

Digitaler Rundfunk – Medium für die nächste Generation von Verkehrsinformationsdiensten

Martina Neuherz und Silja Assenmacher

Der Übergang zu digitalen Rundfunksystemen, wie Digital Audio Broadcasting (DAB), eröffnet durch die viel größere Übertragungsbandbreite neue Möglichkeiten der Informationsweitergabe. Mit DAB und dem neu entwickelten Protokoll TPEG (Transport Protocol Expert Group) wird gegenüber dem bisherigen Verkehrsfunk RDS-TMC die Verkehrsinformation in Zukunft deutlich an Qualität gewinnen. Viele Meldungen können in kürzerer Zeit übertragen, jeder Ort eines Ereignisses kann mit hoher Genauigkeit referenziert und unterschiedliche Dienste können parallel ausgestrahlt werden. In den Pilotprojekten Mobile.Info und DIWA (Direkte Information und Warnung für den Autofahrer) wird demonstriert, wie der Verkehrswarnfunk und andere sicherheitsrelevante Dienste von der technischen Weiterentwicklung im Rundfunkbereich profitieren können. DIWA bietet das Testfeld für den neuen Dienst ‚Lokale Gefahrenwarnung‘ (LGW). Damit wird es zukünftig möglich, den Fahrer rechtzeitig über unmittelbar im Fahrtverlauf vorausliegende Gefahren (Fahrstreifenreduktionen durch Tagesbaustelle, plötzlich auftretende Stauenden, Aquaplaning etc.) sowohl über das einfache DAB-Autoradio als auch via Navigationssystem zu warnen. Der Beitrag erläutert Aufgaben und Ziele der LGW und zeigt die Möglichkeiten zur technischen Umsetzung sowie Kosten-Nutzen-Aspekte auf.

The transition to digital radio systems, such as Digital Audio Broadcasting (DAB), offers new ways of information provision through an even larger transmission bandwidth. By means of DAB, together with the new developed protocol for encoding of traffic information services TPEG (Transport Protocol Expert Group), broadcast currently based on RDS-TMC will evidently improve in quality in the future. It will be possible to distribute a high amount of messages within a shorter period of time, to refer to the location of an incident with high precision and to broadcast several services in parallel. It is demonstrated in the projects Mobile.Info and DIWA (Driver Information and Warning Application) how traffic information and especially safety relevant services are able to profit from technical development within broadcasting. DIWA provides the test field for the key application "Local Hazard Warning" (LHW), which is used for altering the driver whenever safety critical incidents require increased attention. LHW permits to warn the driver of serious dangers which are located immediately ahead in his driving direction (lane blockings through temporary road works, sudden end of congestion, aquaplaning etc.) via DAB car radio or navigation systems. The paper explains tasks and targets of LHW and shows the possibilities of technical realization as well as cost-benefit aspects.

1. Ausgangslage

Mobilität ist ein unverzichtbares Gut unserer Gesellschaft. Die weiterhin steigende Verkehrsnachfrage führt zu erhöhten Unfallrisiken. Erklärtes Ziel der Europäischen Union ist es, die Unfälle im Straßenverkehr und deren Folgen zu reduzieren. Gemäß dem „Weißbuch – Europäische Transport Politik für 2010“ soll die Anzahl der Getöteten im Straßenverkehr bis 2010 halbiert werden – verglichen mit dem Jahr 2001 [Europäische Kommission, 2001]. Mehr als 90 % aller Unfälle sind Folge menschlichen Fehlverhaltens. Assistenzsysteme, die unaufmerksame Fahrer warnen, könnten ein Drittel der Unfälle auf Autobahnen oder knapp 10 % aller Unfälle vermeiden, ergab eine Studie im Rahmen der E-safety-Initiative [Europäische Kommission, 2006].

Verfasseranschriften: M. Neuherz, BMW Group, EW-1 Verkehrstechnik, 80788 München, martina.neuherz@partner.bmw.de; Dipl.-Ing. S. Assenmacher, Technische Universität München, Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Arcisstr. 21, 80333 München, silja.assenmacher@vt.bv.tum.de

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit ist auch ein Anliegen der Verkehrsteilnehmer. Fahrer sind an individuellen Informationen und Warnungen interessiert. Aus diesem Grund wird in Forschung und Automobilindustrie verstärkt an der Entwicklung und Umsetzung intelligenter Fahrerassistenzsysteme und auch an verbesserten Verkehrsinformationen gearbeitet. Die Verkehrsteilnehmer werden souveräner im Umgang mit neuen Technologien und die Qualität der vermittelten Information gewinnt zunehmend an Bedeutung. Qualität bedeutet nicht nur Aktualität und Zuverlässigkeit, sondern auch Individualisierung, Berücksichtigung der Position des Fahrers und ständige Verfügbarkeit. Weiterentwicklungen in der Informationstechnologie führen dazu, dass die Datengenerierung und Datenverbreitung einen neuen Stellenwert bei der Entwicklung intelligenter Verkehrssystemtechnik erhalten. Die schnellere Verbreitung von detaillierteren Informationen ist nun gleichzeitig möglich. Hochentwickelte fahrerseitige Systeme ermöglichen die Kommunikation mit dem Nutzer. Intelligente Mensch-Maschine-Schnittstellen können erweiterte

Inhalte nutzerfreundlicher verarbeiten. Öffentliche und private Institutionen fördern den Fortschritt durch zusätzliche Datenquellen und verbesserte Datenfusion und -aufbereitung.

Für die Kommunikation mit dem Fahrer bieten sich verschiedene Übertragungstechnologien an. Bedingt durch gesunkene Kosten für Hardware und Datenübertragung werden momentan diverse Ansätze entwickelt, in denen sowohl Fahrzeuge untereinander kommunizieren können (Fahrzeug – Fahrzeug – Kommunikation) als auch Informationen direkt zwischen der „Straße“ – z. B. den Schildern, Ampeln oder Messstellen – und dem Fahrzeug ausgetauscht werden (Fahrzeug – Infrastruktur – Kommunikation). Einige Entwicklungen stehen bereits kurz vor der Serieneinführung und andere befinden sich noch in der Konzeptphase. Die Einführung der meisten dieser Technologien erfordert hohe Investitionen und lange Umsetzungszeiten.

Bisher werden Verkehrsinformationen vorwiegend über den gesprochenen Rundfunk verbreitet. Rundfunkbasierte Dienste sind ab einer größeren Nutzeranzahl

preiswert und die verbreiteten Informationen sind gleichzeitig verfügbar. Als problematisch erweist sich jedoch, dass aufgrund der örtlichen Zuordnung der Meldungen mit Straßenummer, Fahrtrichtung und Anschlussstellenbezeichnung und der Fülle der Radiodurchsagen meist nur ortskundige Verkehrsteilnehmer die für ihren Streckenverlauf relevanten Meldungen herausfiltern und nutzen können [ACE, 2005].

Seit 1998 wird in Deutschland flächendeckend das Verkehrsinformationssystem RDS-TMC (Radio Daten System – Traffic Message Channel) über die analoge, frequenzmodulierte Ultrakurzwelle (UKW) angeboten. RDS-TMC übermittelt aktuelle Verkehrsmeldungen in digitaler Form an gegenwärtig über drei Millionen ausgerüstete Autoradios und Navigationssysteme in Deutschland. Die Meldungen über Staus, Baustellen oder Straßensperrungen werden im Gerät gespeichert und sind unabhängig von den Verkehrsdurchsagen der einzelnen Sender jederzeit verfügbar. TMC-taugliche Navigationsgeräte sind in der Lage, diese Meldungen zu verarbeiten und den Fahrer über Verkehrsbehinderungen zu informieren, Reisezeitberechnungen anzupassen und bei erheblicher Beeinträchtigung eine Alternativroute zu berechnen. Die in UKW verfügbare Kapazität für TMC von ca. 0,1 kbit/s reicht mittlerweile vielerorts nicht mehr aus, um die aktuelle Verkehrslage zufriedenstellend abzubilden. Hinzu kommen die lückenhafte Störerkennung, unzureichende Kenntnis über den Störungsverlauf und die teilweise verspätete Meldungsaufhebung nach Auflösung der Störung.

Der Übergang zu digitalen Rundfunksystemen, vorzugsweise DAB (Digital Audio Broadcasting) mit bereits über 90% Flächendeckung auf Autobahnen in Deutschland, eröffnet durch die viel größere Übertragungsbandbreite neue Möglichkeiten im Bereich der Verkehrsinformation. Rundfunkbasierte Dienste stehen nicht nur flächendeckend und permanent zur Verfügung, der Vorteil für den Autofahrer liegt auch darin, dass – neben den Rundfunkgebühren – keine zusätzlichen Kosten für die Nutzung des öffentlich-rechtlichen Dienstes anfallen. Die Übertragungskosten sind nutzer- und mengenunabhängig. Somit stellt DAB eine erprobte und preiswerte Alternative z.B. zu mobilfunkbasierten Verkehrsinformationssystemen dar, die sich bisher nicht erfolgreich etablieren konnten (Bild 1).

Bereits heute können ca. 100.000 Autofahrer in Deutschland von ihrem Digital Radio profitieren. Aufgrund des Gleich-



Bild 1:
Kosten für die
Verbreitung von
Verkehrsinfor-
mationen

wellennetzes wird auch in schwierigem Gelände durchgehender DAB-Empfang in CD-Qualität erreicht. Befindet man sich in einem Gebiet ohne ausreichende DAB-Versorgung, schaltet das Radio automatisch auf UKW um. DAB erlaubt eine frequenzökonomisch sinnvolle und kosteneffiziente regionale Staffelung von Diensten (Ballungsraum-Dienste im lokalen Band sowie Dienste für Fernreisende, Autobahnen, Landstraßen, etc. in länderorientierten Band III Ensembles). Außerhalb Deutschlands kann DAB bereits in weiteren 24 europäischen Ländern mit regional unterschiedlicher Bedeckung empfangen werden.

Auch die Anschaffungskosten für DAB-fähige Autoradios sind inzwischen mit 150 bis 300 Euro erschwinglich geworden. Von einem weiteren Preisverfall ist bei höheren Stückzahlen auszugehen. Die deutschen Automobilhersteller bieten schon heute serienmäßige DAB-Radioausstattung im Premiumbereich an [ADAC, 2006]. Auch die Automobilclubs ADAC und AvD befürworten die Einführung von DAB-Datendiensten.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie der Verkehrswarnfunk, aber auch andere Dienste, die die Sicherheit auf der Straße verbessern, von der technischen Entwicklung im Rundfunkbereich profitieren können.

2. Neue Anwendungsfelder in der Verkehrsinformation: Lokale Gefahrenwarnung

Beispiel plötzliches Stauende

Beobachtungen der Polizei zeigen, dass Lkw-Fahrer auf dem rechten Fahrstreifen zunehmend zu dicht auffahren. Nicht selten sind die Fahrer übermüdet. Die Folge: Sie nicken für einen kurzen Moment ein und werden – mit viel Glück – vielleicht in letzter Sekunde wieder wach. Bei Unaufmerksamkeit kurz vor einem Stauende ist der Massenunfall vorprogrammiert. Studien aus den Jahren 2001/02 belegen,

dass der Sekundenschlaf bis zu einem Viertel aller Unfälle mit schwerem Personenschaden bzw. tödlichem Ausgang auf Autobahnen verursacht [GDV, 2001; Anselm u. Hell, 2002].

Beispiel Wanderbaustelle

Ungefähr 300 Autofahrer kollidieren in Deutschland pro Jahr mit Straßendienst-Lkw bzw. deren Warnanhänger. Besonders gefährdet sind die im Baustellenbereich beschäftigten Straßenwärter.

Der neue Dienst „Lokale Gefahrenwarnung“ (LGW) zielt darauf ab, den Fahrer zukünftig in angemessener Entfernung vor einer vorausliegenden, unvorhersehbaren Gefahr zu warnen. Eine wesentliche Voraussetzung ist, dass eine möglichst exakte örtliche Auflösung des Gefahrenereignisses erreicht wird.

Durch eine rechtzeitige, nach Gefahrenpotenzial gestaffelte, streckenbezogene Warnmeldung kann das Fahrerverhalten im Vorfeld kritischer Situationen gezielt beeinflusst werden. Die Gefahrenmeldung erhöht die Aufmerksamkeit und unterstützt ein der Situation angepasstes Fahrverhalten (vorausschauende Fahrweise, Geschwindigkeitsreduktion sowie ggf. frühzeitiger Fahrstreifenwechsel).

2.1 Wie kann die Lokale Gefahrenwarnung technisch umgesetzt werden?

Zur Übertragung von Mobilitätsinformationen via DAB wurde auf Initiative der European Broadcasting Union (EBU) in Zusammenarbeit mit der Europäischen Union der Standard TPEG (Transport Protocol Expert Group) entwickelt (www.tpeg.org). TPEG ist nicht wie TMC auf den Straßenverkehr beschränkt. Der bereits in Großbritannien, Schweden, Korea und Japan eingesetzte Standard unterstützt in einem multimodalen Ansatz ein erweitertes Spektrum verkehrsrelevanter Dienste (Verkehrsinformation, Parken, Straßewetter, Lokale Gefahrenwarnung), die über das Digitale Radio, Internet und andere

Tabelle 1: Unterschiede zwischen RDS-TMC und TAP

RDS-TMC	TPEG Automotive Profile (TAP)
Vorgegebene Ortsbeschreibungen in Tabellenform, mittlere Ortsgenauigkeit - Bsp. A8 von AS x bis AS y	Im Straßennetz frei wählbare Orte, Ortsgenauigkeit von bis zu 10 m - Bsp. N 54° 34' 45" E 12° 25' 30"
Probleme und Kosten bei Wartung der Ortsbeschreibungstabellen	Keine Ortsbeschreibungstabellen erforderlich, da Positionierung über Koordinaten
Hocheffiziente Kodierung - lineare Liste von Ereignisbeschreibungen	Strukturierte Kodierung - durch Kombinatorik nahezu beliebige Informationen erstellbar
Primär auf Verteilung von Verkehrsinformationen optimiert	Vielfältige Mobilitätsinformationen möglich
Keine exakte Warnung vor Gefahren	Lokale Gefahrenwarnung mit Angabe von Gefahrenstufen
Nicht auf moderne Fahrerassistenzsysteme angepasst	Speziell angepasst auf Anforderungen von Navigations- und Fahrerassistenzsystemen im Fahrzeug
Protokollstruktur kaum auf Fahreranforderungen angepasst	Priorisierte Informationsstruktur, Fahrer wird wichtigste Information vorrangig angezeigt

Trägersysteme verbreitet werden können. Unter anderem auf Initiative der BMW Group haben sich in dem Projekt Mobile.Info (2004-2007) namhafte deutsche Unternehmen aus der Automobil- und Zulieferindustrie sowie Netzbetreiber und Systemtechnikfirmen zusammengeschlossen, um eine offene Plattform für die bundesweite Ausstrahlung von öffentlich-rechtlichen und kommerziellen Telematikdiensten, mit dem Schwerpunkt Verkehrsinformation, über DAB zu etablieren [Obert, 2006]. In Mobile.Info werden der TPEG-Standard auf Anwendungen im Fahrzeug profiliert (TAP = TPEG Automotive Profile) und die Fahrzeugschnittstelle aufgebaut.

In der Tabelle 1 sind die wesentlichen Unterschiede zwischen RDS-TMC und TAP dargestellt. Mit TAP wird die örtliche Zuweisung einer Meldung auf Basis von Positionskoordinaten im weltweiten WGS-84 Standard ermöglicht. Damit wird eine hohe Qualität der Ortsreferenzierung bei beliebiger Ortsgeometrie erreicht. Es besteht keine Beschränkung auf vordefinierte „Locations“, wie z.B. TMC Location Tables, daher sind z.B. auch Meldungen für

Ausweichrouten im Bundes- und Landesstraßennetz möglich. Sowohl bei TMC als auch TAP mit seiner Verkehrsinformations-Applikation (TEC – Traffic Event Compact) ist die Umsetzung der Inhalte in schnell erfassbare Informationsbausteine (Spracherzeugung, Text, Symbole) möglich. Des Weiteren wird mit beiden Systemen eine sprach- und landesspezifische Unabhängigkeit gewährleistet, was eine europaweite Nutzbarkeit der Informationsdienste ermöglicht. TAP-TEC bietet gegenüber der TMC Event Liste zusätzliche Elemente zur besseren Navigationssteuerung und Visualisierung. So ist in TAP-TEC eine Trennung von Ereignisbeschreibenden Elementen („Ursachen“) und deren Wirkung auf den Verkehr („Effekt“) vorgesehen. Einem „Effekt“ (z.B. Straße gesperrt) können Attribute hinzugefügt werden, wie z.B. „1000 m“. Auch Beschreibungen können weiter detailliert werden, z.B. „Unterspülung der Fahrbahn“. Eine Meldung lautet dann z.B. „Achtung, Straßensperrung auf 1000 Metern wegen Unterspülung der Fahrbahn“. Dabei kann die Straßensperrung von 1000 m Länge vom Naviga-

tionssystem direkt in den Daten gefunden und interpretiert werden. Zusätzliche Informationen (z.B. die Ursache der Sperrung, nämlich die Unterspülung) können bei Bedarf dem Fahrer mitgeteilt werden.

2.2 Lokale Gefahrenwarnung – in Zukunft sicherer ans Ziel

TPEG Automotive erlaubt, die übertragenen Informationen mit Koordinaten zu versehen. Damit kann die nächste Generation der Verkehrsinformation, die Lokale Gefahrenwarnung (LGW), realisiert werden. Als Gefahrenwarnung gilt eine visuelle und akustische Information, die den Fahrer auf eine unmittelbar vorausliegende Gefahr hinweist, die in direktem örtlichen Bezug zu seiner Fahrstrecke steht [Obert, 2006]. Dabei werden folgende Gefahren betrachtet:

- Falschfahrer
- Unfall
- Plötzliches Stauende
- Hindernisse auf der Fahrbahn (Gegenstände, Tiere, Personen)
- Plötzliche Reduzierung der Sichtweite (Nebel, Starkregen, Rauch etc.)
- Schnelle Änderung des Reibwertes (Aquaplaning, Glatteis, Ölspur etc.)
- (Gasse für Einsatzfahrzeuge freimachen).

Meldungswürdig sind generell alle Ereignisse, die sich durch einen abrupten Wechsel eines Zustandes auf der Fahrstrecke auszeichnen und damit eine schnelle und angepasste Reaktion des Fahrers erforderlich machen. (Beispiel: „Achtung, höchste Gefahr durch Stauende hinter Kurve in zirka 2000 Metern“, Bild 2).

Mit TAP-TEC besteht die Möglichkeit über ein Datenfeld „warning level“, Meldungen als Gefahrenmeldungen zu identifizieren und die Gefahrenstufe der Meldung anzugeben („Vorsicht, Gefahr durch ...; Achtung, höchste Gefahr durch ...“). Es können auch Gefahren, die mit einem Unsicherheitsfaktor versehen sind, d.h. die noch nicht durch die Polizei vor Ort überprüft wurden, frühzeitig in das System eingespeist und kodiert werden (Bild 2).

Lokale Gefahrenmeldungen sollten ohne Verzögerung durch die Polizei bearbeitet und schnellstmöglich zur Ausstrahlung gebracht werden.

Die Wiedergabe der Gefahrenmeldung im Endgerät ist so festzulegen, dass sich der Gefahrenpunkt – selbst bei ungenauer Erfassung oder beweglichen Gefahren – immer in ausreichendem Abstand zur Gefahr befindet. Die Rechtzeitigkeit der Meldung ist aus Sicherheits- und Akzeptanzgründen von herausragender Bedeutung. Dabei spielen nicht nur das unter-

Bild 2: Textelemente für die Lokale Gefahrenwarnung

Vorsicht		Achtung		ACHTUNG!	
mögliche	gemeldete	hohe	höchste		
Behinderung wegen		Gefahr durch			
Falschfahrer	Stauende hinter Kurve	eingeschränkte Sicht / Nebel	Straßenarbeiten		
(alle Fahrstreifen gesperrt)	(rechter Fahrstreifen gesperrt)	(linker Fahrstreifen gesperrt)	(mittlerer Fahrstreifen gesperrt)		
in	in zirka	nach	wahrscheinlich nach		
2000 Metern					
auf 1000 Metern Länge					

schiedliche Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungsvermögen der Kraftfahrer eine Rolle, sondern auch Aspekte wie Geschwindigkeit, Verkehrsdichte, Kraftfahrzeugart, Lichtverhältnisse und Umfeldbedingungen.

Damit das Endgerät feststellen kann, ob eine gemeldete Gefahr für den Fahrer relevant wird, muss der Gefahrenpunkt in Bezug zum momentanen Aufenthaltsort des Fahrzeugs und seiner Fahrstrecke gebracht werden. Für das dazugehörige Erkennungsverfahren sind drei vom Endgerätetyp abhängige Fälle zu betrachten:

a) Navigationssystem – Ziel bekannt
Das Navigationssystem hat nach Eingabe einer Zieladresse die Route bis zum Ziel berechnet. Eine Gefahr, die auf der berechneten Route liegt, wird eindeutig erkannt.

b) Navigationssystem – Ziel unbekannt
Das Navigationssystem kann den Gefahrenort eindeutig im Straßennetz festlegen. Die Fahrtroute ist dagegen unbekannt, da die Zielführungsfunktion nicht aktiviert wurde. Über Koordinatenvergleich wird die Entfernung zum Gefahrenort bestimmt. Liegt bei im Fahrtverlauf abnehmender Entfernung zur Gefahrenstelle keine Ausfahrtmöglichkeit zwischen Fahrzeugstandort und Ereignisort, so ist eine eindeutige Relevanz gegeben (Beispiel: A7, Gefahrenereignis befindet sich vor nächster Ausfahrt). Liegen weitere Ausfahrtmöglichkeiten dazwischen, muss dem Fahrer zusätzlich eine Straßenbezeichnung (z. B. A95 oder B2) oder ein Straßename angezeigt werden.

c) Einfaches Endgerät (Autoradio) – keine digitale Straßenkarte im System

Das einfache DAB-Endgerät wird nur einen GPS-Empfänger als Ortungseinheit besitzen. Es verfügt weder über eine digitale Karte noch über eine Routensuchfunktionalität. Anhand stetiger Positionsmessungen werden neben der augenblicklichen Position auch die zurückgelegte Strecke sowie eine durchschnittliche Fahrtrichtung im Gerät vorgehalten. Da der Gefahrenort und die Position des Fahrzeugs bekannt sind, kann die Distanz zum Gefahrenort bestimmt werden. Durch Auswertung der Koordinaten des Gefahrenorts, der Fahrtrichtung in der sich das Ereignis befindet, der Fahrtrichtung des Fahrzeugs und dem Koordinatenvergleich innerhalb eines definierten Fangwinkelbereichs, wird die Relevanz des Ereignisses für das Fahrzeug hergestellt (Bild 3). Um Fehlalarme zu vermeiden, soll bei einfachen Endgeräten immer eine Straßenbezeichnung (A 94, B 2) als Zusatz zur Meldung ausgegeben werden.



Bild 3: Umsetzung der LGW in DAB-Radios ohne Navigationsfunktion



Bild 4: Mögliche Darstellung einer Gefahrenmeldung auf einem DAB-Radio (mit GPS-Empfänger, ohne Navigationssystem)

Damit wird die Relevanz für den Fahrer erkennbar („Achtung, Unfall auf B2 in 250 m“). Im Bild 4 ist beispielhaft eine Gefahrenmeldung durch ein DAB-Radio, die nur auf Ortung über Satellit (GPS/Galileo) und Koordinatenvergleich basiert, dargestellt.

3. DIWA in Bayern – Content für den LGW-Dienst

Dreh- und Angelpunkt des Verkehrswarndienstes sind sowohl in Bayern als auch in anderen Bundesländern die Landesmeldestellen (LMS). Hier werden sämtliche Meldungen gesammelt und auf Plausibilität geprüft. Die autorisierten Meldungen werden schließlich an den Rundfunk

und weitere Abnehmer zur Verteilung an die Verkehrsteilnehmer weitergegeben (Bild 5).

Untersuchungen des ADAC zeigen, dass bei hohem Meldungsaufkommen und gleichzeitig hoher Fahrgeschwindigkeit aufgrund technischer Einschränkungen der UKW-RDS-Technologie ca. 20% der TMC-Meldungen erst nach einer Verzögerung von 5–15 Minuten im Fahrzeug empfangen werden [ADAC, 2005]. Neben dieser zeitlichen Verzögerung stellt auch die unzureichende örtliche Auflösung der Verkehrsmeldungen (zw. Anschlussstelle x und y) ein Manko dar. Mit DAB wird eine ausreichende Kapazität und mit TAP-TEC eine möglichst exakte örtliche Auflösung des Gefahrenereignisses für den Verkehrswarndienst geschaf-

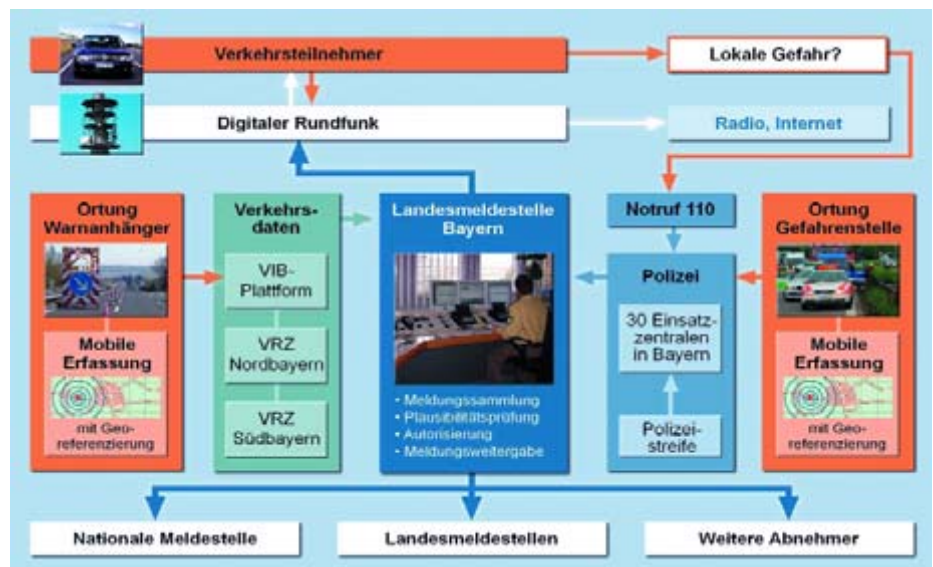


Bild 5: DIWA – Allgemeine Systemarchitektur

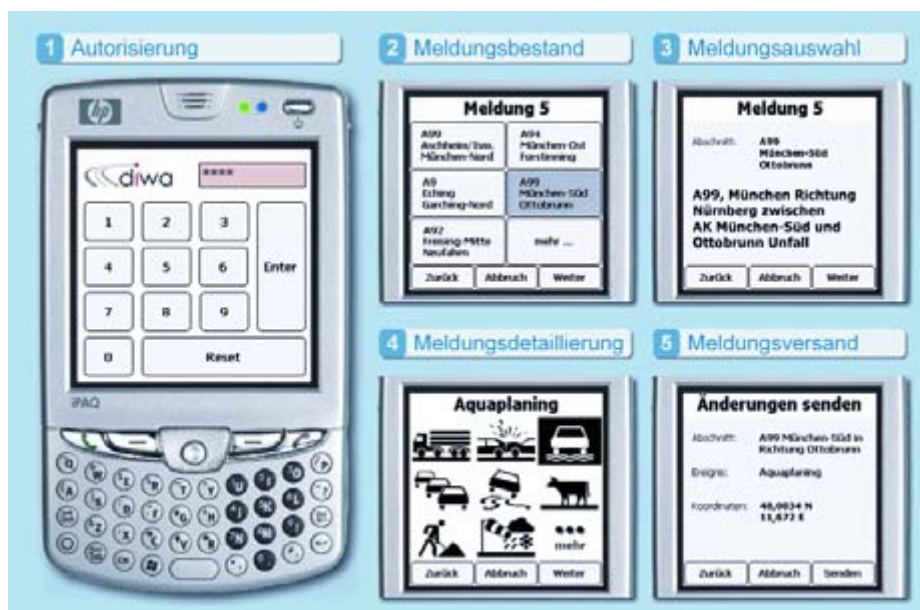


Bild 6: Piloteinsatz eines PDA zur Verbesserung des Meldungsmanagements bei der Polizei im Projekt DIWA

fen. Es gilt nicht nur das Meldungsmanagement zu verbessern, sondern auch das Informationsspektrum für die LGW zu erweitern.

Ein Schritt in diese Richtung wird in Bayern mit dem Projekt DIWA – Direkte Information und Warnung für Autofahrer (2005–2008) beschritten, das durch die BMW Group unter Beteiligung des Bayerischen Innenministeriums (Polizei, Straßenbaubehörde) sowie den Firmen GEWI GmbH, PTV AG, dem ADAC und der TU München initiiert wurde. DIWA hat zwei Schwerpunkte: Die Entwicklung und Erprobung eines frei verfügbaren Dienstes zur lokalen Gefahrenwarnung und den Test eines „SpeedInfo“-Dienstes zur Erinnerung des Fahrers an die aktuell zulässige Geschwindigkeitsbegrenzung.

In dem Projekt DIWA haben sich die LMS Bayern (Bild 5) sowie die Polizeidirektion Erding bei München bereit erklärt, die Applikation „Lokale Gefahrenwarnung“ im Feldversuch zu testen. Dazu wird die vorhandene Software bei der Polizei um

einen DIWA Server erweitert. Die Software-Erweiterung dient der

- präzisen Positionsbestimmung der Warnmeldungen
- Übertragung der Warnmeldungen über DAB; Implementierung von Software-Tools zur Ausstrahlung im TPEG Automotive Format
- Einbindung mobiler Datenquellen in das Meldewesen.

Mobile Datenquellen sollen dazu beitragen, Inhalte für die LGW zu gewinnen. Im Rahmen von DIWA werden bei der Polizeidirektion Oberbayern Einsatzfahrzeuge der Polizei mit mobilen Terminals (PDAs) ausgestattet (Bild 6). Ziel ist die Verbesserung der Meldungserfassung; exakte Positionierung einer Gefahrenstelle, Überprüfung/Detaillierung/Aufhebung einer bestehenden Meldung.

Bei der Autobahnmeisterei Ingolstadt werden Warnanhänger, die im Bereich von Tagesbaustellen im Autobahnnetz eingesetzt sind, mit GPS/GPRS-Funktionalität ausgestattet, um so eine Ortung und Posi-

tionsverfolgung dieser möglichen Gefahrenpunkte zu ermöglichen (Bsp. Meldung „Vorsicht, in 1000 m linker Fahrstreifen gesperrt durch Tagesbaustelle“).

Im DIWA Teilprojekt Speed-Info werden aus dem Raum Nordbayern die zulässigen Geschwindigkeitsbegrenzungen, die aktuell auf den Verkehrsbeeinflussungsanlagen im Autobahnnetz angezeigt werden, via DAB übertragen und mittels Head-up Display¹ in Test-Fahrzeugen projiziert (Bild 7).

Der polizeiliche Notruf – primäre Informationsquelle für die Lokale Gefahrenwarnung

Die derzeit wichtigste Datenquelle für die Lokale Gefahrenwarnung ist der Notruf (Notrufnummer 110 bzw. Notrufsäulen an der Autobahn) (Bild 5).

Der Autofahrer kann zukünftig metergenau vor lokalisierten Gefahren gewarnt werden. Es ist daher entscheidend, ob die ersten Informationen aus den eingehenden Notrufen für die Erstellung einer Gefahrenmeldung und damit zur Warnung des nachfolgenden Verkehrs geeignet sind. Zur Qualitätsbestimmung der Notrufinformationen wurden in DIWA knapp 370 verkehrsrelevante Notrufe aus dem Zeitraum Februar bis Mai 2005 analysiert.

Die häufigste Notrufursache – mit knapp 65 % – waren Unfälle, gefolgt von Gegenständen auf der Fahrbahn und Pannen. Die DIWA-Applikationen warnen vor Gefahren im Straßennetz mit $v_{zul} \geq 60$ km/h. Auf diesem Straßennetz ereigneten sich knapp 90 % der betrachteten Notrufursachen.

Knapp 20 % der Melder konnten ihren Standort exakt definieren, 30 % schränkten den Gefahrenort innerhalb der in DIWA angestrebten Genauigkeit von 100 m ein. Der Detaillierungsgrad der Ortsangabe war unabhängig von der jeweiligen Straßenkategorie.

Bei 37 % aller Notrufmeldungen handelte es sich um Ereignisse, vor denen der nachfolgende Verkehr gewarnt werden sollte. Von diesen als „warnrelevant“ definierten Ereignissen wurde für ca. 20 % eine RDS-TMC Meldung durch die Polizei erstellt. Die Polizeibeamten treffen eine Vorauswahl einstellungswürdiger Meldungen. Die Meldungsselektion erfolgt unter Abwägung der potenziellen Gefahr für den nachfolgenden Verkehr und der Kapazität im gesprochenen Verkehrs-

Bild 7: Mögliche Darstellung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit im Fahrzeug



¹ Als Head-up-Display wird ein System bezeichnet, bei dem Fahrerinformationen direkt auf der Windschutzscheibe eingeblendet werden.

warnfunk. Anhand von Expertengesprächen wurde ermittelt, dass die Polizei das Meldungsvolumen gerne erhöhen würde, dies aber aufgrund fehlender räumlicher Selektivitätsmöglichkeiten und fehlender Individualisierung unterlässt. Zusammenfassend konnte durch die Analyse gezeigt werden, dass die Informationen aus den Notrufen geeignet sind, um nach Autorisierung durch die Polizei als Warnmeldung an den Verkehrsteilnehmer weitergegeben zu werden. In Einzelfällen, bei sehr ungenauen Angaben durch den Melder, ist von der direkten Übermittlung abzusehen und eine Verifizierung durch die Polizisten vor Ort abzuwarten. Zusätzlich zur Nutzung der Notrufe ist in DIWA die Meldungskontretisierung und -aufhebung durch die Polizei vor Ort mit Mobilis Terminals vorgesehen (Bild 6).

Unfallvermeidung: ein DIWA-Nutzen

Personen- und Sachschäden bei Straßenverkehrsunfällen verursachten im Jahr 2003 in Deutschland volkswirtschaftliche Kosten von 32,2 Mrd. Euro, wobei sich die Kosten in etwa zu gleichen Teilen auf Personen- und Sachschäden aufteilten (Bild 8, [BASt, 2005]).

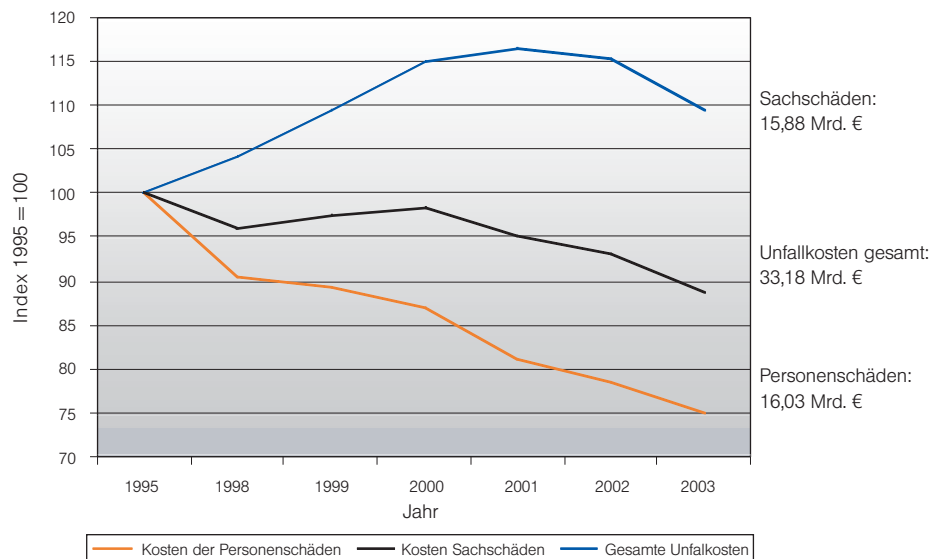


Bild 8: Entwicklung der volkswirtschaftlichen Kosten infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland (1999 bis 2003, Bezugsjahr 1995), basierend auf Daten der BASt, 2005

Die Kosten durch Verkehrsunfälle im DIWA-Testfeld² beliefen sich im Zeitraum 2003–2005 auf knapp 250 Mio. Euro. Es ereigneten sich ca. 6.000 Unfälle mit durchschnittlichen Unfallkosten von ca. 42.000 Euro. Eine retrospektive, detaillierte Betrachtung einzelner Unfalldaten in diesem Bereich kann als Abschätzung dienen, wie groß das Vermeidungspoten-

zial einer frühzeitigen, präzisen Warnung sein kann. Potenziell vermeidbar sind Unfälle, deren Ursache im Vorfeld bekannt ist. Dies sind beispielsweise Unfälle in Ar-

² Einsatzbereich der Polizeidirektion Erding mit den Landkreisen Freising, Erding und Ebersberg (4.500 km Straßennetz, davon 150 km Bundesautobahnen)

Stahl kann

Herzschrittmacher

Stahlschutzplanken ... Es lebe die Bewegung!

Leben retten!

Schritt für Schritt und mit Sicherheit am Puls der Zeit.

Stahl – der Wertstoff, der mit unermüdlicher Kraft auch die feinsten Impulse liefert.

Überall dort, wo das Leben pulsiert – gerade im Straßenverkehr – ist Stahl unersetzlich.

Mit Sicherheit!

www.guelegemeinschaft-stahlschutzplanken.de • Tel.: 0271/53038

VOLKMANN & ROSSBACH
GmbH & Co. KG

Hohe Straße 11-19
D-56410 Montabaur
www.volkmann-rossbach.de • e-mail: info@volkmann-rossbach.de

Tel.: +49 (0)2602/135-0
Fax: +49 (0)2602/135-490

Mitglied der GÜTEGEMEINSCHAFT STAHLSCHUTZPLANKEN E.V.

beitsstellen, an unübersichtlichen Stellen oder Unfälle durch Gegenstände, Tiere oder Personen auf der Fahrbahn. Die allgemeine Unfallstatistik des Statistischen Bundesamtes lässt keine Aussagen über Ursachenkombinationen einzelner Unfälle zu. Daher wurden in DIWA, um detaillierte Aussagen über die Vermeidungspotenziale der LGW zu erhalten, alle im Testfeld relevanten Einzel-Unfälle analysiert. In einem ersten Schritt wurden alle Unfälle aus dem außerörtlichen Straßennetz identifiziert, bei denen mindestens zwei warnwürdige Kriterien vorhanden waren. Diese Unfälle verursachten basierend auf den Unfallkostensätzen der Bundesanstalt für Straßenwesen [BAST; 2005] volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von ca. 12,6 Mio. Euro in den betrachteten drei Jahren. Die identifizierten Unfälle ereigneten sich in Arbeitsstellen oder an unübersichtlichen Stellen (Kuppen oder Kurven). Unfälle mit der alleinigen Unfallursache „unangepasste Geschwindigkeit“ oder „ungenügender Sicherheitsabstand“ wurden nicht berücksichtigt, da die Abschätzung des vermeidbaren Unfallanteils nicht – oder nur sehr vage – möglich ist. Dennoch liegt in diesem Bereich ein beträchtliches Vermeidungspotenzial. Unfälle aufgrund von Unaufmerksamkeit oder Übermüdung sind in den polizeilichen Unfallstatistiken unterrepräsentiert. Hier besteht eine hohe Dunkelziffer, da diese Unfallursache aus versicherungstechnischen Gründen nicht genannt wird [Anselm u. Hell, 2002]. Auch hier sind erhebliche Potenziale für die LGW zu erwarten.

Betrachtung der DIWA-Kosten

Die in DIWA umgesetzten Maßnahmen zeichnen sich auch bei landesweiter Ausdehnung durch verhältnismäßig geringe Investitions- und Betriebskosten aus.

Die bestehende Infrastruktur bei der LMS wird lediglich um TPEG Komponenten erweitert. Die Investitionskosten im DIWA-Testfeld belaufen sich auf ca. 45.000 Euro. Für den jährlichen Betrieb ist von Kosten in Höhe von ca. 4.000 Euro auszugehen. Die Investitionskosten setzen sich zusammen aus:

- Ausstattung der polizeilichen Einsatzfahrzeuge mit mobilen Terminals
- Ausstattung vorhandener Warnanhänger mit Ortungseinrichtung
- Schaffung von Schnittstellen zur Integration der zusätzlichen Daten in das Meldewesen
- Schulung des Bedienpersonals.

Die Betriebskosten setzen sich i.W. zusammen aus:

- Übertragung und polizeiliche Verarbeitung der zusätzlich gesammelten Daten von mobilen Terminals und Warnanhängern

- Wartungskosten der Geräte.

Die Hochrechnung auf eine bayernweite Ausstattung ergibt ca. 1,5 Mio. Euro Investitionskosten und ca. 200.000 Euro jährliche Betriebskosten.

Die Kosten für DAB-Empfänger bzw. Navigationsgeräte werden in der volkswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse nicht berücksichtigt, da die fahrzeugseitige Ausstattung nicht durch die Allgemeinheit getragen wird und die lokale Gefahrenwarnung lediglich eine Zusatzkomponente eines digitalen Radioempfängers bzw. DAB-fähigen Navigationsgeräts darstellt. Es ist davon auszugehen, dass die Endgeräteindustrie den LGW-Baustein zukünftig gegen geringen Aufpreis im DAB-Radio verbaut und als Produkteigenschaft zur Kundenwerbung nutzt.

Nicht-monetarisierte Zusatznutzen ergeben sich u.a. durch die Integration der präzisierten Daten der Mobil-Terminals in die polizeiliche Meldekette. So können die Meldungen stets aktuell gehalten werden und auch die bisher häufig kritisierte Aufhebung bestehender Meldungen wird verbessert. Zukünftig wäre auch die Kombination der Mobil-Terminals mit elektronischen Unfallmeldebögen, wie sie bereits im Ausland genutzt werden, sinnvoll. Bei einer großflächigen Ausstattung mit Mobil-Terminals in Polizeifahrzeugen wäre die Integration in fest installierte Fahrzeugkomponenten oder Tablet-PCs für die Unfallaufnahme zu empfehlen.

Die Streufahrzeuge für den Winterdienst sind bereits mit GPS ausgestattet. Eine Nutzung dieser Daten nach dem gleichen Prinzip wie bei den Warnanhängern wäre zukünftig ebenfalls denkbar.

Kosten-Nutzen-Analyse

In der Kosten-Nutzen-Analyse werden nur eindeutig definierbare Kenngrößen verwendet, d.h. es fließen ausschließlich monetarisierbare Zusatznutzen in die Analyse ein. Qualitative, positive Nebeneffekte, wie u.a. Arbeitserleichterungen für Rettungskräfte oder ein höherer Wirkungsgrad der Warnmeldung – verglichen mit RDS-TMC –, sollten jedoch im Rahmen der Investitionsentscheidung berücksichtigt werden.

Für eine wirtschaftlich effiziente Systemintegration sollten die verursachten Kosten (Investitions- und Betriebskosten) die erzielten Nutzen (vermiedenen Unfallkosten) nicht übersteigen. Im Break-Even-Point entspricht der Nutzen aus vermie-

denen Unfallkosten gerade den Investitions- und Betriebskosten. Es gilt daher Unfallkosten mindestens in Höhe der Investitions- und Betriebskosten zu vermeiden.

Die berechneten Kosten für die Implementierung der DIWA Applikationen im Dienstbereich der Polizeidirektion Erding betragen im ersten Jahr 45.000 Euro Investitions- und 4.000 Euro Betriebskosten. Die durchschnittlichen Unfallkosten im Testfeld betragen ca. 42.000 Euro. Damit sich die Investition schon im ersten Jahr aus volkswirtschaftlicher Sicht amortisiert, müssen lediglich zwei durchschnittliche Unfälle vermieden werden. Für die Rentabilität der Betriebskosten in Höhe von 4.000 Euro ist die Vermeidung von weniger als einem Unfall pro Jahr nötig. Der Vergleich mit den potenziell vermeidbaren Unfallkosten in Höhe von ca. 12,6 Mio. Euro aus der detaillierten Unfallanalyse im DIWA Testfeld verdeutlicht, dass es sich um eine wirtschaftlich effiziente Investition handelt. Der zu erwartende Nutzen ist deutlich größer als die zu erwartenden Kosten.

Die bayernweite Betrachtung ergibt: 36 vermiedene Unfälle für die Rentabilität der erforderlichen Investition und fünf vermiedene Unfälle pro Jahr für die Abdeckung der Betriebskosten.

Der Befolgungsgrad der Warninformation sollte durch die nutzerfreundliche Ausgestaltung der LGW – verglichen mit dem bisherigen Verkehrswarndienst (RDS-TMC und gesprochener Verkehrswarndienst) – deutlich höher sein. Der Verkehrsteilnehmer erhält nur noch routenrelevante und örtlich detaillierte Informationen. Aus diesem Grund können zusätzliche warnrelevante Ereignisse eingestellt werden. Damit erhöht sich auch gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit, dass warnrelevante Ereignisse als Warnmeldung im System existieren.

Auf Basis dieser ersten groben Abschätzung kann zusammenfassend für die DIWA-Applikationen ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis prognostiziert werden. Die Investition kann zur Vermeidung von Unfällen beitragen.

6. Fazit

Die jährlich wachsende Verkehrsleistung führt immer häufiger zu Störungen im Verkehrsablauf. Eine Folge ist die zunehmende Anzahl von Verkehrsmeldungen mit denen der Autofahrer konfrontiert wird, die in Art und Umfang die Aufmerksamkeitskapazität und das Informationsverarbeitungsvermögen des Einzelnen zu

übersteigen droht. Zukünftige Entwicklungen sollten daher darauf ausgerichtet sein, die Verkehrsinformation nach Streckenrelevanz und Gefahrenpotenzial zu selektieren.

Dem Wunsch des Verkehrsteilnehmers nach einer für den Streckenverlauf relevanten, individuellen Information kann mit der Lokalen Gefahrenwarnung (LGW) Rechnung getragen werden. Durch die zunächst in DIWA getesteten Warnmeldungen soll der Fahrer automatisch in angemessenem Abstand auf unmittelbar vorausliegende Störungen hingewiesen werden. Der Autofahrer erhält bei der LGW nur noch die Meldung, die für seine tatsächlich gefahrene Strecke relevant ist. Des Weiteren wird es durch die Anwendung des TPEG Automotive Protokolls denkbar, durch die Verwendung unterschiedlicher Signalwörter Verkehrsmeldungen nach Gefahrenstufen zu differenzieren und somit die Aufmerksamkeit des Fahrers zu erhöhen. Zudem ist es möglich, durch die Angabe „mögliche Gefahr durch ... Tiere auf der Fahrbahn auf 2000 m“ auch Meldungen einzustellen, die auf Grundlage von Notrufen bei der Polizei eingingen und noch nicht durch Einsatzkräfte der Polizei vor Ort verifiziert wurden. Der Autofahrer wird durch die Angabe der Informationsgüte eventuell vorkommende Falschmeldungen eher akzeptieren.

In DIWA wird erprobt, Beobachtungen der Polizeieinsatzkräfte direkt vom Ereignisort automatisch in das Meldewesen aufzunehmen, um so die Meldungsaktualität zu verbessern. So sollen die im Rahmen von DIWA in Polizeifahrzeugen installierten Mobilten Terminals nicht nur dazu beitragen, gemeldete Ereignisse örtlich zu konkretisieren (Sendung der GPS-Position am Einsatzort), sondern auch die Neueingabe von Meldungen (z. B. Hindernis auf der Fahrbahn etc.) ermöglichen. Die Polizei könnte für die LGW zukünftig verstärkt auch Mitteilungen von privaten Staumeldern (ADAC, Rundfunkanstalten) sowie fahrzeuggenerierte Verkehrsdaten, genannt Extended Floating Car Data (XFCD) [Breitenberger et al., 2004], nutzen.

Durch die orts- und zeitgenaue Warnung können – bei entsprechender Durchdringungsrate von DAB-Empfängern in den Kraftfahrzeugen – Unfälle, insbesondere Sekundärunfälle, vergleichbar mit der Wirkung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA), vermieden werden. Besondere Nutzenpotenziale bestehen auf Autobahnabschnitten ohne VBA, nachts bei geringer Verkehrsdichte sowie bei lokal auftretenden kritischen Witterungsbedin-

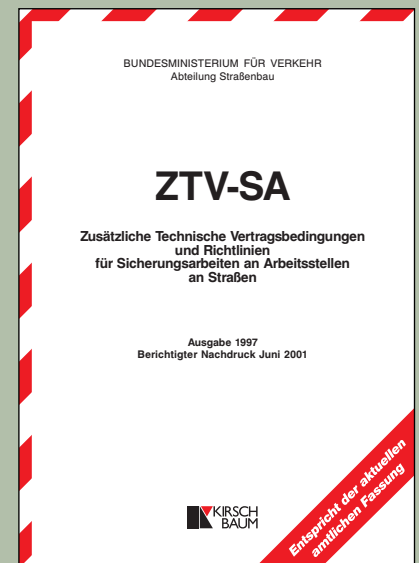
gungen (Aquaplaning, Nebelbank etc.). Der Rundfunk ist wegen seiner flächendeckenden Verfügbarkeit, der kostengünstigen Umsetzbarkeit und der von der Nutzeranzahl unabhängigen Übertragungsmenge hervorragend als Medium zur Übermittlung von Verkehrsinformationen geeignet. Der digitale Rundfunk ist technisch ausgereift. Geringe Defizite bestehen derzeit noch bei der Sendeleistung und der Flächendeckung (Bereich Norddeutschland). Auch die abwartende, teilweise reservierte Haltung einiger EU-Staaten wirkt bremsend auf die Marktentwicklung. Speziell für die Automobilindustrie stellt die mangelnde Flächendeckung ein Hemmnis dar, da Fahrzeuge grenzüberschreitend gehandelt und bewegt werden. Eine einheitliche Position aller EU-Länder pro DAB wäre daher aus Sicht der Automobil- und Endgeräteindustrie wünschenswert.

Auf Bundesebene innerhalb des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Arbeitsgruppe TMC-Verkehrswarndienst) hat inzwischen die Diskussion begonnen, wie und in welcher Weise die Lokale Gefahrenwarnung eingeführt werden könnte. Aus technischer Sicht wäre es möglich, den Regelbetrieb ab 2008 aufzunehmen.

Literaturverzeichnis

- Europäische Kommission (2001): WHITE PAPER European transport policy for 2010: time to decide, Luxembourg.
- Europäische Kommission (2006): Intelligent cars: life-saving technologies need stronger support by industry and policy-makers, says Commission. Press release 21st February 2006 on <http://www.escope.info/>
- ADAC e.V. (2005): Der Erfolg von RDS-TMC. Medientage München 2005, Technologie Special.
- ADAC e. V. (2006): Ein digitales Klangerlebnis. ADAC motorwelt 6/2006, 52–53
- ACE – Auto Club Europa (2005): Staufahrt im Kopf – Experte zweifelt am Nutzen von Verkehrsmeldungen, Interview mit Prof. Dr. Dietrich Ungerer, veröffentlicht am 21.7.2005, www.ace-online.de
- Anselm, D.; Hell, W. (2002): Einschlafen am Steuer. Eine häufig unterschätzte Unfallursache. Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, H. 3, 62–66
- BAST (2005) (Höhenscheid, K.-H.; Straube, M.): Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2003, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach
- Breitenberger, S.; Grüber, B.; Neuherz, M. (2004): Extended Floating Car Data – Potenziale für die Verkehrsinformation und notwendige Durchdringungsrate, Straßenverkehrstechnik, H. 10, 522–531
- GDV (2001): Studie des Verkehrstechnischen Instituts der Deutschen Versicherer, Berlin, basierend auf Kleinlast-Unfällen mit schwerem Personenschaden in Bayern 2001
- Obert, G. (2006): Local Hazard Warning. A cost efficient information service for digital radio receivers and navigation systems. Proceedings 13th World Congress on ITS, London, Paper 1473.
- ERTICO (ITS Europe).

Fachbuch-Information



ZTV-SA 97

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen. Ausgabe 1997, berichtigter Nachdruck Juni 2001
40 Seiten DIN A 4, kartoniert,
€ 9,-/CHF 16,-
ISBN 3 7812 1545 8

Die ZTV-SA 97 sind vom Bundesminister für Verkehr gleichzeitig mit neun einschlägigen Technischen Lieferbedingungen eingeführt worden.

Die ZTV-SA werden bei allen Baumaßnahmen im Bundesfernstraßenbereich als Bestandteil der Vertragsvorschriften vereinbart; sie sind allen Ausschreibungen und Bauverträgen zugrundezulegen. Eine einheitliche Anwendung sollte zu einer weitgehend einheitlichen Absicherungspraxis führen. Damit werden auch die Risiken für den Anbieter im Rahmen eines entsprechenden Vertrages zur Sicherung einer Arbeitsstelle abschätzbar. Bau- und Verkehrssicherungsunternehmen können qualifizierte Angebote abgeben. Die zu den ZTV-SA 97 gehörenden „Technischen Lieferbedingungen“ sind bei der FGSV, Konrad-Adenauer-Straße 13, 50996 Köln, erhältlich.

Kirschbaum Verlag Bonn
Telefax (02 28) 9 54 53 - 27
Internet www.kirschbaum.de

