

Sicherheitsverbesserungen durch telematische Anwendungen im Straßenverkehr

FA 3.372

Forschungsstelle: ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V., Magdeburg

Bearbeiter: Kretschmer, A. / Hoyer, R.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: März 2007

1 Aufgabenstellung und Untersuchungsmethodik

Die Sicherheit im Verkehr wird insgesamt durch das Zusammenwirken von Fahrzeugen, Fahrzeugführern und Verkehrswegen einschließlich der Verkehrsorganisation bzw. Verkehrslenkung bestimmt. Verkehrsmittel haben in Deutschland einen vergleichsweise hohen Sicherheitsstandard erreicht, sodass Unfälle wegen technischen Versagens bei Einhaltung der Wartungsvorschriften relativ selten sind. Die größte Schwachstelle im Straßenverkehr ist nach wie vor der Fahrzeugführer. Fortschritte in der Verkehrssicherheit werden zunehmend durch fahrzeugtechnische Systeme erzielt, die den Fahrer insbesondere in solchen Situationen unterstützen, in denen er zumindest zeitweise schwach und überfordert ist.

Das Gesamtziel dieses Forschungsvorhabens war die szenarienbasierte quantitative Abschätzung der zu erwartenden Sicherheitsverbesserungen, welche durch telematische Anwendungen im Straßenverkehr realisiert werden können. Hierbei standen solche Anwendungen im Vordergrund, die funktional und in ihrer Architektur als kooperierende Systeme ausgelegt sind. Die folgenden Teilaspekte wurden näher untersucht: (1) Bestimmung der Sicherheitspotenziale anhand von Unfallauswertungen, (2) Abschätzung der funktionspezifischen Potenziale zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr, (3) Grobkostenabschätzung für Investitionen und Betrieb, (4) Einschätzung der Gesamtwirkung telematischer Systeme sowie (5) Empfehlungen für die weitere Entwicklung von Telematiksystemen insbesondere unter Berücksichtigung der Interessen der öffentlichen Hand.

2 Untersuchungsergebnisse

Als Ergebnis der Unfallauswertung konnten besondere Sicherheitspotenziale, beispielsweise für die Verkehrsbeteiligungsarten "Personenkraftwagen" sowie "Güterkraftfahrzeuge" festgestellt werden. Des Weiteren fielen innerorts die Unfalltypen "Einbiegen/Kreuzen", "Längsverkehr" und außerorts die Typen "Fahrerunfall" sowie "Längsverkehr" auf. Als amtliche Ursachen mit besonders hohen Unfallkosten konnten "nicht angepasste Geschwindigkeit", "zu geringer Sicherheitsabstand" und "Nichteinhaltung der Vorfahrtsregeln" identifiziert werden. Darüber hinaus zählen auch "Fehler bei der Besetzung/Beladung" zu diesen Ursachen.

Für die Bewertung der Wirksamkeit wurden Telematikanwendungen und deren Einteilung in Fahrzeugsysteme, verkehrstechnische Anlagen sowie kooperative Systeme betrachtet. Im Vordergrund des Vorhabens standen jedoch nicht die konkreten technischen Lösungen oder Produkte sondern die eigentlichen Funktionen der telematischen Anwendungen. Der erarbeitete Katalog fasst diese Telematikfunktionen zusammen.

Anschließend erfolgte die Definition und Beschreibung der Kriterien für die Kategorisierung von Telematikanwendungen. Beispiele für diese Merkmale sind das zeitliche Verhalten, die Eingriffstiefe oder technische Aspekte der Funktionen. Für

jedes dieser Kriterien wurden verschiedene Kategorien definiert. Nach entsprechender Erweiterung des Katalogs liegt nun für jede der Funktionen eine Einordnung nach den verschiedenen Kriterien vor.

Für die Beurteilung der telematischen Anwendungen wurde ein Modell konzipiert, das die szenarienbasierte Wirksamkeitsabschätzung ermöglicht. Ausgangspunkt sind dabei die Unfallkosten, die sich für den jeweils relevanten Teil eines Unfalldatenbestands ermitteln lassen. Das erschaffene Wirkungsmodell basiert auf vordefinierten Szenarien, die wesentliche Parameter, wie beispielsweise den Ausstattungsgrad der Verkehrsteilnehmer oder die pro Infrastruktureinrichtung anfallenden Investitionskosten beinhalten. Somit können jederzeit weitere Szenarien definiert und die Wirksamkeitsabschätzung erneut durchgeführt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Unfallkosten der gleichen Unfallmenge andere Telematikfunktionen mit ihren Investitionskosten und wirkungsrelevanten Parametern gegenüberzustellen.

Die erarbeitete szenarienbasierte Methodik zur quantitativen Abschätzung der zu erwartenden Sicherheitsverbesserungen wurde am konkreten Beispiel der telematischen Funktion "LSA-Warnung" zum Einsatz gebracht. Im Ergebnis konnte für diese telematische Funktion festgestellt werden, dass die zu erwartenden Investitionskosten für die Telematikfunktionen deutlich unter den als vermeidbar eingestuften Unfallkosten liegen. Dies ist selbst im ungünstigsten Szenario "Kostenminimal" der Fall, sodass sich die Investitionskosten bereits innerhalb eines Jahres amortisieren könnten.

Das Verhältnis zwischen den vermeidbaren Unfallkosten und den Investitionskosten ist dabei umso günstiger, je geringer die erforderlichen Ausstattungsgrade für eine telematische Anwendung angenommen werden. Da infrastrukturell gebundene Systeme prinzipiell allen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung stehen, kommt dieser Aspekt nur zum Tragen, wenn sich der Einsatzbereich einer telematischen Funktion klar abgrenzen lässt und somit Investitionen nur für spezielle Anwendungsfälle (verkehrliche Anlagen, räumliche Gebiete etc.) erforderlich sind. Diese Tatsache bedeutet aber auch, dass insbesondere diejenigen telematischen Anwendungen effizient sind, die eine Wirkung für mehrere Verkehrsteilnehmer entfalten können. Die telematische Funktion "LSA-Warnung" soll den Verkehrsteilnehmer auch auf zu beachtende Fußgänger hinweisen und kann damit einen Beitrag auch für nicht ausgestattete sowie ungeschützte Verkehrsteilnehmer leisten. Dies würde beispielsweise auch für die "Warnung aufgrund nicht angepasster Geschwindigkeit" gelten, wenn diese vor Schulen oder in anderen sensiblen Bereichen aktiv wird.

Diese Aussagen bedeuten jedoch nicht, dass telematische Funktionen, bei denen die Investitionskosten größer als die eingegangenen Unfallkosten sind, nicht ebenfalls effizient einsetzbar wären. Für die Beurteilung muss beachtet werden, dass die einbezogenen Unfallkosten aus der Betrachtung eines einzelnen Jahres resultieren. Deshalb gilt: Unter der Voraussetzung, dass die Unfallkosten über mehrere Jahre betrachtet und ohne anderweitige äußere Einwirkung annähernd konstant bleiben, kann sich der Einsatz einer telematischen Funktion auch nach mehr als einem Jahr Einsatzzeit (wirtschaftlich) amortisieren. Beispielsweise kann der Fall eintreten, dass eine Telematikfunktion mit sehr hohen Investitionskosten nach einer langen Laufzeit einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung der Unfallkosten leisten kann, wodurch mit steigender Laufzeit deutlich mehr Unfallkosten vermieden werden, als anfänglich Investitionen erforderlich waren. Derartige Extrema traten bei den hier untersuchten Telematiksystemen nicht auf, da sich die

Investitionskosten in den Szenarien "Sicherheitsbewusst" bis "Kostenminimal" bereits nach einem Jahr amortisieren würden.

Für die weitere Entwicklung ist es darüber hinaus von Bedeutung, die telematische Anwendungen nicht nur als Inselösungen zu betrachten. Einerseits werden sich die mit Telematiksystemen vermeidbaren Unfallkosten gegenseitig überdecken. Dies gilt auch für das Zusammenspiel mit autarken Systemen wie beispielsweise Fahrerassistenzsystemen. Andererseits können die Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit durch telematische Anwendungen insbesondere dann ausgereizt werden, wenn mehrere Telematikanwendungen mit möglichst verschiedenen Wirkungsbereichen zusammengefasst werden. Entscheidend ist dabei, ob für verschiedene Funktionen eine gemeinsame technische Basis existiert, weil daraus ein wesentlich günstigeres Verhältnis zwischen vermeidbaren Unfallkosten und Investitionskosten resultieren kann.

Insgesamt ist es also von Bedeutung, standardisierte und erweiterbare Komponenten insbesondere bei der Realisierung der Infrastrukturstandorte zum Einsatz zu bringen. Außerdem kann die Benutzung standardisierter Kommunikationsmöglichkeiten sowie verbreiteter Endgeräte zum effektiven Einsatz der Telematikanwendungen beitragen.

Telematische Anwendungen werden speziell dann ihre Potenziale voll entfalten können, wenn aufgrund der Auslegung der existierenden straßenverkehrlichen Anlagen aus heutiger Sicht erhöhte Unfallrisiken bestehen. Deshalb wird der Infrastrukturausstattung mit Telematik insbesondere dann ein großes Potenzial auch aus wirtschaftlicher Sicht beigemessen, wenn mit ihrer Hilfe umfangreiche Baumaßnahmen zur Sicherheitserhöhung vermieden werden können. Die Gesamtwirkungsgrade der telematischen Anwendungen lassen sich demnach umso mehr erhöhen, je zielgerichteter diese Anwendungen eingesetzt werden.

Da unter infrastrukturellen Telematiksystemen auch diejenigen verstanden werden, bei denen die Ausrüstung der Straßeninfrastruktur für die Kommunikation mit den Verkehrsteilnehmern erforderlich ist, kommt den hierbei eingesetzten Übertragungssystemen besondere Beachtung zu. Dies gilt auch, wenn diese über Mobilfunknetze miteinander kommunizieren sollen, da nicht nur die physische Seite dieser Übertragungssysteme sondern auch die logische Zuordnung der zu übertragenden Daten von Bedeutung ist. Beispiele für solche Daten bzw. Informationen sind Verortungsinformationen in Form von GIS-Koordinaten, Geschwindigkeiten der Verkehrsteilnehmer oder auch Größen zur Beschreibung von Witterungsbedingungen. Dies zeigt sich auch an den hier untersuchten Telematikanwendungen, da bei jeder der telematischen Funktionen eine Kommunikation zwischen Straßeninfrastruktur und Verkehrsteilnehmern mittels einer Infrastruktur (Übertragungssystem) für die Kommunikation Voraussetzung ist.

In Deutschland wurde bereits ein hoher Sicherheitsstandard erreicht. Daher ist es schwierig, mit neuen Anwendungen eine hohe Wirkung in der Fläche bzw. für alle Unfälle zu erzielen. Telematische Anwendungen und Fahrerassistenzsysteme werden mehr und mehr für spezielle Situationen entworfen, die im realen Straßenverkehr seltener vorkommen. Dies bedeutet, dass von vornherein eine geringere Senkung der (absoluten) Unfallzahlen zu erwarten ist als beispielsweise bei der Einführung des Airbags oder der Gurtpflicht. Auch aus diesem Grund ist für die zukünftige Ausstattung der Fahrzeuge und Verkehrsteilnehmer von mehreren verschiedenartigen sicherheitsrelevanten Vorrichtungen auszugehen. Neben der Frage, welche Telematikanwendungen besonders wirksam (Fläche) oder besonders effizient (spezielle Situationen) sind, gewinnt

also der Aspekt der Zusammenführung mehrerer Systeme an Bedeutung. Telematische Systeme sollten außerdem insbesondere zur Vermeidung der Unfälle mit besonders hohen Unfallkosten eingesetzt werden.

Die im Wirkungsmodell angegebenen Investitionskosten für die Verkehrsteilnehmer wurden abgeschätzt. Es wurde davon ausgegangen, dass ein in großen Stückzahlen produziertes Gerät oder ein für mehrere Aufgaben geeignetes Gerät eingesetzt werden kann. Beispielsweise könnten bestimmte telematische Funktionen in das Autoradio oder in das Navigationssystem eines Fahrzeugs integriert werden. Letztere Möglichkeit erscheint ohnehin für diejenigen Funktionen sinnvoll, bei denen geografische Informationen benötigt werden. Aus Sicht der Straßenbaulastträger sind die Kosten auf der Seite des Verkehrsteilnehmers nur insofern für die Wirkungsabschätzung von Bedeutung, als daraus der im Wirkungsmodell angegebene Ausstattungsgrad erreicht werden kann.

Aus der qualitativen Bewertung des Wirkungsmodells resultieren auch Hinweise zu den zu erwartenden Nebeneffekten der telematischen Anwendungen wie beispielsweise der Risikokompensation. Im Modell wurden jeweils die Eigenschaften angegeben, welche die höchsten Auswirkungen erwarten lassen. Eine quantitative Bewertung kann erst erfolgen, wenn die Merkmale und Kenngrößen einer telematischen Anwendung bekannt sind: Je mehr Informationen zur geplanten technischen Umsetzung einer telematischen Anwendung bekannt sind, desto genauer lassen sich diese Nebeneffekte beschreiben. Im Wirkungsmodell wurden für jede der betrachteten Funktionen positive und negative Nebeneffekte angegeben.

Die gegenseitige (negative) Beeinträchtigung telematischer Anwendungen muss gesondert geprüft werden, weil diese Einflüsse von der Menge der überhaupt realisierbaren Funktionen und der jeweils gewählten tatsächlichen Umsetzung abhängen. Prinzipiell ist es denkbar, das Wirkungsmodell so zu erweitern, dass existierende Einflüsse zwischen allen betrachteten Anwendungen zumindest angegeben werden.

3 Folgerungen für die Praxis

Insgesamt lässt sich somit feststellen, dass telematische Funktionen zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr geeignet sind. Dabei erscheint von den hier untersuchten Anwendungen insbesondere die "LSA-Warnung" als wirksam.

Unter der Voraussetzung, dass bei der Realisierung von Telematikfunktionen eine Infrastruktur im Straßenraum geschaffen wird, die zur Kommunikation mit den Verkehrsteilnehmern dient, ist diese so zu dimensionieren und zu konzipieren, dass nach und nach mehrere Systeme diesen Kommunikationsweg nutzen können. Aus technischer Sicht ist dabei von Bedeutung, ob diese Systeme autark oder an die bestehende Kommunikationsinfrastruktur gekoppelt arbeiten sollen. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass beide Möglichkeiten zur Kommunikation mit den Verkehrsteilnehmern ihre Daseinsberechtigung und besondere Eignung für spezielle Aufgaben mit sich bringen. Deshalb sollte bei der Realisierung telematischer Anwendungen sowohl eine geeignete Architektur als auch standardisierte Kommunikationsmöglichkeiten gewählt werden. Dies gilt insbesondere für zukünftige, noch zu entwickelnde Telematikanwendungen.

Neuartige telematische Anwendungen müssen zur Nachrüstung der existierenden Fahrzeugflotte geeignet sein, damit sich ein möglichst großer Ausstattungsgrad der Verkehrsteilnehmer erreichen lässt. Dazu kann der Einsatz standardisierter Endgeräte beitragen. Neben der Möglichkeit zur einfachen nachträglichen Integration ist es von Bedeutung, dass entsprechende Bordkomponenten bei Neufahrzeugen derartig preiswert gestaltet werden können, dass diese nach ihrer Ein-

führung auch in der Basisausstattung vorzufinden sind. Wenn dieses Kriterium erfüllt wird, kann auch der Einfluss der im Wirtschaftsverkehr besonders knappen Kalkulation bei Neuanschaffungen weitestgehend eliminiert werden.

Des Weiteren ist für lokal wirksame telematische Anwendungen ein großes Wirkungspotenzial zu verzeichnen. Dafür spricht aus technischer Sicht die Möglichkeit der "schnellen" Kommunikation zwischen Infrastruktur und Verkehrsteilnehmern. Aus wirtschaftlicher Sicht kann dies dann besonders effizient gestaltet werden, wenn mehrere Telematikfunktionen in einer Infrastruktur vereint werden. Im Gegensatz zu flächendeckenden und / oder zentralistisch gestalteten Telematiksystemen bieten diese autarken Systeme die Möglichkeit, an nicht erschlossenen bzw. nicht mit Verkehrszentralen verbundenen Standorten eingesetzt zu werden.

Mit den im Vorhaben geschaffenen Hilfsmitteln und den aufgezeigten Verfahrensweisen können die bewerteten Telematikfunktionen vor ihrem tatsächlichen Einsatz mit konkretisierten Angaben zu Strukturdaten, erwarteten Kosten und zur technischen Auslegung erneut einer Abschätzung im Wirkungsmodell unterzogen werden, wobei dies auch anhand des Datenbestands für die Bundesrepublik Deutschland erfolgen kann.