bereich Fahrleistungen, Fahrtenanzahl, Staukosten sowie Fahrzeiten. Sie leisten damit auch Beiträge zur Verbesserung der Zuverlässigkeit von Verkehrssystemen, indem Verkehre aus Spitzenzeiten in Schwachlastzeiten verlagert werden.

In Abhängigkeit von den Zielstellungen und der einzelfallbezogenen Umsetzung sind auch erhebliche Umwelteffekte messbar. Um die potenziellen Umwelteffekte zu verdeutlichen, erfolgt ebenfalls eine Diskussion für ausgewählte Handlungsbereiche.

- **Innovative Antriebstechnologien** haben das Potenzial, neben einer deutlichen Reduktion des Kraftstoffverbrauchs vor allem auch Verringerungen der Emissionen zu bewirken. Exemplarische Nutzen-Kosten-Rechnungen für Fahrzeuge mit Elektromotor (IfV Köln) veranschlagen für 2011 ein Nutzen-Kosten-Verhältnis zwischen 0,8 bis 1,4. Berücksichtigt werden dabei als Nutzen vermiedene CO₂-Kosten, Betriebskosten, Schadenskosten, Rohölimporte und CO₂-Strafzahlungen. Als Kosten wurden der Kaufpreis und die Infrastrukturkosten angesetzt. Somit erreicht die Elektromobilität die volkswirtschaftliche Rentabilitätsschwelle. Ein noch überzeugenderes Nutzen-Kosten-Ergebnis kann erst erreicht werden, wenn die Automobilindustrie - aufgrund innovativer Verbesserungen - Elektrofahrzeuge zu geringeren Kaufpreisen anbieten kann; dazu sind vor allem erhebliche Kostensenkungen bei der Herstellung von Batterien und deren Lebensdauer notwendig.

Hohe Potenziale zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen aus Kraftfahrzeugen liegen auch in radikalen Veränderungen der Verbrennungsmotoren, dem Einsatz von Hybridtechnologien sowie fahrzeugseitigen Verbesserungen (Gewicht, Reifen, Getriebe).

- **Alternative/neue Kraftstoffe** auf Basis nicht-fossiler Primärenergien verfügen neben erheblichen Potenzialen bei der Emissionsreduktion (CO₂ in Well-to-Wheel-Bilanzierung; Luftschadstoffe) auch über Potenziale hinsichtlich des Verbrauchs im Fahrzeug. Sie leiden derzeit jedoch noch unter mangelnder Wirtschaftlichkeit.
- **Emissionsminderung und Immissionsschutz** sind zentrale Aufgaben verkehrsbezogener Innovationen. Technische Innovationen in den Bereichen Fahrzeugbau und Luftfahrt haben bereits in der Vergangenheit zu erheblichen Senkungen beigetragen. Anreize zur weiteren Technikentwicklung erfolgen derzeit primär durch das Setzen von EURO-Standards 5 und 6 im Zusammenwirken mit finanziellen Belohnungen im Steuerrecht sowie durch Verbesserungen an den Kraftstoffen. Weiterer Handlungsbedarf besteht sowohl bezüglich NO_x-Emissionen und Feinstaub, als auch hinsichtlich Lärmemissionen, die alle zur Beeinträchtigung von Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen beitragen. Neben technischen Innovationen, die im Bereich Emissionsminderung von herausragender Bedeutung sind, haben in diesem Bereich aber auch organisatorische und prozessbezogene Innovationen wesentliche Reduktionspotenziale. So können beispielsweise auch Maßnahmen zur Beeinflussung der Verkehrsnachfrage (z. B. Verkehrsmittelwahl, Fahrgemeinschaften, Wahl des Abfahrtszeitpunkts), der Netzbeeinflussung (Beeinflussung der Routenwahl, Zufahrtbeschränkungen) und der Verkehrsflussoptimierung (z. B. Koordinierung von Lichtsig-

anlagen, Geschwindigkeitsbeeinflussung) zu einer Verringerung der Emissionen sowie zu einer besseren räumlichen und zeitlichen Verteilung von Immissionen führen.

Innovationen mit positiven Klima- und Umweltwirkungen leisten einen nicht unerheblichen Beitrag zur Senkung der externen Kosten des Verkehrs, deren Anlastung an die jeweiligen Verkehrsvorgänge ein wichtiges Ziel der europäischen Verkehrspolitik darstellt. Die externen Umwelt- und Klimakosten werden für Deutschland in den nächsten 50 Jahren auf bis zu 800 Mrd. EUR geschätzt. Wenn es gelingt, die externen Schäden durch Innovationen zu senken, wird das Kostenvolumen geringer und damit auch das Ausmaß potenziell zu internalisierender externer Kosten. Damit wird der aus der Bepreisung möglicherweise resultierende Mobilitätsverlust abgeschwächt. Gleichzeitig steigen aber die vom Fahrzeugnutzer zu tragenden Kosten für Fahrzeug und Kraftstoff.

Die eher singulären Ergebnisse hinsichtlich der verkehrlichen und umweltbezogenen Effekte sind Ausdruck der Tatsache, dass sowohl Ex-Ante-Abschätzungen wie aber auch Ex-Post-Evaluationen von Innovationen bisher nicht hinreichend systematisch durchgeführt werden. Für beispielhafte Vorgehensweisen einer Evaluation kann auf Großversuche wie „Verkehrsberuhigung“ und „Tempo 100“ oder auf die Begleituntersuchungen zum Handlungskonzept „Staufreies Hessen“ hingewiesen werden. Die Schwierigkeiten und Hemmnisse einer konsequenten Evaluation werden am Beispiel der vom BMBF geförderten Leitprojekte „Mobilität in Ballungsräumen“ deutlich.

3.2 Industrie- und wirtschaftspolitische Effekte

Innovationen sind ein **zentrales Objekt der Industriepolitik** und können einen Beitrag zu wirtschaftspolitischen Zielen leisten. Der gegenwärtige Bundesverkehrsminister hat einen besonderen Schwerpunkt auf die Industrie- und Wirtschaftspolitik gelegt. Die Weltmarktposition der deutschen Industrie soll gestärkt, der Wirtschaftsstandort Deutschland gefestigt werden. Potenzielle Zielkonflikte zwischen Wachstum und Umwelt sollen durch effiziente, saubere und sichere Verkehrstechnologien beherrschbar werden.

- Die **Wachstumsgenerierung** setzt eine Erhaltung und Förderung der Mobilität von Bevölkerung und Wirtschaft voraus. Mobilität fördert die Arbeitsteilung, diese bewirkt Kostensenkungen und Produktivitätssteigerungen. Innovationen können dazu beitragen, dass Mobilitätswachstum zu erheblichen Teilen umwelt- und energieschonend abgewickelt werden kann.
- Innovationen steigern den technischen Fortschritt. Dieser ist neben Arbeit und Kapital der dominierende **Wachstumsfaktor**. Nach Berechnungen der Deutschen Bundesbank (2006) gehen 60 % des BIP-Wachstums in Deutschland auf das Wirken des technischen Fortschritts zurück.
- Innovationen tragen dazu bei, die **Beschäftigung** zu steigern und die Arbeitslosigkeit zu verringern. Investitionen in innovative Technologien haben einen Multiplikatoreffekt und steigern die Beschäftigung um ein Mehrfaches. Eine Schätzung der Beschäftigungseffekte in der ESP-Herstellung geht für die EU-25 im Jahr 2010 von 9,5 Mio. Pkw aus, die mit ESP ausgestattet sind. Daraus folgen direkt und indirekt Beschäftigte in Höhe von 23.000 Personen. Bei den geschaffenen Arbeitsplätzen handelt es sich mehrheitlich um hochqualifizierte Beschäftigungsverhältnisse.
- Innovationen steigern die **Wettbewerbsfähigkeit** der deutschen Industrie und stärken den Wirtschaftsstandort Deutschland. Der Nachfrageeffekt kann dazu beitragen, eine u. U. existierende Absatzstagnation zu überwinden. Dies ergibt sich aus einem schnelleren Rhythmus der Ersatzbeschaffung durch einen Umstieg der Nachfrager auf innovative Produkte.

Durch eine solche Nachfrageexpansion kann ein langfristiger Aufschwung der Industrie eingeleitet werden. Damit geht ein weiterer Innovationsimpuls im Bereich der Rohstoffwiederverwertung (Recycling) einher. Um den Standort Deutschland zu verteidigen, muss die Industrie die Kostenvorteile des Auslandes durch eigene Produktivitätssteigerungen so weit wie möglich auffangen. Dies kann durch Innovationen erreicht werden. Gerade für die deutsche Industrie in einem Hochlohnland bietet die technologische Führerschaft langfristige Marktchancen.

- Die deutsche Wirtschaft weist eine überaus starke **Exportabhängigkeit** auf. Ein Beispiel ist die Automobilindustrie. Von der inländischen Pkw-Produktion in Höhe von 5,7 Mio. Einheiten werden inzwischen 4,3 Mio. Einheiten exportiert. Darüber hinaus haben andere Länder inzwischen einen strukturellen Nachfragewandel vollzogen und verlangen z. B. von den Automobilprodukten Energiesparsamkeit, Klimafreundlichkeit und Fahrzeugsicherheit. So sind Innovationen ein entscheidender Erfolgsfaktor auf manchen Märkten in Übersee.
- Von Innovationen gehen **Spin-off-Effekte** (Spill over) aus, die auf andere Branchen übergreifen. Diese schlagen sich als Kostensenkung oder Steigerung der Absatzmöglichkeiten nieder. Ein Beispiel hierfür ist das Transrapid-Projekt, von dem vielfältige Spin offs erwartet wurden: Anwendung der Steuerungstechnik und Elektronik des Transrapids auf andere Großanlagen, Regeltechnik für Schienenfahrzeuge, moderne Werkstoffe für den Fahrzeugbau, neue Fertigungsmethoden für die Bauindustrie sowie Systemengineering im Automotivbereich.

4. Risiken und Hemmnisse von Innovationen

Die Umsetzung von Inventionen in Innovationen und damit die Marktdurchsetzung trifft vielfach auf **Hemmnisse und Widerstände** und beinhaltet zum Teil erhebliche **Risiken**. Dieses Konglomerat von Schwierigkeiten kann zu Innovationsinsuffizienz oder -blockaden führen. Dass dieses Problem relevant ist, zeigt der Deutschland-Bericht der OECD (März 2010). Darin wird festgestellt, dass Deutschland beträchtliche Innovationsdefizite aufweist und seine Exporterfolge künftig stärker auf Innovationen gründen muss.

Risiken liegen unter anderem in den folgenden Gegebenheiten:

- Innovationen erreichen unter Umständen nur **geringe Marktdurchdringungsraten**. Die Diffusion erfordert möglicherweise lange Zeiträume. Der Erfolg trifft nicht wie erhofft ein.
- Bei **eingeschränktem Wettbewerb** durch oligopolistische Marktmacht erlahmt die Innovationstätigkeit. Patente für Innovationen können in Einzelfällen eine Marktzutrittsbarriere sein und die Verbreitung von Innovationen behindern oder verhindern.
- Aufgrund **nicht vorhandener Standards** bestehen Unsicherheiten, Investitionen unterbleiben und möglicherweise setzt sich durch falsch gewählte Standards eine unterlegene Technologie durch.
- Im **Vertrauen** auf das Entlastungspotenzial von Innovationen können Infrastrukturanstrengungen **nachlassen** und eine Reduktion der investiven Finanzmittel bewirken.
- Durch verbesserte und effizientere Technologien im Kraftfahrzeug-Bereich kann unter Umständen – bei (weiteren) komparativen Vorteilen im motorisierten Individualverkehr – weiterer **Verkehr induziert** werden.

Für die staatliche Innovationsförderung stellt sich daher die Aufgabe einer **Risikopolitik**, indem der Innovationsprozess begleitet wird, Risiken identifiziert und gegebenenfalls ergänzend durch eine gestaltende Innovationspolitik abgemildert werden.

Barrieren für die Entfaltung bzw. Durchsetzung von Innovationen sind Ereignisse oder Hemmnisse, die die Umsetzung einer Innovation verzögern, verhindern oder nur bis zu einem bestimmten Grad zulassen. Diese Hemmnisse können dazu führen, dass eine bestimmte Innovation von vornherein nicht angegangen wird oder der Innovationsprozess weniger effektiv wirkt, was die Akzeptanz und Wirkung der Innovation negativ beeinflussen kann.

Mit folgenden **potenziellen Hemmnissen** muss u. a. gerechnet werden:

- **Mangelnde Systemintegration:** fehlendes Gesamtkonzept, fehlende Standards für Funktionen und Schnittstellen.
- **Mangelnde Finanzierungsmöglichkeiten:** zu hohe Systemkosten, Finanzknappheit bei Aufgabenträgern, zu lange Investitionszyklen und Planungsphasen gegenüber kurzen Entwicklungszyklen der Technik. Kosten und Nutzen entstehen bei unterschiedlichen Beteiligten. Es fehlen geeignete Finanzierungsinstrumente, um dies auszugleichen.
- **Mangelnde Qualität:** Fehlende Marktreife; mangelnde Wirksamkeit, Zuverlässigkeit, Nutzerfreundlichkeit, mangelndes Qualitätsmanagement, unzureichende Berücksichtigung aller Betroffenen.
- **Mangelnde Kenntnisse über die Wirkungen:** unzureichende Ermittlung der langfristigen Wirkungen, Orientierung am technisch Machbaren anstatt an gesellschaftlichen Zielen, unzureichende Abstimmung mit anderen Planungszielen.
- **Mangelnde Akzeptanz durch Nutzer:** unzureichende Nachfrage, keine Überführung in Nutzerrouninen, mangelnde Informationen (Nutzen-, Qualitäts- und Preiskenntnis).
- **Mangelnde Akzeptanz durch Aufgabenträger** und Verkehrsunternehmen: Risikoaversion, Marktinteressen an konkurrierenden Systemen, Ausrichtung des Handelns nur auf kurzfristig erzielbare Nutzen.
- **Mangelnder Datenschutz:** Datenübertragung z. T. Bestandteil des Innovationsprojektes, Sicherung der Datenübertragung, rechtliche Rahmenbedingungen des Datenschutzes, Nutzeranforderungen an Datenschutz.
- **Ökonomisch kurzsichtiges Verhalten** vieler Marktteilnehmer: Vielfach werden Amortisationszeiten für (Mehr-)Investitionen gefordert, die es nicht erlauben, die Mehrkosten verbrauchssenkender Techniken in den Preisen weiter zu geben. Bereits als serientauglich bekannte Möglichkeiten werden daher nicht umgesetzt.

Dabei wirken die Hemmnisse unter Umständen stark selektiv: so sind KMU stärker von Hemmnissen betroffen als Großunternehmen, was besonders paradox erscheint, da es gerade die KMU sind, die überdurchschnittliche Innovationsraten aufweisen und auf die im Strukturwandel die meisten Hoffnungen gesetzt werden. Festzuhalten ist jedoch auch, dass Hemmnisse stets in der Natur von Innovationen liegen: hohe und schwer unter Kontrolle zu haltende Kosten und unsichere Erträge sind quasi innovationsimmanent. Daneben haben externe Hemmnisse eine hohe Bedeutung als Ursache für einen gänzlichen Verzicht auf Innovationsprojekte. Handlungserfordernisse bestehen im Bildungssystem und in der Beseitigung der Unterfinanzierung von Bildung und Forschung. Das gesellschaftliche Innovationsklima, die Wettbewerbsbedingung/Regulierung können weitere Hemmnisse für die deutsche Innovationspolitik darstellen (vgl. Kapitel 2).

Überwindung von Innovationshemmnissen

Zur Überwindung der Hemmnisse sind Maßnahmen bei den verschiedenen Akteuren von Innovationen zu entwickeln und umzusetzen. Adressaten sind Industrie, Staat, gewerbliche Organisationen, Verkehrsunternehmen, Versicherungen, aber auch potenzielle Kunden.

Um Innovationspolitik effizienter gestalten zu können, sind Kenntnisse über die Hemmnisse und Barrieren unabdingbar. Diese lassen sich grob in kontext- und prozessbezogene Hemmnisse unterscheiden. Zu der Gruppe der **kontextbezogenen Hemmnisse** gehören Barrieren

- **institutioneller Art:** Umsetzungsprobleme infolge zu berücksichtigender institutioneller Vorschriften oder Strukturen. Die Hürden für die Realisierung liegen in Ressortdenken, Ressortabschottungen, fehlendem Wille zur Interdisziplinarität und/oder dem Verhaftetbleiben in herkömmlichen Denk- und Handlungsstrukturen, die Innovationen behindern.
- **finanzieller Art:** Umsetzungsverzögerungen oder -gefährdungen infolge fehlender Mittel für das Innovationsvorhaben oder für die Beteiligung wichtiger Partner, sowie Einschränkungen des finanziellen Rahmens durch fehlendes Risikokapitel.
- **rechtlicher Art:** Umsetzungsschwierigkeiten oder -verzögerungen aufgrund der erforderlichen Berücksichtigung genehmigungs- und planungsrechtlicher Vorgaben.

Änderungen dieser Kontextbarrieren setzen den Einsatz von Politik und Verwaltung sowie die Änderungsbereitschaft der Gesetzgeber voraus. Gleichzeitig sind diese Änderungsprozesse (Gesetzesänderungen, Änderungen eingeführter Normen, Richtlinien, Empfehlungen) meist sehr zeitaufwendig und können Innovationsprozesse erheblich verzögern.

Die Gruppe der **prozessbezogenen Hemmnisse** umfasst insbesondere Schwierigkeiten bei:

- **Managementaufgaben** (Regelung und Steuerung von Zuständigkeiten und Abläufen, Abstimmungen, Ressourcenbereitstellung, Zeitplanung...),
- **Kommunikations- und Beteiligungsprozessen.**

Prozessbarrieren für die Umsetzung innovativer Verkehrsprojekte sind dadurch wirksam, dass die fachlichen Qualifikationen der Mitarbeiter begrenzt sind, Informationen fehlen oder unvollständig sind. Gleiches gilt für fehlende Handlungsbereitschaft sowie für eine fehlende „Innovationskultur“ - mit einer Akzeptanz möglicher Misserfolge. Aber auch das Verharren in bewährten Fachvorstellungen kann hemmend wirken.

Zur – zumindest teilweisen – Beseitigung sind potenzielle Barrieren möglichst zu Beginn des Innovationsprozesses zu identifizieren. Ziel einer erfolgreichen Innovationspolitik muss es daher auch sein, einen Handlungsrahmen zu schaffen, innerhalb dessen Barrieren möglichst frühzeitig aufgedeckt und beseitigt werden. Dabei sind die Besonderheiten der spezifischen Innovationsprojekte zu beachten, hinsichtlich Rahmenbedingungen, Planungs- und Maßnahmenansätzen und beteiligten Akteuren oder Finanzierungsconstellations.

Als Erfolgsfaktoren bei der **Überwindung von Hemmnissen** können gelten:

- **Promotoren**, bzw. so genannte „Kümmerer“. Promotoren sind Personen, politische Entscheidungsträger oder einflussreiche Unternehmer, die Innovationen fördern und bewerben. So können die öffentliche Aufmerksamkeit gefördert und die gesellschaftliche Auseinandersetzung frühzeitig eingeleitet werden.
- Sinnvoll genutzte **Politik- und Zeitfenster**. So können sich politisch, gesellschaftlich und zeitlich günstige Constellations fördernd für Innovationen erweisen.

- **Motivation und Qualifikation:** hoch qualifiziertes Fachpersonal mit Willen und Fähigkeit zur interdisziplinären Arbeit und zur Kooperation sowie Investitionen in die Ressource Personal spielen bei der Überwindung von Hemmnissen eine wichtige Rolle und können durch gezielte Weiterbildung und Förderung aktiv unterstützt werden.
- **Geeignete Organisationsstrukturen:** Innovative Projekte im Bereich Verkehr erfordern entsprechend angepasste Organisationsstrukturen. Dafür können – ggf. zeitlich befristet – speziell eingerichtete Arbeitsgruppen mit entsprechenden Kompetenzen förderlich sein, um die Durchgängigkeit der Verantwortung für Planung, Ausführung, Monitoring und Evaluation sicherzustellen, wesentliche Angelegenheiten zu bündeln und gleichzeitig die Abstimmung der am Innovationsprozess Beteiligten zu koordinieren. Innovationsfördernd sind transparente Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten.

Handlungsansätze zur Begrenzung der von Hemmnissen und Barrieren ausgehenden negativen Wirkungen müssen Bestandteile von Innovationsmanagement und Innovationspolitik sein. Im Rahmen verkehrsrelevanter Innovationsförderung kommt hierbei dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung eine Führungsrolle zu.

5. Innovationsfelder im Verkehr, Beispiele für Road Maps

Im Verkehrssektor bieten sich vielfältige Innovationspotenziale und Ansatzpunkte einer aktiven und gestaltenden Innovationspolitik. Dies gilt für alle Verkehrsträger (Straße, Schiene, Luft, Wasserstraße), für Personen- und Güterverkehre, für individuelle und kollektive Verkehre sowie für motorisierte und nicht-motorisierte Verkehre. Innovationspotenziale betreffen

- die Fahrzeugtechnik, z. B. neue Antriebe, Fahrzeuge und Fahrzeugkonzepte, Fahrzeugsicherheitsysteme, neue Werkstoffe und Fertigungstechnologien,
- Infrastruktur und deren Nutzung,
- Informationen für die Navigation, Kommunikation und Überwachung des Verkehrs, Verkehrstelematik,
- Verkehrssicherheit,
- Mobilitätsmanagement, z. B. intermodale Dienste, Information und Beratung,
- Organisation und Zuständigkeiten sowie Finanzierungssysteme des Verkehrs.

Hinzu kommen Innovationen von Konzepten und Verfahren: z. B. Überprüfung bisheriger Ziel-funktionen im Verkehrssystem auf Aktualität (Reisezeit, Reisekomfort, Full-Service mit Vor- und Nachlauf, Gebühren/Entgelte, Klimaschutz, Ressourceneffizienz).

Inventionen und Innovationen im Verkehrsbereich sind vielfach und für sämtliche Verkehrsträger vorhanden. Problematisch ist weniger eine mangelnde Inventionsdynamik sondern vielmehr die mangelnde Diffusion von Innovationen.

Ausgewählte Strategiepfade der einzelnen Verkehrsträger werden im Folgenden mit ihren Voraussetzungen, Wirkungen, Einführungsbedingungen usw. exemplarisch dargestellt und diskutiert. Es wird Forschungs- und Entwicklungsbedarf gleichermaßen dargestellt, wie notwendige flankierende Strategien der Umsetzung und Durchsetzung sowie der Vermeidung bzw. Begrenzung risikobehafteter Nebenwirkungen.

5.1 Die künftige Rolle von elektrischen Antrieben mit Batterien für Straßenfahrzeuge

Der Nationale Strategieplan Elektromobilität verfolgt das ambitionierte Ziel, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge in den Verkehr zu bringen. Dies erfolgt vor dem Ziel einer Reduktion der CO₂-Emissionen aus dem Gesamtverkehr und der Schaffung größerer Unabhängigkeit vom Rohöl, der Reduktion lokaler Lärm- und Schadstoffemissionen, aber auch der industriepolitischen Effekte einer Förderung der Technikentwicklung im Bereich Batterien-/Speichertechnik, Elektromotore, Hybridmotore sowie Management von dezentraler Elektrizitätserzeugung.

Elektrische Antriebe für Straßenfahrzeuge bieten ein hohes Drehmoment und eine angenehme Leistungsentfaltung, sie sind lokal emissionsfrei und leise. Sie sind nicht auf flüssige Kohlenwasserstoffe als Kraftstoff angewiesen. Diese Vorteile haben dazu geführt, dass sie in der Frühzeit der Motorisierung bis ca. 1920 einen hohen Marktanteil (bei geringen Gesamtstückzahlen) hatten. Die Fortschritte bei den Hubkolbenmotoren haben später jedoch zu einem fast vollständigen Verschwinden der BEV (battery electric vehicle) geführt. Es wurden aber immer wieder Versuche der Wiederbelebung dieser Technik unternommen. Ab 1990 machte der US-Bundesstaat Kalifornien den Verkauf eines Anteils von Zero Emission Vehicles zur Voraussetzung dafür, dass ein Hersteller überhaupt Pkw verkaufen darf. Wichtiges Motiv war hier neben der lokalen Luftreinhaltung die Absicht die heimische Industrie nach dem Ende des Rüstungsbooms bei der Entwicklung neuer Märkte zu unterstützen. Da Kalifornien zu den größten Kfz-Märkten weltweit zählt, wird seither von allen großen Automobilfirmen mit erheblichem Aufwand an BEV und Brennstoffzellenfahrzeugen gearbeitet. Auch in Deutschland wurde 1992 – 1995 auf Rügen ein Großversuch unternommen, der aufgrund unzureichender Fahrzeugeigenschaften (Reichweite, Lebensdauer der Batterie) keinen sonderlichen Erfolg hatte.

Die chinesische Regierung betreibt im Rahmen des aktuellen 5-Jahres-Plans ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm einschließlich Felderprobungen zur Förderung von Elektrofahrzeugen. Dabei sind Umweltgesichtspunkte, die Verfügbarkeit von Rohöl und industriestrategische Überlegungen wichtig.

Ein Nebenaspekt bei der Beförderung der BEV ist dabei auch die Möglichkeit, mit dem Netz verbundene Elektrofahrzeuge als steuerbare Verbraucher zu nutzen; damit soll „überschüssiger“, nachts erzeugter Grundlaststrom – insbesondere von Kernkraftwerken – besser nutzbar gemacht werden. Dieselbe Grundidee wird derzeit in USA und Deutschland mit umgekehrtem Vorzeichen verfolgt: Elektrofahrzeuge sollen regenerativ erzeugten Strom dann aufnehmen, wenn er sonst nicht verbraucht werden kann und ihn wieder ins Netz zurückspeisen, wenn er nicht zur Verfügung steht („vehicle to grid“). Einige der Wellen des Interesses am BEV wurden zusätzlich durch Verbesserungen der technischen Möglichkeiten, speziell bei Hochleistungsbatterien motiviert.

Das über Funktion und Wirtschaftlichkeit entscheidende Bauelement von BEV ist die Batterie. Sie bietet die Möglichkeit, die hochwertigste Form von Energie - Elektrizität - mit relativ geringen Verlusten zu speichern und wieder abzurufen. Sie ermöglicht daher im Fahrzeug vielfältige Verbesserungen der Energienutzung. Die Energiedichte (in kWh/l und kWh/kg) elektrischer Speicher konnte beträchtlich gesteigert werden, dennoch ist nur mit Mühe eine Reichweite von > 150 km möglich. Batterien altern und verschleßen durch Lade-Entlade-Zyklen. Lithium-Ionen-Batterien erreichen nur in einem relativ engen Temperaturfenster ihre maximale Leistungsfähigkeit. Die Batterie eines BEV macht auch künftig einen erheblichen Teil der Fahrzeugherstellungskosten aus und verursacht unter derzeitigen Bedingungen einen deutlich höheren Fahrzeugpreis als ein funktional vergleichbares, konventionell betriebenes Fahrzeug. Selbst unter optimistischen Annahmen verursacht ein BEV dem Nutzer über die Nutzungsdauer einige 1.000 Euro höhere Kosten als ein funktional vergleichbares, konventionell angetriebenes Fahrzeug.

Es werden vielfältige Bemühungen unternommen, die Limitierungen durch die Batterie in ihrer Wirkung auf das Fahrzeug abzuschwächen. Einerseits werden die Fahrwiderstände durch Leichtbau und Reifen mit vermindertem Rollwiderstand optimiert. Andererseits werden sekundäre Energieverbraucher im Fahrzeug wie Lüftung, Heizung, Klimatisierung, aber auch die Temperierung der Batterie teilweise radikal neu konzipiert. Die Rückgewinnung von Bremsenergie wird perfektioniert.

Diese Beurteilung kann sich dann ändern, wenn Kostenanlastungen für Straßenbenutzungen stärker auf die lokalen Emissionen und auf CO₂-Emissionen abstellen („emissionsabhängige Straßenbenutzungsgebühren“). Die funktionalen Nachteile von BEV relativieren sich, wenn beispielsweise die Fahrzeugbenutzung nicht mehr oder nur noch teilweise mit dem Fahrzeugbesitz korrespondiert, sondern stärker verkehrszweckabhängig erfolgt. Vor diesem Hintergrund teileräumlicher Zulassungsbedingungen und Kostenanlastungen sowie eines verkehrszweckspezifischen Fahrzeugeinsatzes ist eine erweiterte Nachfrage nach Fahrzeugen mit Elektroantrieb denkbar. Dies betrifft auch elektrisch angetriebene Zweiräder.

Angesichts dieser Einschränkungen rein elektrisch angetriebener Fahrzeuge sollten daneben noch andere Wege verfolgt werden, die die Vorteile elektrischer Systeme im Fahrzeug nutzen. Zahlreiche Konzepte für Hybridantriebe weisen in diese Richtung. Der derzeit ablaufende Suchprozess bei Invention und Innovation kann damit zu Lösungen führen, die eine Integration von elektrischen und verbrennungsmotorischen Antrieben enthalten.

Vor dem Hintergrund der skizzierten technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen sind folgende Trends zu erwarten:

- Im Pkw-Bereich werden BEV dann einzelwirtschaftlich und energetisch annähernd sinnvoll, wenn sie für die tägliche, mit nicht zu langen km-Leistungen verbundene Nutzung eingesetzt werden können. Die Größe der Batterie ist darauf abzustimmen. Untertägiges Nachladen kann sinnvoll sein, um ihre Größe zu minimieren. Am ehesten sinnvolle Einsatzgebiete für BEV sind leichte und mittelschwere Verteilerfahrzeuge (KEP), Taxis im Stadtbetrieb und ähnliche Flotten, aber auch Kurzstreckenfahrten im lokalen Berufs-, Einkaufs- und Freizeitverkehr.
- Leichtfahrzeuge bieten sich für elektrische Antriebe an (z. B. Pedelec, Elektroscooter). Es ist noch nicht absehbar, ob sich in Europa neue Fahrzeugkategorien entwickeln werden. Hier besteht aber hinsichtlich Nutzerakzeptanz, technischer Komponenten, Sicherheit und möglichen Einsatzbereichen Forschungsbedarf, der zu weiteren Innovationen führen kann.
- Die Batterie von BEV muss über das elektrische Netz geladen werden. Zeitpunkt und Leistung des Ladens können in praktischen Grenzen frei gewählt werden. Auf diese Weise können sie eine Rolle im Management der Netzlast spielen. Dazu bedarf es hinsichtlich Technik, Netzmanagement, Organisation, Lade-/Entladestationen und deren Technik sowie Betrieb weiterer innovativer Komponenten.
- BEV müssen auf geringste Fahrwiderstände, maximale Rückspeisung von Bremsenergie und minimalen Verbrauch für das Fahrzeug selbst ausgelegt werden. Hier sind noch erhebliche Verbesserungen möglich. Die funktionalen Zusammenhänge sind noch nicht ausreichend bekannt, eine systematische Optimierung ist noch nicht erfolgt. Die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen der OEM und ihrer Zulieferer sollte durch Arbeiten an unabhängigen Stellen ergänzt werden, um dem vorschnellen Verwerfen von ungewöhnlichen Optionen vorzubeugen. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden zum großen Teil auch auf Fahrzeuge mit konventionellem oder Hybridantrieb übertragbar sein.
- Die Kombination von konventionellem Antrieb mit elektrischen Komponenten kann zu einer erheblich verbesserten Effizienz des Gesamtsystems führen. Solche Hybridantriebe wer-

den derzeit in zahlreichen Varianten analysiert und teilweise mit Serienabsicht entwickelt; einige sind bereits auf dem Markt. Auch hier ist es zweckmäßig, die Größe des elektrischen Speichers zu minimieren. Erste Serien-Pkw zeigen keinen Effizienzvorteil im Vergleich zu vergleichbaren modernen Dieselfahrzeugen. Bei Stadtbussen ergeben sich unter bestimmten Bedingungen klare Vorteile. Derzeit sind aber nicht alle, die Effizienz beeinflussenden Zusammenhänge in Kraftfahrzeugen ausreichend bekannt; technische Realisierungen für deren Gestaltung müssen noch gefunden werden.

Auch Hybridfahrzeuge kann man für das Nachladen der Batterie aus dem Netz auslegen. Die Eignung, Nutzerakzeptanz und Effizienz sind hier noch zu untersuchen. Mit Hybridantrieben lassen sich in manchen Anwendungen klare Vorteile erreichen. Die optimale Auslegung solcher Antriebssysteme auf den jeweiligen Verwendungszweck könnte zusätzliche Potenziale erschließen.

- Schwere Langstreckenfahrzeuge (Lkw, Reisebusse) können nicht von Elektromobilitäts-techniken profitieren. Batterien bieten dazu nicht genügend Energieinhalt, PEM-Brennstoffzellen benötigen Wasserstoff als Endenergie, der nur schwer gespeichert werden kann; zudem skaliert die Membranfläche mit der maximalen Leistung, die spezifischen Kosten sinken daher auch bei großen Leistungen nicht wesentlich. HT-Brennstoffzellen können zwar aus Diesel gewonnenes Gas verwerten, sind dann aber nicht emissionsfrei. Konzepte zu „luftatmenden Null-Emissionsantrieben“ sind denkbar, aber bisher nirgendwo eingehender untersucht worden. Hier ist also Forschung mit dem Ziel weiterer Inventionen erforderlich.

Nur auf der Basis einer qualifizierten Evaluation kann der Hypothese begründet entgegnet werden, dass die Erzeugung des Stroms mit dem deutschen Energiemix für BEV zu höheren CO₂-Emissionen führt als der Betrieb eines modernen Pkw mit Hubkolbenmotor.

Die Vielzahl der Unsicherheiten hinsichtlich technischer Komponenten und deren Effizienz, der Nutzer-/Käuferakzeptanz, der Organisations- und Betriebsformen, der Trägerschaft wie auch der Ausgestaltung der Ladestationen – z. B. auf Privatgrundstücken und/oder im öffentlichen Straßenraum – lassen vertiefende Nutzen-Kosten-Betrachtungen und vor allem Ex-Post-Evaluationen erforderlich erscheinen. Die derzeit laufenden Flottenversuche werden dazu einigen Aufschluss geben, die aber aufgrund der geringen Fallzahlen nur bedingt geeignet und nicht leicht verallgemeinerbar sind. Im Zusammenwirken von Bundespolitik, Kommunen, Wirtschaft und Wissenschaft sind hier Bedingungen zu schaffen, die übertragbare Ergebnisse liefern.

Hohe Bedeutung für eine Marktdurchdringung hat zu allererst die Verbesserung der Batterie als zentralem Element des Systems. Weiter müssen infrastrukturelle, technische, organisatorische, planungs- und wegerechtliche Probleme der Bereitstellung von Ladestationen und/oder Ladesäulen im öffentlichen Straßenraum sowie der Aufbau von Batteriewechselstationen gelöst werden. Andererseits eröffnen der Einsatz und die Verbreitung von Elektrofahrzeugen Chancen zur Verbesserung von Stadtraumqualitäten durch entfallende Schadstoff- und Lärmemissionen, möglicherweise auch durch geringere Flächenbedarfe, wenn sich ein Trend zu kleineren Fahrzeugen ergibt. Dem gegenüber steht die Sondernutzung durch Ladestationen. Hier mag sich ein Konflikt mit anderen Raumsprüchen ergeben.

5.2 Satellitennavigationssystem „Galileo“

Ein innovatives Handlungsfeld, das zu einem leistungsfähigen, sicheren, umweltverträglichen und wirtschaftlichen Verkehr beitragen soll, wird in „Intelligenten Verkehrssystemen“ gesehen.

Mit dem europäischen, satellitengestützten Funknavigationssystem „Galileo“ soll ein wesentlicher Beitrag dazu geleistet werden, innovative Anwendungen im Verkehr zu ermöglichen.

Derzeit existieren im Segment der Satellitennavigation das marktführende amerikanische „**Global Positioning System**“ (kurz: GPS) sowie sein russisches Pendant, das „**Global Navigation Satellite System**“ (kurz: GLONASS). Sowohl das GPS als auch das GLONASS wurden aus militärischen Motiven heraus entwickelt und können zu diesen Zwecken (z. B. im Verteidigungsfall) jederzeit für andere Nutzer (z. B. Verkehrsteilnehmer) manipuliert werden. Daher wurde bereits in den frühen 1990er Jahren der Entschluss von der Europäischen Kommission gefasst, ein ziviles und unabhängiges europäisches Satellitennavigationssystem zu errichten, das zudem eine Verbesserung zu den bereits etablierten Systemen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Erreichbarkeit bieten soll.

Da sich Galileo im Gegensatz zu GPS und GLONASS unter ziviler Kontrolle befinden wird, soll zum einen ein zuverlässiges, kontinuierliches und garantiertes Signal zur Verfügung stehen. Zum anderen soll eine bessere Ortungsgenauigkeit von wenigen Metern bis, je nach gewähltem Dienst, in den Zentimeterbereich erreicht werden. Dies wird durch eine höhere Anzahl an zur Verfügung stehenden Satelliten im Galileo-System bewerkstelligt, wodurch letztlich die Funktionsfähigkeit des Systems auch unter extremen Bedingungen (z. B. in Hochhausschluchten) und in entlegeneren Gebieten der Erde (z. B. Länder höherer Breitengrade) gewährleistet werden soll. Die Systemzuverlässigkeit und Anwendungsmöglichkeiten sollen zudem durch die Kompatibilität zum GPS gesteigert werden.

Galileo bietet außerdem eine eigenständige Integritätsfunktion, welche den Nutzer zuverlässig über Störungen im Satellitensystem informiert bzw. vor Systemausfällen warnt. Galileo wird die Integritätsinformationen dabei systemintern, ohne wie beim GPS auf ein Hilfssystem angewiesen zu sein, erzeugen und verteilen. Bei der „Search and Rescue“-Funktion (SAR), werden Notrufsignale nahezu in Echtzeit, mit genauen Positionsangaben über Galileo, zu den Bodenstationen und zu den Rettungseinsatzzentralen gesendet. So soll eine Rückantwort von der Rettungsstelle an den Notrufsender erstmalig - durch den für diesen Zweck vorgesehenen Galileo Rückkanal - möglich sein.

Durch das Galileo-System sollen innovative bzw. verbesserte Anwendungsmöglichkeiten der satellitengestützten Positionsbestimmung im Verkehrswesen entstehen. Im **Straßenverkehr** soll es u. a. neben einer Echtzeitroutenführung auch eine Funktion geben, die den Verkehrszustand erfasst und auf Staus oder mögliche Kollisionen hinweist. Multimodal soll eine intelligente Verkehrsführung, aber auch eine ortsgenaue, intermodale Verfolgung von Frachtgütern im Logistikbereich ermöglicht werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten umfassen z. B. automatische Spur- und Abstandskontrollen sowie automatische Unfallmeldungen (Notfallmanagement) zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, automatische Erhebung von Straßennutzungsgebühren (z. B. bei Mautsystemen, Parkgebühren), automatische Umweltdatenerfassung oder elektronische Fahrzeugidentifikationen (z. B. bei Diebstahl). Im **Schieneverkehr** liegen die Anwendungsfelder durch die hohe Präzision des Galileo-Systems in Zug- bzw. Fahrwegsteuerungen und -überwachungen (automatisches Fahren, Zielbremsung, Abstandsüberwachung), in automatisierten Warnungen am Bahnsteig und energieoptimalem Fahren auf Grundlage der topologischen Position. Im **Luftverkehr** sollen die Flugnavigation (insbesondere bei Landeanflügen), die Luftraumüberwachung sowie die Führung unbemannter Flugzeuge wesentlich verbessert werden. Zudem enthält das Rollverkehrsmanagement auf Flugplätzen für die Eigenpositionsbestimmung von Flugzeugen und anderen Vorfeld-Fahrzeugen eine, die kooperativen Radartechnologien ergänzende, Sensorik. Galileo soll somit insgesamt zu einem sichereren, komfortableren und effizienteren Verkehr, zu weniger Verkehrsbelastungen und -emissionen sowie zu effektiveren Rettungseinsätzen verhelfen.

Galileo wird nach Ansicht der Europäischen Kommission nicht nur die Entwicklung innovativer Anwendungen durch die europäische Industrie fördern, sondern auch EU-weit zur Schaffung neuer Arbeitsplätze beitragen und Europa einen entscheidenden Vorsprung für den internationalen Wettbewerb ermöglichen.

Galileo ist ein Kooperationsprojekt, welches von den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) initiiert wurde und sich zu einem weltweit offenen System entwickelt hat. Neben der mit den USA unterzeichneten Übereinkunft zur Interoperabilität des europäischen und des amerikanischen Systems bestehen Vereinbarungen mit anderen Ländern, u. a. China, Südkorea und Israel. Mit weiteren Ländern sind ähnliche Kooperationen bereits in Vorbereitung (u. a. Indien, Marokko, Argentinien, Brasilien, Australien, Saudi-Arabien).

Da Galileo eines der zentralen Innovationsprojekte der EU und damit auch Deutschlands ist und da der Verkehr voraussichtlich einen der wichtigsten Anwendungsbereiche von Galileo darstellen wird, muss die Innovationspolitik für derartige Galileo-Applikationen mit besonderer Aufmerksamkeit gestaltet werden. Wesentliches Ziel der Innovationspolitik muss es sein, Innovationen zu motivieren, welche die spezifischen Vorteile von Galileo nutzen.

Entsprechend den in Kapitel 2 dargestellten Aufgaben der Innovationspolitik bieten sich hierfür eine Vielzahl von Instrumenten an. Neben der Definition von Leitbildern und Zielen für den Einsatz von Galileo im Verkehr sollte die Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit für das Projekt und seine Vorteile gefördert werden. Die Aufnahme der technischen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten von Galileo in die Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme im Verkehr ist zu fördern. Die Dokumentation des Wissens um Galileo sollte ausgebaut und verbreitet zugänglich gemacht werden. Forschung zur Anwendung von Galileo ist zu fördern, Pilotprojekte sind zu unterstützen. Auch hier erscheint Interdisziplinarität in vielfältiger Form notwendig und besonders förderungswürdig. Die Möglichkeiten zur Unterstützung der Verbreitung von Galileo-Anwendungen durch Gestaltung der fiskalischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sind zu prüfen. Die Zusammenarbeit und der Wissensaustausch im Bereich der Galileo-Anwendungen sind zu unterstützen. Die Vernetzungen der Galileo-Anwendungen mit anderen Systemen sind systematisch zu analysieren und in eine Gesamtarchitektur zu integrieren. Der gesamte Innovationsprozess in den verschiedenen Anwendungsfällen sollte sorgfältig beobachtet und analysiert werden, um gegebenenfalls bestehenden Innovationshemmnissen rechtzeitig begegnen zu können. Wirkungsuntersuchungen mit detaillierten Nutzen-Kosten-Betrachtungen sind möglichst frühzeitig anzustoßen. Die gesamten Aktivitäten um Galileo sollten in einem integrierten innovationspolitischen Konzept zusammengeführt werden.

Auch in seiner Rolle als Aufgabenträger sollte das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung seine Möglichkeiten zur Förderung innovativer Anwendungen von Galileo im Verkehr nutzen. Dies betrifft nicht nur das Beschaffungswesen, sondern auch eine Reihe von anderen Aufgaben des Innovationsmanagements (vergleiche Kapitel 2.2).

Neben diesen allgemeinen Anhaltspunkten können einige besondere Hinweise zur Innovationspolitik gegeben werden, hinter denen sich auch Innovationsrisiken verbergen:

- Die primäre Voraussetzung für die Realisierung des Vorhabens besteht in der Sicherstellung der Finanzierung des Galileo-Projekts, das derzeit auf knapp vier Milliarden Euro beziffert wird. Zudem ist es von Relevanz, dass die involvierten Regierungen einen Kompromiss um die Anteile der Beteiligung einzelner Länder zum Aufbau und Betrieb des Systems finden.
- Da sich mit GPS bereits ein weltweit anerkanntes Navigationssystem etabliert hat und dieses ebenfalls weiter entwickelt werden soll (GPS-II, GPS-III), ist die Vorteilhaftigkeit und

letztlich die Akzeptanz des Galileo-Systems für und bei den Nutzern sicherzustellen sowie das Projekt möglichst zeitnah zu realisieren. Dies ist umso dringlicher, weil in China das Navigationssystem Compass entsteht, welches aufgrund der Nutzung der gleichen Frequenzen eine direkte Konkurrenz zu Galileo darstellen wird.

- Es obliegt den beteiligten Unternehmen und vor allem den verantwortlichen Regierungen, mögliche Informations- und Vertrauensdefizite (z. B. bezüglich des Datenschutzes) in der Bevölkerung abzubauen und Erfolgsfaktoren, wie Vorteilhaftigkeit, Neuigkeit und Anwendbarkeit des Galileo-Systems, gerade gegenüber den etablierten Konkurrenzprodukten, herauszustellen. Dadurch soll die Akzeptanz gesteigert werden, was insofern nötig ist, da die Bevölkerung nicht nur potenzielle Kunden stellt, sondern auch das Projekt durch Steuer-gelder größtenteils finanziert.
- Um die Auswirkungen eines verspäteten Markteintritts zu minimieren, sollten keine funda-mental Änderungen am Systementwurf mehr erfolgen, und der Realisierungsprozess sollte forciert werden.

Innovationen liegen demnach vor allem im Bereich der Anwendungen der zukünftigen Leistungen von Galileo. Galileo kann somit zum „enabler“ werden.

5.3 Innovationen im Schienenverkehr

Neue Lösungen für den Schienenverkehr, können nur mit einem 'Nachweis der mindestens gleichen Sicherheit gegenüber dem bisherigen Stand' (§2 der EBO) zugelassen werden. Angesichts der schon erreichten hohen Sicherheit und der Komplexität des Systems Bahn ist das eine große Hürde. Erschwerend für Innovationen im Schienenverkehr wirken auch die relativ geringen jährlich zu beschaffenden Stückzahlen von Fahrzeugen und Fahrweegelementen, sowie die lange Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren. Selten werden daher völlig neue Gerätegenerationen eingeführt, so dass alle Innovationen die Kompatibilität mit den vorhandenen Systemen verlangen.

Während der Straßengüterverkehr trotz gesetzlicher Auflagen wie Maut oder EURO 5-Motoren etc. noch eigenwirtschaftlich arbeiten kann und mit den möglichen Ausweitungen der zulässigen Fahrzeuglänge noch Entwicklungsspielraum hat, scheitern Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz und Umweltfreundlichkeit im Schienengüterverkehr (SGV) bisher stets an deren kurzfristiger Wirtschaftlichkeit. Daran hat auch der aufkeimende Wettbewerb im europäischen Schienengüterverkehr bisher wenig ändern können. Innovationen sind daher hier keine Selbstläufer.

Die aktuelle Diskussion zur Umweltverträglichkeit im Verkehr verlangen neue Überlegungen zur Effizienzsteigerung und insbesondere zur Schallminderung im Schienengüterverkehr. Der Schienengüterverkehr ist heute nach Ansicht vieler Kunden im Vergleich zur Konkurrenz zu unflexibel, zu teuer und zu langsam. Er zog sich daher von der aufwendigen Flächenbedienung zurück und konzentrierte sich auf Massengutmärkte, den Kombinierten Verkehr über lange Strecken, insbesondere dem Seehafenhinterlandverkehr (SHHV) und Speziallösungen für einzelne Kunden (z. B. Automotive). Daher bündelt sich der Schienengüterverkehr immer mehr auf wenige Korridore. Die Argumente der höheren Umweltfreundlichkeit und der höheren Sicherheit werden durch die Lärmproblematik überlagert.

Der Lärm der Güterwagen wird vornehmlich durch die rauen und unrunder Räder auf rauer Schiene erzeugt. Die Räder werden rau durch die Erhitzung beim Bremsen, weil die Bremsklötze direkt auf die Lauffläche wirken. Unrund werden sie durch Blockieren beim Bremsen und

durch die beim Rangieren verwendeten einseitigen Hemmschuhe. Weitere Lärmquellen sind die Verwirbelungen an den Lücken zwischen den Güterwagen und an den unebenen Seitenflächen.

Langsamfahren der Güterzüge ist keine Lösung, weil der Pegel zwar sinkt, aber das Schallergebnis länger andauert. Außerdem würde das zu größerem Energieverbrauch führen und damit die Marktakzeptanz mancher Verkehre gefährden.

Die Innovation K-Sohle, die eine einfache Umstellung und eine Lärmreduktion versprach, konnte sich aufgrund deren geringeren Standzeiten und des erhöhten Umbauaufwandes nicht durchsetzen. Scheibenbremsen, wie sie im Personenverkehr üblich sind, werden bisher im aufgrund eines erhöhten Wartungsaufwands, höheren Kosten und dem Mehrgewicht abgelehnt. Das Material schonende gleichzeitige Bremsen aller Güterwagen (elektropneumatisch) kann erst erfolgen, wenn alle Güterwagen eines Zuges mit Elektrokabel ausgerüstet sind und diese automatisch mitgekuppelt werden.

Ideal wäre ein Schienengüterverkehr auf dem Lärmniveau des Personenverkehrs, also bei etwa 65 dB(A) gegenüber derzeit 86-95 dB(A), was deutlich über dem für die Anwohner vor allem nachts erträglichen Niveau liegt. Schon eine Reduzierung um 5 dB(A) würde die Akzeptanz erheblich erhöhen, -10 dB(A) bedeuten eine Halbierung des Lärms.

Das Lärmproblem des SGV muss mit den Wagenbesitzern/-vermietern, den EVU als Wagenutzer, der Genehmigungsbehörde (EBA), der Aufsicht (BNetzA), dem Netzbetreiber und der öffentlichen Hand einvernehmlich und möglichst im internationalen Rahmen gelöst werden, weil etwa 40 % der in Deutschland verkehrenden Güterwagen im Ausland beheimatet sind.

Der eigenwirtschaftlich zu betreibende Schienengüterverkehr ist derzeit nicht in der Lage, neue Güterwagen zu beschaffen, die speziell und effektiv zur Lärmreduktion ausgelegt sind. Zur Lärmreduktion sind lediglich Modifizierungen der vorhandenen Technik vorgesehen, z. B. durch Ersatz der Graugussbremssohlen durch Kunststoffklötze oder durch die innovativen, aber noch nicht zugelassenen LL-Sohlen.

An einigen Stellen im Netz ist die Lärmbelastung derzeit an der Grenze des Erträglichen. So werden im Projekt Leiser Rhein sowohl innovative Maßnahmen am Gleis (Dämpfung des Schwingens der Schienen durch Gummielemente am Gleis, Schleifen der Schienen, usw.) als auch Strategien für Anreize zum Einsatz lärmarmen Güterwagen erprobt. In der europaweiten Diskussion sind hierfür leistungsbezogene Vergütungen, wie sie in der Schweiz mit einer Selbsterklärung der Wagenbesitzer praktiziert wird, oder eine Reduktion der Netznutzungsentgelte für Züge mit lärmarmen Güterwagen. Problematisch ist dabei zu bestimmen, um wie viel ein Güterzug in Abhängigkeit des Anteils der 'lärmarmen' Güterwagen wirklich leiser wird, und wie dann der neue Preis ermittelt wird. Wenn das Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) keine Verluste erleiden soll, muss ein Ausgleich durch den Staat erfolgen.

Um die Wageneinsteller anzureizen, wirklich leise Güterwagen zu beschaffen, müssen sie über die Lebensdauer durch diese Vergütungen die Mehrkosten bei der Beschaffung und ggf. bei der Wartung erwirtschaften. Die EVU fürchten den großen Erfassungsaufwand, die EIU sehen die Übersichtlichkeit ihres Preissystems gefährdet.

Eine direkte Förderung der Beschaffung z. B. in Form einer Prämie bei der Abwrackung eines Altwaggons bei Nachweis einer Beschaffung eines leisen Neuwagens – analog zur Umweltprämie – wird derzeit aus Wettbewerbsgründen abgelehnt.

Die Politik sollte die Vision eines umweltfreundlichen, eigenwirtschaftlichen, leisen und anforderungsgerechten Schienengüterverkehrs konsequent verfolgen und Forschungs- und Entwicklungsprojekte für die dazu notwendigen Innovationen wie automatische Kupplung, leise Bremsen, superlange Güterzüge fördern.

5.4 Optimierung der Flugprofile im Luftverkehr

Das Luftverkehrssystem (ATM) der Zukunft wird in diesem Jahrzehnt maßgeblich durch den „Single European Sky“ ATM Master Plan geleitet und geprägt: Die hier vorgegebenen Ziele für das Jahr 2020 sind bereits hoch gesteckt: So soll die dreifache Transportleistung im Luftverkehr zehnmal sicherer, halb so teuer und mit 10 % weniger Emissionen gegenüber heute realisiert werden. Diese Ziele werden nach Ansicht des vorrangig industriell besetzten Konsortiums SESAR nur durch enormes Engagement in Verfahren und Technologien erreichbar sein („Break Through Technologies“). Trotz dieser hohen Ziele ist erkennbar, dass bereits heute für weitere Technologien geforscht werden muss, um den Luftverkehr in Europa nachhaltig zu sichern. Damit Deutschland seiner Technologieführerrolle in diesem neben Galileo (Europäisches Satellitennavigationssystem) und der Joint Technology Initiative CLEAN SKY (Technologieentwicklung für einen umweltfreundlichen Luftverkehr) bedeutsamen europäischen Großprojekt in der Luftfahrt gerecht wird, sind innovative Impulse aus Deutschland heraus unerlässlich.

Innovationen im hier exemplarisch aufgezeigten Bereich der Flugprofilgestaltung im Luftverkehr sind funktional in zwei Bereiche zu gliedern:

1. **Reiseflug:** Aufgrund seiner geografisch zentralen Lage innerhalb der EU und mit insgesamt rund drei Millionen kontrollierten Flugbewegungen pro Jahr spielt der Überflugverkehr in Deutschland eine bedeutende Rolle. Im Bereich des Streckenflugverkehrs ist dabei auf die geeignete Wahl und Umsetzbarkeit eines flexiblen dreidimensionalen und zeitgenauen Flugprofils zu fokussieren. Hierzu könnte eine neuartige, durchgängige Überwachungsfunktion seitens der Flugsicherung Ziel führend sein, die das heutige Flugsicherungskonzept grundsätzlich infrage stellt: Mittels neuartiger Konzepte für das Verkehrsnetzwerkmanagement abseits kleinräumiger Kontrollsektoren der Flugsicherung, verbunden mit neuartigen operationellen Verfahren bei unvermeidlich steigender Automatisierung und einer neuen Generation an Flugführungscomputern sollte auch über eine Abkehr von der quasi ausschließlich bodengeführten Flugverkehrskontrolle nachgedacht werden.
2. **An- und Abflug:** Systembedingt ist in den Flughafennahbereichen – speziell in großen Hubs - mit ihrer hohen Verkehrsdichte und -komplexität die größte Anforderung an Mensch und Maschine bezüglich der Routenführung gegeben. Aus Sicht der Flugsicherheit einerseits und aufgrund der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems andererseits sind Strategien und Technologien zu suchen, die eine Entkopplung der externen negativen Effekte des Luftverkehrs (u. a. Sicherheit, Lärm und lokale Schadstoffemissionen, wie CO₂, NO_x, SO_x und unverbrannte Kohlenwasserstoffe) vom Verkehrswachstum erlauben. Das Feld der flugleistungsoptimalen Flugverfahren „Performance Based Navigation“ (PBN) verfügt hier über ein großes Potenzial und ist konzeptionell zu fördern.

Die Herausforderung liegt in der schwierigen Vereinbarkeit dieser vielgestaltigen und zahlreichen Zielaspekte, denen sich der Luftverkehr stellen muss. Die wachsende Wettbewerbssituation erlaubt zudem kaum Strategien abseits der Kostenoptimalität, so dass die „Zielfusion“ und „Zielabwägung“ im Fokus aller Innovationen liegen muss.

Das stetige Wachstum des Luftverkehrs stellt den Verkehrsträger vor allem vor die Aufgabe, insbesondere die ökologische Zielfunktion, durch Entkopplung des spezifischen CO₂-Ausstoßes als Treibhausgas (mit derzeit 3-4 % Anteil an der globalen Erwärmung) von der Transportleistung zu befriedigen. Dazu sind ökologisch optimierte, vertikale und laterale Flugprofile zu entwickeln, die mit den derzeitigen Flugführungs- und Triebwerksregelungscomputern und den dahinter liegenden standardmissionsorientierten Flugleistungsdatenbanken weder individuell berechenbar noch automatisiert abzufliegen sind.

Dies gilt auch für den Flughafennahbereich: Hier sind für den An- und Abflug Innovationen für verbrauchsminimale steig- und leerlaufmaximierte Sinkprofile (Verbrauch liegt bei bis zu unter 20 % gegenüber konventionellen Sinkprofilen) gefragt. Diese Profile müssen idealerweise zentral für tausende, gleichzeitig operierende Luftfahrzeuge mit hoher Auflösung im Minutenbereich, fortwährend und synchronisiert bekannt sein, um weitere Netzwerkoptimierungen erzielen zu können. Zulassungsseitig werden an die Innovationen zukünftige Prüfmaßstäbe, wie gesteigerte Verfügbarkeit, Integrität, Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit bei der Datenbereitstellung anzulegen sein.

Den jeweiligen „Dienststellen“ des Luftverkehrsmanagements sind die Daten entsprechend verlässlich und zeitgerecht für ein gemeinsames Zielfunktionsverständnis aller Beteiligten im Luftverkehr (Collaborative Decision Making“, CDM) bereitzustellen. Das resultierende Informationsnetzwerk setzt im Bereich der Satellitentechnik z. B. über Mehrfrequenztechnologien eine große Erweiterung der Bedienkapazität voraus. Die Entwicklung und Standardisierung von Informationssystemen zwischen den Partnern unter Nutzung des Satelliten-, Luftfahrzeugdaten- und Bodennetzwerks erfordert somit die Entwicklung eines Air Traffic Management (ATM) Datenbuses im Sinne eines systemweiten Informationsmanagementsystems, das in der Lage ist, heterogene ATM Einzelendsysteme verlässlich und sicher zu verbinden. Nur durch Einsatz innovativer Meldediensttechnologien und Mittelschichten wird hier ein Fortschritt erzielbar sein. Allerdings werden parallel auch innovative, innovationstechnologische Verfahren notwendig, die diesen ATM Datenbus auch aus Sicherheitsaspekten zu betreiben und zu nutzen gestatten.

Die An- und Abflugführung ist ebenfalls ein bedeutendes Innovationsfeld: Die strategisch weit reichend verfügbaren Positionierungsinformationen seitens Galileo / GPS, ergänzt durch lokale Ortungsverbesserungssysteme mittels z. B. bodenfixierter „Pseudoliten“ an Verkehrsknotenpunkten und Flugplätzen, sollten die Flugprofile insbesondere im bodennahen Bereich (unterhalb 5.000 ft) raum-, lärm- und kraftstoffeffizienter und so zunehmend witterungsunabhängig und damit sicherer durchführbar werden lassen. Für derartig variable Prozeduren muss aber die Verfahrenssicherheit weiterhin nachweisbar sein, wozu es neuartiger Risikoanalysetechniken bedarf, die diese Anforderungen prüfbar machen. Dies wird darüber entscheiden, ob derartige Konzepte zulassungsfähig sein werden.

Die Individualisierung der Flugprofile impliziert eine deutlich gesteigerte Komplexität gegenüber der heutigen Verkehrsflussbetrachtung. Das derzeit kontrollsektor-orientierte Flugsicherungskonzept ist daher, wie einleitend ausgeführt, zu überdenken. Zentralgesteuerte Systeme eignen sich prinzipiell nur für weithin homogene Nutzerprofile. Innovationen sind in alternativen Ansätzen, z. B. einem Luftraumnutzer zentrierten Ansatz, zu suchen, in dem Fluglotsen ein Flugzeug über die gesamte Flugmission oder zumindest deutlich längere Abschnitte hinweg weitestgehend unabhängig von ihrer geografischen Position betreuen. Theoretisch kann ein derartiges Kontrollsystem die vielfältigen Zielkriterien besser erreichen, da z. B. sektorbedingte Umwege systematisch vermieden werden. Unter geometrischen Aspekten ist der in der Realisierung befindliche neue Luftraum FAB-EC (Functional Airspace Block – Europe Central) von sechs europäischen Staaten als ein Schritt in diese Richtung zu sehen: Er wird eine Dimension von 1,7 Mio. km² (9 % Europas) haben und 55 % des gesamten Verkehrs Europas wird ihn durchfliegen. Paris, Amsterdam und Frankfurt werden in ihm liegen. Unbenommen sollte dieser als Ideengeber für wirklich innovative Verfahrensstrategien genutzt werden, da auch im FAB-EC die einzelnen Flugsicherungsorganisationen letztlich nebeneinander weiter arbeiten werden.

Im Bereich der Verkehrsnachfragesteuerung ist schließlich mittels Verkehrssynchronisation („Wellenbewegung durch das Verkehrsnetzwerk“) ein Mechanismus gesucht, der eine derart individualisierte Luftraumnutzung trotz vorgenannter Herausforderungen weiterhin sicher durchführen gestattet: Die Freigabe der eigentlichen Flugmission (Einflug in einen Luftraum bzw. Ansteuerung eines Flughafens) muss sich dabei abkehren vom „First Come First Serve“-

Bedienprinzip und muss sich hinwenden, zu einem für den Luftraumnutzer transparenten Bediensystem mit nachvollziehbaren Bedienfolgen zur Erreichung lokaler Optima. Gleichzeitig sollte eine „hinreichende“ Erfüllung der multikriteriellen Zielfunktion sichergestellt werden.

Die erhofften Wirkungen dieser Innovationen sind in der möglichst gleichmäßigen Erreichung aller ggf. gewichteten Zielkriterien und damit einem hinsichtlich der Sicherheit einerseits und Leistungsfähigkeit andererseits ausgewogenem Systemzustand zu sehen. Es gilt ein sicheres, umweltschonendes und zugleich leistungsfähiges Lufttransportsystem bereitzustellen, das im internationalen Geschehen nicht nur wettbewerbs- sondern auch zukunftsfähig bleibt.

Die Akteure sind mit Luftfahrzeugherstellern, Luftverkehrsgesellschaften Flugsicherungsdienstleistern, Aufsichts- und Zulassungsbehörden (BAF, EASA), Standardisierungsorganisationen wie ICAO und schließlich den Flughafenunternehmen mit ihren Abfertigungsgesellschaften vielfältig. In Deutschland muss dabei zwischen Bundes- und Landespolitik vermittelt und der gedankliche Horizont für Inventionen geöffnet werden. Auch sind kooperative Verfahren zwischen den Akteuren weiter zu motivieren, die deren Abstimmung durch geeignete Prozessüberwachungsmechanismen erleichtern und die Ertragsseite von Inventionen im Verkehr leichter erkennbar werden lassen. Erfindungen sollten also derart konzipiert werden, dass sie einen möglichen Effizienz- und/oder Sicherheitsgewinn im Luftverkehrssystem schnell erkennen lassen, um so eine nachhaltige Marktdiffusion zu erreichen.

Um im Lufttransportsystem und hier bei der Optimierung der Flugprofile Innovationen generieren zu können, bedürfen Forschungseinrichtungen einen deutlich erleichterten Zugang zu Daten der Flugsicherungsdienstleister oder Luftraumnutzer. Hier ist die Politik gefordert, bessere Rahmenbedingungen zu schaffen.

5.5 Optionsreicher Stadt- und Ballungsraumverkehr

Städte und Ballungsräume als bedeutende Lebensorte der Menschen und als wichtige Standorte wirtschaftlicher Austauschprozesse weisen bei den demografischen Veränderungen (Alterung der Bevölkerung, Ausdifferenzierung der Haushaltsformen und Lebensstile etc.), den wirtschaftsstrukturellen Umbrüchen und vor dem Hintergrund der Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes besondere Chancen einer nachhaltigen Entwicklung bei gleichzeitiger Sicherung besonderer Qualitäten der Wohnungs- und Versorgungsangebote, der Arbeits- und Ausbildungsplätze sowie vielfältiger Wahlmöglichkeiten auf.

Für die Funktionstüchtigkeit und nachhaltige Entwicklungsfähigkeit der Städte und Ballungsräume haben die Sicherung von Teilhabe- und Teilnahmemöglichkeiten der Menschen und die Gewährleistung wirtschaftlicher Austauschprozesse eine zentrale Bedeutung. Diese setzen vielfältige, leistungsfähige und bedarfsgerechte Mobilitäts- und Transportoptionen voraus.

Unter den verschärften Anforderungen an den Stadt- und Ballungsraumverkehr hinsichtlich seiner Beiträge zum Klimaschutz, zum lokalen Umweltschutz, zu einem effizienten Einsatz von Flächen und von finanziellen Ressourcen wird es zwingend erforderlich, die Chancen des Stadt- und Ballungsraumverkehrs hinsichtlich situationsabhängigen Mobilitätsverhaltens durch Einzelpersonen, Haushalte und Unternehmen auszuschöpfen. Dazu gehören insbesondere die multimodale Wahl städtischer Verkehrsmittel für unterschiedliche Wege wie auch der intermodale Einsatz verschiedener Verkehrsmittel für Wegeketten bei gleichzeitigem Erhalt der Wahloptionen der Verkehrsteilnehmer und der Verlagerung von Gütern und der Nachfrager im Wirtschaftsverkehr.

Dies erfordert,

- ein qualitätsreiches infrastrukturelles und betriebliches Angebot für sämtliche Stadtverkehrsmittel (Fuß, Rad, ÖPNV und MIV in ihrer ganzen Bandbreite) zu gewährleisten,
- Übergänge zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln einfach, bedarfsgerecht und qualitätsreich zu ermöglichen,
- über die generellen Angebote und deren situationsspezifische Nutzbarkeit (Verkehrslage, Umweltlage, Abfahrten, Anschlüsse, Stellplatzverfügbarkeit, Verfügbarkeit von Leihfahrrädern oder Leih-Pkw, Belegung von Ladestationen von Elektrofahrzeugen usw.) kontinuierlich notwendige und verlässliche Informationen zu erfassen, in verschiedenen Medien bereit zu stellen und so situations- und verkehrsmittelspezifische Nutzungen zu erleichtern,
- Buchungs- und Zahlungsvorgänge nutzerfreundlich, komfortabel und kostenminimierend zu ermöglichen (z. B. Mobilitätskarte für Parken, Batterieladung, Leihgebühren von Fahrrädern).

Im Grundsatz sind die einzelnen technischen und betrieblichen Komponenten heute schon verfügbar. Innovationserfordernisse sind daher vor allem organisatorischer und prozessualer Art oder betreffen Anreizsysteme bzw. Vorgaben für die Nutzung der einzelnen Komponenten. Im Wesentlichen geht es um eine Förderung von Diffusionsprozessen.

Für die Verkehrsteilnehmer sollen neben Verfügbarkeit, Effizienz und angemessenen Kosten vor allem Orts-, Zeit- und Verkehrsmittelflexibilität für die Mobilität gesichert und Wechseloptionen ausgebaut, bedarfsgerecht gestaltet und betrieben werden: beispielsweise vereinfachte und komfortable Umsteigemöglichkeiten im ÖPNV oder Park-and-ride-, Bike-and-ride- sowie Rent-a-bike-Optionen, Abstellanlagen von Leihfahrrädern und Leih-Elektrofahrzeugen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs. Dies erfordert vor allem eine funktionale und zeitliche Harmonisierung der Systeme, vereinfachte Buchungs- und Bezahlungsmöglichkeiten sowie integrierte Informationsketten (Harmonisierung der Informationsaufbereitung, der Informationsflüsse und der mobilen Endgeräte).

Die Transportketten im Wirtschaftsverkehr müssen durch vorbereitende (informierende und buchende), begleitende (Wahloptionen sichernde) und nachbereitende (gewährleistende Zahlungsvorgänge) Informationsketten gesichert werden. Informationen sind auch hinsichtlich der Verkehrsangebote, der Nutzungsbedingungen und Nutzungskosten bereit zu stellen.

Für diese integrierten Verkehrs- und Transportangebote müssen geeignete Träger- und Organisationsformen sowie angepasste Finanzierungsformen gefunden werden. Besondere Qualitätsmerkmale sind eine einfache Nutzbarkeit, die sichere Gewährleistung von Wege- oder Transportketten, nutzungs- und kapazitätsabhängige „optimierende“ Entgeltgestaltungen sowie einfache Buchungs- und Bezahlvorgänge.

Dieses System einer informationsgestützten und qualitätsgesicherten Multi- und Intermodalität genügt den komplexen Anforderungen moderner und ausdifferenzierter Lebens- und Arbeitsweisen sowie hoch arbeitsteiliger Produktionsprozesse. Bei der Ausgestaltung von Wahlmöglichkeiten müssen dabei sowohl die Nahverkehrsmittel als auch die Versorgungsgelegenheiten des Nahraums sowie personen-, haushalts- und wohnungsbezogene Dienste (Reinigung, Betreuung, Pflege, Kommunikation, Überwachung) integriert Beachtung finden.

Schwerpunkte der Ausgestaltung sind die Übergänge zwischen privaten, teilöffentlichen und öffentlichen Verkehrsmitteln, zwischen Fahrzeugbesitz und Fahrzeugnutzung sowie zwischen motorisierten und nicht-motorisierten Verkehrsmitteln.

Die Bereitstellung und der Betrieb von integrierten Systemlösungen stellen dabei ein wichtiges „Exportgut“ für Produkte und Leistungen der deutschen Mobilitätswirtschaft dar.

Um die genannten Ziele und Wirkungen zu erreichen, bedarf es eines engen Zusammenwirkens von lokalen Gebietskörperschaften, Aufgabenträgern, Baulastträgern, Verkehrsunternehmen, Wirtschaft, Transportwirtschaft und Zivilgesellschaft bzw. Bürgerschaft. Grundlage eines optionsreichen Stadtverkehrs sollte ein regionales bzw. städtisches Verkehrsentwicklungskonzept sein, in dem die verfolgten Ziele und notwendigen Maßnahmen festgelegt und priorisiert sind sowie Umsetzungsschritte und begleitende Maßnahmen zur Prozess- und Wirkungsevaluation vereinbart sind.

Vorbereitung, Durchsetzung, Umsetzung und Evaluation sind als kontinuierliche und rückkopplende Prozesse zu gestalten. Dabei ist eine intensive Einbindung der politischen Entscheidungsträger zur Sicherung des Erfolgs ebenso unabdingbare Voraussetzung, wie die Einbindung der Verkehrsteilnehmer. Auf der politischen Ebene müssen Abwägungen, Priorisierungen, Standardsetzungen und Festlegungen von Kostenanlastungen (Preise) und Kostenträgerschaft erfolgen.

Für die Umsetzung ist ein intensiver Informations-, Beteiligungs- und Abstimmungsprozess im Rahmen der fachlichen Vorbereitung zu leisten. Die Wirkungsabschätzung der innovativen Vernetzungen aller städtischen Verkehrsteilsysteme im Sinne einer Ex-Ante-Evaluation ist erschwert, da Wirkungen der innovativen Vernetzungen im Technischen und Organisatorischen bisher nur beschränkt bekannt sind. Insofern kommt der begleitenden Prozessevaluation der Umsetzung und der nachlaufenden Wirkungsevaluation eine besondere Bedeutung zu.

Insbesondere Partikularinteressen einzelner Gruppen (Verkehrsteilnehmer und/oder Träger von Teilverkehrssystemen) können innovative Entwicklungen hemmen. Um diese Hemmnisse abzubauen bzw. gar nicht erst entstehen zu lassen, sind frühzeitige Festlegungen zu Zielen und Standards der angestrebten Wirkungen, wie auch zu wirkungsabhängigen Kostenanlastungen sowie eine erfolgreiche Kommunikation dieser bedeutsam. Dies betrifft insbesondere belastungsabhängige sowie immissions- und emissionsabhängige Gebühren- und Entgeltgestaltungen (Fahrpreise, Maut, Parkgebühren, Entgelte für Leihfahrzeuge). Diese Standardsetzungen und Begünstigungen müssen so frühzeitig wie möglich festgelegt und kommuniziert werden, so dass die Verkehrsträger wie auch die einzelnen Verkehrsteilnehmer sich in Beschaffungen und Verhalten – z. B. im Rahmen von Neubeschaffungen – darauf einstellen können.

Der Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung könnte im Zusammenwirken mit anderen relevanten Fachministerien (Wirtschaft, Bildung und Forschung, Finanzen) sowie mit den Ländern und Kommunen Pilotprojekte für eine ganzheitliche Gestaltung eines optionsreichen Stadtverkehrs – unter Einbindung der notwendigen räumlichen und standörtlichen Entwicklungen – anstoßen, fördern und im Sinne einer Prozess- und Wirkungsevaluation begleiten.

6. Erfordernisse einer Erfolgskontrolle

Voraussetzung eines staatlichen Engagements für Innovationen im Bereich Verkehr ist ein potenzieller **gesellschaftlicher Nutzen** oder eine unmittelbare Zuständigkeit des Staates (z. B. in seiner Funktion als Aufgabenträger). Dies zu gewährleisten, ist **Aufgabe der Erfolgskontrolle**, wie auch vorausgehender Nutzen-Kosten-Abwägungen. Innovationen im Verkehrssektor sind mit relativ hohen Unsicherheiten behaftet, da mit ihnen technisches, organisatorisches und ökonomisches Neuland wie auch Neuland hinsichtlich der Verhaltensweisen betreten wird. Zu unterscheiden sind Technik-, Kosten- und Marktrisiken, die den Erfolg der Innovationen belasten können. Angesichts dieser Risiken ist eine Erfolgskontrolle der Innovationsaktivitäten unverzichtbar.

Eine begleitende und **nachgelagerte Erfolgskontrolle („Ex-Post“)** soll bewerten, ob sich die Innovationen durchgesetzt haben, ob und wie wirksam sie sind und ob der förderpolitische Rahmen in Anspruch genommen wurde und ausreichend war. Die vorgelagerte **Wirkungsabschätzung und -bewertung („Ex-Ante“)** - unter anderem unter Einsatz multikriterieller Wirkungsabschätzungen und nutzenkostenanalytischer Wirkungsbewertungen - in Verbindung mit Stakeholder-Analysen dient der Vorbereitung von Entscheidungen über die Förderung und Umsetzung von Innovationen.

Erschwerend bei der Bewertung des Innovationserfolges ist das der Innovation innewohnende Paradoxon, dass Innovationen häufig auf Bedingungen angewiesen sind, die zum Zeitpunkt der Innovation oft deshalb nicht erfüllt sein können, weil es sich um etwas Neues handelt – um Bedingungen, die im Zuge der Innovation selbst erst entdeckt, hergestellt und erprobt werden müssen. Aus diesem Grund können die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Folgen neuer Verkehrstechnologien im Vorfeld nicht vollständig eingeschätzt werden; erst ihr Gebrauch und ihre Entwicklungsdynamik können hinreichend Auskunft über die Nutzen- und Schadenspotenziale geben. Die Folgewirkungen, seien es erwünschte, unerwünschte oder auch unerwartete, die von der gesellschaftlichen Nutzung technischer Innovationen ausgehen, sind zum Zeitpunkt ihrer Entwicklung und gesellschaftlichen Erprobung nicht sicher vorhersehbar. Die Erfolgskontrolle erfüllt daher verschiedene Funktionen, wie

- eine Erkenntnisfunktion (Akzeptanz der Innovation, Wirkrichtung der Innovation etc.),
- eine Lenkungsfunktion im Hinblick auf unterstützende und steuernde Einflussnahmen, d.h. eine Steuerungs- und Optimierungsfunktion,
- eine Legitimierungsfunktion (Bewertung der Innovation nach Input und Output),
- eine Funktion der Rechenschaftslegung, von besonderer Bedeutung bzw. zwingend erforderlich bei Beteiligung externer Partner sowie öffentlicher Forschungsförderung und
- eine Funktion der Koordination und Information.

6.1 Weiterentwicklung von Nutzen-Kosten-Abwägungen

Ein wichtiges Bewertungsinstrumentarium der voraussichtlichen Wirkungen von Innovationen bietet die ökonomisch-politische Theorie mit der Nutzen-Kosten-Abwägung an, wie sie in der Bundeshaushaltsordnung bisher für staatliche Investitionen von erheblicher finanzieller Bedeutung vorgeschrieben ist. Allerdings ist diese Methode für die Erfolgsbeurteilung von Innovationen nur eindimensional und vom Fokus her zu eng. Sie bedarf also einer Erweiterung um Elemente zur Abbildung politischer und strategischer Ziele, für die häufig nur die Wirkungstendenzen und Wirkungsintensitäten eingeschätzt werden können (multikriterielle Wirkungsabschätzungen).

Tatsächlich sind **Innovationen** ein **multidimensionales Phänomen**, in das **mehrere Interessenträger** involviert sind. Diese Stakeholder tragen zum Erfolg oder Misserfolg von Innovationen bei. Sie treten als Akteure im Prozess der Erfindung, Umsetzung und Verbreitung auf. Die unterschiedlichen Interessenträger haben spezifische Interessen und entsprechend unterschiedliche Informationsbedürfnisse:

- Der Staat will abschätzen, ob die Innovation gesamtwirtschaftlich rentabel ist und ob er sie fördern soll.
- Die Industrie muss prüfen, ob die Innovationsprojekte dem unternehmerischen Gewinnziel gerecht werden.

- Der Konsument will wissen, ob der Kauf eines Innovationsproduktes individuell für ihn vorteilhaft ist.
- Die Kapitalgeber wollen eine angemessene Rendite auf ihre Unternehmensbeteiligungen durch Informationen über die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Innovationen sicherstellen.
- Sonstige Gruppen wie beispielsweise die verladene Wirtschaft, Verkehrsunternehmen oder Versicherungen, aber auch Verkehrsteilnehmer, wirken durch die Akzeptanz und Nutzung innovativer Dienste oder Produkte auf die Durchsetzung der Innovationen ein.

Innovationen sind im Regelfall nur dann erfolgreich, wenn die Mehrheit der Stakeholder ein positives Ergebnis erwartet. Von daher bietet es sich an, die aggregierte Nutzen-Kosten-Abwägung einschließlich einer multikriteriellen Wirkungsanalyse um eine „Stakeholder-Analyse“ zu ergänzen, in der die Nutzen nach Interessengruppen aufgegliedert und zugeordnet werden. Sie stellt ein multikriterielles Verfahren der Separierung und Disaggregation dar, um damit jeder Stakeholder-Gruppe transparent zu machen, welche spezifischen Vor- und Nachteile daraus für sie resultieren. Die Stakeholder-Analyse ist in Verbindung mit Kosten-Nutzen-Analysen ein Instrument des politischen Marketings und Innovationsmanagements. Sie informiert darüber, wer welches Interesse hat, wo Widerstände zu erwarten sind, wo Hemmnisse bestehen und wie diese überwunden werden können. Im Ergebnis lässt sich daraus ableiten, ob die jeweilige Innovation gesellschaftlich – aber auch gesamtwirtschaftlich – tragfähig ist.

Um Innovationen im Verkehrssektor angemessen bewerten und Entscheidungen über eine Innovationsförderung treffen zu können, sollte die Kosten-Nutzen-Abwägung entsprechend auf Innovationen zugeschnitten und inhaltlich ergänzt werden können. Gleichzeitig sollten diese Analysen auch soziale und ökologische Aspekte in diese Rechnung integrieren sowie organisatorische, betriebliche, fahrzeugtechnische Innovationen bewertbar machen. Insbesondere muss sich der Nachhaltigkeitsgedanke in der Bewertung von Innovationen widerspiegeln.

Damit Kosten-Nutzen-Abwägungen als Bewertungsverfahren zur Entscheidungsvorbereitung nützlich sind, sind Planungsziele und das **Verhältnis zu anderen Politikfeldern** klar darzustellen sowie Planungszusammenhänge und Alternativen aufzuzeigen. Außerdem sind damit verbundene Probleme zu benennen und sowohl die quantifizierbaren und monetarisierbaren Kriterien (z. B. Transportkosten, Kosten für Batterieladestationen) als auch die qualitativen und nicht oder nur schwer monetarisierbaren Kriterien (Modernisierung, Attraktivierung öffentlicher Kollektivverkehre) als Bewertungskriterien in die Analyse einzubeziehen.

Forschungsbedarf für eine Nutzen-Kosten-Abwägung besteht hinsichtlich der Modellierung der Wirkungen von Innovationen auf ökonomisch-verkehrliche Parameter, hinsichtlich der Erfassung und Bewertung industriepolitischer Nutzen, der Kostenprognose einschließlich der Kostendegression bei Größenvorteilen, der Marktdurchdringung sowie des Zeitbedarfs für den Innovationserfolg, wie aber auch hinsichtlich der qualitativen und quantitativen sozialen, ökologischen und räumlichen Effekte.

6.2 Erweiterung des Wirksamkeitsspektrums

Eine Zielgröße von Innovationen im Verkehr sind die **wirtschafts- und industriepolitischen Förderabsichten der Politik**. Dieser Zielaspekt sollte in der Erfolgskontrolle aufgegriffen werden.

Erfolgskontrollen im Verkehrssektor konzentrieren sich bisher überwiegend auf die Evaluierung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen, von betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen oder von tariflichen und informatorischen Maßnahmen im Hinblick auf Verkehr, Umwelt und Klima. Die Perspektive muss für eine Innovationsbewertung erweitert werden, vor allem im Hin-

blick auf wirtschafts- und industriepolitische Wirkungskomponenten. Dies könnte in folgenden Schritten angegangen werden:

- Identifizierung der wirtschafts- und industriepolitisch relevanten Wirkungsstränge,
- Indikatorenentwicklung als messbare Größen der Wirkungen,
- Empirische Abschätzung der Größenordnung der Effekte,
- Zeitlicher Pfad der Marktdurchdringung,
- Zusammenführung mit den verkehrs- und umweltbezogenen Kriterien der Nutzen-Kosten-Analyse zu einer integrierten Gesamtaussage über die Effizienz von Innovationen.

Relevante Effekte, die einer empirisch-quantitativen Erfassung und Berücksichtigung in einer Effizienzanalyse bedürfen, sind u. a.

- Absatz- und Wertschöpfungssteigerungen aus Innovationen,
- Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit,
- Exportsteigerungen,
- BIP-Wachstum,
- Beschäftigung und Arbeitsmarkt,
- Ausstrahlungseffekte (spin offs) für andere Industrien,
- Steuereinnahmen des Fiskus.

Die bisherige Vernachlässigung des industriepolitischen Komplexes stellt eine gravierende Bewertungslücke dar. Den in der Vergangenheit zum Teil vorgelegten „Machbarkeitsstudien“ (z. B. Transrapid) fehlte eine stringente Bewertung der wirtschaftlichen Dimension und überzeugt nicht. Es besteht hier noch Nachholbedarf in der Forschung.

6.3 Weiterführen der Ex-Ante- durch Ex-Post-Evaluationen

Die Evaluierung als kritische **Bewertung des Ablaufs (Prozessevaluation)** sowie **der Wirkungen und des Erfolgs (Wirkungsevaluation)** eines Innovationsprozesses, ist eine herausgehobene Kontrollaktivität. Ziel der Evaluation ist eine systematische Erfassung der Informationen, die für eine Beurteilung des Erfolgs der Innovation von Belang sind. Dazu bedarf es eines Monitorings der Wirkungen. Die Evaluation stellt das Ergebnis förmlich fest, vergleicht dieses mit einem Referenzzustand oder alternativen Innovationen und/oder einem angestrebten Ziel und fällt schließlich ein Urteil über die erbrachte Leistung.

Im Laufe der mehrjährigen Forschungs- und Entwicklungsprozesse müssen die **Umsetzungsgrade** und die erreichten **Fortschritte** wiederholt anhand ausgewählter, zumeist an den Förderprogrammen orientierter Indikatoren evaluiert werden.

Wirkungen und Effekte von Innovationen treten oft erst lange nach der Beendigung der Projekte auf. Daher kann die Wirksamkeit von innovativen Produkten, Dienstleistungen oder Mobilitätskonzepten oft nicht ausreichend analysiert werden, da die Projekte bereits abgeschlossen sind. Um Innovationen im Verkehrsbereich hinsichtlich erwünschter und unerwünschter Wirkungen und Ergebnisse ausreichend und umfassend untersuchen zu können, sollte die **Evaluation** daher **entlang des gesamten Innovationsprozesses** erfolgen, im Vorfeld (Ex-Ante), begleitend (Monitoring) sowie sowohl kurzfristig nach Abschluss des Projektes (Ex-Post) als auch langfris-

tig danach. Gerade für die langfristige Ermittlung und Beurteilung der Wirkungen der Innovationen sind auch ausreichend Mittel im Innovationsprozess zur Verfügung zu stellen.

Der Evaluation kommen dabei zwei verschiedene Aufgaben zu, zum einen die der zusammenfassenden Beurteilung der Wirksamkeit, zum anderen die Begleitung des Prozesses hinsichtlich der Veränderung von Rahmenbedingungen und hinsichtlich der Arbeits- bzw. Umsetzungsschritte von Innovationen, um fördernde und hemmende Faktoren zu identifizieren.

Im Zusammenhang staatlicher Innovationsförderung können Evaluationen also als ein systematischer Versuch angesehen werden, den **Wert und Nutzen, die Effizienz und Leistungsfähigkeit und die Effekte politischer Maßnahmen** zu bewerten. Für eine wirksame Evaluation von Innovationen müssen Ex-Ante- und Ex-Post-Evaluationen aufeinander abgestimmt und ergänzend angewendet werden. Schwierigkeiten und Risiken einer Ex-Ante-Bewertung liegen in den Prognosen immanenter Annahmen, Hypothesen und Unwägbarkeiten der Zukunftsentwicklung. Demnach ist eine solche prospektive Erfolgsabschätzung der unverzichtbar erste Schritt, um der Politik eine Orientierung über die Förderungswürdigkeit zu geben.

Klar ist aber auch, dass eine Erfolgskontrolle nur retrospektiv als Ex-Post-Evaluierung getroffen werden kann, nachdem das Innovationsprojekt sich am Markt bewähren musste. Erst dann liegen belastbare Daten vor. Abgesehen von der Frage, ob das Projekt definitiv sinnvoll war oder nicht, hat eine Ex-Post-Kontrolle zwei positive Aspekte:

- Sie ermöglicht ein Lernen aus Erfahrungen mit Innovationsprojekten, identifiziert wo Fehler gemacht wurden, wo sich Widerstände aufgebaut haben und wie diese überwunden wurden u. a. m. Diese Erkenntnisse sind wichtig für die gesellschaftliche Gestaltung von Innovationsprozessen und für ein politisch-administratives Innovationsmanagement.
- Sie übt eine disziplinierende Wirkung auf Politik und Interessenträger aus, wenn feststeht, dass deren Forderungen und Entscheidungen geprüft werden. Eine Verschwendung öffentlicher Mittel kann dadurch in Grenzen gehalten werden.

Ein besonderes Interesse solcher Ex-Post-Kontrollen besteht bei den Rechnungshöfen des Bundes und der Länder, die z. B. auch das Transrapid-Projekt begleitet haben. Darüber hinaus ist die Bundesregierung verpflichtet, im 2-jährigen Abstand einen „Subventionsbericht“ vorzulegen, in dem sie über den Erfolg von Steuererleichterungen und Finanzhilfen berichtet, die sich auch auf Innovationen beziehen können.

Eine Art vorverlegte Ex-Post-Kontrolle ist bereits im Implementierungsprozess möglich, wie die an Bedeutung gewinnenden „Feldtests“ von Verkehrsinnovationen (z. B. Elektrofahrzeuge, EuroFOT, SIMTD) zeigen. Solche Tests liefern erste empirisch belastbare Zahlen, was den Vorteil hat, dass die Stakeholder anhand dieser Art „Zwischenbilanz“ entscheiden können, ob ein Innovationsprojekt weitergeführt, korrigiert oder angepasst werden soll (beispielsweise durch einen Technologiewechsel) oder ob gar ein Abbruch erforderlich ist.

Um Bewertungen und damit auch politisches Engagement für Anstoß und Förderung von Innovationen innerhalb und zwischen politischen Ressorts vergleichen zu können, kommt der Standardisierung von Evaluationskriterien im Bereich der staatlichen Innovationsförderung eine besondere Rolle zu. Dies beinhaltet, dass ein differenziertes System von qualitativen und quantitativen Indikatoren zum Einsatz kommen muss, um die Vielschichtigkeit der direkten und indirekten Effekte auch auf sozialer und gesellschaftlicher Ebene erfassen zu können. Mit den Aktivitäten und Erfahrungen des BMWi, das in den vergangenen Jahren ein Evaluationsprofil mit klaren Leitfäden zur einheitlichen Durchführung von Evaluationen und einer zentralen Anlaufstelle für Fragen der Wirkungsforschung entwickelt hat, ist ein erster Schritt in eine richtige Richtung erfolgt. Auch haben bereits erste Evaluationsergebnisse und -erkenntnisse laufender und abge-

schlossener Verkehrsforschungsprojekte in das Konzept und die Schwerpunktsetzung des 3. Verkehrsforschungsprogramms Eingang gefunden.

Die Ergebnisse der Evaluationen müssen für die Öffentlichkeit zugänglich sein. Dies kann maßgeblich dazu beitragen, dass sich die öffentliche Wahrnehmung hinsichtlich des Einsatzes öffentlicher Haushaltsmittel für Innovationen wie auch grundsätzlich hinsichtlich der Chancen und Bedeutung von Innovationen verbessert.

Dabei sind jedoch zahlreiche methodische Schwierigkeiten der Wirkungsforschung, wie etwa die Quantifizierung indirekter Effekte oder die Isolation der durch eine Maßnahme hervorgerufenen Wirkungen, noch nicht gelöst.

7. Empfehlungen

1. Mobilität, Transport und Verkehr als zentrales gesellschaftliches Innovationsfeld

Der Wissenschaftliche Beirat ist der Auffassung, dass zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit von Deutschland im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung Innovationen unverzichtbar sind. Dabei ist der Bereich Mobilität, Transport und Verkehr sowohl hinsichtlich der Innovationspotenziale als auch hinsichtlich seiner Innovationserfordernisse ein zentrales gesellschaftliches Handlungsfeld.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vor diesem Hintergrund

- *die Federführung bei der Initiierung, Förderung und Begleitung, aber auch bei der Umsetzung und Evaluation von Innovationen im Verkehrsbereich zu übernehmen.*
- *langfristige Zielkorridore in Form von Visionen und Leitbildern für das Gesamtverkehrssystem aus internationalen, nationalen, interregionalen Verkehren, aber auch aus Stadt- und Ballungsraumverkehren zu entwickeln.*
- *ein Zielsystem für Teilnahme- und Teilhabemöglichkeiten, d.h. Mobilität der Menschen und für Transporterfordernisse von Gütern sowie für zu begrenzende Verkehrsauswirkungen zu erarbeiten.*
- *eine kontinuierlich zu überprüfende und fortzuschreibende strategische Ausrichtung der Innovationspolitik im Bereich Mobilität, Transport und Verkehr zu formulieren.*

Dazu sollte eine unabhängige Expertenkommission, beispielsweise der Wissenschaftliche Beirat, im zwei- bis dreijährigen Turnus ein Gutachten zu Forschung, Innovation und Leistungsfähigkeit Deutschlands im Bereich Mobilität, Transport und Verkehr vorlegen.

2. Diskursführerschaft des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Im Zusammenwirken mit den Bundesländern, den Städten, Gemeinden und Kreisen, mit den relevanten Verkehrsträgern sowie mit der Wirtschaft und der Wissenschaft sollte der Bundesminister für Verkehr meinungsbildend und gestaltend tätig sein und einen gesellschaftlichen Diskurs zur „Nationalen Mobilitätspolitik“ und zu zentralen Innovationsfeldern führen.

Dies sollte Ausdruck finden in fachsektoralen Verkehrsforschungsprogrammen und Innovationspolitiken sowie einem „Nationalen Strategieplan Mobilität“, die für den Bereich technologische Innovationen in die High-Tech-Strategie des Bundes einzubinden sind.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vor diesem Hintergrund, die Federführung bei der Initiierung, Förderung und Begleitung, aber auch bei der Umsetzung und Evaluation von Innovationen im Verkehrsbereich zu übernehmen.

3. Rahmenbedingungen für Innovationen im Verkehr

Innovationen im Verkehr stehen aktuell besonders unter den Zielen und Anforderungen von

- Erhöhung der Verkehrssicherheit,
- Bewältigung demografischer Veränderungen sowie Sicherung der Teilhabe und Teilnahme von Menschen unterschiedlichen Alters und in unterschiedlichen Räumen,
- Bewältigung und Förderung des wirtschaftsstrukturellen Wandels, Sicherung eines Wirtschaftswachstums sowie Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschland,
- Verbesserung der Ressourceneffizienz und Minderung der negativen Auswirkungen von Verkehr, derzeit vor allem unter Anforderungen von Klimaschutz, Umweltschutz und Energieeinsparung/-effizienz,
- Minderung der Abhängigkeit vom Rohöl als der Basis für die Herstellung von Kraft- und Treibstoffen und
- Entwicklung einer zukunftsfähigen Mobilitätskultur.

Innovationsförderung muss also unter Berücksichtigung dieser Ziele erfolgen, deren Bedeutung zukünftig eher zunimmt als abnimmt. Diese Ziele stehen vielfach im Widerspruch zueinander. Ihre Wichtung sollte in einem vom BMVBS organisierten, gesellschaftlichen Prozess festgelegt und kontinuierlich überprüft werden.

Der Beirat empfiehlt dem Bundesminister, diesen Herausforderungen und Zielen eine besondere Beachtung zu schenken und sich mit den Rahmenbedingungen und ihrer Lenkung auseinanderzusetzen sowie die erforderlichen gesellschaftlichen Diskurse auf verschiedenen Ebenen anstoßen.

4. Innovationen im Verkehr

Innovationen im Bereich Mobilität, Transport und Verkehr sind Ergebnisse sowohl autarker als auch geförderter bzw. durch Anreize angestoßener Prozesse der Kreativität, der Ideenfindung und ihrer Marktdurchdringung. Anlässe für Innovationsprozesse sind Forscherdrang und -neugier sowie Optimierungsziele (Effizienzsteigerungen), aber auch krisenhafte Bedingungen und veränderte technische und rechtliche sowie ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Rahmensetzungen.

Innovationen können technisch (Fahrzeuge, Fahrwege, Leitsysteme...), organisatorisch als auch prozessbezogen sein und folglich technologische, organisatorisch-wirtschaftliche und pro-

zessuale Aspekte des Verkehrssystems betreffen, aber auch Finanzierungs- und Betreiberformen der Verkehrsinfrastruktur und der Verkehrsangebote sowie die Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer.

Dabei können technische Innovationen durchaus „nur“ von grundsätzlichem Charakter sein. Neue Möglichkeiten werden theoretisch begründet und praktisch-experimentell umgesetzt. Ihre wirtschaftlich relevante Umsetzung erlangen sie in der Regel im Zusammenspiel mit einem sich – üblicherweise zeitlich verzögert – anpassenden Verkehrssystem.

Im Systemzusammenhang von Personenmobilität und Gütertransport, d.h. von Verkehrsverursachung und Verkehrsabwicklung, können Innovationen jeweils bezogen sein auf

- die Nachfrage: Verkehrsnachfrage (aus Mobilität und Transport) und Verkehrsverhalten,
- das Angebot: Verkehrsangebote mit Infrastruktur/Fahrwegen, Fahrzeugen und Diensten,
- die Organisation: Verkehrsabwicklung, -organisation/ -management und Finanzierung,
- die Wirkungen: Verkehrsauswirkungen wie Verkehrssicherheit, Umwelt- und Klimawirkungen, Stadt- und Landschaftsgestalt, wirtschaftliche Wirkungen und

betreffen somit die „Hardware“ und „Software“ des Verkehrssystems gleichermaßen.

Innovationsfelder im Verkehr betreffen

- Fahrzeuge mit ihren Antriebsaggregaten, Energieträgern, Energiespeichern, Fahrwerken, Reifen, tragenden Strukturen, Außenhaut, Assistenzsystemen und der Oberflächenbeschaffenheit und Formgebung,
- Fahrwege mit Aufbau, Trassierung, Querschnitten, Ausstattung, Informations- und Leittechnik sowie intramodalen und intermodalen Verknüpfungspunkten,
- Wege-/ Transportorganisation sowie Produktions- und Transportlogistik,
- Netze und Informationsbereitstellung über Netzzustände und Netzbetrieb,
- Regelungssysteme (Strukturen, Standards),
- Anreizsysteme, wirtschafts- und strukturpolitische Rahmenbedingungen,
- Raumstrukturen / Raumorganisation, Standortmuster,
- Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer.

Innovationen müssen in den meisten Fällen in bestehenden Verkehrssystemen Anwendung finden und sich dort einfügen. Dabei sind die Systemzusammenhänge innerhalb der einzelnen räumlichen und modalen Verkehrsteilsysteme, aber auch zwischen diesen zu beachten. Ebenso ist die Entwicklung völlig neuer Transportsysteme zu motivieren, die allerdings in den Zusammenhang des Gesamtsystems einzubinden sind.

Der wissenschaftliche Beirat empfiehlt

- *die Förderung und Unterstützung der Risikobereitschaft für unkonventionelle Inventionen, um wirkliche neuartige Verkehrskomponenten und –konzepte zu finden, die die umfangreichen bestehenden Standards und Normen überwinden können.*
- *durch politisch mutige Schritte wirklich signifikante Innovationen auszulösen.*
- *die frühzeitige Berücksichtigung der Systemzusammenhänge.*

5. Mehrwert von Innovationen

Innovationen fördern ganz generell die Effizienz und die Nachhaltigkeit des Verkehrs im Spannungsfeld von Wirtschaftlichkeit, sozialer Akzeptanz und Umweltverträglichkeit. Nur durch Innovationen kann

- die Verkehrssicherheit,
- die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit bzw. effizientere Bereitstellung von Angeboten im Verkehrssystem,
- die Effektivität und Effizienz von Verkehrsangeboten,
- die Kundenfreundlichkeit im Verkehr,
- die Verringerung der Umweltbelastungen sowie der Klimawirkungen durch das Verkehrssystem,
- die spezifische Energie- und Ressourceneffizienz im Verkehr sowie die Senkung absoluter Ressourcenverbräuche,
- die Wettbewerbsfähigkeit der Verkehrsprodukte und damit die wirtschaftliche Entwicklung nachhaltig gesteigert werden.

Nach Auffassung des Beirats sollte es Aufgabe des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung sein, daraus ein Zielsystem für die Bewertung von Innovationen bzw. der vorgelagerten Inventionen abzuleiten, dabei Innovationen möglichst auf andere Industriezweige übertragbar zu machen (z. B. Bau- und Produktionstechnik, Antriebe, Steuerung, Netzmanagement) und dort weiteren industriepolitischen Nutzen zu entfalten.

6. Sekundärwirkungen von Innovationen im Verkehr

Innovationen im Verkehr sichern Entwicklungsvorteile – und damit Konkurrenzvorteile – der Produkte und Leistungen der deutschen Mobilitätswirtschaft und Industrie. Innovationen induzieren Wachstumschancen und Arbeitsplatzzuwächse in der Mobilitäts-, Transport- und Verkehrswirtschaft.

Mobilität und Verkehr haben grundlegend an Basisinnovationen partizipiert und waren gleichzeitig Motor hin zu der globalisierten Welt. Verbesserte Mobilitäts- und Transportbedingungen erhöhen die Wachstumschancen aller Wirtschaftszweige. Eingesparte gesellschaftliche Ressourcen können für andere gesellschaftliche Verwendungszwecke (Infrastrukturen, Forschung, sozialer Ausgleich etc.) bereitgestellt werden.

Innovationen ermöglichen die schrittweise Abkopplung des Wirtschaftswachstums vom Verbrauch und von der Beanspruchung endlicher energetischer und materieller Ressourcen.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt

- *zur Ausgestaltung einer Innovationspolitik im Bereich Mobilität, Transport und Verkehr nicht nur eine enge Kooperation mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, sondern auch*
- *mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, um neben dem Platzieren ökologischer Leitlinien auch kulturelle, gesellschaftliche Bereitschaft und Begeisterung für Innovationen zu fördern.*

7. Staatliche Innovationsförderung und Innovationspolitik

Forschung für Gemeinschaftsaufgaben, die sich aus gesellschaftlichen Bedürfnissen ergeben, ist durch den Staat zu fördern. Ein wichtiges derartiges Forschungsfeld ist der Verkehr. Es bedarf hierbei gesellschaftlicher Unterstützung, fördernder Rahmenbedingungen und u. U. finanzieller Anstöße.

Dabei trägt der Staat die Gesamtverantwortung für eine gesellschaftliche Innovationskultur, für ihre Stabilisierung und Förderung. Aufgabe des Staates ist es, Grundvoraussetzungen für Innovationen zu stärken, Denkräume zu schaffen, um Kreativität zu ermöglichen. Diese ist eher in kleinen, selbständigen und unabhängigen Einheiten zu erwarten.

Ziel muss es insbesondere sein, die gesellschaftliche Akzeptanz von Innovationen zu steigern und die Begeisterung für das Neue zu verstärken. Hier ist der Staat gefordert, mit medialer Unterstützung eine gesellschaftliche Innovationskultur und gesamtgesellschaftliche Innovationsvisionen zu fördern. Dazu gehört auch das Bewusstsein dafür zu wecken, dass Forschung und Entwicklung als Voraussetzungen für Innovationen mit Unsicherheiten und Risiken behaftet sind und eine Akzeptanz von Miss- und Teilerfolgen in Forschung und Entwicklung erfordern.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt daher dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

- *die Auslegung einer konsequenten und ressortübergreifenden Innovationspolitik, um sowohl den Innovationsbedarf, die Innovationschancen und die Innovationsrahmenbedingungen sowie die Innovationskultur zu bestimmen.*
- *die Grundlagenforschung und auch die Forschung in kleinen, selbständigen, unabhängigen und kreativen Einheiten zu fördern.*
- *dazu beizutragen beispielsweise die Clusterpolitik des Bundesministers für Bildung und Forschung auch unter Aspekten der Innovationen im Verkehr auszugestalten.*

8. Formulierung einer gestaltenden Innovationspolitik

Eine Innovationspolitik, die entweder ausschließlich auf den Markt als Steuerungssystem oder ausschließlich auf staatliche Steuerung/Intervention setzt, ist jeweils mit erheblichen Mängeln und Risiken behaftet.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt daher dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

- *den Weg einer „gestaltenden Innovationspolitik“, die auf dem Wirken von wettbewerblichen Marktkräften unter staatlicher Rahmen- und Anreizsetzung beruht,*
- *dazu unter Beachtung des Innovationsfeldes Mobilität, Transport und Verkehr zur Ausgestaltung beizutragen von,*
 - *Wettbewerbs- und Patentrechts,*
 - *steuerlichen Anreize und Subventionen,*
 - *Standards für verkehrsbedingte Emissionen und Immissionen oder für Verbrauchswerte,*
 - *Standards für sichere(re) Straßen und Fahrzeuge.*

9. Forschungsförderung im Rahmen einer gestaltenden Innovationspolitik

Staatliche Forschungsförderung im Rahmen einer gestaltenden Innovationspolitik für den Bereich Mobilität, Transport und Verkehr kann und muss sich der verschiedenen Instrumente der Forschungsförderung bedienen. Dies betrifft Forschung in Großforschungs- und anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen, an Universitäten, in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Großunternehmen, vor allem aber auch in KMU.

Dabei liegen Aufgaben des Staates

- a) in einer Forschungsförderung, die der internationalen Wettbewerbssituation angepasst ist, also ähnlich hohe finanzielle Ausstattungen wie in Konkurrenzländern aufweist. In diesem Zusammenhang ist ein konsequenter Ausbau der Spitzentechnologien vor allem für Segmente, in denen im Weltmaßstab komparative Vorteile gesichert werden können, gefordert. Investitionen in Felder, in denen international ein Subventionswettbewerb stattfindet, sollten weitgehend vermieden werden, um einen ruinösen internationalen Wettbewerb bei einem ausreichenden Forschungsbudget zu vermeiden.
- b) in einem effektiven und effizienten Einsatz der Fördermittel: dies bedarf regelmäßiger Evaluationen staatlicher Forschungsförderungen.
- c) in der Begleitung einer effektiven Vermarktung Erfolg versprechender und öffentlich geförderter Forschung/Innovationen und im Einzelfall deren Unterstützung.
- d) in der Funktion als Impulsgeber für die Wirtschaft, damit diese vermehrt in Forschung und Innovation investiert. Mit der Hightech-Strategie wurde hier bereits ein beispielhafter Ansatz für technologische Innovationen geschaffen.
- e) in der Bewahrung der Eigenständigkeit der Forschungseinrichtungen und Universitäten gegenüber der Industrie, um auch unabhängige innovative Ideen und Konzepte verfolgen zu können.

Demnach stehen die Grundlagenforschung und der Nachweis der grundsätzlichen Funktionalitäten vor der Projektförderung im Mittelpunkt.

Der Beirat empfiehlt dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,

- *die differenzierte Forschungslandschaft mit ihren Innovationspotenzialen, auch in interdisziplinären Kooperationen und Allianzen, zu nutzen und keine strukturelle Konzentration auf Großforschungseinrichtungen oder Großunternehmen vorzunehmen, die derzeit noch zu stark ausgeprägt ist,*
- *Schwerpunkte auf die verkehrsbezogene Grundlagenforschung zu legen und dabei auch Chancen für kreative Einzelansätze außerhalb des Forschungs-Mainstream und durchaus auch außerhalb existenter Standards für interdisziplinäres Grenzgängertum zu eröffnen,*
- *die Auflage eines eigenen Grundlagenforschungsprogramms zu prüfen oder das Mitwirken an Grundlagenforschungsprogrammen anderer Ressorts zu intensivieren,*
- *im Zusammenwirken mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft Anstöße für verkehrsbezogene Clusterinitiativen, Sonderforschungsbereiche, Forschergruppen u. ä. zu setzen,*
- *das Potenzial der nicht-industriellen Forschung zur „kritischen Spiegelung“ der in der Industrie verfolgten Forschungs- und Entwicklungsstrategien erheblich stärker zu nutzen,*
- *die Zusammenarbeit im Sinne von Interdisziplinarität, Intermodalität sowie räumlicher und institutionell übergreifender Zusammenarbeit zu fördern.*

Der Beirat empfiehlt außerdem

- *den Wissens- und Technologietransfer zwischen den Anwendungsbereichen und zwischen grundlagenorientierter Forschung und industrieller Anwendung weiter zu intensivieren und zu fördern,*
- *dazu neue Modelle der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Großforschungseinrichtungen, Hochschulen und außeruniversitärer Forschung zu finden und zu erproben,*
- *dabei die Verteilungsschlüssel staatlicher Förderung auf die verschiedenen Wissenschaftseinrichtungen einer ständigen Prüfung zu unterziehen,*
- *in der Tendenz die Förderung industrieller Projekte zugunsten der Grundlagenforschung zu reduzieren,*
- *Wettbewerbsverfahren wie Spitzenclusterwettbewerbe als geeignete Maßnahmen, die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft fokussiert auf aussichtsreiche Gebiete zu fördern, einzusetzen.*

10. Innovationsmanagement des Bundes als Aufgabenträger

Der Bund – wie auch die Länder, Städte und Gemeinden – sind Baulastträger von Verkehrsanlagen, Aufgabenträger in den Gestaltungsbereichen des Straßenverkehrs und des Öffentlichen Personennahverkehrs. Im Rahmen dieser Rollen können die Gebietskörperschaften wie auch ihre Verkehrsinfrastrukturunternehmen und ihre Verkehrsunternehmen erheblich auf Innovationsprozesse einwirken. Dies betrifft beispielsweise

- Festlegungen zu Entwurf, Bau- und Betriebstechnik von Verkehrsanlagen, d.h. Einführung innovationsfördernder Standards für Entwurf, Bau und Betrieb und

- Beschaffungen oder zumindest Bereitschaft zur testweisen Einbindung innovativer Fahrzeuge (z. B. Elektrofahrzeuge oder Hybridfahrzeuge für den eigenen Fuhrpark von Dienstfahrzeugen, Bussen, Servicefahrzeugen, Sonderfahrzeugen) oder von Informations- und Leittechniken.

Der Beirat empfiehlt dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

- *im Bereich seiner Baulast- und Aufgabenträgerschaft sowie seines Beschaffungswesens durch Festlegungen und Beschaffungen die Marktpenetration und -durchdringung für innovative Produkte und Dienstleistungen zu unterstützen,*
- *sich an Erfolg versprechenden Pilotprojekten zu beteiligen,*
- *die Fort- und Weiterbildung und ein hausinternes Innovationsmanagement von staatlicher Seite zu fördern,*
- *gleichzeitig Anlässe zu nutzen bzw. zu schaffen, die motivieren, durch gemeinsame Ziele die Zusammenarbeit zu fördern und innovative Produkte und Leistungen in bestehenden Verkehrssystemen einzusetzen – beispielsweise im Rahmen der Verkehrslenkung und multimodalen Verkehrsangebotsgestaltung von Großveranstaltungen, wie der Expo 2000, der Fußball WM 2006 oder den Olympische Spielen 2018.*

11. Bewältigung der Hemmnisse und Risiken von Innovationen

Innovationen beinhalten naturgemäß Risiken des Misserfolgs und Scheiterns, aber auch Risiken unerwünschter Neben- und Folgewirkungen. Dies setzt gesellschaftlich die Akzeptanz und das Tragen der Risiken und Folgewirkungen voraus, die allerdings durch Ex-Ante-Wirkungsanalysen und Begleitforschung sowie Evaluationen begrenzt, bzw. korrigiert werden können und - wo erforderlich - auch sollten.

Hemmnisse für die Wirksamkeit von Innovationen liegen vor allem in der Durchsetzungsphase, die durch mangelnde Fantasie und Risikobereitschaft, fehlende Anreize, anfängliche ökonomische Risiken wie auch durch fehlende Risikoabdeckung geprägt sein kann. In dieser Phase werden rechtliche, institutionelle und finanzielle Hemmnisse sichtbar, die reduziert werden können durch

- unterstützende Standardfestlegungen (Verkehrsrecht, Umwelt-/Immissionsschutzrecht),
- Eröffnung von Optionen zum „versuchsweisen Einsatz“, zu Feldtests und Pilotprojekten,
- zeitlich begrenzte Subventionen oder steuerrechtliche Anreize zum Einsatz von Neuerungen, staatliches Abfedern des finanziellen Risikos bzw. Gewährung finanzieller Hilfen auch bei risikoreichen Investitionen,
- Abdeckung von Haftungsrisiken,
- Veränderung von Zuständigkeiten und Prozessen.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

- *an der Beseitigung der Hemmnisse der Innovationen mitzuwirken und*
- *in seiner Rolle als Aufgabenträger notwendige Risiken beim Einsatz von Innovationen zu tragen.*

12. Evaluation von Innovationen

Die Vorbereitung von Entscheidungen über die Unterstützung von Innovationen oder die Weiterverfolgung von Innovationen setzt differenzierte Nutzen-Aufwands-Abwägungen, multikriterielle Wirkungsanalysen und gegebenenfalls Stakeholder-Analysen (Ex-Ante-Evaluationen) voraus. Für die Einführung von Innovationen in den verschiedenen Phasen der Durchsetzung und Marktpenetration sind frühzeitig Ex-Post-Evaluationen unabdingbar. Dazu müssen Festlegungen getroffen und Mittel bereitgestellt werden sowie Optionen für Korrekturen oder „Abbrüche“ der Einführung (Exit-Strategien) vorgesehen werden.

Auch staatliche Interventionen sollten, vor allem im Bereich von Forschung und Innovation, hinsichtlich ihrer Wirkungen evaluiert werden. Die Ergebnisse sollten öffentlich zur Verfügung gestellt werden und in nachfolgenden Projekten Verwertung finden.

Sinnvoll erscheinen kontinuierliche Bewertungen wissenschaftlicher Ergebnisse und neuer Technologien. Zu empfehlen sind Technikfeldanalysen, die über klassische Stärken-Schwächen-Analysen hinausgehen und das Wertschöpfungspotenzial neuer Forschungsrichtungen beleuchten, Road Maps entwickeln und mögliche Szenarien zukünftiger Entwicklungen vorstellen. Analysen mit ausgewogenen Risiko-Nutzen-Bewertungen sind zu fördern, um die Akzeptanz neuer Technologien in der Bevölkerung herzustellen.

Der wissenschaftliche Beirat empfiehlt dem Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

- *in seinem Verantwortungs- bzw. Mitwirkungsbereich neben Mitteln für die Förderung der Verkehrsforschung und die Handlungsfelder der Innovationspolitik, ausreichende Mittel für Ex-Ante-Evaluationen im Vorfeld, für begleitendes Monitoring und für Ex-Post-Evaluationen nach Umsetzung der Projekte zur Verfügung zu stellen und damit*
- *an der Ausgestaltung einer Innovationskultur und der inhärenten Evaluationskultur mitzuwirken.*

13. Ausgewählte Innovationsfelder im Verkehr:

Im Bereich von Mobilität, Verkehr und Transport gibt es eine Vielzahl von Innovationsfeldern für Fahrzeuge, Infrastrukturanlagen, begleitende Informationen, Steuerungssysteme, Preise und Finanzierung sowie Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Für diese sind Road Maps zu entwickeln, um die Chancen und Risiken zu ermitteln und abzuwägen. Hier sollen exemplarisch nur Teilfelder angesprochen werden, die jedoch breite Implikationen im gesamten Verkehrssystem haben. Dies gilt beispielsweise auch für den Bereich Güterverkehr und Logistik sowie den Bereich der Betriebsstrategien im Luftverkehr.

Elektromobilität

Im Bereich der **Elektromobilität** bedarf es nach der Aufstellung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität einer guten Koordination der öffentlichen Aktivitäten in diesem Bereich. Auf detaillierte technisch-inhaltliche Zielfestlegungen, z. B. auf rein batterie-elektrische Antriebe, sollte verzichtet werden. Eine Fragmentierung in Bundes- und Landesprogramme sollte vermieden werden und die Strategien und Fördermaßnahmen sollten langfristig angelegt sein.

Durch die Initiierung eines Dialogs sollte die Zusammenarbeit verschiedener deutscher Unternehmen im Feld der Elektromobilität gefördert und verbessert werden. Kooperationsmodelle der Unternehmen untereinander und mit den Forschungseinrichtungen sowie Universitäten sollten Voraussetzungen für Förderung sein.

Von der Bundesregierung ist ein gemeinsames europäisches Vorgehen zu erwägen, um die europäische Position zu stärken und die Markteinführung zu erleichtern. Gezielte Überlegungen zur Entwicklung von Leitmärkten sind anzustellen (gezielte Überlegungen für Standorte zur Markteinführung).

Zur Förderung der Elektromobilität könnten – zeitlich befristet - finanzielle Anreize (Subventionen, Steuererleichterungen) für die Nutzung dieser Antriebstechnologien geschaffen werden, ebenso wie Erleichterungen im Verkehrssystem, wie beispielsweise die Nutzung von Busspuren, gesondert ausgewiesener E-Spuren oder die Bereitstellung von Park- und Ladeplätzen im öffentlichen Straßenraum.

Elektrofahrzeuge im Anwendungsbereich des Stadt- und Ballungsraumverkehrs für Güter- und Personentransport sind eine – aber nur eine – innovative Komponente zur zukünftigen Gestaltung des Stadt- und Ballungsraumverkehrs. Hybrid-, Wasserstoff- und Brennzellenantriebe und möglicherweise in Zukunft weitere Technologien sind als vergleichbare Entwicklungsoptionen zu verfolgen. Gleichzeitig sind infrastrukturseitige Implikationen wie Batterie- und Ladestellen im öffentlichen Straßenraum, Batterie-Ladestationen oder -Tauschstationen auf Service-Grundstücken oder privaten Stellplätzen zu prüfen und Umsetzungsvoraussetzungen zu schaffen.

Galileo

Da Galileo eines der zentralen Innovationsprojekte der EU und damit auch Deutschlands ist und da der Verkehr voraussichtlich einer der wichtigsten Anwendungsbereiche von Galileo darstellen wird, muss die Innovationspolitik hierfür mit besonderer Aufmerksamkeit gestaltet werden. Die gesamten Aktivitäten um Galileo sollten in einem integrierten innovationspolitischen Konzept zusammengeführt werden. Im Einzelnen umfasst dies beispielsweise folgende Aufgaben:

- Sicherstellung der Finanzierung und der zeitnahen Realisierung des Galileo-Projekts,
- Definition von Leitbildern und Zielen für den Einsatz von Galileo im Verkehr,
- Förderung der Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit für das Projekt und seine Vorteile, Neuartigkeit und Anwendbarkeit. Abbau möglicher Informations- und Vertrauensdefizite (z. B. bezüglich des Datenschutzes) in der Bevölkerung,
- Unterstützung der Zusammenarbeit und des Wissensaustauschs im Bereich der Galileo-Anwendungen, Ausbau der Dokumentation des Wissens um Galileo, Förderung der Aufnahme der technischen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten von Galileo in die Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme im Verkehr.,
- Förderung von insbesondere interdisziplinärer Forschung und von Pilotprojekten zur Anwendung von Galileo,

- Prüfung der Möglichkeiten zur Unterstützung der Verbreitung von Galileo-Anwendungen durch Gestaltung der fiskalischen und rechtlichen Rahmenbedingungen,
- Systematische Analyse von Vernetzungen der Galileo-Anwendungen mit anderen Systemen, Integration in eine Gesamtarchitektur,
- Anstoßen von Wirkungsuntersuchungen mit detaillierten Nutzen-Kosten-Betrachtungen.

Der Beirat empfiehlt dem Bundesminister

- *Road Maps für verschiedene Innovationsfelder zu entwickeln und einem gesellschaftlichen Diskurs zu unterziehen,*
- *breite Tests der technischen Handlungsoptionen in Pilotprojekten unter Beachtung der Systemzusammenhänge des Stadt-/Ballungsraumverkehrs vorzunehmen,*
- *begleitende sowie kurz- und langfristig nachlaufende Prozess- und Wirkungsevaluationen durchzuführen, um auf der Grundlage der Ergebnisse zukunftsweisende Entscheidungen zu fundieren.*