

Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Telematik im Verkehr

Papier des Wissenschaftlichen Beirats
beim Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen

Prof. Dr. Gerd Aberle, Gießen
Prof. Dr. Axel Ahrens, Dresden
Prof. Dr. Herbert Baum, Köln
Prof. Dr. Klaus J. Beckmann, Aachen
Prof. Dr. Karl-Heinz Breitzmann, Rostock
Prof. Dr. Werner Brilon, Bochum
Prof. Dr. Horst Brunner, Dresden
Prof. Dr. Manfred Fricke, Berlin
Prof. Dr. Ingrid Göpfert, Marburg (Vorsitzende)
Prof. Dr. Gösta B. Ihde, Mannheim
Prof. Dr. Peter Kirchhoff, München
Prof. Dr. Günther Knieps, Freiburg
Prof. Dr. Stefan Oeter, Hamburg
Prof. Dr. Franz-Josef Radermacher, Ulm
Prof. Dr. Werner Rothengatter, Karlsruhe
Prof. Dr. Jürgen Siegmann, Berlin
Prof. Dr. Alf Zimmer, Regensburg

Inhalt

1	Anlass und Abgrenzung der Stellungnahme	3
2	Ziele und Aufgaben der Telematik im Verkehr	3
3	Potenziale telematischer Systeme	4
3.1	Steuerung der Fahrzeugbewegung auf dem Fahrweg	4
3.1.1	Straßenverkehr	5
3.1.2	Schieneverkehr	7
3.2	Beeinflussung der Verkehrsströme im Netz	9
3.2.1	Individualverkehr	9
3.2.2	Öffentlicher Verkehr	10
3.2.3	Effizienzsteigerung des Güterverkehrs durch Telematik	11
3.3	Erhebung von Nutzungsentgelten	12
3.3.1	Individualverkehr	13
3.3.2	Öffentlicher Verkehr	13
3.4	Information über Reisemöglichkeiten und Buchung von Fahrten	14
4	Umsetzungsprobleme der Telematik im Verkehr	16
4.1	Kosten, Nutzen, Marktchancen	16
4.2	Privater Nutzen und gesellschaftlicher Nutzen	18
4.3	Technik der Telematiksysteme	19
4.4	Rechtliche Probleme und Datenschutz	20
5	Forschungsbedarf	21
6	Handlungsempfehlungen	22

1 Anlass und Abgrenzung der Stellungnahme

Auf die Telematik werden große Hoffnungen im Hinblick auf die Sicherung und Verbesserung der Mobilität gesetzt. Vom Wort her geht es um die Verknüpfung von Telekommunikation und Informatik. Die Telematik ermöglicht eine Beeinflussung des Mobilitätsgeschehens mit dem Ziel einer höheren Effizienz der Verkehrsabläufe sowie einer größeren Sicherheit, einer Verringerung von verkehrsbedingten Umweltbelastungen, eines höheren Komforts und einer besseren Planbarkeit. Die Möglichkeit, Informationen über den Verkehr online zu erfassen, sie an beliebige Stellen zu senden und über Rechner intelligent zu verknüpfen, eröffnet neue Perspektiven für die Gestaltung der Mobilität. Sie reichen vom Ersatz der physischen Bewegung durch Telekommunikation (virtuelle Mobilität) bis zur Optimierung der Bewegung von Fahrzeugen.

Während die Entwicklung der Verkehrstelematik anfangs Euphorie auslöste und zu der Erwartung führte, dass durch ihren Einsatz der Ausbaubedarf für die Infrastruktur zurückgehen könnte, ist heute eher Ernüchterung eingetreten. Die Einführung der Systeme geht schleppend voran, es wird erkennbar, dass auch die Telematik Kosten verursacht, dass sich die erhofften Wirkungen nur unvollkommen einstellen und dass die Akzeptanz durch die Verkehrsteilnehmer nach wie vor ungewiss ist.

Der Wissenschaftliche Beirat nimmt diese Situation zum Anlass, aus seiner Sicht zu den Möglichkeiten und Grenzen der Verkehrstelematik Stellung zu nehmen. Er möchte damit verhindern, dass überzogene Erwartungen an die Wirksamkeit von Telematikanwendungen aufrecht erhalten werden. Zugleich möchte er mögliche bedenkliche Entwicklungen so rechtzeitig aufzeigen, dass darauf bei der Weiterentwicklung der Systemarchitekturen eingegangen werden kann. Der Beirat möchte aber auch darauf hinwirken, dass die Entwicklung von erfolversprechenden Telematiksystemen weiter betrieben wird und dass die Chancen genutzt werden, die die Telematik eröffnet.

Die vorliegende Ausarbeitung beschränkt sich auf die telematik-unterstützten Prozesse der physischen Bewegung und hierbei auf den bodengebundenen Verkehr. Diese Beschränkung bedeutet nicht, dass die Möglichkeiten des Ersatzes der physischen Bewegung durch Telekommunikationsprozesse als nachrangig eingestuft werden. Sie unterliegen aber anderen Gesetzmäßigkeiten und Wirkungsprinzipien und bedürfen einer getrennten Behandlung. Ebenso erfordert der Einsatz der Telematik im Luftverkehr und in der Schifffahrt eine eigenständige Betrachtung.

2 Ziele und Aufgaben der Telematik im Verkehr

Unter Verkehrstelematik werden Systeme zusammengefaßt, bei denen durch die Übermittlung von Informationen und deren Auswertung das Verhalten von Verkehrsteilnehmern oder von technischen Komponenten im Bereich der Verkehrsmittel oder der Verkehrswege beeinflusst werden kann. Die Verkehrstelematik enthält somit eine Vielzahl von Werkzeugen zur Beeinflussung der Verkehrsentstehung und zur Steuerung des Verkehrsablaufs. Die Verkehrsentstehung kann durch Informationen

über Reisemöglichkeiten beeinflusst werden. So ist es durch aktuelle Informationen über die Verkehrslage z.B. möglich, dass der Zeitpunkt des Reiseantritts verschoben oder ein anderes Verkehrsmittel als ursprünglich vorgesehen gewählt wird. Bei der Steuerung des Verkehrsablaufs handelt es sich um Regelungsprozesse, in denen Zustandsdaten mit Hilfe von Messeinrichtungen (z.B. Zählgeräte) erfasst, Steuerungsmaßnahmen im Leitreechner nach einer vorgegebenen Strategie entwickelt und Anweisungen (z.B. Geschwindigkeitsbegrenzungen) oder Empfehlungen (z.B. Verkehrsmittelwahl, Wegewahl) über Stellglieder (Anzeigen oder Ansagen) an den Verkehrsteilnehmer übermittelt werden.

Mit diesen Systemen werden die Ziele verfolgt:

- Effizientere Nutzung der Infrastruktur,
- Erhöhung der Qualität des Verkehrsablaufs,
- Erhöhung der Verkehrssicherheit,
- Verringerung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen,
- Erleichterung bei der Benutzung des Verkehrssystems,
- Verringerung des Zeitaufwands für die Vorbereitung und Durchführung von Reisen,
- Erweiterung von Absatzmöglichkeiten für moderne Produkte und Verbesserung der Marktchancen im internationalen Wettbewerb.

Bei der telematischen Unterstützung des Verkehrs ist insbesondere zwischen folgenden Aufgabenfeldern zu unterscheiden:

- Steuerung der Fahrzeugbewegung auf dem Fahrweg,
- Steuerung der Verkehrsströme im Netz,
- Verfolgung und Optimierung von Güterbewegungen,
- Erhebung von Nutzungsentgelten,
- Information über Reisemöglichkeiten und Buchung von Reisen.

Die Potenziale der Telematik in verschiedenen Aufgabenfeldern des Verkehrswesens werden im folgenden zusammen mit dem erreichten Stand behandelt.

3 Potenziale telematischer Systeme

3.1 Steuerung der Fahrzeugbewegung auf dem Fahrweg

Die Systeme zur Steuerung der Fahrzeugbewegung auf dem Fahrweg üben technische Funktionen aus. Sie dienen primär der Erhöhung der Sicherheit, der Verflüssigung des Verkehrs und der Verringerung der Umweltbelastungen. Sie sind Bestandteil der Infrastruktur. Die erforderlichen Daten fallen beim Betrieb der Infra-

struktur an. Sie sind von der für die Infrastruktur zuständigen Institution zu beschaffen und einzusetzen.

Die einzelnen Steuerungssysteme hängen eng mit der Art des Fahrwegs zusammen. Die Straße wird dabei sowohl vom Individualverkehr (privates Kfz) als auch vom öffentlichen Verkehr (Straßenbahn, Bus, Taxi) benutzt, die Schiene dagegen nur vom öffentlichen Verkehr.

3.1.1 Straßenverkehr

Im Straßenverkehr gehören zur Steuerung des Fahrtablaufs folgende Aufgaben:

- Warnung vor unfallträchtigen Situationen (Stau, Nebel, Glätteis, Seitenwind, Unfallstellen, Straßenschäden etc.),
- Beeinflussung der Geschwindigkeit,
- Abstandshaltung zwischen hintereinander fahrenden Fahrzeugen,
- Zuflussdosierung,
- Steuerung von Lichtsignalanlagen,
- Richtungswechselbetrieb.

Zu unterscheiden ist nach Steuerungstechniken, durch die der Baulastträger oder die Verkehrsbehörde von außen auf den Verkehrsfluß einwirken (kollektive Verkehrsbeeinflussung) und solchen, die vom einzelnen Fahrzeug ausgehen (individuelle Verkehrsbeeinflussung).

Kollektive Verkehrsbeeinflussung

Für die Warnung vor unfallträchtigen Situationen werden neben den bisher üblichen statischen Hinweisschildern zunehmend auch automatische Systeme eingesetzt. Die Anzeigen können fahrwegseitig mittels Wechselverkehrszeichen oder in Zukunft auch fahrzeugseitig - optisch oder akustisch - erfolgen.

Hohe oder stark differierende Geschwindigkeiten führen wegen der damit verbundenen Überhol- und Bremsvorgänge häufig zu Unfällen und Staus. Auf kritischen Abschnitten des Straßennetzes werden die zulässigen Geschwindigkeiten deshalb begrenzt. Dies bewirkt eine Homogenisierung des Verkehrsablaufs. Derartige Geschwindigkeitsbegrenzungen können dynamisch durch Wechselverkehrszeichen erfolgen, die in Abhängigkeit von der Verkehrssituation oder den Straßenverhältnissen geschaltet werden.

Bei Überschreitung einer kritischen Verkehrsdichte führen Ungleichmäßigkeiten des Fahrtablaufs zu Bremsvorgängen der folgenden Fahrzeuge, die sich bis zum „Stau aus dem Nichts“ entwickeln können. Durch eine Dosierung des Zuflusses auf den davon betroffenen Streckenabschnitt kann in zahlreichen Fällen eine Belastung mit überkritischen Dichten vermieden werden. Die Dosierung erfolgt mit Hilfe von Lichtsignalanlagen an den Zufahrten und sie wird in Abhängigkeit von der Verkehrssituation auf der durchgehenden Straße gesteuert. Auf diese Weise kann auch der Zufluss in überlastete städtische Gebiete (z.B. Innenstadt) begrenzt werden. Mit dieser Lösung, die im Ausland schon sehr weit verbreitet ist, sind in

jüngerer Zeit gute Erfahrungen in Einzelfällen gewonnen worden. Deswegen steht eine Ausweitung der Zufahrtsteuerung in Deutschland bevor. Die Kenntnisse über sinnvolle netzweite Steuerungsstrategien dafür sind aber in Deutschland noch nicht ausreichend verbreitet.

Im Ausland werden besonders gute Erfahrungen mit dynamischen Anzeigen realitätsnaher Reisezeiten, die bis zum Erreichen charakteristischer Punkte der vorausliegenden Strecke benötigt werden, gesammelt. Diese Anzeigen bewirken eine merkliche Homogenisierung des Verkehrsflusses. Die Skepsis, die in Deutschland von den Behörden dieser Technik entgegengebracht wird, ist nicht gerechtfertigt.

Für alle genannten Systeme gibt es schon Anwendungen. Ein genereller Durchbruch ist aber noch nicht gelungen. Es besteht noch ein erheblicher Entwicklungsbedarf.

Bei der Steuerung der Fahrzeugbewegung auf dem Fahrweg stellt sich das Problem der Akzeptanz, obwohl es sich - rechtlich gesehen - weitgehend um die Anordnung und Übermittlung verkehrsrechtlicher Vorschriften handelt, deren Beachtung zwingend ist. Die Anweisungen werden streckenseitig durch Verkehrszeichen oder Lichtsignale gegeben. Zusätzlich ist damit zu rechnen, dass in Zukunft die Inhalte von Verkehrszeichen auch im Fahrzeug angezeigt werden können. Teilweise wird die Einhaltung auch technisch erzwungen (z.B. zulässige Höchstgeschwindigkeit für LKW oder eine zukünftig denkbare automatische Abstandshaltung). In der Realität ist eine uneingeschränkte Beachtung aber nicht zu erreichen.

Individuelle Verkehrsbeeinflussung

Durch die Benutzung von individuellen Zusatzeinrichtungen in privaten Straßenfahrzeugen verschaffen sich die Fahrer Hilfen bei der Bewältigung der Fahraufgabe. Bereits weit verbreitet sind Navigationssysteme, die durch statische, im Fahrzeug abgespeicherte Daten des Straßennetzes in Kombination mit einer GPS-Navigation, eine zuverlässige autarke Wegfindung ermöglichen. Bei dieser Technologie sind im vergangenen Jahrzehnt besonders bemerkenswerte Innovationen erfolgreich in die Praxis umgesetzt worden. Die Navigationsgeräte können teilweise auch über Rundfunk (RDS-TMC, Radio Data System, Traffic Message Chanel) oder Mobiltelefone dynamische Informationen über die Verkehrslage empfangen und bei der Wegweisungsempfehlung berücksichtigen. Die Benutzung dieser Geräte richtet sich auf einen möglichst großen Nutzen des jeweiligen Fahrers. Aktuelle Verkehrslageberichte lassen sich auch über das Internet oder Mobiltelefon abrufen. Zur Zeit wird als eine neue Möglichkeit angeboten, die individuelle Wegweisung auch auf vergleichsweise preisgünstige PDA (Personal Digital Assistent) zu verlagern. Diese erhalten ihre Routenberechnung per Mobilfunk von einem Serviceprovider, der - unmerklich für den Benutzer - auch eine im Sinne des Baulasträgers beabsichtigte Verkehrslenkung in die Empfehlungen einbetten kann.

Bisher sind noch keine praxisreifen Systeme entwickelt, die eine Anzeige von zeitweiligen örtlichen Besonderheiten oder örtlich geltenden Verkehrsregelungen innerhalb des Fahrzeugs ermöglichen, obwohl dies ohne große Schwierigkeiten möglich sein sollte. Grundsätzlich könnten die benötigten Daten von einer zentralen Stelle ungezielt per Funk verbreitet und vom Navigationssystem am richtigen Ort dem Fahrer präsentiert werden. Dennoch ist davon auszugehen, dass eine Verwendung

ortsfester Infrastrukturen für dynamische örtliche Informationen unvermeidlich ist. Mit solchen Systemen wären aktuelle Warnungen vor ständigen (z.B. gefährlichen Kurven) oder zeitweiligen (z.B. Stau) Gefahren möglich. Denkbar ist sogar ein Eingriff in die Führung des Fahrzeugs (z.B. automatische Begrenzung der Antriebskraft zur Einhaltung von örtlich angepaßten Höchstgeschwindigkeiten). Von derartigen Systemen können Beiträge zur Verbesserung der Verkehrssicherheit erwartet werden. Sie sollten jedoch frei von überflüssigen Hinweisen und von Werbung gehalten werden.

Um Auffahrunfälle bei zu geringem Abstand zu vermeiden, werden fahrzeugseitige Abstandsmessgeräte, z.B. auf der Grundlage von Radarmessungen, eingesetzt. Bei zu geringen Abständen werden die Fahrer gewarnt oder die Fahrzeuge sogar automatisch gebremst. Bisher ist ein solches System erst bei wenigen Pkw-Anbietern im Segment der Luxusfahrzeuge erhältlich. Solche Abstandswarnsysteme können in Zukunft einen besonderen Nutzen bei der Sicherheit im Lkw-Verkehr erlangen.

Die automatische Abstandshaltung und die Geschwindigkeitsbeeinflussung sind zusammen mit Systemen des automatischen Lenkens Bausteine des automatischen Fahrens. Systeme des automatischen Lenkens werden bei Bussystemen im Versuchsstadium und im Ausland auch schon im Linienbetrieb eingesetzt. Für das automatische Lenken von privaten Pkw und Lkw werden heute jedoch darüber hinausgehende, optisch basierte und voll autarke Systeme favorisiert, die jedoch bisher noch nicht für die Praxis einsatzbereit sind. Technisch wird das automatische Fahren aber mittelfristig machbar sein. Es sind auch Warnsysteme denkbar, die bei groben Lenkfehlern (z.B. als Folge von Übermüdung) dem Fahrer Warnsignale geben. Eine völlige Automatisierung des Fahrens von privaten Straßenfahrzeugen würde theoretisch Möglichkeiten für eine nennenswerte Kapazitätssteigerung der Straßen bieten. Die dabei entstehenden technischen Probleme - vor allem der Verkehrssicherheit - sind jedoch noch ausführlich zu durchdenken. Ungeklärt sind weiterhin noch die Fragen der Akzeptanz und der rechtlichen Folgen (Haftung, Verkehrssicherungspflicht, strafrechtliche Konsequenzen bei Unfällen). Die rechtlichen Fragen reflektieren dabei auch Defizite technischer Lösungen. Vorläufig ist damit zu rechnen, dass allein schon aus rechtlichen Gründen Systeme des automatischen Fahrens auf absehbare Zeit nicht zum Einsatz kommen werden.

3.1.2 Schienenverkehr

Die Steuerung des Fahrtablaufes auf dem Fahrweg betrifft die Abstände und die Geschwindigkeit aufeinanderfolgender Züge sowie die Sicherung gegen Flankenfahrten. Aufgrund der langen Bremswege ist der Schienenverkehr außengesteuert. Über Signale wird den Triebfahrzeugführern mitgeteilt, ob der Zug in den nächsten Abschnitt einfahren darf. Bei Nichtbefolgen dieser optischen Signale greift eine technische Zugbeeinflussung.

Zur sicheren Betriebsführung bei mehr als 160 km/h bedarf es eines kontinuierlichen Informationsaustausches zwischen den Zügen und der Strecke. In Deutschland geschieht dies mit der Linienzugbeeinflussung (LZB). Dem Triebfahrzeugführer wird das Freisein der Strecke vor ihm kontinuierlich im Führerstand angezeigt (elektronische Sicht). Bei Bedarf bremst eine Automatik den Zug ab. Damit ist im Gegensatz

zum Straßenverkehr auch ein komplett automatisches Fahren auf LZB-Strecken möglich (AFB, Automatische Fahr- und Bremssteuerung).

Derzeit wird eine neue Funktechnik (GSM-R) mit speziellen Funktionalitäten für die Anwendung im Eisenbahnwesen installiert, mit der etwa die Hälfte des Netzes und damit auch alle wichtigen Strecken abgedeckt werden. Damit wird eine einheitliche Basis auch für neue funkbasierte Telematikanwendungen bei Eisenbahngesellschaften in Deutschland geschaffen.

Mit Hilfe der Verkehrstelematik werden im Eisenbahnbetrieb derzeit zwei Ziele verfolgt:

- Vereinheitlichung der diversen europäischen Betriebsleitsysteme im Rahmen des ERTMS (European Rail Traffic Management System)/ETCS (European Train Control-System)
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch Loslösung vom Blocksystem und Hinwendung zur Zug-Zug-Kommunikation bzw. der direkten Steuerung der Fahrweg-Komponenten durch die Züge

Bei ETCS sind verschiedene Stufen definiert. Im sog. Level 2 wird eine der LZB ähnliche Funktionalität definiert, allerdings funkbasiert. Derzeit werden diverse Tests in verschiedenen Ländern damit durchgeführt. Als erstes will die Schweiz damit in den kommerziellen Betrieb gehen.

In Deutschland entstehen jedoch nur wenige Vorteile durch Einführung des ETCS-Level 2. Die DB AG plant daher eine 20-jährige Einführungszeit auf 3500 km Hochleistungsstrecken - und das auch nur dann, wenn die Mehrkosten von ca. 600 Mio _ für eine Doppelausrüstung LZB/ETCS vom Staat übernommen werden. Die Entwicklung der funkbasierten Zug-Zug-Kommunikation als ETCS-Level 3 wird derzeit nicht weiterverfolgt, u.a. weil im Schienengüterverkehr die Zugintegrität und damit der Zugschluß nicht sicher dedektiert werden kann. Ohne ein neues Kupplungssystem können nur funkbasierte Lösungen für die Bremsprobe, die Überwachung der Güterwagen oder für die über die Zuglänge verteilte Traktion eingesetzt werden.

Für Nebenstrecken hat sich der mit viel Aufwand entwickelte funkbasierte Fahrbetrieb (FFB) als nicht wirtschaftlich realisierbar erwiesen. Derzeit werden Systeme, die eine Satellitennavigation einsetzen, zur rationellen Betriebsführung auf Nebenstrecken favorisiert.

Auch bei der Zugbildung hilft die Telematik. Die Wagendaten und die Reihenfolge der Wagen werden mobil erfaßt und per Funk an die Dispositionsstellen übermittelt. So steuert ein Lokrangierführer seine Rangierlok per Funk und stellt die elektrisch ortsbedienten Weichen selbst. Damit wird der Rangierbetrieb sicherer und effizienter.

Moderne Produktionskonzepte des Schienenverkehrs wie das Flügeln von Zugteilen stellen hohe Ansprüche an die Sicherheit beim Kuppeln. Heute muss der jeweils 2. Zug langsam an den bereits im Gleis befindlichen Zug heranfahren, anhalten und die letzten Meter als Rangierfahrt bis zum Kuppeln zurücklegen. Eine Steuerung zwischen den Zügen mit Hilfe der Telematik könnte hier zu Verbesserungen führen. Auch das Trennen und Kuppeln während der Fahrt ist nur mit Telematik möglich.

Eine Umstellung der Anzeige der örtlich zulässigen Geschwindigkeit von den Buchfahrplänen auf Bildschirmanzeigen im Führerstand der Triebfahrzeuge (Elektroni-

scher Buchfahrplan mit Langsamfahrstellen, EBULA) erleichtert die Arbeit der Lokführer. Bestandteil des EBULA-Systems sind auch Verfahren zur energiesparsamen Fahrweise (ESF), die mithelfen können, bis zu 20 % der Traktionsenergie einzusparen. Mittels Ortung durch Satellitennavigation wird die relative Lage im Fahrplan bestimmt. Zeitreserven werden zur Verlängerung der Ausrollphasen genutzt. Obwohl durch entsprechende Verfahren auch die nur zeitweise bestehenden Langsamfahrstellen mit EBULA angezeigt werden können, hat dieses papier- und aufwandsparende System bisher noch keine Zulassung erhalten, weil die notwendige, mindestens gleiche Sicherheit gegenüber dem bisherigen papiergestützten Verfahren nicht nachgewiesen werden konnte. Mit Hilfe eines verfeinerten Ortungssystems und entsprechenden Erweiterungen von EBULA wäre theoretisch sogar ein automatisches Fahren auch auf den Strecken möglich, die nicht mit LZB ausgestattet sind.

3.2 Beeinflussung der Verkehrsströme im Netz

Die Beeinflussung der Verkehrsströme im Netz ist eine organisatorische Aufgabe für den Betreiber des Verkehrssystems. Zur Vermeidung von Störungen im Fahrtablauf, die teilweise aus Überlastungen von Netzabschnitten resultieren, wird durch Informationen, Empfehlungen oder Eingriffe der räumliche und zeitliche Ablauf der Fahrt beeinflusst. Beim öffentlichen Verkehr lassen sich sowohl der Ablauf der vom Betreiber angebotenen Fahrten als auch die vom Fahrgast unternommenen Reisen verändern.

3.2.1 Individualverkehr

Durch eine Steuerung der Verkehrsströme im Straßennetz können überlastete oder durch Unfälle blockierte Netzabschnitte umfahren werden, soweit nicht ausgelastete Alternativstrecken verfügbar sind. So können dem Verkehrsteilnehmer Netzkapazitäten, die er nicht kennt, erschlossen werden. Eine solche Steuerung erfolgt durch Informationen über die Verkehrslage und zusätzlich durch Empfehlungen über die zu benutzenden Routen. Die Informationen und Routenempfehlungen basieren auf online erhobenen Daten über die Verkehrslage sowie auf off-line zu erstellenden Steuerungsstrategien. Die Informationen und Empfehlungen werden über straßenseitige Wechselverkehrszeichen, Rundfunk, fahrzeugseitige Navigationsgeräte und mobile Kommunikationsgeräte (Mobiltelefon, „Personal Digital Assistent“ PDA, „Personal Travel Assistent“ PTA) übermittelt.

Die Steuerung von Verkehrsströmen ist bisher weitgehend auf den Fernverkehr beschränkt. In städtischen Netzen ist sie wegen der Komplexität der Netze sehr schwierig und sie eignet sich nach bisheriger Auffassung lediglich für wichtige Hauptverkehrsstraßen. Ihre grundsätzliche Machbarkeit wurde jedoch mit der Demonstration des Projektes LISB (Leit- und Informationssystem Berlin) in Berlin nachgewiesen.

Durch Parkleitsysteme können die Fahrzeuge auf kürzestem Wege zu aufnahmefähigen Parkieranlagen geführt werden. Dies kann Parksuchverkehr verhindern und die Parkieranlagen gleichmäßiger auslasten. Ein dynamisches Parkleitsystem entwickelt seinen Nutzen vor allem an Orten und zu Zeiten starker

Auslastung des Parkraums. Obwohl diese Bedingungen nur selten gegeben sind, werden Parkleitsysteme u.a. deshalb zunehmend ausgebaut, weil sie zu einem von Bürgern und Politikern erwarteten Qualitätsmerkmal im wirtschaftlichen Wettbewerb der Städte geworden sind. Eine Steuerung des ruhenden Verkehrs auf Stellplätzen im Straßenraum ist bisher nur in Pilotanwendungen erfolgt. Sie scheitert bisher an der fehlenden On-line-Erfassung der Auslastung der Stellplätze.

Die Reaktionen der Fahrer auf die Zustandsinformationen sowie die Akzeptanz von Routenempfehlungen sind noch nicht ausreichend geklärt. Ein ungelöstes Problem ist es auch, nur den Teil der Verkehrsteilnehmer von einer überlasteten Straße abzuleiten, der erforderlich ist, um dort und auf den Umleitungsstrecken einen zufriedenstellenden Verkehrsfluß zu erreichen. Im Zusammenhang damit steht auch das Problem, wie die Informationen gezielt so an die Autofahrer gerichtet werden, dass die gewünschte Verteilung des Verkehrs im Netz erreicht wird.

Ungeklärt sind bis heute die sinnvollen Steuerungsstrategien in Verkehrsnetzen auch aus einer sehr grundsätzlichen Sicht. Offen ist z.B., bei welcher Marktdurchdringung der Telematikgeräte und bei welchem Beachtungsgrad der größte Nutzen erwartet werden kann. So ist es denkbar, dass bei einer generellen Verfügbarkeit der Steuerungssysteme und weitgehender Beachtung von Umleitungsempfehlungen eine Steuerung zu instabilen Verkehrszuständen im Netz führen kann. Weitgehend ungelöst ist auch das Problem einer hinreichend genauen Prognose der Verkehrszustände im Netz. Eine brauchbare Vorhersage über mehrere Stunden ist notwendig, wenn Steuerungsstrategien im Autobahnnetz sachgerecht optimiert werden sollen. Beide Fragen bedürfen einer verstärkten Forschungsanstrengung. Der Nutzen daraus ist nicht nur für die technische Ausgestaltung der Systeme zu erwarten. Vielmehr richten sich nach den Ergebnissen auch grundsätzliche Entscheidungen über die verstärkte Einführung der Telematik im Straßenverkehr auf Seiten der öffentlichen Hand und der Systemanbieter.

Bei den innerhalb der Fahrzeuge eingesetzten Telematiksystemen muss aus Gründen der Verkehrssicherheit die Bedienung des Systems (Anfrage, Eingabe oder Reaktion auf die Ausgabe) so gestaltet sein, dass ihre Bedienung entweder dann erfolgt, wenn keine Belastung durch Fahraufgaben vorliegt (vor Beginn der Fahrt oder bei Stillstand) oder sie sich so in die Fahraufgabe einfügt, dass nur eine minimale Zusatzbelastung entsteht, und die Bedienung jederzeit zugunsten der Fahraufgabe unterbrochen werden kann.

3.2.2 Öffentlicher Verkehr

Betriebsleitsysteme dienen seit einigen Jahren dazu, Störungen im zeitlichen Ablauf der Fahrten (Verzögerungen, Gefährdung von Anschlüssen) zu erkennen und zu beseitigen sowie deren Folgen zu mindern. Dies gilt sowohl für den schienengebundenen ÖPNV als auch für den straßengebundenen. Im städtischen ÖPNV sind solche Systeme seit längerem Stand der Technik. Die operativen Komponenten der Betriebsleitsysteme (Datenerfassung und Übertragung, Zustandsdarstellung) sind allerdings weiter entwickelt als die dispositiven Komponenten (Entscheidung über Maßnahmen). Wenn im Störfall die Einflussnahme über mehrere Verkehrssysteme hinweg reichen soll, ist eine Kooperation zwischen den betroffenen Ver-

kehrsunternehmen erforderlich. Dies ist insbesondere wichtig für die Anschlusssicherung zwischen Fahrten unterschiedlicher Systeme. Diese systemübergreifende Kooperation bedarf noch einer erheblichen Weiterentwicklung. Im ländlichen ÖPNV fehlen solche Betriebsleitsysteme noch weitgehend.

Die mit Hilfe eines Betriebsleitsystems erfassten Daten ermöglichen über die Steuerung des Fahrtablaufs hinaus eine Information der Fahrgäste bei Störungen. Den Fahrgästen können zusätzlich zu Informationen über Verspätungen auch Empfehlungen über alternativ zu benutzende Routen gegeben werden. Diese Potenziale werden z.Z. noch unzureichend genutzt.

Im Schienenverkehr lassen sich die Züge im Zulauf auf Konfliktpunkte so beeinflussen, dass unnötige Haltevorgänge vermieden werden. Analog zur Steuerung des Straßenverkehrs ist es auch denkbar, Züge in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Netzbelastung über freie Routen zu steuern. Dies ist allerdings nur bei Zügen möglich, die wenige Haltepunkte und flexible Fahrzeiten aufweisen, wie z.B. lang laufende Güterzüge.

Bei den Bahnen wurde im Zuge der Trennung von Netz und Betrieb ein System aus sieben Betriebszentralen zur Steuerung des gesamten Eisenbahnbetriebes in Deutschland auf den Hauptstrecken aufgebaut. Diese Konzentration wurde möglich, da durch den Einsatz von ferngesteuerten elektronischen Stellwerken und durch die Zuglenkung alle Regelooperationen auf den so ausgerüsteten Strecken weitgehend automatisch ablaufen. Die übergeordneten dispositiven Aufgaben übernimmt eine Netzleitzentrale. Aus den diversen Schnittstellen zwischen den Betriebszentralen und den Transportleitungen der Eisenbahn-Verkehrsunternehmen entstehen im Störfall manchmal Kommunikationsschwierigkeiten. Dezentrale Telematik könnte helfen, die aktuelle Informationsbasis und damit die örtliche Entscheidungskompetenz zu stärken.

Da die Daten bei den Betreibern der Systeme anfallen, gibt es keine Probleme der Datenbereitstellung. Weil es sich bei den Daten nicht um personenbezogene, sondern nur um fahrzeugbezogene Daten handelt, treten auch keine Datenschutzprobleme auf. Die Fahrer sind gemäß der Dienstanweisung gezwungen, die betrieblichen Anweisungen zu befolgen, so dass dort keine Akzeptanzprobleme wie im Individualverkehr entstehen.

3.2.3 Effizienzsteigerung des Güterverkehrs durch Telematik

Der Einsatz der Verkehrstelematik hat in den letzten Jahren insbesondere im Güterverkehr zu erheblichen Rationalisierungen und Qualitätssteigerungen geführt. Dieser Trend hält an.

Wichtigster Baustein dafür ist die kontinuierliche Ortung von Ladeeinheiten, Sendungen und Transportmitteln. Im Vergleich mit dem Sollablauf eines Transportes erlaubt die Sendungsverfolgung die Gewinnung von Informationen über Laufzeiten und etwaige Verzögerungen. Die Ankünfte beim Kunden können aktuell avisiert werden. Durch Verfolgung der Fahrzeugstandorte ist die Einfügung weiterer Transportaufträge, eine Überwachung der Fahrer sowie eine aktuelle Fahrzeitermittlung möglich.

Zustand und Bewegungen der Ladungen können extern überwacht werden. Durch Sensorik können Vollständigkeit, Temperatur, Kräfte auf die Ladung u.ä. gemessen und im Falle einer Überschreitung von Grenzwerten an Provider oder direkt an die Kunden oder Besitzer gemeldet werden. Damit sind z.B. Gefahrgutsendungen deutlich sicherer als bisher zu befördern.

Die Fahrzeuge können technisch überwacht werden. Schäden oder Fehlbestände in den Verbrauchs- und Schmierstoffen werden rechtzeitig an die nächste Werkstatt gemeldet.

Durch Zusammenführen von Leistungs- und Fahrzeugdaten sind Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit dieser Fahrzeuge bis hin zu den Lebenszykluskosten möglich. Ein derartiges Flottenmanagement erkennt Leistungsreserven und optimiert den Fahrzeugeinsatz.

Die Fahrer sind per Mobiltelefon, Fax oder Datenfunk ständig erreichbar und können so auf Umdispositionen schnell reagieren.

Navigationssysteme ersparen Umwegfahrten und ermöglichen ein schnelles Erreichen selten angefahrener Ziele.

Die Express- und Kleingutsendungen werden per Barcode über die gesamte Transportkette verfolgt und gesteuert. Durch die konsequente und frühzeitige Erfassung der Sendungen ist eine effektive Steuerung der Umschlags- und Sortieranlagen möglich. Die Lager können wesentlich rationeller betrieben werden.

Insbesondere die Transportsysteme mit einem schnellen Austausch der Transporteinheiten und einer Konzentration der Intelligenz in den Fahrzeugen können schnell auf die sich rasant weiterentwickelnden Telematiksysteme reagieren und deren Vorteile für sich umsetzen. Der Straßengüterverkehr ist hier sicherlich im Vorteil gegenüber den anderen Systemen. Allerdings müssen die Gewinnspannen im Gewerbe auch so ausreichend sein, dass die Investitionen für die jeweils nächste Fahrzeug- und Telematikgeneration getätigt werden. Eine saubere Trennung zwischen den Investitionen der Transporteure und denen der Speditionen wird kaum noch möglich sein. Derzeit bestimmen die Spediteure, welche Ausrüstung die Transporteure mitbringen müssen.

Die u.a. durch Telematik erreichte Transportqualität der Lkw wird inzwischen von der verladenden Wirtschaft als Standard betrachtet. Die Bereitschaft, Qualitätsdefizite bei anderen Verkehrsträgern zu akzeptieren, wird zunehmend geringer, selbst bei einem weitgehenden Entgegenkommen bei den Preisen.

3.3 Erhebung von Nutzungsentgelten

Systeme der Telematik ermöglichen es, Fahrdurchführung und -bezahlung eng miteinander zu verknüpfen.

Die Bereitstellung der Infrastruktur sowie der Daten, die für die Entgelterhebung durch ein Telematiksystem benötigt werden, steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Inkassovorgang. Die dafür anfallenden Kosten müssen deshalb von der Institution getragen werden, die das Inkasso betreibt. Dies gilt sowohl für den Individualverkehr als auch für den öffentlichen Verkehr. Sofern auch der Verkehrsteil-

nehmer Geräte benötigt, wenn er am telematischen Entgelteinzug teilnehmen will, können die Kosten hierfür nur dann dem Nutzer angelastet werden, wenn es auch akzeptable konventionelle Möglichkeiten der Bezahlung gibt oder wenn geeignete Kostenteilungsmodelle gefunden werden.

3.3.1 Individualverkehr

Im Straßenverkehr wird die Nutzung des Verkehrsweges heute durch die Kfz-Steuer und die Mineralölsteuer abgegolten. Für das Parken auf Teilen des innerstädtischen Straßennetzes und in Parkhäusern sind Parkgebühren zu entrichten. Zukünftig werden streckenbezogene Straßenbenutzungsgebühren an Bedeutung gewinnen. Die Gebührenentrichtung für den Schwerverkehr wird im Jahr 2003 von den bisherigen zeitbezogenen Vignetten auf eine fahrleistungsabhängige Maut umgestellt. Diese soll nach Möglichkeit durch fahrzeugseitige telematische Geräte ermittelt werden. Die Mautberechnung erfolgt über eine Standortbestimmung mittels Satellitennavigation oder über die Wegverfolgung im fahrzeugseitigen Navigationssystem. Die Gebühr wird von einer im Fahrzeug befindlichen Wertkarte oder vom Bankkonto abgebucht. Bei einer Abbuchung vom Bankkonto dürfen nur die Geldbeträge und nicht die Ausprägungen der einzelnen Fahrten gespeichert werden, weil sonst Datenschutzprobleme entstehen. Dies kann zu Konflikten mit der Überwachung der Mautentrichtung führen. Die für schwere Lkw eingerichtete Vorgehensweise läßt sich bei geeigneter Anpassung auch auf eine fahrleistungsabhängige Gebührenerhebung für leichte Lkw und Pkw ausdehnen.

3.3.2 Öffentlicher Verkehr

Im ÖPNV werden Entwicklungen hin zu einer vollautomatischen Fahrpreiserhebung vorangetrieben. Dabei entsteht das Problem der Ermittlung des zutreffenden Fahrpreises. Gegenwärtig wird dabei mit sogenannten „check-in / check-out – Systemen“ experimentiert: Auf einer Geldkarte, die beim Ein- und Ausstieg durch ein fahrzeugbasiertes System einzulesen ist, werden Einstiegs- und Ausstiegshaltestelle festgehalten und der zugehörige Fahrpreis wird von der Geldkarte abgebucht. Dabei können bei der Abrechnung auch Mengenrabatte für Dauer- oder Offnutzung des ÖPNV berücksichtigt werden (Bestpreisabrechnung). Die geplanten "Be-in/Be-out-Systeme", die das Fahrgeld über die Mobiltelefone der Fahrgäste erheben, werfen große Probleme des Datenschutzes auf.

Da beide Systeme die Einstiegs- und die Ausstiegshaltestelle der Fahrgäste festhalten, stehen im Zusammenhang mit der Erhebung des Nutzungsentgelts Daten über die Verkehrsbeziehungen zur Verfügung, die bisher aufwendig durch Befragungen erhoben werden müssen. Diese Daten können für die verkehrsleistungsorientierte Einnahmeaufteilung in Verkehrsverbänden und für die Anpassung des Angebots an eine veränderte Nachfrage verwendet werden.

Die Kenntnis der aktuellen Nachfrageschwankungen, die sich über das e-Ticketing ergibt, kann zu einem verstärkten Einsatz von flexiblen Systemen wie Bedarfsbussen führen. In den Nachtstunden können Anschlüsse, z.B. auch an Taxi-Dienste, gewährleistet werden. All dies kann zu einer Qualitätssteigerung im ÖPNV führen,

gepaart mit der Möglichkeit der Effizienzsteigerung. Voraussetzung ist es jedoch, dass die Mehrwerte durch die Telematik zu marktgerechten Preisen realisiert werden können.

Die Akzeptanz einer automatischen Erhebung von Nutzungsentgelten hängt davon ab, ob die Verkehrsteilnehmer bereit sind, sich die notwendigen Geräte anzuschaffen und wie sie den Datenschutz einschätzen. Sofern der Anbieter der entsprechenden Verkehrsleistungen keinen diesbezüglichen Zwang anwenden kann oder will, muss er alternative Möglichkeiten einer nicht-telematikgestützten Entrichtung des Fahrpreises auch weiterhin anbieten. Um einen Anreiz zur Anschaffung von Geräten für eine telematikgestützte Erhebung von Nutzungsentgelten zu schaffen, können die Preise zugunsten der telematikgestützten Entrichtung in angemessener Weise differenziert werden.

3.4 Information über Reisemöglichkeiten und Buchung von Fahrten

Informationen über Reisemöglichkeiten können vom Reisenden sowohl vor Antritt der Reise als auch während der Reise eingeholt werden. Sie reichen von statischen Informationen über das Straßennetz im Individualverkehr sowie über das Liniennetz, den Fahrplan und den Fahrpreis im öffentlichen Verkehr bis zu dynamischen Informationen über den Wegezustand und die Verkehrslage (Staus im Straßennetz, Verspätungen im ÖPNV).

Die Daten für die statischen Informationen entstammen der Infrastrukturplanung und -verwaltung und sie sind damit Bestandteil der Infrastruktur. Zusätzlich sind in den vergangenen Jahren durch private Firmen in großem Umfang Daten über das Straßennetz europaweit für den Einsatz in Navigationssystemen erarbeitet worden. Diese Daten werden auch von den privaten Diensteanbietern gepflegt und zum Kauf angeboten.

Als Grundlage für dynamische Informationen müssen der Zustand des Wegenetzes (z.B. Glatteis) und die Verkehrslage (z.B. Staus, Verspätungen) erfasst werden. Im Individualverkehr erfolgte dies bisher weitgehend durch Beobachtung und Meldvorgänge, die mit Ungenauigkeiten behaftet sind und zeitlichen Verzögerungen unterliegen. Diese Vorgehensweise wird zunehmend abgelöst durch eine automatische Messung, entweder mit Hilfe von wegeseitigen Detektoren, automatisch ausgewerteten Videobildern oder automatischen Meldesystemen der Fahrzeuge. Dazu können in Zukunft die Möglichkeiten der Floating-Car-Messung treten. Im öffentlichen Verkehr werden die Daten von den Fahrzeugen erfasst und über Betriebsleitsysteme verarbeitet und bereitgestellt.

Die Informationen über Reisemöglichkeiten, die früher nur in Papierform vorlagen oder bei aktuellen Störungen über Rundfunk verbreitet wurden, lassen sich heute zusätzlich über Internet, Handy, "Personal Digital Assistent" (PDA), „Personal Travel Assistent" (PTA) oder über fahrzeugseitige Navigationsgeräte abrufen und zwar sowohl vor Reiseantritt als auch – mit den mobilen Geräten – während der Reise. Probleme bereitet es noch, die dynamischen Informationen nur demjenigen Teil der Verkehrsteilnehmer zu geben, der von einer Störung betroffen ist und der in seinem Verhalten beeinflusst werden soll.

Neuerdings wird versucht, die Informationen über den Individualverkehr mit Informationen über den öffentlichen Verkehr zu verknüpfen. Damit soll der Wechsel zwischen diesen Systemen generell oder speziell im Störfall erleichtert werden. Die Möglichkeit, hierdurch eine verstärkte Nutzung des ÖPNV zu erreichen, wird allerdings häufig überschätzt. Diese Informationen müssen entweder vor Fahrtantritt verfügbar sein oder bei Park-and-Ride-Angeboten während der Fahrt übermittelt werden. Eine Umlenkung von Reisen auf den ÖPNV kann allerdings die Spitzenbelastung des ÖPNV erhöhen und im ÖPNV zusätzliche Kapazitäten erfordern. Dies verursacht auf seiten der ÖPNV-Anbieter zusätzliche Kosten. Deswegen sind diese Maßnahmen nur dann sinnvoll, wenn diese Mehrkosten durch Kosteneinsparungen für die Bereitstellung von Kapazitäten im Individualverkehr oder durch vermiedene Staukosten oder durch verringerte Umweltbelastungen gerechtfertigt sind.

Die Ermittlung, Vorhaltung und Verbreitung der für die Reiseinformation benötigten Daten kann auf einfachste Weise durch die Verkehrsträger geleistet werden. Dies sind im Straßenverkehr die sogenannten Baulastträger, also die Gebietskörperschaften, wahrgenommen durch nachgeordnete Behörden. Im ÖPNV fällt diese Aufgabe den sogenannten Aufgabenträgern zu, die sich dazu der beauftragten Verkehrsunternehmen bedienen können. Im öffentlichen Fernverkehr fallen die Informationen sowohl bei den Eisenbahn-Infrastrukturunternehmen als auch bei den Eisenbahn-Verkehrsunternehmen an. Die öffentliche Hand hat an einer Verbreitung dieser Daten ein eigenes Interesse, weil dadurch die vorhandene Infrastruktur gleichmäßiger ausgelastet und ein nur an punktuell hohen Belastungen orientierter Ausbau vermieden werden kann.

Im ÖPNV fallen die Daten für die dynamischen Informationen bei den Betreibern der Verkehrssysteme im Rahmen der Betriebsleitsysteme an und sie werden zweckmäßigerweise von den Betreibern direkt an die Fahrgäste übermittelt. Die Information über Störungen und die Empfehlung alternativer Fahrmöglichkeiten kann als Teil des Beförderungsvertrags zwischen dem Verkehrsunternehmen und dem Fahrgast angesehen werden. Der hierbei anfallende finanzielle Aufwand ist dann mit dem Fahrpreis abgegolten.

Durch die Zuständigkeit des Aufgabenträgers für den ÖPNV lässt sich sicherstellen, dass, wenn in einem Verkehrsgebiet mehrere Verkehrsunternehmen tätig sind, die für die Planung einer Reise benötigten Informationen über alle Verkehrsunternehmen hinweg im Zusammenhang verfügbar gemacht werden. In den großen Ballungsräumen erfolgt dies i. d. R. durch die Verkehrsverbünde (Institutionen der Aufgabenträger). Im Fernverkehr ist es wegen der fehlenden Aufgabenträgerschaft des Bundes noch strittig, wie dieser Informationsstand über die Angebote aller dort tätigen Verkehrsunternehmen hergestellt werden kann. In den letzten Jahren sind hier jedoch Fortschritte erreicht worden (Projekt DELFI, Durchgängige Elektronische Fahrplan-Information).

Die Informationen über Reisemöglichkeiten können mit Informationen über weitere reisebezogene Aktivitäten (z.B. Taxibestellung, Buchung von Gepäckträgern, Buchung von Hotels oder kulturellen Veranstaltungen) verknüpft werden. Dadurch ergeben sich sogenannte Mehrwertdienste. Mit der Information über Reisemöglichkeiten lassen sich auch Buchungsvorgänge verbinden. Dies ist für diejenigen Verkehrssysteme von Bedeutung, bei denen eine Buchungspflicht (bestimmte Zugsysteme, nachfragegesteuerte Bussysteme) oder eine Buchungsmöglichkeit (Parken

in Parkierungseinrichtungen) besteht. Durch Buchungen fallen Informationen an, die es ermöglichen, das Angebot unmittelbar an die Nachfrage anzupassen. Dies ist vor allem für nachfragegesteuerte Bussysteme von Bedeutung, bei denen Haltestellen nur dann bedient werden, wenn Einsteige- oder Aussteigebuchungen vorliegen, oder für Systeme, die hohe Spitzenbelastungen zu verkraften haben. Mit den heutigen Möglichkeiten der Telekommunikation lassen sich in die Buchungsvorgänge auch Zahlungsvorgänge einschließen.

Die Versuche der öffentlichen Hand, die Aufgabe der Information über Reisemöglichkeiten und die damit verbundene Finanzierung an private Service-Provider zu übertragen, waren, wie sich im Zusammenhang mit den vom BMBF geförderten Leitprojekten „Mobilität in Ballungsräumen“ zeigt, bisher nicht erfolgreich. Die Reisenden sind nur in geringem Maße bereit, für Informationen zu zahlen. Auch die von privaten Anbietern auf eigene Initiative entwickelten Informationssysteme über die Verkehrssituation auf Autobahnen, die nur gegen Bezahlung benutzbar sind, haben bisher nicht den angestrebten wirtschaftlichen Erfolg gehabt. Dies begründet sich aus der vielfachen Einschätzung, dass der subjektive Nutzen der Informationen gering ist, sowie aus der Erwartungshaltung, dass es sich um öffentlich, d.h. kostenlos bereitzustellende Leistungen handelt.

4 Umsetzungsprobleme der Telematik im Verkehr

Die Potenziale der Verkehrstelematik – Lösung von Überlastproblemen, Komfortsteigerung für die Reisenden und Marktvolumen für Gerätehersteller und Serviceprovider – erscheinen auf den ersten Blick bestechend. Es ist deshalb nach den hemmenden Faktoren zu fragen, die den großen Erfolg der Verkehrstelematik bremsen.

4.1 Kosten, Nutzen, Marktchancen

Die Systeme erfordern technische Komponenten (Mess- und Anzeigegeräte, Kommunikationseinrichtungen, Software), die Kosten verursachen. Sie fallen sowohl bei den Betreibern als auch bei den Benutzern der Systeme an. Die Baulastträger der Straßen haben sich bisher bei der Übernahme von Kosten zurückgehalten. Lediglich für konventionelle ortsfeste Systeme sind in der Vergangenheit die Kosten übernommen worden.

Die Kosten für die Telematik-Funktionen hängen von den Gerätekosten (Hard- und Software), den notwendigen Daten (z.B. fein digitalisierte Karten) und den in Anspruch genommenen Diensten ab. Die Integration von Telematik-Funktionen kann nicht nur diese Kosten durch die Mehrfachnutzung von Komponenten senken (z.B. gemeinsamer Datenbus, Ein-Ausgabe-Module oder Rechner), sondern auch durch die Integration die Qualität der Funktionen steigern (z.B. dynamische Wegführung durch Integration von Navigation, RDS-TMC-Radio und Mobilphone-gestützte Dienste). Die durch die Integration erreichbare Kostensenkung und gleichzeitige Steigerung der Funktionalität lassen eine bessere Akzeptanz erwarten.

Eine solche Integration erfordert aber auch die Normierung von Schnittstellen und die Standardisierung von Funktionen und Diensten. Die Hauptvorteile von Normierung

und Standardisierung, nämlich Verlässlichkeit der Nutzung über längere Zeit und die Interoperabilität zwischen Systemen, schränken aber gleichzeitig die Möglichkeiten von Neuentwicklungen ein. Aus diesem Grunde ist ein abgestuftes, aber zwischen den Stufen kompatibles System der Standardisierung notwendig.

Der Nutzen der Systeme kann bisher nur spekulativ beurteilt werden, zumal die genauen Ausprägungen und Wirkungen vieler Systeme noch nicht hinreichend genau absehbar sind. Für eine objektive Beurteilung sind Wirkungsanalysen in fertig entwickeltem Zustand erforderlich. Beim Nutzen ist zu unterscheiden zwischen dem Gesamtnutzen für den Verkehr, für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft sowie dem Nutzen in bestimmten Situationen. Außerdem sind Synergieeffekte zu beachten.

Im Individualverkehr gibt es seit mehreren Jahren Bemühungen, kommerzielle Serviceprovider damit zu betrauen, deutschlandweit Verkehrslageinformationen zu sammeln und zu vermarkten. Diese Geschäftsmodelle können inzwischen aus folgenden Gründen als gescheitert betrachtet werden:

- Basisdienste stellen eine von den Verkehrsteilnehmern erwartete Grundversorgung dar.
- Die Nutzung von kollektiver Verkehrsinformation im Rahmen der Daseinsvorsorge liegt im öffentlichen Interesse. Ihre Verbreitung erfolgt derzeit vor allem als kostenlose Zusatzleistung durch Radiosender. Kollektive Information unter Konkurrenz nur individuell zu verteilen, ist kein Mehrwertdienst.
- Durch mangelnde Flächendeckung besteht ein zu geringer Kundennutzen. Dynamische Daten werden grossflächig bislang nur auf den Autobahnen erfasst. Dies ist u.a. begründet durch eine mangelnde Kooperation im Anbieterbereich und mit den Kommunen. Außerdem sind die technischen Potenziale der Detektion mittels Mobilfunkgeräten oder GPS-Geräten noch nicht ausgeschöpft.
- Ein wichtiger Partner – die großen Städte - wurde nur ungenügend einbezogen, so dass hochwertige Lösungen bisher noch nicht möglich waren.

Die dynamischen Routenempfehlungen sind sehr stark wechselseitig korreliert mit kommunalen Verkehrsmanagement-Interessen. Diese Verknüpfung wurde zu wenig berücksichtigt. Es existiert kein Nutzen, wenn aufgrund der individuellen Empfehlungen auch die Ausweichrouten nach kurzer Zeit verstopft sind. Außerdem sind unerwünschte Folgewirkungen (Sicherheit, Lärm, Abgase) auf den Ausweichrouten nicht auszuschließen.

4.2 Privater Nutzen und gesellschaftlicher Nutzen

Bei der Steuerung des Fahrtablaufs auf der Strecke und im Netz besteht ein Zielkonflikt zwischen dem Systemoptimum und dem Nutzeroptimum. Die Betreiber von Verkehrssystemen werden bestrebt sein, Eingriffe in den Verkehrsablauf so zu gestalten, dass in der Summe über alle Verkehrsteilnehmer möglichst geringe Reisezeiten, eine hohe Sicherheit und geringe ökologische Nachteile entstehen. Dies strebt der Betreiber in einer vereinfachten Sicht durch eine gleichmäßige Auslastung der Netze und damit eine Vermeidung von örtlichen Überlastungen an.

Der einzelne Verkehrsteilnehmer strebt statt dessen die Minimierung seines individuellen Zeit- und Geldaufwandes an. Wenn alle Verkehrsteilnehmer ihr jeweiliges Nutzeroptimum verwirklichen könnten, kann dieser Zustand deutlich vom Gesamtoptimum abweichen.

Eine Annäherung des Nutzeroptimums an das Systemoptimum lässt sich nur erreichen, wenn die Randbedingungen für das Verhalten des Reisenden so gesetzt werden, dass für diesen ein dem Systemoptimum näher kommendes Verhalten von Vorteil ist. So kann z.B. die Nutzung einer systemoptimalen Route im Straßenverkehr dadurch gefördert werden, dass sie – im Falle einer Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren – Kostenvorteile mit sich bringt.

Der mögliche Beitrag der Telematik zur Verbesserung der Teilhabe- und Teilnahmemöglichkeiten der Bürger an gesellschaftlichen und sozialen Austauschprozessen („soziale Nachhaltigkeit“) ist unbestritten. Dieser Beitrag ist auf eine Verbesserung der Erreichbarkeit und eine Verringerung der Störanfälligkeit im Verkehrssystem zurückzuführen. Entsprechende Wirkungen ergeben sich für das Wirtschaftssystem durch Sicherung und Verbesserung der wirtschaftlichen Austauschprozesse durch physischen Transport („ökonomische Nachhaltigkeit“). Es werden zeitliche – damit auch finanzielle – Aufwände für Transporte reduziert oder zumindest sicherer kalkulierbar.

Die Auswirkungen auf die Umwelt sind jedoch ambivalent zu beurteilen. Einerseits kann zwar die Effizienzsteigerung zu einer Verringerung von Staus, von unerwünschten Such- und Umwegfahrten und damit zu einer Verringerung von Umweltbelastungen beitragen. Ein kontinuierlicher Verkehrsfluss bedingt im Regelfall geringere spezifische Umweltbelastungen durch Lärmemissionen und durch Emissionen von Schadstoffen oder klimarelevanten Gasen (pro Kilometer Wegstrecke). Entsprechende Wirkungen kann eine bessere Auslastung von Fahrzeugen haben. Dies gilt gleichermaßen für die Auslastung von Ladekapazitäten im Güterverkehr durch verbesserte Logistik wie für die Auslastung von Personenkraftwagen durch die Organisation von Fahrgemeinschaften u.a.

Andererseits können diese Effizienzgewinne im Verkehr einen Anreiz für neue oder zusätzliche Verkehrsdienstleistungen oder -arten darstellen. Dies ist zu den Zielen einer „ökologischen Nachhaltigkeit“ der Verkehrsentwicklung kontraproduktiv, da dadurch Wirkungen von Strategien wie Verkehrsvermeidung, Verkehrsaufwandsminderung und modale Verkehrsverlagerung auf den nicht-motorisierten Verkehr oder auf öffentliche Verkehre geschmälert werden.

Es ist auch nicht auszuschließen, dass bei telematisch ermöglichten Lenkungsstrategien öffentliche Belange in unerwünschtem Maße beeinträchtigt werden. Dies gilt

beispielsweise, wenn Routingsysteme Fahrzeuglenker auf Umwegen durch belastungsempfindliche Teilräume (Wohngebiete, Naherholungsgebiete, Natur-/Landschaftsschutzgebiete, Sondergebiete mit Klinikfunktionen oder Altenheimen) führen.

Bei Einsatz der Telematiksysteme bedarf es somit einer Gesamtbilanzierung der erwünschten und der potenziellen unerwünschten Effekte sowie einer Gesamtabwägung. Ziel sollte es sein, Effizienzsteigerungen zu sichern und Verkehrsvermeidung, Verkehrsaufwandsminderung oder modale Verkehrsverlagerungen auf umweltverträgliche Verkehrsträger weitmöglichst zu fördern.

Die erweiterte Erfassung von Verkehrsaufkommen, Verkehrsaufwänden und Verkehrsbelastungen durch den Einsatz von Telematik ermöglicht ein genaueres Verkehrs- und Umweltmonitoring sowie eine Verkehrslenkung unter Aspekten der Umweltverträglichkeiten. Gleichzeitig werden Möglichkeiten zur Kostenanlastung für Verkehrsvorgänge unter verstärkter Berücksichtigung der Emissionen und der räumlichen Empfindlichkeiten gegen Umweltbelastungen eröffnet.

Die Potenziale der Verkehrstelematik bei der passiven Protokollierung der Umweltauswirkungen des Verkehrs sind bei weitem noch nicht erschöpft. So kann sich eine Verkehrsplanung, die auch Umweltbelastungen limitieren will, die verkehrstelematischen Informations-, Bepreisungs- und Steuerungssysteme zunutze machen.

Insgesamt kann der systematische Einsatz telematischer Techniken zu einer Berücksichtigung aller Verkehrssysteme in einer Gesamtsicht führen und so die heute dominante Betrachtungsweise in der Verkehrsplanung, lediglich die Wirkung von Einzelsystemen zu berücksichtigen, erheblich erweitern. Eine daraus hergeleitete aktive Beeinflussung des Verkehrsgeschehens setzt allerdings voraus, dass die Planungswerkzeuge die relevanten Wirkungsmechanismen der Telematiksysteme enthalten müssen. Es ist somit eine bessere Integration von Telematiksystemen und Werkzeugen der Verkehrsplanung zu leisten.

4.3 Technik der Telematiksysteme

Eine der größten Schwierigkeiten bei der Weiterentwicklung der Telematik ist die technische Integration der verschiedenen Systeme. Diese Schwierigkeiten sind auch aus anderen Bereichen (z. B. Krankenhaus-Informationssysteme, Integration der Informationen in Unternehmen) bekannt. Dies hängt zum einen mit der hohen Innovationsgeschwindigkeit zusammen und dem Fehlen von Standards. Zum andern treiben viele Software-Unternehmen die Differenzierung bewußt voran, um dadurch ihre Marktposition zu verbessern. Diese Fragen der Verbindung der Systeme bestehen sowohl bei der Hardware als auch bei der Software. Ob es zweckmäßiger ist, Rohdaten zu verknüpfen oder ob teilweise schon aufbereitete Daten die Schnittstelle zwischen Systemen bilden sollen, ist noch offen. Dieses Problem wird bei Buchungssystemen dadurch erschwert, dass die verschiedenen beteiligten Partner an den Einnahmen nach jeweils unterschiedlichen vertraglichen Regelungen zu beteiligen sind.

Ein weiteres Problem bei der Weiterentwicklung der Telematik ist die meist lange Umsetzungsdauer der Systeme bis zur Praxisreife. Diese Realisierungsdauer ist oft

länger als die Innovationszyklen der zugrundeliegenden Technologie. Wenn eine Technologie praxisreif entwickelt ist, sind oft schon neue Technologien erkennbar, so dass die Einführung der praxisreif entwickelten Technik unterbleibt. Hier stellt sich die Frage, ob nicht Techniken auch dann eingeführt werden sollen, wenn sie absehbar veralten. Für den Erfolg der Telematik ist es also unverzichtbar, erfolgsversprechende Techniken auch dann in der Praxis einzuführen, wenn sich alternative Innovationen bereits abzeichnen. In dem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass in vielen Bereichen überalterte, aber bewährte Techniken mit Erfolg über längere Dauer eingesetzt werden, weil die systemweite Umstellung auf moderne Techniken zu aufwendig wäre (z.B. Flugsicherung; Zugsicherung bei der Eisenbahn). Dieses Dilemma der immer kürzer werdenden Innovationszyklen und die damit einhergehenden hohen wirtschaftlichen Risiken sind unabweislich. Für den Erfolg der Systeme sind jedoch mutige Entscheidungen zum richtigen Zeitpunkt, verbunden mit der Macht, begonnene Entwicklungen auch durchzusetzen, unverzichtbar.

In diesem Zusammenhang ist auch das an sich vernünftige Streben nach Standardisierung zu sehen. Da eine Standardisierung die Innovationsfreudigkeit behindert und die Gefahr in sich birgt, dass sich Monopole bilden, muss ihr unbestreitbarer Vorteil gegen die damit verbundenen Nachteile abgewogen werden. Auf einem dynamischen Markt, wie ihn die Verkehrstelematik darstellt, sollte eine Standardisierung nicht zu früh und nicht zu tief erfolgen.

4.4 Rechtliche Probleme und Datenschutz

Eng mit den Problemen der Akzeptanz verknüpft sind Probleme der Ausgestaltung bestimmter Rechtsverhältnisse, deren Regelungsstrukturen sich als hinderlich für eine erfolgreiche Nutzung der Möglichkeiten der Verkehrstelematik erweisen.

Bei bestimmten Systemen der Verkehrstelematik wird eine europäische Vereinheitlichung oder zumindest Kompatibilität der Standards aus rechtlichen Gründen unumgänglich sein, soll die Etablierung dieser Systeme nicht zu europarechtlich unzulässigen Markthürden führen. Die effektive Durchsetzung bestimmter Telematiksysteme wird im Straßenverkehr unter Umständen aber auch die zwingende Einhaltung bestimmter Standards für die Fahrzeugausstattung vorgeben müssen, sollen die erstrebten Ziele auf mittlere Sicht erreicht werden (z.B. außengesteuerte Drosselung der Fahrgeschwindigkeiten zur Erhöhung der Verkehrssicherheit).

In anderen Bereichen wird die Rechtsordnung zumindest ermöglichend auf technische Entwicklungen zu reagieren haben - unter Umständen auch durch Vorgriff auf künftige Potenziale telematischer Systeme. Dies ist heute schon klar erkennbar für die Fortentwicklung telematischer Systeme zur Steuerung der Fahrzeugbewegung auf der Straße, soweit diese über die (heute schon existierenden) rein unterstützenden Funktionen von Navigation, Abstandshaltung und Geschwindigkeitsregelung hinausgehen sollen. Mit dem Schritt zur (auch nur teilweise) exogenen Steuerung der Fahrzeugbewegung stellen sich schwierige – und bislang ungelöste – Fragen etwa des Haftungsrechts, die ohne rechtliche Anpassungen die effektive Nutzung der gegebenen technischen Potenziale blockieren würden. Für die Hersteller liegt ange-

sichts der derzeitigen Ausgestaltung der Produzentenhaftung in der Steuerung der Fahrzeugbewegung unter Ausschaltung der Verantwortlichkeit des Lenkers ein unabschätzbares Haftungsrisiko. Für die Nutzer stellen sich gleichfalls schwer zu überwindende Haftungsfragen angesichts der strikt auf individuelle Zurechnung von Verantwortlichkeit und Risiken aufbauenden rechtlichen Regelungen des Straßenverkehrs- und des Haftungsrechts. Sollen bestimmte Potenziale der Verkehrsstelematik realisiert werden, so müssen derartige Negativanreize abgebaut und dafür positive Anreize im Recht gesetzt werden (evtl. Preisspreizungen im System des Road-Pricing, steuerliche Anreize, Haftungsprivilegierungen, Kollektivierung von Risiken über Versicherungslösungen).

Durch viele Einrichtungen der modernen Technologien werden immer mehr personenbezogene Daten von Menschen erhoben und gespeichert, ohne dass die Betroffenen dies wissen oder beurteilen können. Schrittmacher ist dabei das GSM-Telefon, das ständig eine relativ ortsgenaue Registrierung seiner Benutzer durchführt. Alle Telematik-Dienste, die sich die GSM-Technik zunutze machen, ermöglichen somit die ständige Verfolgung von Bewegungsprofilen der Verkehrsteilnehmer. Ähnlich sensible personenbezogene Daten fallen bei allen Buchungsvorgängen und Geldüberweisungen an. Die Verknüpfung der so erhobenen Daten mit anderen Datenbeständen ermöglicht sowohl eine weitgehende Überwachung von Seiten der öffentlichen Hand (Sicherheitsdienste) als auch eine Ausnutzung der Informationen für kommerzielle Zwecke. Der Trend zur zunehmenden Verknüpfbarkeit wird auch durch Softwarehersteller – teilweise mit weltweiten Monopolen – bewußt gefördert und den Nutzern aufgezwungen. Diese Entwicklung widerspricht den in Deutschland gesetzlich formulierten Zielen des Datenschutzes und des Schutzes der Persönlichkeit des Einzelnen.

Somit wirft auch der Datenschutz schwierige rechtliche Fragen im Bereich der Telematik auf. Soll die soziale und politische Akzeptanz dieser Systeme nicht Schaden erleiden, so wird der Gesetzgeber komplexe Vorkehrungen zum Schutz der erhobenen Daten vor Missbrauch und zur Löschung bzw. Anonymisierung bei Verwertung in anderen Zusammenhängen (Verkehrsplanung) treffen müssen. Ohne diese Vorkehrungen wären individuelle Bewegungsbilder möglich, die den verfassungsrechtlichen Anforderungen des "informationellen Selbstbestimmungsrechts" (Negativvision des "gläsernen Menschen") zuwider liefen.

Es ist deshalb zu fordern, dass bei der weiteren Entwicklung der Telematik Systemarchitekturen gewählt werden, die ein hohes Maß an Anonymität gewährleisten, um so die Persönlichkeitsrechte der beteiligten Verkehrsteilnehmer zu wahren.

5 Forschungsbedarf

Der Entwicklungsstand der einzelnen Systeme ist unterschiedlich. Die Aufgabe der öffentlichen Hand, die Entwicklung in den hier behandelten Feldern der Verkehrsstelematik voranzubringen, leitet sich aus ihrer Zuständigkeit für einen reibungslosen Verkehrsablauf ab. Sie ist Eigentümer und im Falle der Straße Betreiber der Infrastruktur. Zugleich ist sie Aufsichtsbehörde für einen reibungslosen und sicheren Ablauf des Straßen- und Schienenverkehrs sowie - mit Ausnahme des Fernver-

kehr - Aufgabenträger des öffentlichen Verkehrs. Im privaten Bereich ergibt sich ein Entwicklungsinteresse aus dem Wettbewerb. Dies gilt sowohl für die Fahrzeugindustrie als auch zunehmend für die Verkehrsunternehmen des öffentlichen Verkehrs sowie private Service-Provider.

Die Forschung und Entwicklung sollte insbesondere auf Akzeptanz, Integration der Systeme (Integration von Informationen, Überwindung technischer Heterogenitäten, Schaffung einheitlicher System-Plattformen) sowie auf die Wirkungen der telematischen Systeme konzentriert werden. Dies betrifft u.a. folgende Forschungsfelder:

- Verkehrsträger übergreifende Bündelung von Informationen in Leitzentralen,
- Steuerungsstrategien im Straßenverkehr unter Einbeziehung der Möglichkeiten für Kurzzeitprognosen,
- Disposition von Maßnahmen im operativen Betriebsablauf im Schienennetz einschließlich des Störfallmanagements,
- Automatisierte Disposition von Maßnahmen im Rahmen von Betriebsleitsystemen im öffentlichen Verkehr,
- Einfügung dynamischer Zustandsinformationen in die statischen Informationen über Reisemöglichkeiten,
- Untersuchungen zur Einbeziehung von Informationen in Entscheidungen über das Verkehrsverhalten und zur Akzeptanz von Empfehlungen,
- Erarbeitung eines Spektrums von Maßnahmen zur Förderung der Akzeptanz von Empfehlungen,
- Verbesserung der multifunktionalen Nutzbarkeit von streckenseitigen, fahrzeugseitigen und mobilen Geräten,
- Überprüfung des Nutzens einer Vernetzung der Verkehrssysteme,
- Klärung der optimalen Marktdurchsetzung bei den einzelnen Systemen.
- Ökologische Auswirkungen von Telematik-Konzepten

6 Handlungsempfehlungen

Allein aufgrund zunehmender technologischer Möglichkeiten wird die Durchdringung aller Lebensbereiche – insbesondere aber des Verkehrswesens – mit Techniken der Telematik unaufhaltsam sein. Telematikkomponenten werden zunehmend integrierte Bestandteile des Verkehrs sein. Um aus dieser Entwicklung einen möglichst großen gesellschaftlichen Nutzen zu ziehen, kommt es darauf an, die positiven Auswirkungen der Telematik in einem realistischen Rahmen besser erkennen zu können, die Risiken klarer zu benennen sowie bisherige Hemmnisse der Entwicklung abzubauen. Der wissenschaftliche Beirat empfiehlt dem BMVBW, im Sinne dieser Hinweise der Telematik im Verkehr eine nochmals gesteigerte Aufmerksamkeit zu widmen. Er sollte sich in diesem Feld einerseits als Eigentümer und Betreiber der wichtigsten Verkehrswege sowie andererseits als fachlich zuständige Behörde für einschlägige hoheitliche Aufgaben des Staates mit einer stärker profilierten Strategie positionieren

und diese auch aktiv international und gegenüber den Nutzern, den Betreibern und der Industrie vertreten.

Der Wissenschaftliche Beirat zieht folgende Schlußfolgerungen:

1. Kapazitätserhöhende Wirkungen dürfen nicht überschätzt werden.

Alle bisher vorliegenden Erfahrungen sprechen dafür, dass Investitionen in die Infrastruktur – hier vor allem der Straßen – nicht durch Telematik ersetzt werden können. Die Telematik bietet zwar das Potential, Verkehre sicherer, angenehmer und wirtschaftlicher durchzuführen. Eine erhebliche Leistungssteigerung der Straßen ist durch Telematik aber nicht erreichbar. Ortsfeste Steuerungssysteme (veränderliche zulässige Geschwindigkeiten, Überholverbote, Zufahrtsteuerung) erhöhen die Kapazität von Straßen nur in engen Grenzen. Sie bewirken jedoch eine Erhöhung der Verfügbarkeit der Straße, d.h. geringere Dauern von Überlastungen zu Zeiten starker Nachfrage.

2. Telematiksysteme sind integraler Bestandteil der Verkehrsinfrastruktur.

Die gegebenen und die sich abzeichnenden technischen Möglichkeiten für eine Verbesserung von Verkehrsabläufen durch Systeme der Telematik dürfen von den Baulastträgern der Straßen und des Schienennetzes sowie den Aufgabenträgern im öffentlichen Verkehr nicht ignoriert werden. Die lange geübte Zurückhaltung hinsichtlich eines Engagements bei diesen Systemen wird zu Recht inzwischen durch eigene Initiativen der zuständigen Gebietskörperschaften ersetzt. Dies hat zur Konsequenz, dass die Baulastträger Verantwortung für die Integration von Telematiksystemen übernehmen.

Dies betrifft den Einsatz von Telematiksystemen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Unter diese Telematikanwendungen fallen zahlreiche Systemkomponenten, die zur Steuerung des Verkehrsablaufs mit den Zielen der Sicherheit und der Flüssigkeit des Verkehrsablaufs dienen. Für derartige Systeme sollen die Baulastträger eine verstärkte Förderung bei der Entwicklung sowie eine finanzielle Verantwortung übernehmen und sie sollten die Verwaltung der Systeme organisieren. Dazu gehört für Bereiche besonders hoch belasteter Straßenabschnitte auch die Einrichtung von Leitzentralen, in denen die für die Verkehrssteuerung und für die Einsatzkräfte verantwortlichen Stellen ständig zusammenarbeiten. Bei der Integration von Verkehrssteuerung, Telematik und Infrastruktur können sich die Baulastträger auch privater Diensteanbieter bedienen, wie dies z. Zt. bei der Lkw-Maut durchgeführt wird.

Dagegen sollen diejenigen Systeme und Komponenten, die vornehmlich der Komfortsteigerung der Verkehrsteilnehmer oder der Abwicklung von Informationsaustausch, von Buchungen oder dem Zahlungsverkehr innerhalb der einzelnen Verkehrssystem-Betreiber dienen, in der Verantwortung von Systemanbietern und der Endverbraucher bleiben.

3. Die notwendigen Rahmenbedingungen sind staatlich zu setzen.

Es ist Aufgabe des Staates, die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz neuer technischer Systeme zu definieren. Hierbei soll im Zusammenwirken mit Anbietern von technischen Systemen und von Telematikdiensten auf Systemarchitekturen hingewirkt werden, die die wirtschaftlichen Chancen aller Beteiligten nachhaltig in fairer Weise wahren.

Weiterhin besteht ein Bedarf für Weiterentwicklungen bei Fragen der Haftung und des Tragens entstehender Risiken von Telematiksystemen. Ebenso sollte eine stärkere Integration von Infrastruktur und Telematikanwendungen auch rechtlich verankert werden. Zu nennen ist die Zuständigkeit für die Bereitstellung von Daten. Dabei sollen Zustandsdaten über die Verkehrswege und die stationär erfaßte Verkehrslage durch den Betreiber des jeweiligen Verkehrsweges erfaßt und bereitgestellt werden. Auch die Erhebung von Floating-Car-Daten und deren Nutzung für die Verkehrssteuerung sollte rechtlich geregelt werden. Bei der Entwicklung solcher Rahmenbedingungen sind nach Möglichkeit europaweite Standards anzustreben.

Es wird auch als Aufgabe staatlicher Stellen angesehen, Konventionen unter den Beteiligten (staatliche Stellen, Betreiber, Entwickler) herbeizuführen, die geeignet sind, allgemein anerkannte Ziele öffentlichen Handelns durchzusetzen. Dazu gehören z.B. Strategien der dynamischen Verkehrsführung, die sensible Gebiete frei von Umleitungsverkehren halten.

4. Technologie-Entwicklung ist primär Aufgabe privater Initiativen.

Die Entwicklung innovativer Technologien der Telematik ist bisher erfolgreich durch privatwirtschaftliche Initiative geleistet worden. Die Aufgabe des Staates besteht angesichts seiner besonderen Verantwortung für die Verkehrswege darin, strategische Partnerschaften mit den einschlägig tätigen privatwirtschaftlichen Stellen aufzubauen, um für seine eigenen Anwendungen leistungsfähige Systeme erwerben zu können. Darüber hinaus gehört zu den staatlichen Aufgaben die Förderung der zugehörigen Grundlagenforschung¹ und von Pilotprojekten zur Förderung der Akzeptanz.

5. Die Betriebssicherheit der Telematiksysteme ist zu verbessern.

Die zunehmende Verbreitung von Telematiksystemen eröffnet ein heute noch nicht einschätzbares Risikopotential für die zukünftige Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme. Alle Telematiksysteme setzen Computer an den unterschiedlichsten Stellen ein. Durch die bei Telematikeinsätzen zwangsweise Vernetzung und Integration der Computersysteme bieten diese zunehmend auch Angriffsmöglichkeiten für kriminelle und terroristische Übergriffe neuer Art – sei es im Zugang über Computernetze oder durch gezielte Zerstörung zentraler Komponenten. Allein deswegen - aber auch wegen der generellen Risiken komplizierter Softwaresysteme - muß bei der Entwicklung sicherheitsrelevanter Telematikkomponenten auch in Zukunft das "Fail-Safe"-Prinzip eingehalten werden. Es soll angestrebt werden, stets als Rückfallebene auch ein konventionelles Steuerungs-

¹ Der wissenschaftliche Beirat beim BMVBW hat sich zu diesem Fragenkomplex kürzlich auch in seinem Papier „Forschung auf dem Gebiet des Verkehrswesens“ geäußert.

system beizubehalten. Die durch die notwendigen Redundanzen erhöhten Kosten sind dabei zu akzeptieren.

Bestehende Tendenzen innerhalb der Softwareentwicklung ermöglichen in zunehmendem Maße unkontrollierbare Zugriffe großer Softwarehersteller auf vernetzte Computersysteme. Als sinnvoll erscheint es deshalb, europaweite Initiativen zu ergreifen, um zu einer Architektur von Basis-Softwaresystemen zu gelangen, die gegen Eingriffe von außen zuverlässig schützen.