



# TPEG

Limit

# Automotive Profile

INFORMATIONSDIENSTE  
IM FAHRZEUG

**Steigende Anforderungen hinsichtlich Energie-Effizienz, Umweltverträglichkeit und Sicherheit sowie eine zunehmende Verkehrsleistung setzen die Straßeninfrastruktur und die Fahrzeugtechnik unter erheblichen Zugzwang. Hohes Verbesserungspotenzial bietet die Vernetzung von Komponenten des Antriebsstrangs mit intelligenter Navigation und Assistenzsystemen. Voraussetzung dafür ist die Bereitstellung von aktuellen und präzisen Informationen über die vorausliegende Fahrstrecke. Das neue TPEG Automotive Profile schafft die technische Basis für eine Vielzahl von attraktiven Fahrzeugapplikationen.**

Die gegenwärtig etablierte Übertragung von Verkehrsinformationen erfolgt via analogem UKW-Rundfunk über RDS-TMC [1]. RDS-TMC ist preiswert und zuverlässig, ermöglicht jedoch nur örtlich grob aufgelöste und auf bestimmte Ereignisse festgelegte Informationen, die den zukünftigen Anforderungen nicht genügen. Die auf etwa 100 bit/s beschränkte Übertragungskapazität in UKW/RDS sowie die unflexible und kaum erweiterbare Struktur des TMC-Protokolls verhindern zudem die notwendige Weiterentwicklung von mobilen Informationsdiensten. TMC eignet sich daher nicht für zukünftige Verkehrsinformationsdienste. Aus diesem Grund rief 2004 ein Konsortium von Service-Providern, Automobilherstellern, Zulieferern, Forschungseinrichtungen und Rundfunkbetreibern das Entwicklunguprojekt „Mobile.Info“ ins Leben. Das 2007 abgeschlossene Projekt sollte die technische Basis schaffen für eine neue Generation mobiler Verkehrsinformationsdienste, das heißt Verfahren und Standards für die gesamte Übertragungskette vom Service Provider bis ins Fahrzeug. Die Anforderungen an ein neues Übertragungsverfahren waren Effizienz, Zuverlässigkeit, flächendeckende und preiswerte Übertragung mit geringen Latenzzeiten, flexible, erweiterbare und sprachunabhängige Kodierung der Meldungen, Eignung für frei verfügbare und kommerzielle Dienste sowie generelle Anwendbarkeit für alle digitalen Rundfunk- und Mobilfunknetze (Bearer-Unabhängigkeit). Ergebnis ist das TPEG (Transport Protocol Experts Group)

Automotive Profile (TAP), das aktuell den Standardisierungsprozess in der TISA (Traveller Information Services Association, [2]) und der ISO durchläuft. Auch die Projekte DIWA [3] und AKTIV [4] führten die in Mobile.Info entwickelten Verfahren fort und validierten sie. Der aktuelle Stand von TAP beinhaltet Dienste-Definitionen (Applikationen) auf Basis des ISO-Standards TPEG sowie die Übertragungsmechanismen via digitalem Rundfunk (Digital Audio Broadcast, DAB). TPEG ist jedoch Bearer-unabhängig, so dass zukünftige Versionen des TAP-Standards auch andere digitale Übertragungsverfahren nutzen werden. Dadurch lässt sich ein Dienst in verschiedenen Märkten unterschiedlich verbreiten, beispielsweise durch DAB, Digitales Fernsehen (DVB-x) oder Mobilfunk. **Bild 1** gibt einen Überblick der TAP-Übertragungsebenen.

## Der TPEG-Standard

TPEG wurde ursprünglich durch eine gleichnamige Arbeitsgruppe der European Broadcasting Union (EBU) entwickelt. Seit 2008 setzt die TPEG Applications Working Group der TISA die Arbeiten fort [2]. Im Vergleich zu TMC weist TPEG ein flexibles und modulares Design auf, welches Bearer-unabhängige Übertragung, rückwärtskompatible Erweiterbarkeit und Multiplexing von verschiedenen TPEG-Services in einem Übertragungskanal ermöglicht. Insbesondere lassen sich neue TPEG-Applikationen auf Basis allgemeiner TPEG-Mechanismen – den sogenannten TPEG-Toolkits – auf einfache Weise einführen. Der TPEG-Stan-

dard stellt drei Übertragungsebenen bereit, die durch entsprechende Daten-Frames umgesetzt werden (siehe auch Bild 1): Die „Transportebene“ entkoppelt die darüber liegenden TPEG-Protokollebenen von dem verwendeten physikalischen Übertragungsmedium (Bearer Abstraction). Die „Serviceebene“ definiert die Übermittlung der TPEG-Servicedaten. Diese verteilen sich abhängig von der Meldungsart auf unterschiedliche TPEG Service Components. Ein TPEG-Service kann damit verschiedene Unterdiene enthalten. Auf der „Applikationsebene“ werden die eigentlichen Meldungen übertragen. Diese werden in den TPEG Service Components zu Blöcken von Meldungen eines bestimmten Typs zusammengefasst, den sogenannten TPEG-Applikationen.

### TAP-Applikationen

Verkehrsinformationen werden in TPEG als Meldungen kodiert und an das mobile Endgerät gesendet. Eine TPEG-Meldung (Bild 2) beinhaltet dabei folgende Komponenten: Der Message Management Container (MMC) enthält Daten, die das mobile Endgerät zur internen Verwaltung der Meldungen benötigt, beispielsweise eine eindeutige Meldungs-ID, eine Versionsnummer und eine Gültigkeitsdauer. Der Application Data Container (ADC) umfasst die sprachunabhängige Kodierung der zu übertragenden Information, etwa die Art eines Ereignisses (Unfall, Baustelle) oder deren Auswirkung auf den Verkehr. Der Location Referencing Container (LRC) schließlich beinhaltet die zugehörige Ortsinformation, also die Position des Ereignisses oder des Verkehrszustands im Netz.

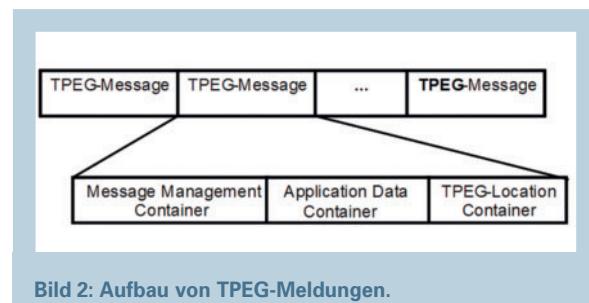


Bild 2: Aufbau von TPEG-Meldungen.

© automotive

Die Komponenten MMC und LRC sind übergreifend für alle TPEG-Applikationen definiert, lassen sich jedoch durch geeignete Regeln spezifisch anpassen. Insbesondere werden für das Location Referencing verschiedene Verfahren unterstützt, wie etwa das TMC-Location-Referencing oder DLR-1/AGORA-C [5]. Der ADC ist dagegen für jede TPEG-Applikation durch eine eigene Spezifikation definiert, wobei TAP augenblicklich die nachfolgend beschriebenen TPEG-Applikationen TEC, LHW, SPI und TFP umfasst [2]. Mit TEC (Traffic Event Compact) können Meldungen über verkehrliche Ereignisse kodiert werden. Ereignisse sind räumlich sowie zeitlich begrenzt und treten im Allgemeinen sporadisch auf, beispielsweise Unfälle, Baustellen oder Fahrbahnverengungen. Neben der Art lassen sich auch die Auswirkung des Ereignisses auf den Verkehrsfluss, sowie Anweisungen an den Fahrer, Umleitungs-Empfehlungen oder Restriktionen für bestimmte Fahrzeugklassen übertragen. TEC ist damit das Nachfolgeprotokoll von TMC und beinhaltet alle Funktionen von TMC, stellt jedoch zudem

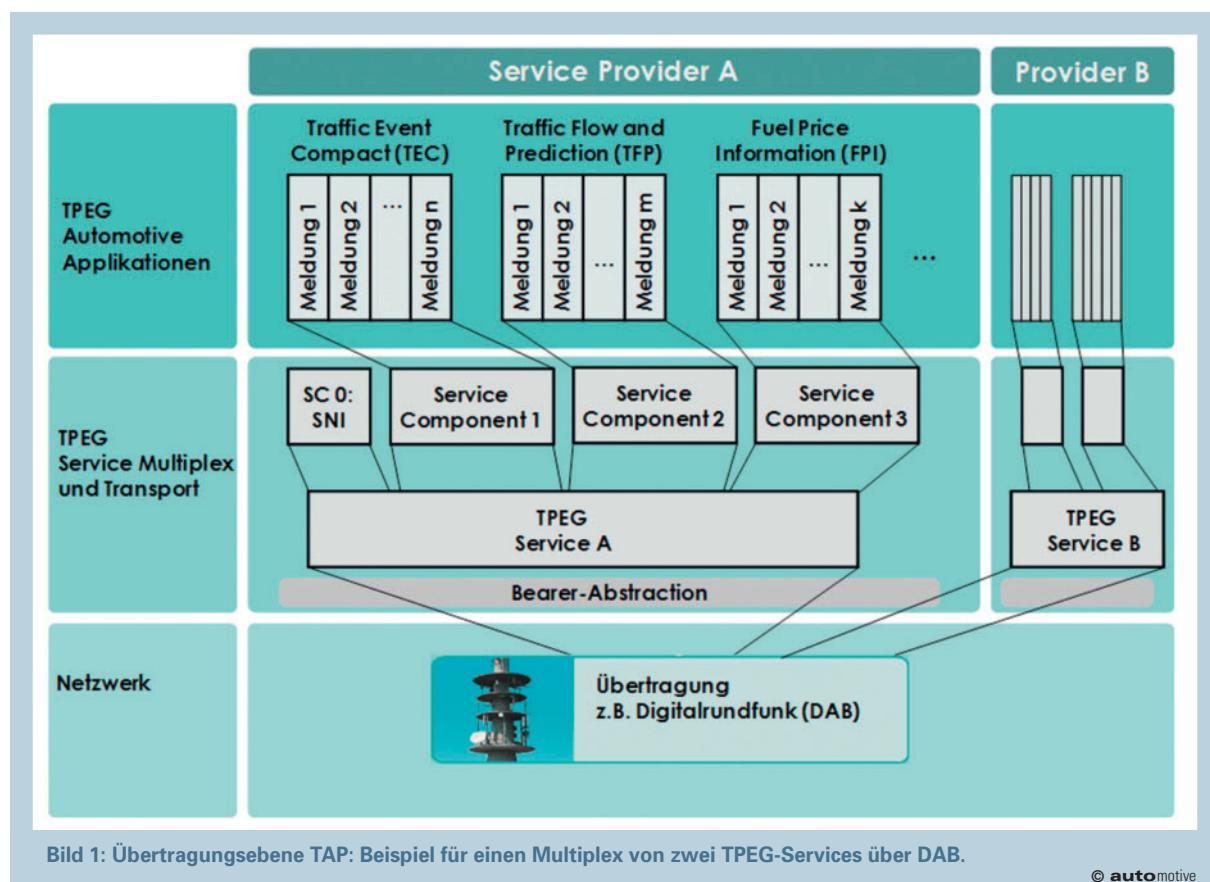


Bild 1: Übertragungsebene TAP: Beispiel für einen Multiplex von zwei TPEG-Services über DAB.

© automotive



© automotive

eine Vielzahl neuer Features bereit.

Die Applikation LHW (Local Hazard Warning) basiert auf TEC, definiert aber zusätzliche Regeln für die Kodierung der Meldungen, sodass diese auch durch einfache Endgeräte ohne Navigationskarte, wie einem DAB-Radio, verarbeitet werden können. LHW meldet ausschließlich Ereignisse, die eine potenzielle Gefahr für den Fahrer darstellen. Diese gesonderte Behandlung ermöglicht dem Endgerät im Fahrzeug eine priorisierte Bearbeitung sowie ein Filtern der Meldungen nach Relevanz für den Fahrer, beispielsweise den Vergleich zwischen Gefahrenort und Fahrzeugposition. TFP (Traffic Flow and Prediction) überträgt Informationen über den aktuellen und zukünftigen Verkehrszustand des Straßennetzes. Im Gegensatz zu TEC ist diese Applikation statusorientiert, das heißt, die Übertragung des Verkehrszustands erfolgt flächendeckend und kontinuierlich für einen vorgegebenen Bereich des Straßennetzes. TFP eignet sich damit besonders als Informationsquelle für dynamische Navigationssysteme (**Bild 3**).

SPI (Speed Information) definiert ein Protokoll zur effizienten und hochaktuellen Information über temporäre Geschwindigkeitsbeschränkungen an Baustellen oder Schilderbrücken. Der Fahrer wird bei überhöhter Geschwindigkeit gewarnt, wodurch sich die Sicherheit im Straßenverkehr erhöht (**Bild 4**). Weitere TPEG Applikationen, wie Fuel Price Information (FPI) oder Parking Information (PKI), sind aktuell in der Entwicklung und finden voraussichtlich in späteren TAP-Versionen Eingang.

## Übertragung

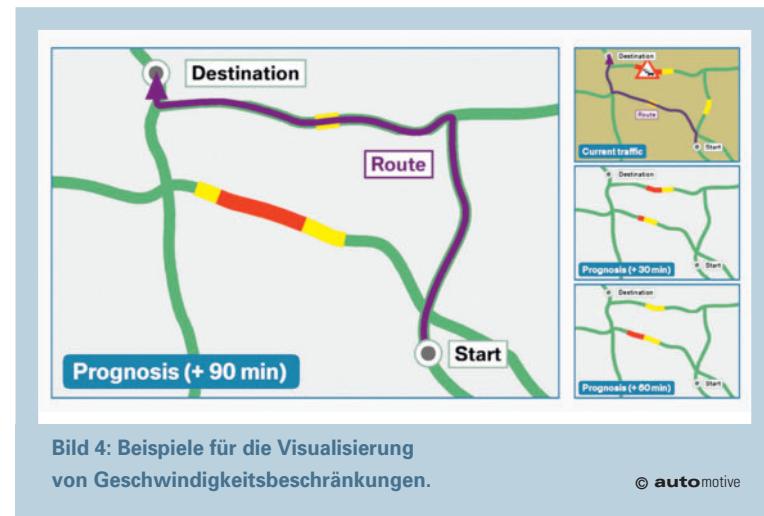
TPEG eignet sich prinzipiell für jedes Übertragungsverfahren, sofern es gewisse Mindestanforderungen erfüllt. Dennoch bietet die Aussendung durch ein Rundfunksystem Vorteile, da die Informationen eine Vielzahl von Verkehrsteilnehmern erreichen. Bei den im Mobilfunk einge-

setzten Point-to-Point-Verfahren muss eine Meldung entsprechend häufig übertragen werden, sodass ab einer gewissen Endgeräteanzahl ein Rundfunkverfahren deutlich kostengünstiger ist. Weiterhin erfolgt die Übertragung beim Rundfunk deterministisch, da das Verfahren nicht von der Anzahl der Kommunikationsteilnehmer abhängt. Deshalb wurde für TAP zunächst die Übertragung per DAB (Digital Audio Broadcast) definiert. Spezifikationen für weitere drahtlose Übertragungsverfahren sind jedoch aktuell in Arbeit.

## Verschlüsselung

Neben frei verfügbaren Services soll TAP auch kommerzielle Dienste ermöglichen. Dafür muss ein entsprechendes Verschlüsselungssystem bezahlte Inhalte vor unberechtigtem Zugriff schützen (Conditional Access, kurz CA). Da die gängigen, beispielsweise im Internet verwendeten Verfahren einen Rückkanal benötigen und sich deshalb nicht für ein Rundfunksystem eignen, enthält TAP ein speziell entwickeltes Protokoll auf Basis des HECA-Systems (High Efficiency Conditional Access) des Fraunhofer Instituts für Integrierte Schaltungen [6]. In TAP wird der CA der TPEG-Applikationsebene realisiert und die Inhalte der einzelnen TPEG Service Component Frames verschlüsselt. Damit ist auch der CA Bearer-unabhängig, sodass dieser ebenso für verschiedene Übertragungsverfahren eingesetzt werden kann.

Die TAP-Verschlüsselung verwendet ausschließlich symmetrische Verschlüsselung (AES). Sender und Empfänger nutzen zum Ver- und Entschlüsseln den gleichen Schlüssel. Das Verfahren ist dadurch sehr effizient und erfordert als Overhead nur wenige Prozent der verfügbaren Übertragungskapazität. Es unterstützt dabei eine Vielzahl von Business-



© automotive

Modellen, wie etwa Lifetime License, periodisches Abonnement, Pre-Paid, Pay-per-Use, Preview oder Mischformen davon.

### Validierung

Die Validierung der oben beschriebenen Verfahren in mehreren Feldversuchen ergab, dass die gesamte Übertragungskette den vorab gestellten Anforderungen genügt. Die Latenzzeit der Datenübertragung per DAB – die Dauer vom Einstellen einer Meldung in das TPEG-Aussendesystem bis zum Empfang im Fahrzeug – liegt bei guten Empfangsbedingungen unter 5 Sekunden und erfüllt damit alle Anforderungen auch für zeitkritische Services (z. B. LHW, SPI). Versuche mit HD-Radio in Philadelphia und Boston kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Durch Einsatz geeigneter mobiler Erfassungsgeräte beträgt zudem die Meldungsverzögerung über die gesamte Übertragungskette etwa 10 bis 15 Sekunden.

Die Funktionsfähigkeit der Applikationsprotokolle TEC, LHW und SPI wurde ebenfalls in umfangreichen Feldversuchen mit unterschiedlichen Sender-/Empfänger-Implementierungen verifiziert. Schließlich ergaben Untersuchungen im Rahmen des Projektes DIWA, dass sich durch die mit TAP ermöglichten Verbesserungen etwa 15 Prozent der Unfälle im deutschen Autobahnnetz verhindern ließen. Setzt man die vermeidbaren Schäden zu den erforderlichen Betriebskosten ins Verhältnis, ergibt sich eine typische Kosten-Nutzen-Relation von etwa 1:700.

### Zusammenfassung und Aussichten

Die Entwicklung des TPEG Automotive Profile legte die Basis für eine neue Gene-

ration von Verkehrsinformationssystemen, die die Grenzen bisheriger standardisierter oder proprietärer Verfahren deutlich erweitern. Die oben beschriebenen Applikationen TEC, TFP und SPI in Verbindung mit leistungsfähigen digitalen Übertragungsverfahren ermöglichen einen Entwicklungssprung bei Fahrerassistenz- und Navigationssystemen, der mit rein fahrzeugtechnischen Maßnahmen nicht zu erreichen wäre. Durch die Verwendung des ISO-Standards TPEG ergibt sich ein modularer und flexibler Aufbau der Dienste, die damit einfach erweitert und durch neue Applikationen ergänzt werden können. Die ersten Fahrzeug-Implementierungen und Informationsdienste sind bereits in der Testphase und stehen kurz vor der Markteinführung. TAP genießt die Akzeptanz international agierender Service Provider sowie die breite Unterstützung der Automobilindustrie. Daher werden sich TAP-Dienste rasch verbreiten und als Konsequenz deutliche Fortschritte insbesondere hinsichtlich Energieeffizienz und Verkehrssicherheit erzielt werden. (oe)

- [1] <http://www.tmcforum.com>
- [2] <http://www.tisa.org>
- [3] DIWA, Direkte Warnung und Information für Autofahrer, Endbericht. Ergebnisse des Forschungsprojektes, Oktober 2008
- [4] <http://www.aktiv-online.org>
- [5] K. Wevers, T. Hendriks, AGORA-C on-the-fly location referencing, Proc. of 12th World Congress of Intelligent Transport Systems and Services (ITS), San Francisco, November 2005
- [6] <http://www.iis.fraunhofer.de/EN/bf/db/proj/heca.jsp>



**Dipl.-Ing. Georg Obert** studierte Elektrotechnik/Nachrichtentechnik an der TU München. Seit Oktober 1987 ist er bei BMW in der Forschung / Vorentwicklung mit Schwerpunkt „Traffic and Traveler Information Services“ tätig.



**Dr. Joachim Mertz** studierte Informatik an der TH Karlsruhe und promovierte im Bereich Verkehrstechnik an der TH München. Seit 2004 ist er als Projektleiter und Consultant mit Themenschwerpunkt Verkehrsinformationssysteme bei Berner&Mattner tätig und ist aktuell Chairman der TPEG Applications Working Group der TISA.

