

# Telematikanwendungen im Straßenverkehr – Stand und Perspektiven; Teil 2

Fritz Busch, Robert Hoyer, Hartmut Keller, Hartmut Reupke, Gerd Riegelhuth und Heinz Zackor

Die Nutzung neuer Informationstechnologien (Telematikanwendungen) im Straßenverkehr hat in den letzten zwei Jahrzehnten erhebliche Fortschritte in Forschung und Entwicklung sowie bei der Umsetzung in die Praxis gemacht; dennoch wurden viele Erwartungen nicht erfüllt. Initiiert durch den FGSV-Arbeitsausschuss „Telematik im Straßenverkehr“ versuchen die Autoren hierzu eine Positionsbestimmung. Die wichtigen Maßnahmenbereiche (Nachfragebeeinflussung, Reise- und Verkehrsinformation, Verkehrslenkung und -steuerung, individuelle Zielführung, Fahrzeugführung und Fahrerassistenz) werden hinsichtlich Zielsetzung, Konzeption, Chancen und Risiken sowie Handlungsbedarf dargestellt. Hieran schließt sich eine kritische Aufbereitung der verfügbaren Basistechnologien für die Anlagentechnik, die die Datenerfassung, die Datenübertragung, die Datenverarbeitung und die Informationspräsentation umfassen. Schließlich werden organisatorisch-institutionelle Aspekte behandelt, die die Verteilung von Kompetenzen auf verschiedene Akteure und deren Zusammenwirken betreffen.

The use of new information technologies (telematics applications) in road traffic operation has made considerable progress in research and development as well as in implementation during the last two decades. Nevertheless, many expectations haven't been fulfilled. Initiated by the Committee "Telematics in Road Traffic" of the German Road and Transportation Research Association, the authors give a critical view of the state of the art. They describe the main areas of measure (traffic demand control, travel and traffic information, traffic control, individual route guidance, vehicle operation and driver assistance) with regard to objectives, concept, chances, risks and open questions. After that, basic technologies for data acquisition, data transmission, data processing and presentation of information are considered. Finally, institutional aspects concerning the share of competences between various actors and their cooperation are dealt with.

Mit diesem Teil 2 wird der Beitrag abgeschlossen, dessen 1. Teil im Heft 6/2004 dieser Zeitschrift erschienen ist.

## 3. Basistechnologien für die Anlagentechnik

### 3.1 Systematisierung

Erfolgreiche Telematikanwendungen im Straßenverkehr – sowohl für den Personenverkehr (MIV, ÖPNV) als auch für den Güterverkehr – erfordern effiziente technologische Lösungen für die vier Querschnittsaufgaben

- Erfassung
- Übertragung
- Verarbeitung
- Präsentation

Verfasserschriften: Univ.-Prof. Dr.-Ing. F. Busch, Technische Universität München, Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Arcisstr. 21, 80333 München; Dr.-Ing. R. Hoyer, ifak Magdeburg, Institut für Automation und Kommunikation e.V., Steinfeldstr. 3, 39179 Barleben; Univ.-Prof. Dr./UCB H. Keller, TRANSVER GmbH, Maximilianstr. 45, 80538 München; Dipl.-Ing. H. Reupke, Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), Abt. B-ZL-30200, Potsdamer Str. 188, 10783 Berlin; BDir. Dipl.-Ing. G. Riegelhuth, Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Verkehrszentrale Hessen, Westerbachstr. 73–79, 60489 Frankfurt/Main; Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Zackor, Universität Kassel, FG Verkehrstechnik – FB 14, 34109 Kassel

von Kenngrößen, Signalen, Daten und Informationen. Diese Aufgaben werden in der Feld-, Stations-, Zentralen- und Endgeräteebene wiederkehrend erledigt.

Die Feldebene setzt direkt auf dem physischen Verkehrsprozess und seinen Umfeldbedingungen auf, deren beschreibende Kenngrößen mit geeigneten Sensoren gemessen werden. Typische Vertreter sind Induktionsschleifen, Passiv-Infrarot-Detektoren (PIR), Radar- oder Videodetektoren sowie fahrzeugseitige Bewegungsmesser (FCD-Messung).

In der nachfolgenden Stationsebene werden die Signale bzw. Daten von mehreren Detektoren gesammelt und zu Steuerbefehlen und/oder zu konsolidierten und ggf. aggregierten Daten verarbeitet. Die Datenübertragung bedient sich in der Regel standardisierter Schnittstellen wie beispielsweise RS 485. Typische Vertreter der Stationsebene sind Steuergeräte für Lichtsignalanlagen (LSA) und Streckenstationen/Baken. Für deren hard- und softwaretechnische Umsetzung wurden verschiedene Schnittstellendefinitionen und Richtlinien erarbeitet wie

- die Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS) [12]
- die Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) [13]
- OCIT® (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) [14].

Es schließt sich die Zentralenebene an, in der konsolidierte und aggregierte Daten aus mehreren Stationen weiter verarbeitet werden. Hier werden beispielsweise folgende Aufgaben wahrgenommen:

- die Rekonstruktion des zeitlich-räumlichen Verkehrszustands
- die Prognose von Verkehrszuständen
- die Störungserkennung und -verfolgung
- die Erzeugung von Verkehrslageberichten
- die Ableitung von Steuerbefehlen für Wechselverkehrszeichen (WVZ) sowie Routing-Empfehlungen für fahrzeugseitige Navigationssysteme.

Standardisierungen betreffen sowohl die Datenübertragung als auch die Datenverarbeitung. Letztere ist beispielsweise Gegenstand des Merkblatts für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (MARZ) [15].

Es folgt die Endgeräteebene, welche eine Individualisierung von Verkehrsinformationen erlaubt. Verkehrszustandsinformationen gelangen über standardisierte Schnittstellen in die Endgeräte wie etwa Radios, PC, PDA (Personal Digital Assistant), Mobiltelefone oder Navigationssysteme. Standardisierte Datenbeschreibungsmittel wie HTML (Hypertext Markup Language), XML (Extended Markup Language), WML (Wireless Markup Language)

ge) oder TMC (Traffic Message Channel) ermöglichen eine effiziente Generierung von Verkehrszustandsdarstellungen in akustischer, textueller oder grafischer Form oder auch eine Dynamisierung der individuellen Zielführung.

Für die Lösung der vier Querschnittsaufgaben stehen verschiedene Basistechnologien bereit, die weitgehend unabhängig vom Verkehrsträger Verwendung finden. Einen Überblick hierzu gibt das Bild 2. Darüber hinaus werden gleichartige Basistechnologien bei fahrzeugautonomen Applikationen genutzt, z. B. zur Abstands- und Geschwindigkeitsbeeinflussung.

Die zur Anwendung gelangenden Basistechnologien verfolgen zur Lösung der zugeordneten Aufgaben verschiedene konzeptionelle Ansätze, die hier im Einzelnen nicht weiter vertieft werden sollen. Für die Sicherstellung einer gewünschten Funktionalität können in der Regel unterschiedliche Technologien zum Einsatz kommen, deren Chancen und Risiken mitunter gegenläufig zueinander sind. Ein Handlungsbedarf zur Verbesserung einer Technologie kann sich im Wesentlichen hinsichtlich der Leistungsparameter, welche vereinzelt bereits an physikalische Grenzen stoßen, und hinsichtlich der Standardisierung ergeben. Im Bereich der Datenverarbeitung liegen erhebliche Potenziale im methodischen Bereich. Infrastruktursysteme bedürfen bisweilen einer besseren Flächenabdeckung. Die Akzeptanz einer Technologie für ver-

kehrstechnische Anwendungen wird allerdings auch maßgeblich von den Investitions- und insbesondere Betriebskosten beeinflusst, die sich am Markt bilden und im Einzelfall kaum technologisch beeinflussbar sind.

In den folgenden Abschnitten werden die Basistechnologien hinsichtlich Zielsetzung, konzeptionellem Ansatz und Nutzen sowie Chancen/Risiken und Handlungsbedarf – also analog zu den Maßnahmenbereichen strukturiert – dargestellt.

### 3.2 Datenerfassung

#### Zielsetzung, konzeptioneller Ansatz, Nutzen:

Die Datenerfassung bildet die Grundlage für alle weiteren Prozessschritte zur Realisierung der in Kapitel 2 skizzierten telematikunterstützten Maßnahmen. Es gibt im Wesentlichen vier konzeptionelle Ansätze:

- die Ermittlung lokaler Daten
- die Messung streckenbezogener räumlicher Daten
- die Nutzung fahrzeuggenerierter Daten
- manuelle Eingaben.

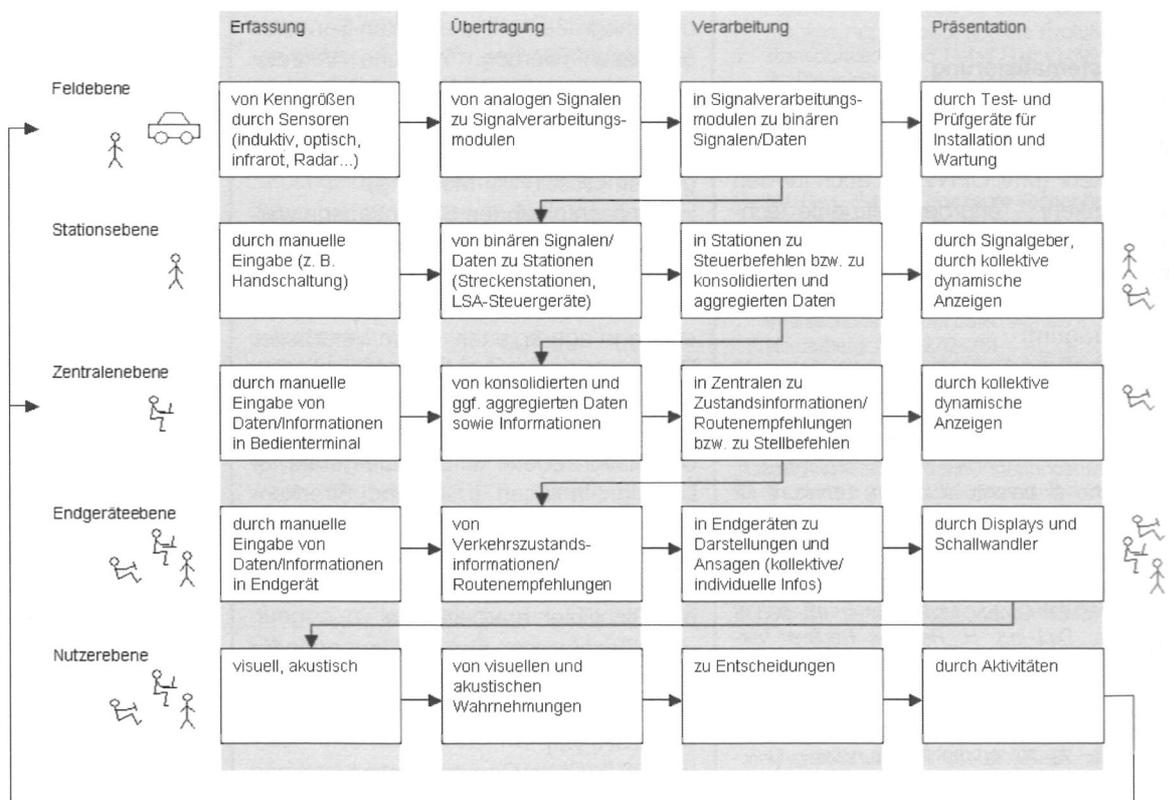
Lokale Daten spiegeln die üblichen messbaren und teilweise bereits aggregierten Verkehrskenngrößen wie beispielsweise Verkehrsstärke, Zeitlücke, Belegungszeit, An- und Abwesenheit sowie mittlere Geschwindigkeit wieder. Lokale Erfassungs-

systeme werden fast ausschließlich für den Betrieb von verkehrsunabhängigen Lichtsignalanlagen (LSA) und Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) realisiert, auf Autobahnen auch für Verkehrsinformationsdienste.

Streckenbezogene räumliche Daten haben gegenüber den lokal erfassten Daten den Vorteil, dass sie den Verkehrszustand im Streckenabschnitt eindeutig beschreiben. Allerdings können streckenbezogene räumliche Daten ohne weitere Berechnungen derzeit nur mit bildgebenden Verfahren (Video- und Infrarotkameras) oder mit Sensoren, die einen räumlich erweiterten Erfassungsbereich haben (Radar, Laserscanner), in sehr begrenzter Ausdehnung wirklich gemessen werden. Eine weitere Gruppe bilden die fahrzeuggenerierten Daten (FCD). Diesen liegt der Ansatz zu Grunde, dass im Verkehrstrom mitschwimmende Fahrzeuge ihre Eigengeschwindigkeit messen, abspeichern und auswerten und bei Erfüllung vorgegebener Kriterien einer Meldungsstrategie das Geschwindigkeitsprofil der zurückgelegten Strecke an eine Zentrale übermitteln. Hier kann dann auf den räumlich-zeitlichen Verlauf des Verkehrszustands in der unmittelbaren Fahrzeugumgebung geschlossen werden, wenn sich das Messfahrzeug repräsentativ für das umgebende Fahrzeugkollektiv verhält.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle in Telematikanwendungen spielen auch nicht

**Bild 2:**  
Querschnittsaufgaben in den Ebenen einer technischen Systemarchitektur



automatisch erfasste Daten wie beispielsweise georeferenzierte Informationen zu verkehrlich wirksamen Baustellen und Großveranstaltungen sowie Störungsmeldungen.

Verkehrsdaten, deren übergreifende Erfassung und Bearbeitung einer Qualitätssicherung unterzogen werden, bilden die Grundlage für die Umsetzung von Strategien im Verkehrsmanagement, insbesondere für die Erzeugung von Verkehrsinformationen sowie von inner- und außerörtlichen Verkehrssteuerungen.

Die Anforderungen an die Verkehrsdaten hinsichtlich Detaillierung, Qualität und Verfügbarkeit werden vom Verwendungszweck bestimmt. Unternehmen, die Mobilitätsdienstleistungen individuell auf den Kunden zugeschnitten anbieten wollen, benötigen Verkehrsdaten zwar nicht in dem Detaillierungsgrad, wie es für die kollektive Verkehrssteuerung nötig ist, dafür jedoch flächendeckend. Aus diesem Grund installierten kommerzielle Diensteanbieter zusätzliche Detektoren, die ereignisorientierte Meldungen an deren Zentrale übermitteln.

Die Datenerfassung des ÖPNV liefert in erster Linie Informationen über die aktuelle Position der Fahrzeuge im Netz. Mit dieser Information können die öffentlichen Verkehrsmittel an signalisierten Knoten gegenüber dem MIV bevorrechtigt werden. Außerdem werden diese Informationen in einem rechnergestützten Betriebsleitsystem zur Beurteilung der aktuellen Fahrplanlage im Gesamtnetz herangezogen. Schließlich kann aus den erfassten Daten eine dynamische Fahrgastinformation abgeleitet werden, welche eine Ausgabe der aktuellen Abfahrtszeiten an ausgesuchten Haltestellen oder über die digitalen Medien erlaubt, ferner kann die Anschlusssicherung bei Umsteigevorgängen durchgeführt werden.

Es gibt verschiedene Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Position eines öffentlichen Verkehrsmittels. GPS-basierte Systeme und die gemeinsame Auswertung logischer und physikalischer Ortungsinformationen haben die Zuverlässigkeit auch bei Störungen und die Datenqualität weiter verbessert.

#### **Chancen und Risiken, Handlungsbedarf:**

Die Qualität der erfassten Daten hängt von der Erfassungstechnologie ab. Mit fehlerhaften Messdaten muss bei allen derzeit verfügbaren Technologien aber immer gerechnet werden.

Konventionelle Induktionsschleifen bilden derzeit das Rückgrat der Verkehrsdaterfassung. Sie werden ergänzt um modernere Erfassungstechnologien mit eini-

gen vorteilhaften Eigenschaften wie die oberirdische Anordnung ohne Eingriff in den Straßenbelag oder die Erfassung mehrerer Fahrstreifen mit einem Gerät.

Optische Systeme versprechen sowohl die Erfassung größerer Bereiche mit einem Sensor als auch eine gewisse Flexibilität hinsichtlich der Platzierung von Messfeldern. Systembedingt werden Datenqualität und -verfügbarkeit von Lichtverhältnissen, Witterung und Verschmutzungen beeinflusst. Laser- und radarbasierte Sensoren liefern darüber hinaus auch dreidimensionale Informationen, so dass über die Fahrzeughöhe auf die Fahrzeugart geschlossen werden kann.

FCD-Verfahren wurden seit ihrer ersten großmaßstäblichen Erprobung im Rahmen des RHAPIT-Projektes zwar technisch weiterentwickelt [16], jedoch gibt es insbesondere in Stadtstraßennetzen noch zu wenig ausgerüstete Fahrzeuge, um allein mit FCD zu einer brauchbaren Verkehrslagebeschreibung zu gelangen. Floating Cars gewinnen allerdings als ergänzende Datenquelle zur bisher bestehenden stationären Erfassungstechnik – zumindest für die Erzeugung von Verkehrsinformationen – zunehmend an Bedeutung. Extended FCD (XFCD) liefern aus der Aktivität von fahrzeugeitigen Komponenten wie beispielsweise Scheibenwischer und Antischlupfregelung zusätzliche Daten zu den Umfeld- und Straßenbedingungen.

In den entsprechend ausgerüsteten Abschnitten des Straßennetzes sind Verkehrsdaten umfassend und in guter Qualität verfügbar. Diese sind für die kollektive Netz- und Streckenbeeinflussung ebenso ausreichend wie für die lokale Verkehrsregelung an Knotenpunkten durch LSA. Eine vollständig flächendeckende Verkehrserfassung über lokale Messstellen lässt sich daraus nicht ableiten und ist selbst für Autobahnen aus Kostengründen nicht sinnvoll.

In städtischen Straßennetzen behilft man sich mangels flächendeckender Datenerfassung von ausreichender Qualität und/oder fehlender Anbindung der Detektoren an eine Zentrale teilweise auch mit Videokameras, deren Bilder lediglich visuell begutachtet werden. Eine zentralenseitige automatische Bildauswertung mit dem Ziel der Verkehrszustandsschätzung und Verkehrsbeeinflussung ohne Operator für die Ergebnisprüfung (closed-loop-Betrieb) ist in Deutschland derzeit nicht etabliert.

Ein Schwerpunkt zukünftiger Installationen sollte das sekundäre Netz sein, damit insbesondere dynamische Alternativroutensteuerungen von Autobahnen auf fun-

dierte Verkehrslagedaten von nachgeordneten Straßen zurückgreifen können. Hierfür müssen derzeit noch bestehende Probleme der autarken Energieversorgung und der Datenübertragung auch vor dem Hintergrund von Vandalismus- und Diebstahlgefahr gelöst werden. Investitions- und Betriebskosten werden die Penetration des Sekundärnetzes maßgeblich beeinflussen.

### **3.3 Datenübertragung**

#### **Zielsetzung, konzeptioneller Ansatz, Nutzen:**

Kommunikationsaufgaben sind auf allen Ebenen zu erfüllen. Es kommen kabelgebundene oder kabellose Technologien zum Einsatz, die bi- oder unidirektional wirken. Die erforderliche Infrastruktur wird entweder durch die öffentliche Hand selbst (Kommunen, Straßenverwaltungen der Länder, Verkehrsbetriebe) oder durch privatwirtschaftliche Betreiber bereitgestellt. In einigen Fällen ist keine gesonderte Netzinfrastruktur für die Datenübertragung erforderlich, wenn Komponenten beispielsweise ausschließlich direkt miteinander und ggf. drahtlos kommunizieren.

Die Kommunikation verursacht insbesondere bei Inanspruchnahme von Netzbetreibern Betriebskosten, die im Fall von Mobilfunkdiensten besonders hoch ausfallen. Verkehrsbetriebe unterhalten oft ein eigenes analoges und zunehmend auch digitales Betriebsfunknetz zur Sprach- und Datenübertragung. Für die Nutzung der exklusiv zugewiesenen Frequenzen fallen relativ geringe Lizenzgebühren an. Digitale Funknetze gehen u. a. wegen der Nutzung von sowohl verlustfreien als auch verlustbehafteten Datenkompressionstechniken wesentlich effizienter mit den begrenzten Frequenzressourcen um.

Für die Verbreitung von Verkehrsinformationen an die Verkehrsteilnehmer spielt der analoge UKW-Hörfunk mit den verlesenen Meldungen eine beherrschende Rolle. Ein weiterer Schritt war die Einrichtung des TMC, der als RDS-TMC auf die begrenzte Bandbreite des RDS im UKW-Hörfunk zugeschnitten ist. RDS-TMC hat wegen der begrenzten Anzahl von Location Codes seinen Informationsschwerpunkt im Fernstraßennetz.

Der digitale Rundfunk DAB (Digital Audio Broadcasting) lockert die Bandbreitenbegrenzung gegenüber RDS beträchtlich, so dass auch nicht standardisierte Meldungen unabhängig von vorgegebenen Location Codes verbreitet werden kön-

nen. Ansprechende Dienste wie beispielsweise die Dynamisierung von Navigationssystemen mit Zusatzinformationen werden in Forschungsprojekten wie beispielsweise INVENT [7] demonstriert.

#### **Chancen und Risiken, Handlungsbedarf:**

Die wünschenswerte flächendeckende Ausrüstung des gesamten Straßennetzes mit Erfassungstechnik ist auch ein Problem der Datenübertragung. Während Daten an den Autobahnen kostengünstig über das dort vorhandene Streckenfern-meldekabel übertragen werden können, müssen Daten aus dem übrigen Netz und FCD üblicherweise über den kosten-trächtigen Mobilfunk in Verkehrszentralen übermittelt werden. Um die Kommunikationszeit und damit Übertragungskosten zu minimieren, werden die lokal gemessenen Daten oft nur ereignisorientiert übertragen. Dadurch ergibt sich lediglich ein unvollständiges Bild einer Verkehrslage, das für Zwecke der Verkehrssteuerung und der individuellen dynamischen Zielführung über Navigationssysteme ohne zusätzliche Verkehrsmodellierung kaum oder nur eingeschränkt verwendbar ist. Ein Risiko bei der Nutzung von Mobilfunknetzen besteht auch in der temporären Überlastung von Funkzellen gerade dann, wenn Verkehrsdaten benötigt werden, wie beispielsweise bei Störungen.

Für eine Datenübertragung in engmaschigen Erfassungsnetzen kommen auch Kurzstreckenfunksysteme im gebühren-freien ISM-Frequenzband in Frage. (ISM steht für die Einsatzfelder "Industry, Services and Medicine".) Neben den minimalen Betriebskosten ist die hohe Bandbreite im 2,4 GHz-Band von Vorteil, die für eine Bildübertragung, wie sie beispielsweise in Magdeburg praktiziert wird [17], ausreicht. Allerdings lassen sich wegen der schwankenden Verfügbarkeit freier ISM-Frequenzen keine zeitkritischen verkehrstechnischen Anwendungen wie beispielsweise LSA-Steuerungen zuverlässig mit Daten versorgen. Die gleiche Einschränkung gilt für die in verkehrstechnischen Anwendungen vereinzelt anzutreffende WLAN-Technologie (Wireless Local Area Network).

Die Informationsübertragung zum Nutzer über Kabelnetze für Internetzugänge ist insbesondere für Fahrplanauskünfte und Routenplanung vor Fahrtantritt mit großer Akzeptanz etabliert.

Mobile Anwendungen sind etwa über GSM-WAP (Wireless Application Protocol) verfügbar. Obwohl es sicherlich viele Informationen gibt, die mit wenigen Zeichen für wertvolle Hinweise auskommen (beispielsweise aktuelle Abfahrtszeiten

oder dynamische Parkinformationen), ist die Akzeptanz noch nicht sehr hoch. Für die Mehrzahl der potenziellen Dienstanbieter besteht kaum eine Möglichkeit, finanziell günstig an der Dienstbereitstellung zu partizipieren.

Das GSM-Mobilfunknetz wird demnächst durch UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ergänzt. UMTS bietet u.a. eine vielfach höhere Bandbreite für die Datenübertragung, eine Abrechnung nach Datenaufkommen und bedingt durch die kleinere Zellengröße eine bessere Ortungsgenauigkeit. UMTS wird zuerst in Ballungsräumen und größeren Städten verfügbar sein. Ob und wann ein flächendeckender Ausbau vollzogen wird, ist derzeit nicht bekannt. Ein Zwischenschritt zu UMTS stellt das GSM-basierte GPRS (General Packet Radio System) dar.

Einige Forschungsaktivitäten befassen sich außerdem mit der Kurzstrecken-Informationenübertragung über Ad-hoc-Funknetzwerke sowohl zwischen straßenseitigen Baken und Fahrzeugen als auch zwischen den Fahrzeugen selbst. Die Funknetzwerke werden beispielsweise über WLAN realisiert, wobei u.a. die für einen Verbindungsaufbau benötigte Zeit die maximale Begegnungsgeschwindigkeit der Transceiver einschränkt.

### **3.4 Datenverarbeitung**

#### **Zielsetzung, konzeptioneller Ansatz, Nutzen:**

Die Datenverarbeitung hat u.a. die Aufgaben, die Plausibilität der Messdaten zu prüfen, erkannte Ausfälle zu kompensieren und die Verkehrszustände im Straßennetz zu schätzen bzw. räumlich und zeitlich zu vervollständigen. Auf Basis der mehr oder weniger konsolidierten Datennlage werden Informationen und Empfehlungen für individuelle und kollektive Leitsysteme generiert sowie Steuerbefehle beispielsweise für LSA und VBA erzeugt. Die Datenverarbeitung erfolgt zunächst auf der Feldebene und auf der Stationsebene dezentral vor Ort. Ausgewählte und ggf. aggregierte Daten werden zu einer Leitzentrale zwecks weiterer Verarbeitung und Informationsgewinnung übertragen. Da Messdaten prinzipiell fehlerbehaftet sein können, gibt es Überlegungen, Daten aus mehreren und durchaus heterogenen Quellen zu fusionieren. Es besteht die Hoffnung, hierdurch ein genaueres und belastbareres Bild über den aktuellen und zukünftig auch prognostizierten Verkehrszustand mit einer besseren Verfügbarkeit zu erhalten [18]. Nicht zuletzt

werden Störungen erkannt, deren zeitlich-räumliche Ausdehnung verfolgt sowie Reisezeiten geschätzt.

#### **Chancen und Risiken, Handlungsbedarf:**

In der methodischen Weiterentwicklung der Datenverarbeitung liegt ein wichtiger, wenn nicht sogar der wichtigste Schlüssel zur Verbesserung der Daten-, Informations- und Steuerungsqualität von verkehrstechnischen Anwendungen. Defizite wegen der lückenhaften Ausstattung der Straßennetze mit Erfassungstechnik können insbesondere durch den Einsatz von Verkehrsmodellen in gewissen Grenzen ausgeglichen werden. Gleichwohl bietet eine engmaschige Erfassung von Verkehrsdaten die größte Gewähr für hochwertige Ergebnisse in der verkehrstechnischen Datenverarbeitung. Eine Übersicht zum aktuellen Stand auf diesem Gebiet findet sich in [18]. Darüber hinaus hat unter wirtschaftlichem Aspekt die Fusion von Daten aus verschiedenen Quellen eine besondere Bedeutung.

Insbesondere auf der Zentralenebene liegen die Risiken der Datenverarbeitung vor allem darin, dass mit den Daten und Verfahren qualifiziert umgegangen werden muss. Dies erfordert neben der Systembetreuung durch geschultes und ausreichend qualifiziertes Personal auch eine konsequente Pflege der zu Grunde liegenden Datenbasis wie beispielsweise der digitalen Karten und weiterer, teilweise unter übergreifender Verantwortung erstellter Basisdaten und Handlungsszenarien.

Städtische Verkehrsleitzentralen sind in wenigen großen Städten anzutreffen bzw. im Rahmen von Großforschungsprojekten noch im Aufbau. Die zu lösende Aufgabe, ein städtisches integriertes Verkehrsmanagement mit multi- und intermodalem Anspruch zu ermöglichen, ist bedeutend komplexer als die Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen.

Ein aktueller Handlungsbedarf besteht nun im Aufbau von Zentralen auch in mittelgroßen Städten, die nicht zwingend nach dem Muster von großstädtischen Zentralen errichtet werden müssen. Die Probleme sind zum Teil andersartig, und es stehen hier ungleich weniger Mittel für deren Realisierung zur Verfügung. Somit sind insbesondere hier innovative Ansätze weiterhin gefragt.

In Ballungsräumen mit etablierten Zentralen verlagert sich der Handlungsbedarf nunmehr auf die Eingliederung der Region in ein konsistentes Verkehrsmanagement.

### 3.5 Informationspräsentation

*Zielsetzung, konzeptioneller Ansatz, Nutzen:*

Die auf Nutzergruppen und -situationen abgestimmte Präsentation beeinflusst neben Aktualität, Wahrheitsgehalt und Verfügbarkeit maßgeblich die Akzeptanz von Informationsangeboten.

Dynamische Anzeigen im Straßenraum haben sich für Haltestelleninformationen und dynamische Parkleitsysteme weitgehend durchgesetzt. Freitextanzeigen im Straßenraum sind auf Grund der restriktiven Haltung von Stellen der öffentlichen Hand noch eher die Ausnahme.

Neben der straßenseitigen Präsentation sind Verkehrsinformationen in den elektronischen Medien präsent. Hierbei spielen die gesprochenen ARI-Meldungen im analogen Hörfunk noch eine dominante Rolle. Eine Selektion der Verkehrsmeldungen wird von den Redaktionen der jeweiligen Radiosender vorgenommen und ergibt sich außerdem durch die territoriale Senderabdeckung. Überregionale Sender müssen besonders viele Verkehrsmeldungen verlesen. Dieses Defizit wird durch die Selektionsmöglichkeiten des RDS-TMC beseitigt. Die auf standardisierten Meldungen und einer begrenzten Anzahl von Location Codes basierende Präsentation in Form von TMC-Meldungen wird wiederum durch die freien grafischen Darstellungsmöglichkeiten von beliebigen Informationen (Text, Grafik, Fotos, Video) des digitalen Rundfunks DAB übertroffen.

Dynamische Navigationssysteme informieren den Autofahrer optimal abgestimmt, wenn sie bei RDS-TMC-gemeldeten Störungen auf der gewählten Streckenführung eine neue Routenberechnung anbieten. Navigationssysteme arbeiten in der Regel mit einer visuellen und akustischen Ausgabe.

Systeme zur individuellen Abstands- und Geschwindigkeitsbeeinflussung in Fahrzeugen präsentieren sich dem Fahrer über ein abgestuftes Informations- und Wirkungskonzept. Von der Information über den Aktivierungszustand des Systems über eine optische, akustische oder haptische Warnung vor kritischen Situationen bis zum Eingriff in das Motormanagement und das Bremssystem reichen hier die Möglichkeiten.

Hinsichtlich der Informationspräsentation sind bei mobilen Endgeräten derzeit große Fortschritte zu verzeichnen. Mobiltelefone werden zunehmend mit einem grafiktauglichen Farbdisplay ausgestattet. Dieses kommt den Nutzererwartungen entgegen, die stark von der Internetnut-

zung am PC geprägt sind. Die bisher gedämpfte Akzeptanz mobil verfügbarer Anwendungen könnte hierdurch belebt werden.

#### Chancen und Risiken, Handlungsbedarf:

Auf der Präsentationsebene wurden bisher durch die rasante Entwicklung der Endgeräte die größten Fortschritte erzielt. Hier kann die Verkehrstelematik für die Verbreitung von individualisierten Informationen an den Entwicklungen des Marktes partizipieren.

In einem nächsten Schritt ist die Personalisierung von Informationsdiensten denkbar. Für den Nutzer ist es von Bedeutung, ob er sich die gewünschte Information selbst holen muss (Internet, WAP, SMS), oder ob er nach Anmeldung automatisch informiert wird (SMS, E-Mail). Im Rahmen des Forschungsprojekts PIEPSER [19] wurde für den ÖPNV gezeigt, dass personalisierte Dienste hohe Erwartungen beim Nutzer wecken, welche nur mit hochwertigen und insbesondere zuverlässigen Daten und Informationen erfüllt werden können.

Die Tabelle 1 enthält eine Zusammenfassung der Basistechnologien in der Struktur der vorangegangenen Darstellung.

## 4. Organisatorisch-institutionelle Aspekte

### 4.1 Systematisierung

Die vorausgegangenen Abschnitte haben den Rahmen des technisch Machbaren sowie der wünschenswerten Steuerungs- und Eingriffsmöglichkeiten aufgezeigt. Um jedoch die erwartete Wirkung für den Nutzer im Verkehrssystem und die Gesellschaft entfalten zu können, muss das Zusammenspiel der einzelnen Maßnahmenbereiche und der technischen Komponenten sinnvoll organisiert werden.

Bei der Umsetzung von Telematikanwendungen im Straßenverkehr sind verschiedene Akteure und Institutionen beteiligt, deren Aufgaben und Zusammenwirken nachfolgend dargestellt werden. Öffentliche Institutionen und Privatunternehmen im IV und im ÖV agieren dabei gemäß

Tabelle 1: Basistechnologien für Telematikanwendungen im Straßenverkehr

Aufgabe	Basistechnologien (Auswahl)
<b>Datenerfassung</b> – Verkehrskenngrößen – Umfeldkenngrößen – Fahrzeugpositionen – manuelle Eingaben	<b>fließender MIV:</b> Induktionsschleife, Passiv Infrarot (PIR), Radar, Video, Global Positioning System (GPS) für Floating Car Data (FCD) <b>ruhender MIV:</b> Induktionsschleife, Lichtschranke, Ultraschall (US), Parkautomat <b>ÖPNV:</b> Infrarot-Bake, logische Ortung, GPS-Ortung, Chipkarten <b>Umfelddatenerfassung:</b> diverse Sensoren <b>verkehrsrelevante Planungen:</b> Geografische Informationssysteme (GIS) zur Verortung von Baustellen, Veranstaltungen, Points of Interest (POI), etc. <b>Fahrzeug:</b> Radsensoren, GPS-Ortung, Navigationssysteme (Zieladresseingabe), Infrarot (IR), Ultraschall (US), Radar, Video
<b>Datenverarbeitung</b> – Plausibilitätsprüfung – Aggregation – verlustfreie Komprimierung – Vervollständigung – Informations- und Meldungsgenerierung – Steuerbefehlserzeugung	<b>Feldebene:</b> Signalverarbeitung (bspw. für Induktionsschleifen und PIR-Sensoren), Videobildverarbeitung, etc. <b>Stationsebene:</b> Plausibilitätstest, Messwertersetzung, Ausgleichsverfahren, Kombination historischer und aktueller Daten, Rückstaulängenschätzung, LSA-Steuerungsverfahren <b>Zentralebene:</b> Rekonstruktion des zeitlich-räumlichen Verkehrszustands, Prognoseverfahren <b>fahrzeugautonom:</b> Bildverarbeitung, Sensordatenfusion, Map-Matching und Meldungsgenerierung von FCD
<b>Daten- und Informationsübertragung</b> – Erfassungsort → Zentrale – Zentrale → Verkehrsteilnehmer – Fahrzeug → Fahrzeug	<b>Erfassungsort → Zentrale:</b> <b>kabelgebundene Übertragung:</b> Modemverbindungen, ISDN (Integrated Services Digital Network), Glasfaserverbindungen <b>drahtlose Übertragung:</b> gebührenpflichtiger Funk: GSM-Mobilfunk (Global System for Mobile Communication); gebührenfreier Funk: ISM-Frequenzen (Industry, Services and Medicine) bzw. WLAN (Wireless Local Area Network); Laserstrecken; DSRC (Dedicated Short Range Communication): Infrarot, Mikrowellenfunk <b>Protokolle:</b> proprietär (z.B. BEFA-15...18), OCIT (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems), VDV-Standardschnittstelle für betriebsübergreifende Anschlusssicherung (Verbund deutscher Verkehrsunternehmen), TLS (Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen), DATEX (Data Exchange) <b>Zentrale → Verkehrsteilnehmer:</b> <b>zu Informationstafeln im Straßenraum:</b> Kabel- und Funkverbindungen, Digital Audio Broadcasting (DAB) <b>Rundfunk:</b> UKW-Hörfunk mit ARI (Autofahrer-Rundfunk-Information) und RDS-TMC (Radio Data System – Traffic Message Channel); DAB mit RDS-TMC oder multimedial <b>Internet:</b> Festnetz, Mobilfunknetze mit WAP-Diensten (Wireless Application Protocol), SMS (Short Message Service), Datenverbindungen <b>zum Fahrzeug (individuell):</b> GSM (insbes. SMS), IR (Bake) <b>Fahrzeug – Fahrzeug:</b> ISM-Funk, WLAN, Licht, Infrarot
<b>Informationspräsentation</b> – Straßenraum – Rundfunk – Internet – Fahrzeugendgeräte Fahrzeugkomponenten	Lichtsignale, Wechselverkehrszeichen, numerische Anzeigen, Freitexttafeln, UKW-Hörfunk, DAB „Pull“-Medien: Internet, WAP, SMS, JAVA-Applikation für Handy „Push“-Medien: SMS, E-Mail Fahrzeugendgeräte: Display, Sprachausgabe

ihren Aufgaben auf drei verschiedenen Ebenen:

- Politikebene (strategisch)
- Regieebene (strategisch – taktisch)
- Betreiberebene (operational).

Auf der Politikebene werden im Rahmen der Bundes-, Landes- oder Kommunalpolitik die verkehrspolitischen Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Telematikanwendungen definiert. Die Regieebene ist verantwortlich für die Definition von Steuerungsstrategien, die schließlich von der Betreiberebene umgesetzt werden.

Das Grundgesetz, das Bundesfernstraßengesetz bzw. die Straßengesetze der Länder regeln Zuständigkeiten und Aufgabenverteilung für den Straßenverkehr: Die Straßenbaulast liegt bei den jeweiligen Straßenbauverwaltungen der Länder, Landkreise oder Kommunen, während die Umsetzung der Straßenverkehrsordnung (StVO) die Verkehrsbehörden der einzelnen Gebietskörperschaften wahrnehmen. Die Grenzen zwischen den Aufgaben der Regie- und der Betreiberebene hängen von der jeweiligen Struktur der Verwaltungen ab und können fließend sein. Auf der Betreiberebene übernehmen häufig Verkehrsleitzentralen die hoheitliche Aufgabe der Verkehrssteuerung.

Darüber hinaus nehmen die Polizeibehörden Aufgaben der Verkehrssicherung und Gefahrenabwehr wahr.

Die Organisationsstruktur und Aufgabenverteilung im ÖPNV ist in den ÖPNV-Gesetzen der Länder festgelegt. Dabei wird zwischen Leistungsbestellern auf der Regieebene sowie Leistungserstellern auf der Betreiberebene unterschieden. Leistungsbesteller (Aufgabenträger des ÖPNV) sind die Verkehrsverbünde für die Regionen und lokale Nahverkehrsgesellschaften für die kommunalen Gebietskörperschaften. Die Leistungsersteller auf der Betreiberebene sind die Verkehrsunter-

nehmen, die privat, öffentlich oder als Gesellschaft der öffentlichen Hand organisiert sein können. Die Verkehrsunternehmen betreiben Betriebsleitzentralen zur Steuerung und Überwachung des Betriebes.

Darüber hinaus sind Mobilitätsdienstleister oder Betreiber von Telematiksystemen auf der Betreiberebene im IV und im ÖV tätig, die ihren Kunden kollektive und/oder individuelle Serviceleistungen anbieten. Dies sind neben den Verkehrs- oder Betriebsleitzentralen als Betreiber kollektiver Informationsdienste auch die privaten Betreiber von Zielführungssystemen und Mobilitätsdiensten, öffentliche Rundfunkanstalten bzw. Privatsender sowie Automobilverbände.

Die genannten Akteure und Betreiber setzen dabei überwiegend Telematikanwendungen in ihrem originären Zuständigkeitsbereich um. In vielen Fällen ist jedoch eine Kooperation für die Aufgabenwahrnehmung unerlässlich. Dabei ergibt sich in den folgenden Fällen die Notwendigkeit der Kooperation:

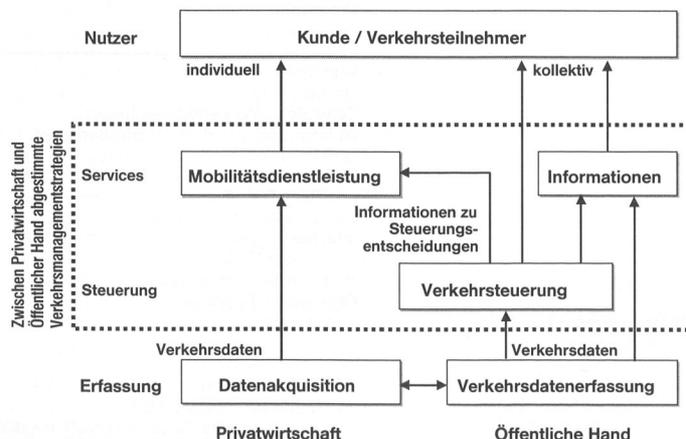
- Die Realisierung von Strategien des regionalen Verkehrsmanagements in Ballungsräumen erfordert die zuständigkeits- und verkehrsträgerübergreifende Zusammenarbeit der verantwortlichen Stellen bei der Verkehrssteuerung sowie der Umsetzung betrieblicher und informationsgestützter Maßnahmen.
- Die überregionale Netzbeeinflussung, überwiegend die Autobahnen betreffend, macht die Abstimmung von Steuerungsmaßnahmen zwischen mehreren beteiligten Verkehrsleitzentralen erforderlich.
- Das Angebot von individuellen Telematikdienstleistungen, die unabhängig von Zuständigkeitsgrenzen und Verkehrsmittelwahl die gesamte Wegekette abdecken, erfordert die Akquisition und die Fusion von Verkehrsdaten bzw. -informationen aus mehreren Quellen.

Im regionalen Verkehrsmanagement werden zur technischen Unterstützung der umzusetzenden Maßnahmen die Telematikeinrichtungen der verantwortlichen Stellen im Verbund genutzt. Auf Grund der Komplexität des technischen und organisatorischen Zusammenwirkens hat sich hier ein weitgehend dezentraler Betrieb dieser Telematikkomponenten auf Grundlage gemeinsam vereinbarter Strategien als zielführend erwiesen. Dazu kommen kann die Kooperation mit Unternehmen, die über unterschiedliche Geschäftsmodelle Mobilitätsdienstleistungen anbieten bzw. Telematiksysteme betreiben. Diese können im Rahmen von öffentlich-privaten Partnerschaften eingebunden werden. Eine solche Partnerschaft kann von der reinen Daten-/Informationsüberlassung bis hin zur Einbindung dieser Unternehmen, und damit ihrer privatwirtschaftlich betriebenen Telematikdienste, in Verkehrsmanagementstrategien reichen. Eine solche Zusammenarbeit, wie sie im Bild 3 dargestellt ist, erhöht zudem die Effizienz der angebotenen Dienstleistungen und gewährleistet die Widerspruchsfreiheit zu Maßnahmen der Verkehrssteuerung [20].

Bei der überregionalen Netzsteuerung bleibt die Zusammenarbeit weitgehend auf staatliche Stellen beschränkt, die für den Betrieb von Verkehrsbeeinflussungsanlagen verantwortlich sind. Dabei können Verkehrsdaten zur übergreifenden Verkehrslagedarstellung ausgetauscht werden, Steuerungsmaßnahmen dagegen müssen in jedem Fall abgeglichen werden.

Das Bestreben von Anbietern verkehrsträger- und zuständigkeitsübergreifender Telematikdienstleistungen muss zunächst darin liegen, eine entsprechende Datengrundlage zu schaffen. Dies kann zum Teil über eigene Datenquellen erfolgen oder im Rahmen des Zukaufs über sog. Datenüberlassungsverträge, die von hoheitlichen Stellen abgeschlossen werden, um originär für Zwecke der Verkehrssteuerung erhobene Daten aus ihren Verkehrsleitzentralen an Dritte zu verkaufen.

**Bild 3: Zusammenwirken von Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation**



#### 4.2 Organisation des Verkehrssystemmanagements

*Zielsetzung, konzeptioneller Ansatz, Nutzen:*

Das Verkehrssystemmanagement soll verkehrsträger- und organisationsübergreifend die im Abschnitt 2 beschriebenen Maßnahmen mit den im Abschnitt 3 aufgezeigten technischen Möglichkeiten umsetzen. Die Interessen der Verkehrs-

teilnehmer sind dabei geprägt von gebiets- bzw. grenzüberschreitender und verkehrsträgerübergreifender Verfügbarkeit. Dies ist nur sichergestellt, wenn alle beteiligten Organisationen die Daten nach gemeinsam verabredeten oder standardisierten Regeln übergeben und verarbeiten und die Umsetzung der Maßnahmen miteinander harmonisiert wird. Durch die geeigneten Möglichkeiten zum Steuerungseingriff auf allen Steuerungsebenen und zur Information der beteiligten Organisationen und Endnutzer über die veränderte Situation können verabredete Steuerungsstrategien vollständig umgesetzt werden. Nur dann sind die erwarteten Nutzen für die Verkehrsteilnehmer und die Allgemeinheit zu erreichen.

#### Chancen und Risiken, Handlungsbedarf:

Wie beschrieben ist die heute vorhandene Situation, die durch eine Splittung der Verantwortlichkeiten, die starke politische Prägung der verfügbaren Handlungsoptionen, den insgesamt geringen Ausstattungsgrad mit Telematikkomponenten, den Einsatz von überwiegend lokal arbeitenden, nicht vernetzten Systemen und die geringe Verbreitung von Standards bei den eingesetzten technischen Komponenten charakterisiert ist, zu überwinden. Als Hauptprobleme der sich hieraus ergebenden organisatorisch-institutionellen Systemarchitektur sind die Finanzierung, d.h. die Kostenteilung unter den beteiligten Akteuren, sowie die Vereinbarung von Regeln über die Ausgabe von Informationen, Empfehlungen und Maßnahmen im Hinblick auf mögliche Zielkonflikte zwischen den Beteiligten zu

sehen. Die konzeptionellen und technischen Vorarbeiten sind geleistet und einige Pilotprojekte zeigen die Wirksamkeit der Zusammenarbeit auch in der Praxis. Die flächendeckende Verfügbarkeit, die Verständigung über Steuerungsstrategien sowie deren Umsetzung und die Information über Verkehrszustände und eingeleitete Maßnahmen müssen jedoch weiter gefordert und gefördert werden.

### 5. Zusammenfassung, Ausblick

In den letzten zwei Jahrzehnten sind die Informationstechnologien erheblich weiter entwickelt worden und haben auch im Straßenverkehr zu vielfältigen neuen (Telematik-)Anwendungen geführt. Die technischen Entwicklungen waren zunächst vielversprechend und schürten hohe Erwartungen im Hinblick auf deutliche Verbesserungen in allen verkehrstechnischen Zielfeldern, namentlich in den Bereichen Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit. Diese Erwartungen wurden nur graduell erfüllt, obwohl offensichtlich große Nutzenpotenziale in der Verkehrstelematik vorhanden sind. Deshalb befasst sich der vorliegende Beitrag, der im FGSV-Ausschuss „Telematik im Straßenverkehr“ initiiert wurde, mit den Konzepten und Problemen der wesentlichen Maßnahmenbereiche, der Basistechnologien sowie des institutionellen Rahmens. Mit dieser Dreifaltigkeit der Systemaspekte ist der Begriff der Systemarchitektur bereits vorstrukturiert, die eine Entwicklung und eine Diskussion auf drei miteinander vernetzten Handlungsebenen verlangt:

- konzeptionell-funktionale Architektur (verkehrstechnische Inhalte, Optimierungskriterien)
  - technisch-physische Architektur (Anlagen-/Gerätetechnik)
  - organisatorisch-institutionelle Architektur (Kompetenzen der beteiligten Institutionen und deren Zusammenwirken).
- Die hier diskutierten Maßnahmen beziehen sich schwerpunktmäßig auf solche, bei denen individuelle Merkmale für die Funktionalität wesentlich sind oder sein können. Die hinsichtlich Zielsetzung, konzeptionellem Ansatz, Nutzen, Chancen und Risiken sowie Handlungsbedarf behandelten Maßnahmenbereiche sind
- Nachfragebeeinflussung (Steuerung über Straßenbenutzungsgebühren, Parkraum-Management, ÖPNV-Tarifgestaltung u. a.)
  - Reise- und Verkehrsinformation (Routenplanung, Fahrgastinformation u. a.)
  - Verkehrslenkung und -steuerung (verkehrsabhängige LSA-Steuerung, Linien- und Netzbeeinflussung über Wechselverkehrszeichen, Zuflussdosierung an Autobahn-Anschlussstellen u. a.)
  - Individuelle Zielführung im Fahrzeug (Navigation)
  - Fahrzeugführung und Fahrerassistenz (Abstands- und Geschwindigkeitsbeeinflussung, Gefahrenwarnung, Notfallmeldung, automatisches Fahren).

Die kritische Darstellung der Basistechnologien umfasst die Erfassung, die Übertragung, die Verarbeitung und die Präsentation von Daten/Informationen. Besondere Bedeutung kommt hierbei den fahrzeuggenerierten Daten (FCD), dem Mobilfunk (unter Einschluss von UMTS), der Fusion von Daten aus ver-

## SOLO-GUARD Die stationäre Mittelstreifenschranke



15 min

SOLO-GUARD – ermöglicht schnelles Öffnen und Schließen.

Die stationäre Mittelstreifenschranke von SGGT vereint Mobilität und Stabilität in einem System. Die Konstruktion lässt sich in wenigen Minuten den entsprechenden Situationen anpassen. Solo-Guard – denn in vielen Verkehrssituationen, z.B. bei Unfällen oder Staus, sind schnell zu öffnende Systeme gefordert: als Unterbrecher permanenter Sicherheitseinrichtungen für Mittelstreifen, vor Tunnels, im Baustellenbereich oder bei gefährlichen Fahrbahnabschnitten.

Fordern Sie Informationsmaterial an:  
SGGT Straßenausstattungen GmbH · Bahnhofstraße 35-40 · 66564 Ottweiler  
Telefon: 0 68 24/308-0 · Fax: 0 68 24/308-131 · info@sggt.de · www.sggt.de

EIN UNTERNEHMEN DER  
HEINTZMANN-GRUPPE



**SGGT**  
SAFE GERMAN GUARDRAIL TECHNOLOGY

schiedenen Quellen sowie der situationsbezogenen Informationsselektion und -präsentation zu.

Für die institutionelle Zuordnung von Handlungsmöglichkeiten in Planung und Betrieb gibt das Ordnungsrecht einen Rahmen, durch den die Spielräume öffentlicher und privater Aktivitäten grundsätzlich geregelt sind. Hier haben sich, ausgelöst durch neue technische Möglichkeiten, unterschiedliche Konfigurationen öffentlich-privater Partnerschaften entwickelt.

Die Analyse der heutigen Situation der Telematikanwendungen im Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr) lässt folgende thesenartig aufgeführten Schlussfolgerungen zu Status und Handlungsbedarf zu:

- Wesentliches Merkmal des Verkehrssystem-Managements ist heute die Verkehrsbeeinflussung unter Einbezug aktueller Systemzustandsdaten (Verkehr, Umfeld, Infrastruktur). Das heute verfügbare Telematikangebot ist hierbei eine nicht mehr weg zu denkende Hilfe und sollte in der Infrastrukturplanung als integraler Bestandteil berücksichtigt werden.
- Telematikanwendungen im Straßenverkehr bringen nachweislich Verbesserungen in allen relevanten Zielfeldern, allerdings nur in einem Maß, mit dem sie den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur sinnvoll ergänzen, aber nicht ersetzen können.
- Sektorale Lösungen für den Telematikeinsatz sind zwar aus der historischen Entwicklung nachvollziehbar, sollten aber künftig durch intermodale Konzepte, die sämtliche Verkehrsträger für den privaten und den öffentlichen Personenverkehr sowie den Güterverkehr integrativ betrachten, ersetzt werden.
- Bezüglich der verkehrstechnischen Inhalte besteht insbesondere Klärungsbedarf in der Definition der Optimierungskriterien unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wertpräferenzen und daraus resultierender Zielkonflikte (Systemoptimum vs. Nutzeroptimum) sowie unvollständiger Information als Entscheidungsgrundlage auf Systemebene und auf Nutzerebene.
- Die Einführung zeitlich, räumlich und nach Fahrzeugart differenzierter Straßenbenutzungsgebühren (Maut) wird die Möglichkeit schaffen, die externen Kosten des Verkehrs teilweise zu internalisieren und damit wenigstens tendenziell den Verursachern anzulasten. Sie wird sich auf die Verkehrsnachfrage (räumlich, zeitlich, modal) und län-

gerfristig auch auf die raumbezogene Nutzungsstruktur (Wohnen, Arbeiten, Freizeit u.a.) auswirken. Hierzu fehlen quantitative Aussagen, die zunächst auch nur durch Simulationen zu erzielen sind, deren Annahmen später durch empirische Ergebnisse zu überprüfen wären.

- Neue kundenfreundliche Informationsmöglichkeiten können auch dazu beitragen, die Fahrzeuge sowohl im Personenverkehr als auch im Güterverkehr durch höhere Auslastung besser zu nutzen. Hierzu zählen Konzepte zu
  - Fahrgemeinschaften
  - E-Commerce
  - Gütertransport-Logistik.
 Zu deren Potenzialen und zu erwartenden Potenzialausschöpfungen fehlen noch weitgehend Grundlagenuntersuchungen.
- Standardisierungen technischer Systeme oder Komponenten sollen sich auf funktionale Spezifikationen – insbesondere der Schnittstellen – konzentrieren, um technische Weiterentwicklungen nicht zu behindern. Besondere Bedeutung kommt der Gestaltung der Fahrer-Fahrzeug-Schnittstelle für Daten-ein- und -ausgaben zu.
- Eine Automatisierung des Straßenverkehrs (automatisches Fahren durch Längs- und Querverführung) könnte durch die Reduktion der menschlichen Reaktionszeit auf eine wesentlich kürzere technische Reaktionszeit und die Ausschaltung menschlichen Fehlverhaltens eine erhebliche Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Sicherheit bewirken und wäre insbesondere für den Güterverkehr von großem wirtschaftlichen Interesse. Sie ist aber zumindest mittelfristig nicht zu erwarten, da für den Fall von technischem Systemversagen keine sicheren Rückfallebenen existieren. Hierzu gehört auch das Problem der verringerten Handlungskompetenz, wenn durch die Technik übernommene Fahraufgaben nur noch in seltenen Ausnahmefällen dem Menschen übertragen werden.
- Der immer stärkere Einbezug privater Akteure in das Verkehrssystem-Management verlangt Regelungen über eine effiziente Kooperation in öffentlich-privaten Partnerschaften. Dazu mag auch die Überprüfung der rechtlichen Abgrenzung hoheitlicher Aufgaben erforderlich sein.

Hiermit sind Schwerpunkte künftiger Arbeiten auf dem Gebiet der Telematikanwendungen im Straßenverkehr, die im konzeptionellen, im technischen und im organisatorischen Bereich liegen, ge-

nannt. Der Arbeitsausschuss „Telematik im Straßenverkehr“ der FGSV sieht darin sein Aufgabenfeld. Die Arbeiten sollten, was heute selbstverständlich erscheint, in internationaler Abstimmung vorangetrieben werden. Auf europäischer Ebene erfolgt dies in erheblichem Maße über die Aktivitäten aus den Europäischen Rahmenprogrammen für Forschung und Entwicklung, während weltweit die PIARC (World Road Association) mit dem „Technical Committee on Network Operations“, in dem bereits zwei einschlägige Handbücher [21, 22] entstanden sind, einen geeigneten Arbeits- und Kontaktrahmen bietet.

#### Literaturverzeichnis

- 12 Bundesanstalt für Straßenwesen: Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS 2002), Bergisch Gladbach 2002
- 13 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA), Köln 1992
- 14 Albrecht, H. u. a.: OCIT – eine offene Standardschnittstelle für Geräte der Straßenverkehrstechnik, Straßenverkehrstechnik, H. 11/2000
- 15 Bundesanstalt für Straßenwesen: Merkblatt für die Ausstattung von Verkehrsrechnerzentralen und Unterzentralen (MARZ), Bergisch Gladbach 1999
- 16 Bolte, F.; Everts, K.; Huber, W.; Keller, H.; Korigtisch, U.; Philipps, P.; Riegelhuth, G.; Zackor, H.: Europäische Feldversuche für Verkehrslitsysteme in Deutschland – Bewertungsergebnisse, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 1996
- 17 <http://www.movi.de>
- 18 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zur Datenvervollständigung und Datenaufbereitung in verkehrstechnischen Anwendungen, Köln 2003
- 19 Hoyer, R.; Piepser – ein Weg zum personalisierten Informationsdienst im ÖPNV, 18. Verkehrswissenschaftliche Tage Dresden, 17./18.9.2001, Tagungsband auf CD
- 20 Riegelhuth, G.; Sparmann, J.: Traffic Management Approach in Conurbations by Using Intermodal Strategies and ITS Developments, ITS World Congress, Turin 2000
- 21 PIARC Technical Committee on Intelligent Transport: ITS Handbook 2000, Artech House, Boston/London 1999
- 22 PIARC Technical Committee on Network Operations: Road Network Operations Handbook, World Road Association (PIARC), Paris 2003