

**Wissenschaftlicher Beirat**  
**beim Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen**

**Stellungnahme**

**„Einführung von Innovationen im Verkehrsbereich“**

*Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats*

*Prof. Dr. Ingrid Göpfert, Philipps-Universität Marburg (Vorsitzende)*

*Prof. Dr. Gerd Aberle, Justus-Liebig-Universität Gießen*

*Prof. Dr.-Ing. Gerd-Axel Ahrens, TU Dresden*

*Prof. Dr. Herbert Baum, Universität zu Köln*

*Prof. Dr.-Ing. Klas Beckmann, RWTH Aachen*

*Prof. Dr. Karl-Heinz Breitzmann, Universität Rostock*

*Prof. Dr.-Ing. Werner Brilon, Ruhr Universität Bochum*

*Prof. Dr.-Ing. Horst Brunner, Universität Dresden*

*Prof. Dr.-Ing. Manfred Fricke, Universität Berlin*

*Prof. Dr. Günter Knieps, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

*Prof. Dr. Stefan Oeter, Universität Hamburg*

*Prof. Dr. Franz Josef Radermacher, Universität Ulm*

*Prof. Dr. Werner Rothengatter, Universität Karlsruhe*

*Prof. Dr.-Ing. Jürgen Siegmann, TU Berlin*

*Prof. Dr. Wolfgang Stölzle, Universität Duisburg-Essen*

*Prof. Dr. Alf Zimmer, Universität Regensburg*

## Stellungnahme

### **„Einführung von Innovationen im Verkehrsbereich“**

#### **1. Anlass und Ausgangslage**

Sicherung und Verbesserung von Mobilitäts-/Transportmöglichkeiten für Menschen und gewerbliche Wirtschaft sind zentrale Voraussetzungen zur Förderung der gesellschaftlichen, sozialen und ökonomischen Entwicklung. Unter den Zielen eines begrenzten Einsatzes öffentlicher und privater Finanzmittel, einer effizienten Ausnutzung vorhandener Verkehrsinfrastrukturen und Verkehrsmittel wie auch einer Vermeidung unerwünschter ökologischer, sozialer und ökonomischer Folgewirkungen kommt technischen Innovationen im Verkehrssystem eine besondere Bedeutung zu.

Der Wissenschaftliche Beirat sieht die nachfolgende Stellungnahme in enger Beziehung zu seiner Stellungnahme „Ressourcenschonung durch zukünftige Technologien – Potenziale im Straßen- und Luftverkehr“ aus dem Jahr 2002. Ausgehend von den Zielen einer Erhaltung der Mobilität, einer Bereitstellung bedarfsgerechter Infrastrukturen, einer Verbesserung des Umweltschutzes und der Sicherheit sowie einer Sicherung wettbewerbsgerechter Rahmenbedingungen hat der Beirat unter bestimmten Bedingungen für ein staatliches Engagement zum Anstoß bzw. zur Förderung von Innovationen plädiert. Diese Bedingungen umfassen beispielsweise ein mögliches Marktversagen bei der Bereitstellung öffentlicher Güter, notwendige Akkumulationen technischen Wissens zur Förderung positiver externer Effekte, notwendige Standardfestlegungen bei der Umsetzung in vernetzten Systemen oder die Erfordernisse von Grundlagenforschung bzw. in Sonderfällen die Förderung von Marktpenetrationen im öffentlichen Bereich durch Unterstützung von Demonstrations- bzw. Pilotprojekten.

Innovationen werden herkömmlich als lineare Prozesse mit den Schritten Forschung, Entwicklung, Einsatz von Prototypen, Weiterentwicklung zu „bewährter“ Technik, Fertigung und Vermarktung verstanden. In komplexen Feldern wie Verkehrssystemen ist dieses Verständnis jedoch allenfalls für Einzelkomponenten/Einzelprodukte angemessen, nicht jedoch für das Gesamtsystem oder komplexere Teilsysteme. Grundlegende Innovationen bewirken nämlich gleichzeitig Veränderungen der Praxis, weil sie Verhalten und Interaktionen von Nutzern, Kunden wie aber auch von Betreibern, Investoren und Trägern beeinflussen.

Technische Innovationen betreffen in Verkehrssystemen insbesondere

- Verkehrsmittel und Fahrzeuge,
- Verkehrswege und deren Ausstattungen,
- Informations-, Leit- und Sicherungssysteme („Telematik“).

Werden in Verkehrssystemen auch Veränderungen in der Handhabung durch am Verkehr Beteiligte als Innovationen verstanden, so bedarf es keiner technologischen Durchbrüche, um Verhaltensänderungen mit breiten Wirkungen zu erzielen. Dies gilt beispielsweise für Innovationsfelder wie Telematik, Sicherung von Intermodalität und Interoperabilität, Förderung von Multimodalität.

Technische Innovationen im Verkehrsbereich – zum Teil schon allein die Einführung neuer „Serien“ bzw. „Modelle“ von Fahrzeugen, Fahrzeugausstattungen oder Infrastrukturausstattungen – weisen offenkundig infolge unterschiedlicher Einflüsse in zunehmender Häufigkeit Mängel hinsichtlich einer einwandfreien Funktionstüchtigkeit, geringer Unfallrisiken oder sonstiger Folgewirkungen auf.

Die Presse berichtet über Einführungsmängel oder Einführungsmisserfolge. Dies bewirkt bei Öffentlichkeit, Unbeteiligten wie auch bei entscheidungslegitimierten politischen Gremien nicht selten Folgeeffekte wie Skepsis und Distanz zu technischen Innovationen. Ohne kritisch-bilanzierende Recherche entsteht vielmehr sogar der Eindruck, dass Häufigkeiten und Intensitäten von Funktionsstörungen, von Ausfällen und von (zeitweisen) Rücknahmen schon eingeführter Technologien, Geräte, Fahrzeuge usw. in den letzten Jahren zugenommen haben.

Die Einführung neuer Technologien wie aber auch von neuen Produkten ist sui generis mit technischen „Wirkungsrisiken“ verbunden. Eine Häufung und Intensivierung dieser Risiken kann jedoch vielfältige –unerwünschte – Folgewirkungen haben:

- a) betriebswirtschaftliche Schäden der Produzenten wie aber auch der Anwender – bis hin zur Gefährdung deren Existenzfähigkeit,
- b) Haftungsschäden infolge unerwünschter Folgewirkungen (z.B. Unfallrisiken, Umfeld-/Umweltrisiken, vollständige Funktionsausfälle),
- c) volkswirtschaftliche Schäden (z.B. Unfallkosten, Schadenbeseitigungskosten, Zeitverluste, Nichterfüllung von Leistungsverpflichtungen gegenüber ausländischen Kunden).

Besonders schwierig zu ermitteln und zu bewerten – aber falls eingetreten, dann besonders schwierig zu beseitigen – sind

- d) Imageschäden einer technologischen Entwicklung/Entwicklungslinie, eines Einzelbetriebs, eines Wirtschaftszweiges, einer Volkswirtschaft oder eines Technologie-Standortes („Standort der Forschung und Entwicklung“),
- e) gesellschaftliche Folgewirkungen in Form von Technikskepsis, Technikdistanz oder sogar Technikablehnung.

Aktuelle Beispiele für Erfordernisse einer Auseinandersetzung mit diesen Gegebenheiten sind:

- immer wieder auftretende Rückrufaktionen von Kraftfahrzeugen, aber auch von anderen technischen Geräten aus Sicherheitsgründen,
- Probleme bei einigen Baureihen von Schienenfahrzeugen mit Neigetechnik,
- der verzögerte und mit häufigen Ausfällen verbundene Einsatz des „People Mover“ am Flughafen Düsseldorf (zwischen Bahnhof „Flughafen Düsseldorf“ und Empfangsgebäude),
- der Einsatz des ICE 3 mit anfänglichen Problemen mit der Klimatisierung der Wagen, wiederholten Ausfällen der Antriebe, der Kupplungsmechanismen und der innovativen Wirbelstrombremse,
- die bisher nicht realisierte Einführung der GPS-gestützten Identifikation der Fahrleistungen und der Abrechnung der Mautgebühren für die schweren Lkw auf Bundesfernstraßen (Systemlösung von „Toll-Collect“).

Diese vordergründig technischen Mängel sind häufig verbunden mit Mängeln von

- Vertragsgestaltungen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern,
- begleitenden Serviceleistungen und Dienstleistungen.

Der Bundesminister für Verkehr hat eine wesentliche Aufgabe bei der Initiierung, Förderung, aber auch Sicherung von Innovationen im Verkehrssystem, um die angestrebten Funktionen des Verkehrssystems wirksam, effizient, kostengünstig und möglichst nebenwirkungsfrei zu sichern. Damit kommt der Bundesminister für Verkehr seinen Verpflichtungen im Rahmen der Sicherung der Daseinsvorsorge nach, indem die Funktionsfähigkeit der öffentlich zu verantwortenden Teile des Verkehrssystems gesichert werden. Dies kann erfolgen und erfolgt durch

- Förderung von Forschungen zu Verkehrsinnovationen – im Zusammenwirken beispielsweise mit dem Bundesminister für Forschung und Technologie, der Industrie, Fachverbänden, Fachorganisationen und der Wissenschaft,
- Förderung der Durchführung von Pilotprojekten,
- Förderung des Einsatzes neuer Technologien durch entsprechenden Einsatz im eigenen Verantwortungsbereich und durch Förderung eines Einsatzes mit Hilfe der Einführung entsprechender Förderbedingungen bzw. Fördertatbestände im Verantwortungsbereich anderer Gebietskörperschaften, Aufgabenträger, Betreiber usw.,
- Mitwirkung an der Fortentwicklung technischer Normen, rechtlicher Regelungen und organisatorisch-betrieblicher Konzepte,
- Förderung eines bilanzierenden Erfahrungsaustausches und einer fachlichen Information.

Insofern muss es auch Interesse und Aufgabe des Bundesministers für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen sein,

- a) primär Funktionsrisiken, Unfälle und unerwünschte verkehrliche Folgewirkungen zu vermeiden,
- b) sekundär an der Erhaltung und Förderung eines innovations- und entwicklungsfreundlichen Klimas in der Bundesrepublik Deutschland und in Europa für den Verkehrsbereich mitzuwirken.

Mit zunehmender Komplexität der Verkehrssysteme steigen dabei die Anforderungen an die Präzision der Formulierung von Anforderungen an Leistungen und Standards, an die Vorbereitung und Begleitung von Pilotprojekten und Versuchsreihen, an die Vorbereitung und Begleitung einer breiten Umsetzung. Dies gilt in vermehrtem Maße bei Ausweitung privater Aufgaben und Leistungen im Verkehrsbereich (z.B. Privatfinanzierung von Verkehrsinfrastruktur) sowie bei Zunahme des Zusammenwirkens verschiedener – getrennt sowie privat verantworteter – Einzelkomponenten. Die Setzung von (Qualitäts-)Standards, deren Prüfung und Durchsetzung sind dann in vermehrtem Umfang Aufgaben des Staates, um auch die Funktions- und Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems als Gesamtheit zu gewährleisten.

## **2. Analyse potenzieller Ursachen**

Die Ursachen für die exemplarisch aufgezeigten Mängel sind im Detail stark einzelfallspezifisch. Es kann sich um Mängel von Einzelkomponenten, um Fehler im systemaren Zusammenwirken von Einzelkomponenten, um Entwurfs- und Konzeptionsmängel, aber auch um Service- oder Bedienungsmängel handeln. Die Häufung dieser Mängel wie auch die Intensivierung von Wirkungen dieser Mängel legen aber den Schluss nahe, dass auch systematische Ursachen zugrunde liegen. So ist nicht auszuschließen, dass Gegebenheiten wie

- stark verkürzte Zyklen technologischer Innovationen,
- zu knappe Zeiten für Forschung und Entwicklung,
- Verzicht auf den Test von Prototypen unter Anwendungsbedingungen sowie verkürzte Testzeiten in Verbindung mit selektiven Testbedingungen,
- zu frühe Ankündigung als „serienreif“ zur Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit und zu früher Markteintritt,
- unzureichend präzise Funktionsanforderungen und Qualitätsstandards bei Ausschreibungen,
- mangelhaftes Qualitätsmanagement in Produktion wie aber auch in Betrieb und Erhaltung,
- mangelnde Präzision von vertraglichen Vereinbarungen zu Funktions- und Qualitätsstandards, zu Trägerschaften von Haftungsschäden, zu Folgeschäden u.a.

Diese mangelbehafteten Vorgehensweisen scheinen besonders bei verschärften Konkurrenzsituationen wie auch bei zunehmenden Ertragsschwächen von Produzenten verstärkt

aufzutreten. Sie werden weiterhin gefördert durch nicht hinreichenden Einsatz von qualifiziertem Fachpersonal – nach Anzahl und nach Art der Qualifizierung – in Forschung und Entwicklung, in Produktion, Betrieb, Service und Wartung.

Hauptursachen für Schwierigkeiten bei der Einführung technischer Systeme im Verkehrswesen bzw. für Systemausfälle sind unter anderen:

- a) der (angestrebte) Einsatz in einer nahezu unbeschränkten Menge von Situationen mit statisch (Bau, Regelung) sowie dynamisch (z.B. Wetter, Geschwindigkeit, Verkehrsteilnehmerkollektive) variierenden Bedingungen,
- b) die daraus resultierende Komplexität und Verschiedenartigkeit der Anforderungssituationen,
- c) die notwendige Forschung, Entwicklung und Fertigung in heterogenen Konsortien bzw. „tiefen Fertigungsketten“ mit unterschiedlichen „Kulturen“, was Informationsweitergabe, Sicherheit und Qualitätsmanagement betrifft,
- d) zu geringe Rückmeldungen über Störungen/Probleme aus der Praxis bzw. dem Betrieb an Forschung, Entwicklung und vor allem Industrie infolge der vermehrten und verkomplizierten Schnittstellen.

Verstärkend kommt hinzu, dass zum Teil ein systematischer Abbau von Forschungs- und Entwicklungskapazitäten von Unternehmen gerade im Verkehrsbereich erfolgt. Ein symptomatisches Beispiel ist die Deutsche Bahn AG, für deren Leistungsbereich – als Folge der Deregulierung und der reduzierten Finanzausstattung – auch ein Abbau von umfangreichen Testreihen für Prototypen und von deren schrittweisen Verbesserung zu verzeichnen ist. Ein anderes spektakuläres Beispiel ist die GPS-gestützte Erhebung von Mautgebühren („Toll Collect“) und deren bisheriges Scheitern, das möglicherweise unter anderem auf Mängel der Ausschreibung, auf voreilige bis fahrlässige Leistungsversprechen der Anbieter, auf mangelbehaftete Vertragsgestaltungen, auf eine (zu) frühzeitige Fixierung auf einzelne von alternativen technologischen Lösungen sowie auf unzureichende Testreihen der Einzelkomponenten wie auch deren Zusammenwirkungen zurückzuführen ist.

Hohe Komplexität und eingeschränkte Voraussagbarkeit, verbunden mit der Erfahrung mangelnder Zuverlässigkeit der Systeme hat zur Folge, dass sich bei Nutzern, Kunden und Käufern wie auch Betreibern eine subjektiv verzerrte Wahrnehmung der Risiken einstellt, die mit innovativen Technologien einhergehen. Folge kann eine Reduktion der Akzeptanz bei Erwerb und Nutzung sein, die entsprechende Rückwirkungen auf Technologieentwicklung und wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit haben können, gleichzeitig aber auch zu einer partiellen Korrektur der verursachenden Marktbedingungen führen können.

### 3. Fazit und Empfehlungen

Der Wissenschaftliche Beirat beobachtet diese Entwicklung mit großer Sorge – und dies nicht nur im Hinblick auf mögliche tatsächliche Verluste der technologischen Kompetenz in Deutschland in den Bereichen Verkehr, Mobilität, IT-Technologie usw., sondern vor allem im Hinblick auf die mittelbaren sowie die langfristigen volkswirtschaftlichen Schäden. Vor allem langfristige Schäden durch Imageverlust des Gütesiegels „Made in Germany“ und durch kontraproduktive Rückwirkungen auf die Technologieorientierung/-akzeptanz der Gesamtgesellschaft und insbesondere der jüngeren, vor bzw. in der Ausbildung stehenden Generation sind zu vermeiden, da diese auch auf die Innovationsbereitschaft und -fähigkeit im Verkehrsbereich zurück wirkt.

Dabei steht der Verkehrsbereich nur beispielhaft für andere Bereiche technologischer Entwicklungen. Es handelt sich aber um einen gesellschaftlich, wirtschaftlich und hinsichtlich der Effekte auf das öffentliche Verständnis besonders problematischen Bereich.

Ziel muss eine von allen Beteiligten getragene gesellschaftliche Vereinbarung zu Handlungsansätzen, zu Handlungsverpflichtungen und Selbstverpflichtungen wie auch zu rechtlichen und sonstigen Rahmensetzungen sein, die grundlegende Beiträge zum Abbau der Problemursachen leistet. Im Verkehrsbereich sind Vertreter der Gebietskörperschaften, der Besteller, der Infrastrukturträger, der Verkehrsdienstleister, der einschlägigen Industrie und der Forschung zu beteiligen. Ziel ist vornehmlich eine freiwillige Selbstkontrolle – unterstützt durch verbesserte Normen, Richtlinien, ein Qualitätsmanagement u.ä.

Gemeinsames Leitprinzip muss die Vermeidung von Unfall- und Umweltrisiken, von Ausfällen, von resultierenden volkswirtschaftlichen Schäden und vor allem von massiven Imageschäden insbesondere auch im Verkehrsbereich sein. Zur Erfüllung dieser Ziele bedarf es bei allen beteiligten Akteuren einer entsprechenden Ausstattung mit Fachkompetenz, einer realistischen Einschätzung von Aufwendungen zur Sicherstellung einer angemessenen technologischen Reife sowie von Erfordernissen für entsprechend „faire“ Rahmensetzungen. Bei sachgerechter Ausgestaltung führt das wohl kaum zu den häufig befürchteten Behinderungen von Innovationen, sondern eher zu einer Erhöhung der Innovationsbereitschaft. Dieser Weg ist zwar möglicherweise mit erhöhten Forschungs-, Entwicklungs- und Planungskosten verbunden, bedeutet aber gleichzeitig deutliche Reduktionen der direkten, indirekten und intangiblen Folgekosten von Schäden.

Zur Förderung der Akzeptanz von Innovationen im Verkehrsbereich sind besonders wirksam:

- a) erfolgreiche Einführungen technologischer und sonstiger Innovationen, d.h. deren Leistungsnachweis,
- b) Information und Beratung über Innovationen und deren „positiven“ gesamtgesellschaftlichen Wirkungen.

Der Wissenschaftliche Beirat empfiehlt daher:

1. eine Verstärkung der „politischen“ Bereitschaft zu und der Förderung von technischen Innovationen im Verkehrsbereich – unter Einschluss von organisatorischen, rechtlichen und managementmäßigen Innovationen sowie von Innovationen bei Trägerschaft, Finanzierung usw.,
2. eine Verstärkung der Kooperation mit dem Bundesminister für Bildung und Forschung BMBF zur Sicherung der Durchgängigkeit von Forschung, Entwicklung, Einsatz/Test von Prototypen sowie von Vorbereitung, Umsetzung und Begleitung der Breitereinführung im Bereich von Einzelkomponenten oder Systemlösungen im Verkehrsbereich,,
3. eine Verstärkung einer frühzeitigen Kooperation mit Forschung und Entwicklung in Hochschulen, Großforschungseinrichtungen, Industrie u.a.,
4. eine Verstärkung der notwendigen Grundlagenforschung,
5. die kurzfristige Berufung eines „Beraterkreis“, der insbesondere Standards zur Qualitätssicherung erarbeiten und die Durchführung von Pilotprojekten begleiten soll,
6. die Setzung von Rahmenbedingungen, die kurze – aber nicht zu kurze – Innovationszyklen fördern,
7. eine Vermeidung von – z.T. sachfremdem – Zeitdruck (z.B. Wahltermine) bei Forschung und Entwicklung im Bereich des Verkehrswesens.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Sicherung eines Qualitätsmanagements für Einzelkomponenten, insbesondere aber für deren systemares Zusammenwirken im Verkehrssystem zu. Es ist daher – insbesondere auch für den Verkehrsbereich – ein integriertes Planungs- und Entwicklungsmanagement, das durchgängig Auftraggeber, Auftragnehmer, spätere Kunden, Nutzer und Hersteller – über die gesamte Fertigungskette – umfasst, zu fordern.

Dabei empfiehlt es sich insbesondere auch,

- stufenweise und schrittweise Integrationen der Systemkomponenten vorzusehen,
- stufenweise und schrittweise Einführungen sicherzustellen (räumlich, betrieblich, bezogen auf Nutzer- und Betroffenenkreise), um innovative Techniken in „bewährte“ Techniken zu überführen.

Der Bundesminister für Verkehr ist der Natur der Sache entsprechend insbesondere für diejenigen Bereiche gefordert, in denen er als Auftraggeber wirkt oder in denen er für die Rahmensetzung von technischen Standards (mit) zuständig ist.