

**Matrix von
Lösungsvarianten
Intelligenter
Verkehrssysteme (IVS)
im Straßenverkehr**

**Matrix of alternative
implementation
approaches of Intelligent
Transport Systems (ITS)
in road traffic**

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 97

bast

Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr

Matrix of alternative implementation approaches of Intelligent Transport Systems (ITS) in road traffic

von/by

Christine Lotz
Teresina Herb
Roland Schindhelm
Marcel Vierkötter

Bundesanstalt für Straßenwesen
Bergisch Gladbach

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt F1100.5410001:
Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr = Matrix of alternative implementation approaches of Intelligent Transport Systems (ITS) in road traffic <engl. Übers.>
(Abschluss des Berichts: 2012)

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9307
ISBN 978-3-95606-111-0

Bergisch Gladbach, September 2014

Kurzfassung – Abstract

Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr

Es wird zunächst eine Übersicht über typische Systembausteine und wesentliche Akteure für den Betrieb Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland gegeben.

Unter Verwendung der IVS-Systembausteine werden für die vier Systemsparten Intelligenter Verkehrssysteme

- die Straßenverkehrstelematik,
- die Verkehrsinformationsdienste,
- die autonomen Fahrerassistenzsysteme und
- die kooperativen Systeme

einfache funktionale Anwendungsbeispiele skizziert und analysiert. Die Anwendungsbeispiele bilden den Ausgangspunkt für eine Rekombination der Systembausteine. Die so erreichte Auflösung der Systemgrenzen hin zur Modularisierung der einzelnen Szenarien liefert eine Vielzahl neuer Kombinationsmöglichkeiten der identifizierten Bausteine intelligenter Verkehrssysteme in einer Matrix. Der vorliegende Bericht verdeutlicht und veranschaulicht die Potenziale dieses Baukastens, benennt außerdem aber auch die noch zu bewältigenden Herausforderungen im organisatorischen, funktionalen und technischen Bereich.

Der Bericht ist als Grundlagenarbeit zu verstehen, die in eine Vielzahl weiterführender Aktivitäten in Deutschland als harmonisierte Analyse eingeflossen ist und noch einfließen wird.

Matrix of alternative implementation approaches of Intelligent Transport Systems (ITS) in road traffic

First we will give an overview on typical system elements and important actors for the operation of intelligent transport systems (ITS) in Germany.

By using the following ITS components we will give and analyse a couple of their possible uses:

- Road Traffic Management,
- Traffic Information Services,
- Driver Assistance Systems,
- Co-operative Systems (C-ITS).

The examples of utilisation are the basis for recombining the system components. The thereby achieved dissolving of system boundaries in favour of a modularising of each scenario results in a multitude of new combination possibilities of the previously identified components of intelligent transport systems in a matrix. This work will attempt to clarify and illustrate the potential of this construction set, while also mentioning the challenges that remain with regard to organisation, functionality and the technical sector.

This work is to be understood as a groundwork report that has influenced many other activities in Germany as a harmonized analysis and will continue to do so.

Inhalt

Deutsche Fassung		English version	
1 Einleitung	7	1 Introduction	23
1.1 Anwendungsfälle für IVS	7	1.1 Use cases for ITS	23
1.2 Die IVS-Prozesskette	8	1.2 The ITS processing chain	24
1.3 IVS-Akteure und -Systembausteine ...	8	1.3 ITS Actors and ITS function modules ...	24
2 Prinzipielle Funktionsweise der prototypischen IVS-Systemvarianten	9	2 Principle operation modes of prototypical ITS system variants	25
2.1 IVS-Variante: Straßenverkehrs- technik/-telematik	10	2.1 ITS option: Road Traffic Management	26
2.2 IVS-Variante: Verkehrsinformations- dienste (öffentlich, unentgeltlich)	11	2.2 ITS option: Traffic Information Services (public, free of charge)	27
2.3 IVS-Variante: Verkehrsinformations- dienste (privat, kommerziell)	12	2.3 ITS option: Traffic Information Services (private, commercial)	28
2.4 IVS-Variante: Fahrzeugautonome Fahrerassistenzsysteme	14	2.4 ITS option: Driver Assistance Systems	30
2.5 IVS-Variante: Fahrzeug-Fahrzeug- Systeme (C2C)	15	2.5 ITS option: Vehicle-to-Vehicle- Systems (V2V)	31
2.6 IVS-Variante: Fahrzeug-Infrastruktur- Systeme (C2I) – nur lokal unterstützend	16	2.6 ITS option: Vehicle-to-Infrastructure- Systems (V2I) – only local support ...	32
2.7 IVS-Variante: Fahrzeug-Infrastruktur- Systeme (C2I) – mit Zentrale	17	2.7 ITS option: Vehicle-to Infrastructure- System (V2I) – with Traffic Control Centre	33
3 Matrix der IVS-Systembausteine	18	3 Matrix of ITS system components ...	34
4 Herausforderungen einer Vernetzung der IVS-Systembausteine	19	4 Challenges in ITS system component networking	35
4.1 Organisatorische Heraus- forderungen	19	4.1 Organisational challenges	35
4.2 Funktionale Herausforderungen	20	4.2 Functional challenges	35
4.3 Technische Herausforderungen	20	4.3 Technical challenges	36
5 Zusammenfassung und Ausblick ...	21	5 Summary and outlook	37

1 Einleitung

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit, die Steigerung der Verkehrseffizienz und die Reduktion der negativen Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt sind politische und gesellschaftliche Ziele, zu deren Erreichung vielfältige Maßnahmen beitragen.

Im vorliegenden Bericht werden Lösungsvarianten aus dem Bereich sog. Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) (englisch ITS: Intelligent Transport Systems) vergleichend beschrieben.

Das Verkehrssystem definiert sich durch das Zusammenspiel von Straße (+ Umfeld), Fahrzeug und Fahrzeugführer. Der Begriff „intelligent“ wird entsprechend der englischen Interpretation von „Intelligence“ verstanden als Informations- und Erkenntnisgewinn durch Sammeln und Auswerten von Daten. Unter IVS werden also solche Systeme verstanden, die fortgeschrittene Informations- und Kommunikationstechnologien – u. a. PC-Netzwerke und drahtlose Kommunikation zwischen PC, Internet und Mobilfunk, digitalen Rundfunk, satellitengestützte Positionsbestimmung – zur Realisierung von Maßnahmen im Verkehrsbereich nutzen.

Die hier untersuchten Lösungen werden zunächst beispielhaft entlang der folgenden historisch gewachsenen Systemsparten gegliedert:

- Straßenverkehrstechnik/-telematik,
- Verkehrsinformationsdienste,
- fahrzeugautonome Fahrerassistenzsysteme,
- kooperativen Systeme (C-ITS).

Diese Systemsparten wurden meist unabhängig voneinander in unterschiedlichen Verantwortlichkeiten und in unterschiedlichen Zeitachsen entwickelt. Sie wirken – obwohl bereits Verknüpfungen in technischer und organisatorischer Sicht vorhanden sind – heute noch nicht optimal zusammen. Dadurch werden die erreichbaren Potenziale in Bezug auf die oben genannten verkehrspolitischen Ziele noch nicht voll ausgeschöpft.

Deshalb wird im weiteren Verlauf des Berichts die harte Trennung der zuvor gewählten Sparten aufgelöst und das mögliche und erforderliche Zusammenwachsen der Systemvarianten intelligenter Verkehrssysteme in einer Matrix aufgezeigt.

Der vorliegende Bericht soll einen Überblick über die unterschiedlichen Lösungsvarianten geben und eine anzustrebende Konvergenz der Systeme skizzieren. Ziel ist es, mit dieser Übersicht eine Grundlage für weitergehende Untersuchungen, vor allem für die Definition einer Rahmenarchitektur oder die Gestaltung von Einführungsszenarien noch nicht am Markt befindlicher Systeme, zu schaffen.

1.1 Anwendungsfälle für IVS

Grundsätzlich lassen sich Intelligente Verkehrssysteme für vielfältige Anwendungsfälle einsetzen. Im Prinzip soll immer ein verkehrsrelevantes Ereignis erfasst werden, um daraus Informationen, Warnungen oder Anordnungen für den Fahrzeugführer zu generieren (siehe Bild 1).

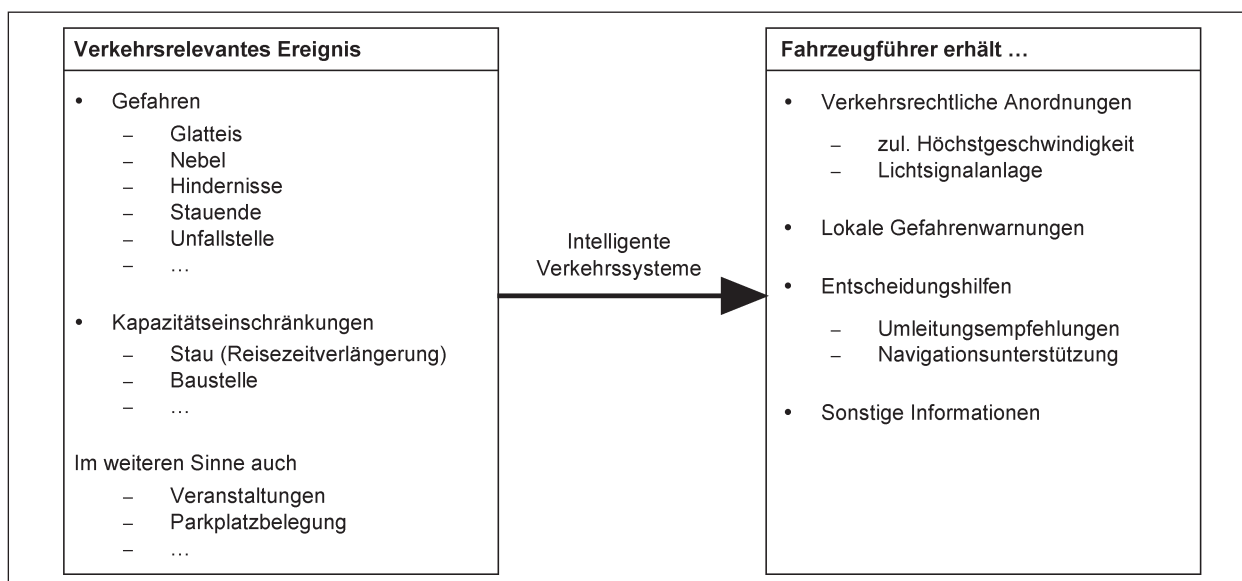


Bild 1: Anwendungsfälle für IVS

1.2 Die IVS-Prozesskette

Allen IVS-Systemvarianten gemein ist eine im Prinzip einheitliche Prozess- bzw. Verarbeitungskette. So müssen für alle Lösungen zunächst Daten über das verkehrsrelevante Ereignis oder einen Zustand erhoben (Erfassung), danach verarbeitet sowie interpretiert (Auswertung) und zuletzt für den Fahrer bereitgestellt (Anzeige) werden (siehe Bild 2).

Die IVS-Systemvarianten unterscheiden sich i. d. R. nur in der Art der Kommunikation zwischen den Prozessschritten und in den beteiligten Akteuren. In der weiterführenden Darstellung werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der IVS-Systemvarianten anhand der Prozesskette herausgearbeitet.

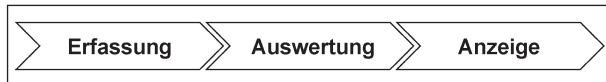


Bild 2: Vereinfachte Prozesskette intelligenter Verkehrssysteme

1.3 IVS-Akteure und -Systembausteine

Bei der Realisierung und beim Betrieb intelligenter Verkehrssysteme sind im Wesentlichen die in der Tabelle 1 aufgeführten Akteure beteiligt.

Neben den in Tabelle 1 benannten Akteuren, die vornehmlich mit der Ausführung der unterschiedlichen Anwendungsfälle entlang der Prozesskette (Bild 2) betraut sind, bedarf es weiterer Akteure, die nachgeordnete, aber für den Gesamtablauf bedeutende, Tätigkeiten übernehmen. Diese kommen insbesondere in der Systemsparte Kooperative Systeme (C-ITS) zum Tragen. Zu nennen sind beispielweise Akteure, die sich mit der Absicherung der Kommunikation über Mobilfunk und ETSI ITS G5 durch Verschlüsselung und Pseudonymisierung befassen. Durch die vielen Möglichkeiten, dem Fahrer über mobile Endgeräte neue Anwendungen zur Verfügung zu stellen, wird auch eine Stelle zur Registrierung und Zertifizie-

Akteursgruppe	Rolle bei der Realisierung und dem Betrieb von IVS
BMVBS	<ul style="list-style-type: none"> als Gesetzgeber: Festlegung von rechtlichen Rahmenbedingung, Erlass von Richtlinien zum Betrieb telematischer Systeme als Straßenbaulasträger: Finanzierung ggf. erforderlicher straßenseitiger technischer Infrastruktur auf dem Bundesfernstraßennetz, z. B. Detektion, Anzeigesysteme etc.
Straßenbetreiber der Bundesländer	<ul style="list-style-type: none"> Betrieb der telematischen Einrichtungen, Zentralen etc. auf dem Bundesfernstraßennetz im Rahmen der Auftragsverwaltung, inklusive Erhebung verkehrsrelevanter Daten Betrieb des nachgeordneten Straßennetzes in eigener Verantwortung
Straßenbetreiber der Kommunen	<ul style="list-style-type: none"> Finanzierung und Betrieb der telematischen Einrichtungen auf dem städtischen Straßennetz, inklusive Erhebung verkehrsrelevanter Daten
Elektroindustrie	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Bereitstellung von erforderlichen Geräten zum Betrieb von IVS, z. B. straßenseitige telematische Infrastruktur sowie Fahrzeuggeräte.
Automobilindustrie	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Integration von erforderlichen Geräten im Fahrzeug zum Betrieb von IVS
Informationsindustrie	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Betrieb von Informationsdiensten im Bereich IVS (z. B. private Verkehrsinformations- und Navigationsdienstleistungen)
Kommunikationsindustrie	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Betrieb von Kommunikationsnetzen und -diensten im Bereich IVS (z. B. Mobilfunkangebote)
Öffentlich rechtliche Rundfunkanstalten	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Bereitstellung der erforderlichen Infrastruktur zur Versendung von Verkehrsinformationen Generierung und Verbreitung von Verkehrsinformationen, unentgeltlich über den öffentlich-rechtlichen Kanal
Landesmeldestellen des Verkehrswarndienstes (der Innenministerien der Bundesländer)	<ul style="list-style-type: none"> Sammlung von Verkehrsinformationen aus unterschiedlichen Quellen (Verkehrszentralen, Polizei, Staumelder) Konsolidierung und Verteilung von unentgeltlichen Verkehrsinformationen an die Rundfunkanstalten und weitere Anbieter (kein Endkundendienst)
Standardisierungsgremien (DIN, CEN ISO, ETSI)	<ul style="list-style-type: none"> Organisation der Erstellung der erforderlichen Standards unter Mitwirkung von Experten aus den betroffenen Firmen und Institutionen
BMW/BMBF	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftsförderung im Sinne der Technologieförderung Partner des BMVBS im gemeinsamen Verkehrsforschungsprogramm BMW: Freigabe von Frequenzbändern zur Nutzung im Verkehrsbereich (über nachgeordnete Behörde Bundesnetzagentur)










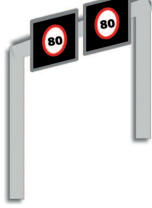
Tab. 1: IVS-Akteure in Deutschland

zung von Anwendungen als Akteur an Bedeutung gewinnen.

Zum besseren Verständnis wird für jede IVS-Systemvariante ein Funktionsschema erstellt. Die erforderlichen IVS-Systembausteine sind in Tabelle 2 dargestellt.

2 Prinzipielle Funktionsweise der prototypischen IVS-Systemvarianten

Zur Veranschaulichung der prinzipiellen Funktionsweise von Anwendungsfällen in den unterschiedlichen Systemsparten wird im Folgenden für die Anwendung „Örtliche Gefahrenwarnung“ eine Auswahl an prototypischen IVS-Systemvarianten dargestellt. Der Fokus liegt dabei in der Darstellung der für die Anwendung zentralen Abläufe. Unterstützende Aktivitäten werden nicht vertieft.

Icon	IVS-Systembaustein	Icon	IVS-Systembaustein
	Fahrzeuggerät (im Fahrzeug verbaut) (Es werden vereinfachend Sensorik, Auswertung und Ausgabegerät zusammengefasst.)		Mobilfunk-Mast (als Sende- und Empfangseinheit)
	Mobiles Endgerät (nicht im Fahrzeug verbaut) (Es werden vereinfachend Sensorik, Auswertung und Ausgabegerät zusammengefasst.)		Rundfunk-Sendestation (als Sendeeinheit)
	Straßenseitiger Detektor		Zentrale (Verkehrsrechnerzentrale, Verkehrsleitzentrale, private Service-Zentrale)
	Streckenstation/Unterkentrale/ Road Side Unit (straßenseitige Kommunikations- und Vorverarbeitungseinheit)		GPS bzw. Galileo-Ortung
	Streckenstation/Roadside Unit mit Roadside ITS Station Nutzung von WLAN 802.11p für die Kommunikation		Wechselverkehrszeichen (Streckenbeeinflussungsanlage, Netzbeeinflussungsanlage, dWISTA*) – symbolisierte, nicht richtlinienkonforme Darstellung
* Dynamischer Wegweiser mit integrierten Stauinformationen			

Tab. 2: IVS-Systembausteine

2.1 IVS-Variante:
Straßenverkehrstechnik/-telematik

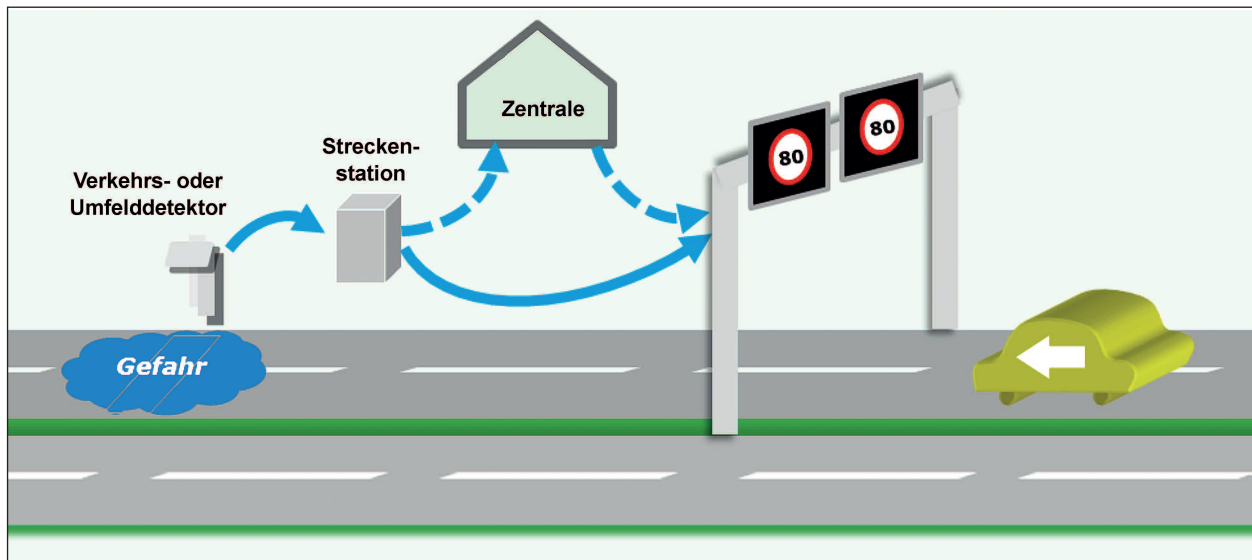


Bild 3: Vereinfachte Skizze der IVS-Systemvariante Straßenverkehrstechnik/-telematik

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	Der straßenseitige Sensor detektiert die Gefahr.	Die Auswertung findet in der Unterzentrale statt, die Befehle direkt an die Anzeige schickt. Es ist auch eine Kommunikation über die Zentrale vorgesehen zur Überwachung und für Sonderschaltungen.	Die Anzeige für den Fahrer findet auf einem dynamischen Schild statt.
Verantwortliche	Straßenbetreiber	Straßenbetreiber	Straßenbetreiber



Kommunikationsmedium	Kupfer-Kabel, in Ausnahmefällen Mobilfunk	Lichtwellenleiter, teilw. Kupfer-Kabel
Datenprotokollstandard	TLS (Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen) Teilweise europäisch standardisiert	TLS (Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen) Nicht europäisch standardisiert

2.2 IVS-Variante: Verkehrsinformationsdienste (öffentlich, unentgeltlich)

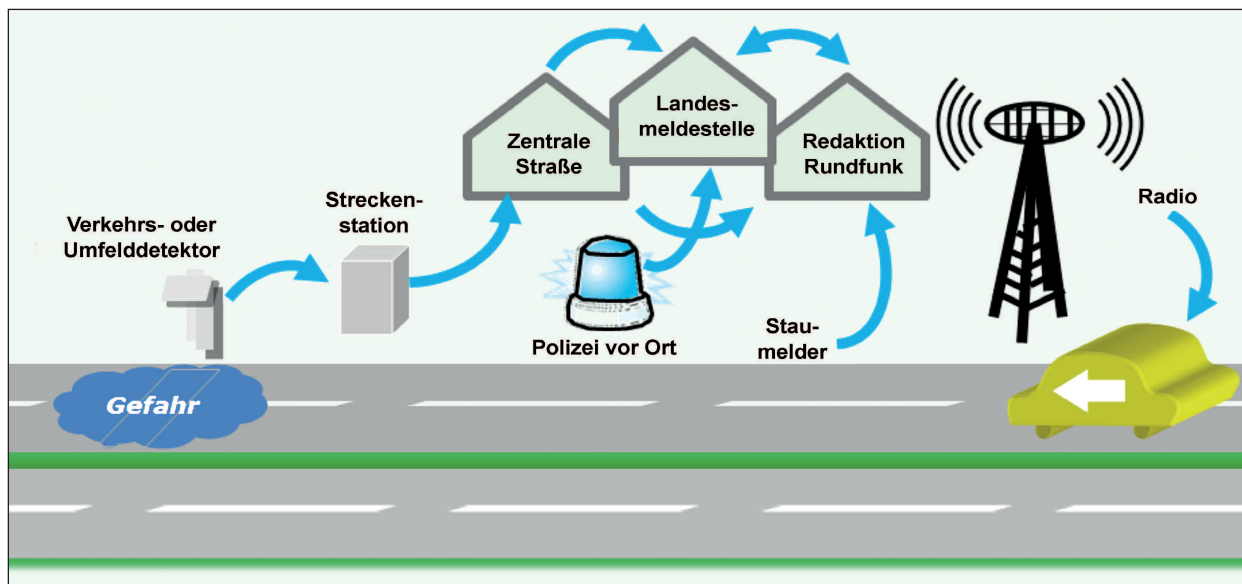


Bild 4: Vereinfachte Skizze der Systemvariante Verkehrsinformationsdienste (öffentlich, unentgeltlich)

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Die Erfassung erfolgt über straßenseitige Sensoren, die die Daten in eine Zentrale schickt (wie bei Systemvariante Straßenverkehrstechnik/-telematik) und/oder meldet die Polizei vor Ort die Gefahr an deren Einsatzzentrale, häufig durch Anruf von Verkehrsteilnehmern ausgelöst und/oder Staumelder melden die Gefahr per Anruf beim ADAC und Rundfunkanstalten. 	<p>Die Auswertung der automatischen Detektoren findet in der Verkehrszentrale statt. Diese leitet die Meldungen an die Landesmeldestelle der Polizei weiter, in der eine Weiterverarbeitung und Fusion mit Polizeimeldungen stattfindet, dann erfolgt eine Weiterleitung an die Rundfunkanstalten, die wiederum die Meldungen mit den Staumelder-Informationen fusioniert und redaktionell aufbereitet. Es findet ein Austausch der Informationen zwischen den beteiligten Zentralen statt.</p>	<p>Die Anzeige erfolgt für den Fahrer im Fahrzeuggerät, z. B. Navigationsgerät</p> <p>und/oder</p> <p>der Fahrer hört die Gefahrenmeldung im gesprochenen Verkehrswarndienst.</p>
Verantwortliche	<ul style="list-style-type: none"> Straßenbetreiber, Polizei, ARD/ADAC (für Staumelder) 	<ul style="list-style-type: none"> Straßenbetreiber, Polizei, ARD/ADAC (für Staumelder) 	<p>Endgerätehersteller (u. U. Automobilindustrie als Auftraggeber) von:</p> <ul style="list-style-type: none"> Radio für gesprochenen Verkehrsfunk, Navigationsgerät für TMC-Meldungen



Kommunikationsmedium	<p>Straßenbetreiber: Lichtwellenleiter, teilw. Kupfer-Kabel, in Ausnahmefällen Mobilfunk</p> <p>Polizei: Betriebsfunk</p> <p>Rundfunkanstalten: Mobilfunk (Anruf)</p>	<p>Analoger Rundfunk oder zukünftig digitaler Rundfunk</p>
Datenprotokollstandard	<p>Straßenbetreiber: TLS (Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen)</p> <p>Polizei/ADAC: Alert-C Protokoll des TMC Standards bei automatischer Weitergabe</p>	<p>Analoger Rundfunk: RDS-TMC (Standard: ISO 14819-Serie)</p> <p>Digitaler Rundfunk: TPEG (Standard: ISO 18234-Serie für TPEG1, ISO 21219-Serie für TPEG2)</p>

2.3 IVS-Variante: Verkehrsinformationsdienste (privat, kommerziell)

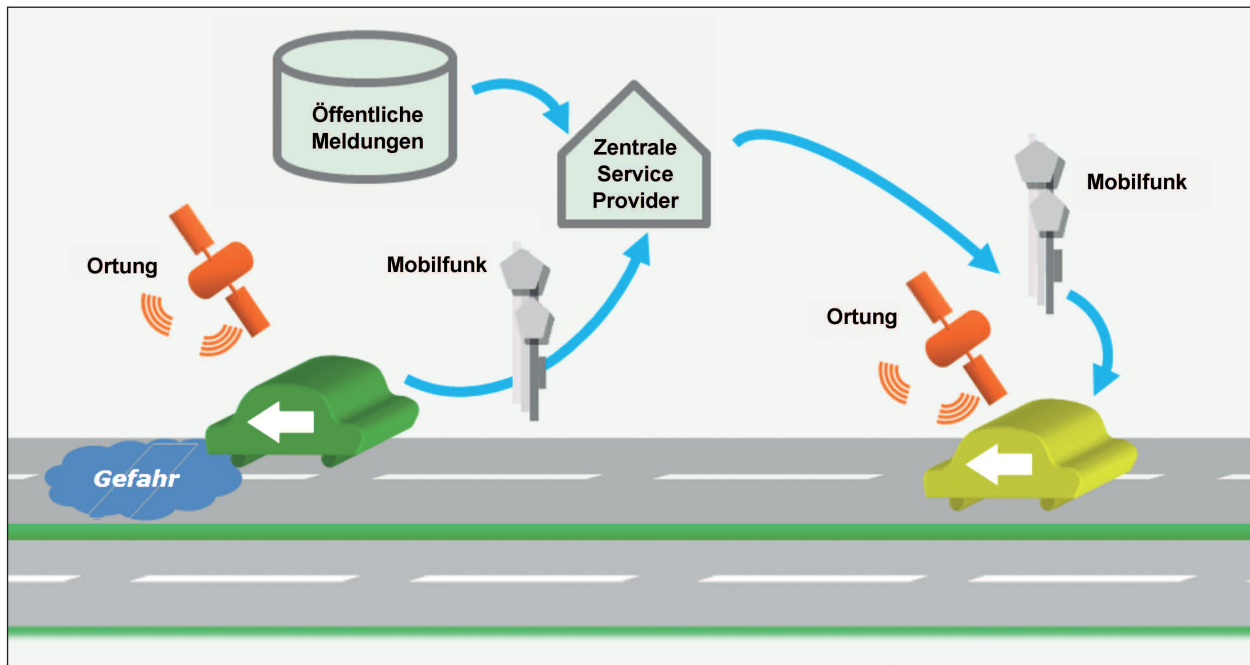


Bild 5: Vereinfachte Skizze der Systemvariante Verkehrsinfosdienste (privat, kommerziell) – fest eingebautes Gerät

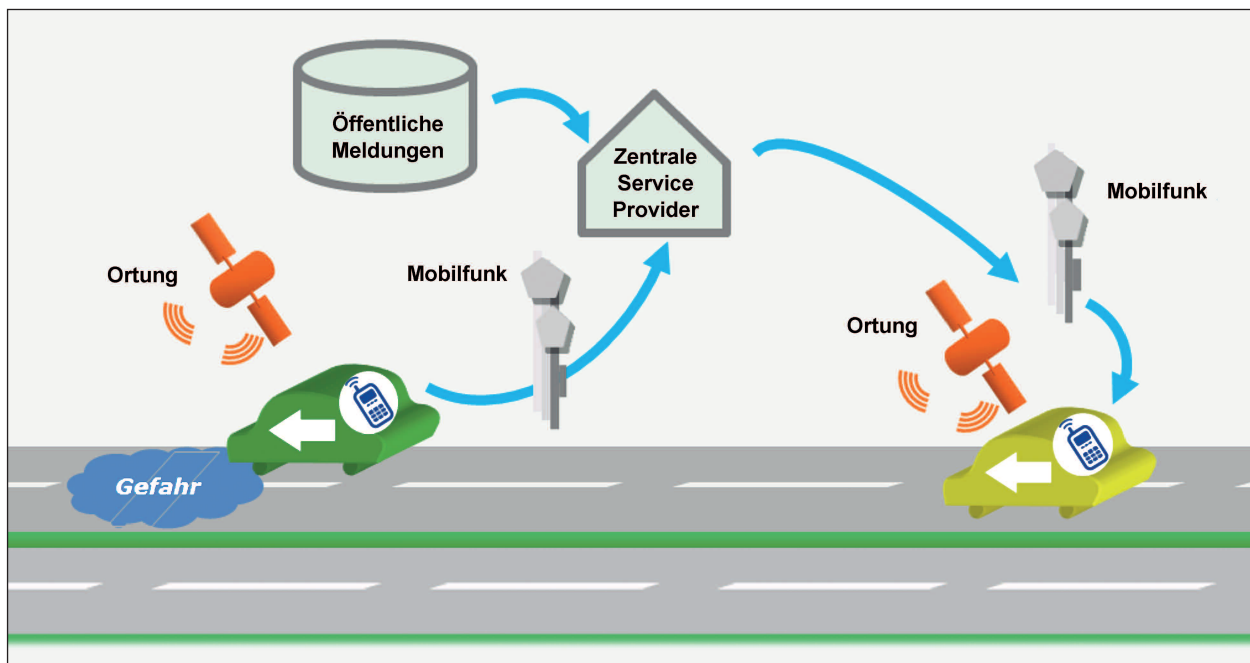


Bild 6: Vereinfachte Skizze der Systemvariante Verkehrsinfosdienste (privat, kommerziell) – mobiles Gerät

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Die Erfassung erfolgt über beim Service-Anbieter registrierte Fahrzeuge, die zugestimmt haben, dass eigene Daten über Gefahren an die Zentrale des Service Providers gemeldet werden. Prinzipiell kann die Funktion von einem eingebauten Fahrzeuggerät sowie von einem mobilen Endgerät erfüllt werden. Beim eingebauten Fahrzeuggerät können jedoch mehr Daten der Fahrzeugsteuerung herangezogen werden, was beim mobilen Gerät (heute noch) nicht möglich ist. Darüber hinaus werden die öffentlichen frei zugänglichen Meldungen und Daten zusätzlich genutzt. 	Die Fusionierung und Auswertung der Meldungen erfolgen in der privaten Zentrale.	Die Anzeige erfolgt für den Fahrer im Fahrzeuggerät, z. B. Navigationsgerät oder mobiles Endgerät.
Verantwortliche	Privater Service-Anbieter, plus öffentliche Meldungen und Daten (Straßenbetreiber, Polizei, ADAC)	Privater Service-Anbieter	Endgerätehersteller



Kommunikationsmedium	Mobilfunk unterschiedlicher Generationen: 2G/GSM-Standards (Global System for Mobile Communications) <ul style="list-style-type: none"> 3G/UMTS Standards (Universal Mobile Telecommunications System) 4G/LTE Standards (Long-Term-Evolution) Internet-Verbindung (öffentliche Meldungen)	Mobilfunk (siehe links). oder analoger privater Rundfunk, digitaler privater Rundfunk
Datenprotokollstandard	Proprietär (Mobilfunk) Ziel-Protokoll für öffentliche Meldungen und Daten: DATEX II	Mobilfunk: TPEG (über IP); ggf. proprietär, wenn Service-Anbieter eigene Endgeräte vertreibt. Privater Rundfunk: Analog: RDS-TMC verschlüsselt durch LCL-Verteilung Digital: TPEG-verschlüsselt

2.4 IVS-Variante: Fahrzeugautonome Fahrerassistenzsysteme

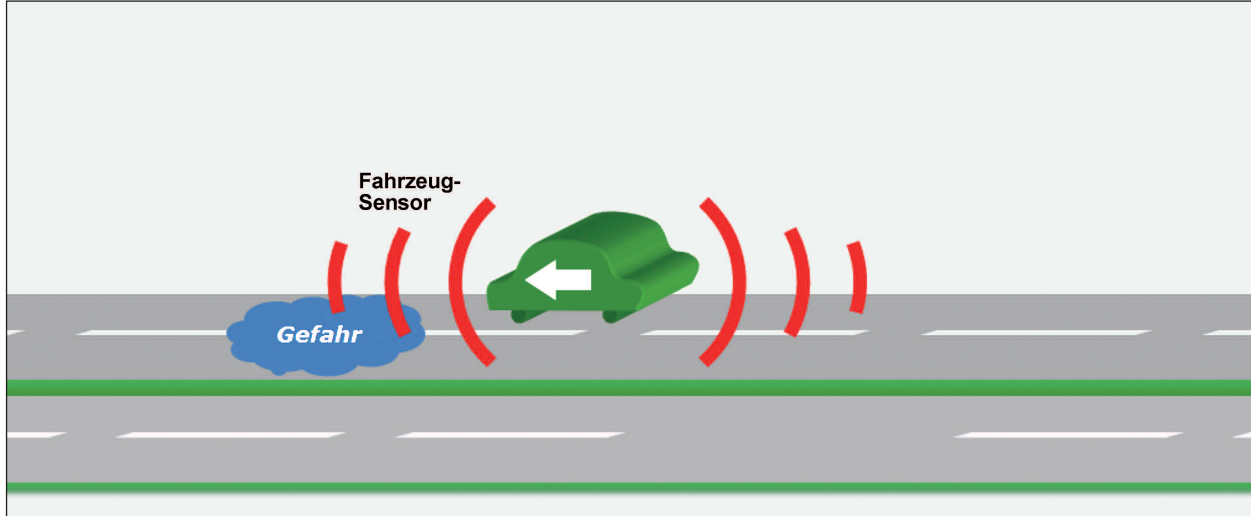


Bild 7: Fahrzeugautonome Fahrerassistenzsysteme

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	Die Erfassung erfolgt über fahrzeugeigene Sensorik.	Die Auswertung der Daten erfolgt im Fahrzeuggerät.	Die Anzeige erfolgt für den Fahrer im Fahrzeuggerät, z. B. fest verbautes Navigationsgerät.
Verantwortliche	Automobilindustrie	Automobilindustrie	Automobilindustrie



Kommunikationsmedium	Keine Kommunikation außerhalb des Fahrzeugs	Keine Kommunikation außerhalb des Fahrzeugs
Datenprotokollstandard	Proprietär (innerhalb des Fahrzeugs)	Proprietär (innerhalb des Fahrzeugs)

2.5 IVS-Variante: Fahrzeug-Fahrzeug-Systeme (C2C)

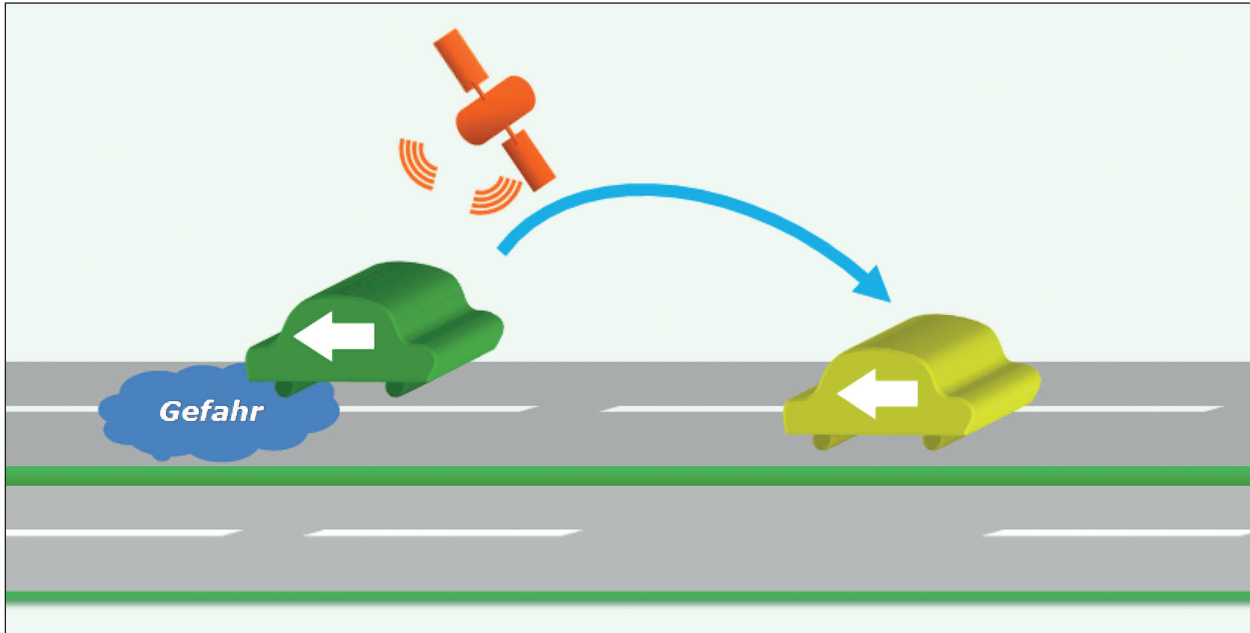


Bild 8: Vereinfachte Skizze der Systemvariante Fahrzeug-Fahrzeug

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	Das grüne Fahrzeug (Sensorik) detektiert die Gefahrenstelle. Der Ort der Gefahrenstelle wird mit GPS- (bzw. Galileo)-Koordinaten verknüpft.	Die Auswertung kann in beiden Fahrzeuggeräten, dem Sendenden oder dem Empfangenden, erfolgen.	Die Anzeige für den Fahrer erfolgt im Fahrzeuggerät des gelben Fahrzeugs, z. B. fest verbautes Navigationsgerät.
Verantwortliche	Automobilindustrie ¹	Automobilindustrie	Automobilindustrie



Kommunikationsmedium	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)
Datenprotokollstandard	CAM – Cooperative Awareness Message (Standard: ETSI TS 102637-2)	DENM – Decentralized Environmental Notification Message (Standard: ETSI TS 102637-3)

¹ Erfordert eine Anwendung die Zustimmung des Fahrzeugführers, so ist davon auszugehen, dass die Zuständigkeit/ Verantwortlichkeit beim Fahrzeugführer liegt. Bei anderen Anwendungen liegt die Verfügungsbefugnis bei der Automobilindustrie.

2.6 IVS-Variante: Fahrzeug-Infrastruktur-Systeme (C2I) – nur lokal unterstützend

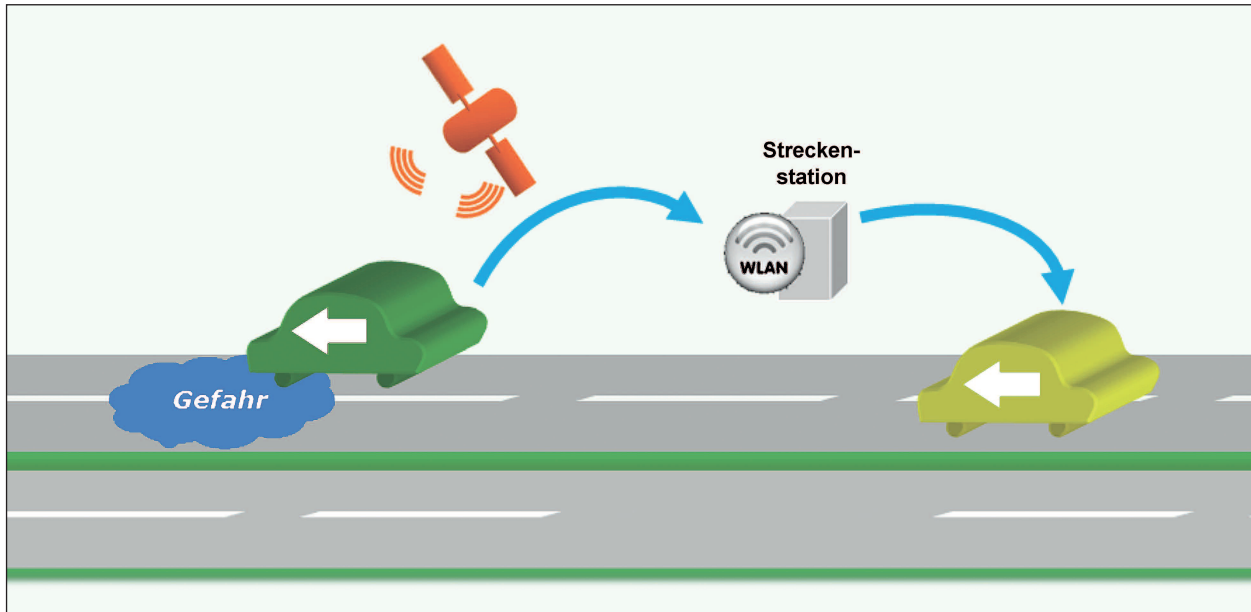


Bild 9: Vereinfachte Skizze der Systemvariante Fahrzeug-Infrastruktur-Systeme (C2I) – nur lokal unterstützend

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	Das grüne Fahrzeug (Sensorik) detektiert die Gefahrenstelle. Der Ort der Gefahrenstelle wird mit GPS- (bzw. Galileo)-Koordinaten verknüpft.	Die Auswertung kann in beiden Fahrzeuggeräten erfolgen.	Die Anzeige für den Fahrer erfolgt im Fahrzeuggerät des gelben Fahrzeugs, z. B. fest verbautes Navigationsgerät.
Verantwortliche	Automobilindustrie ²	Automobilindustrie	Automobilindustrie



	Die Kommunikation erfolgt über eine Streckenstation (mit Road Side ITS Station) zur Überbrückung großer Fahrzeugabstände („Hopping“). Keine inhaltliche Aufbereitung in der Streckenstation.	
Kommunikationsmedium	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)
Datenprotokollstandard	CAM – Cooperative Awareness Message (Standard: ETSI TS 102637-2)	DENM – Decentralized Environmental Notification Message (Standard: ETSI TS 102637-3)

² Erfordert eine Anwendung die Zustimmung des Fahrzeugführers, so ist davon auszugehen, dass die Zuständigkeit/ Verantwortlichkeit beim Fahrzeugführer liegt. Bei anderen Anwendungen liegt die Verfügungsbefugnis bei der Automobilindustrie.

2.7 IVS-Variante: Fahrzeug-Infrastruktur-Systeme (C2I) – mit Zentrale

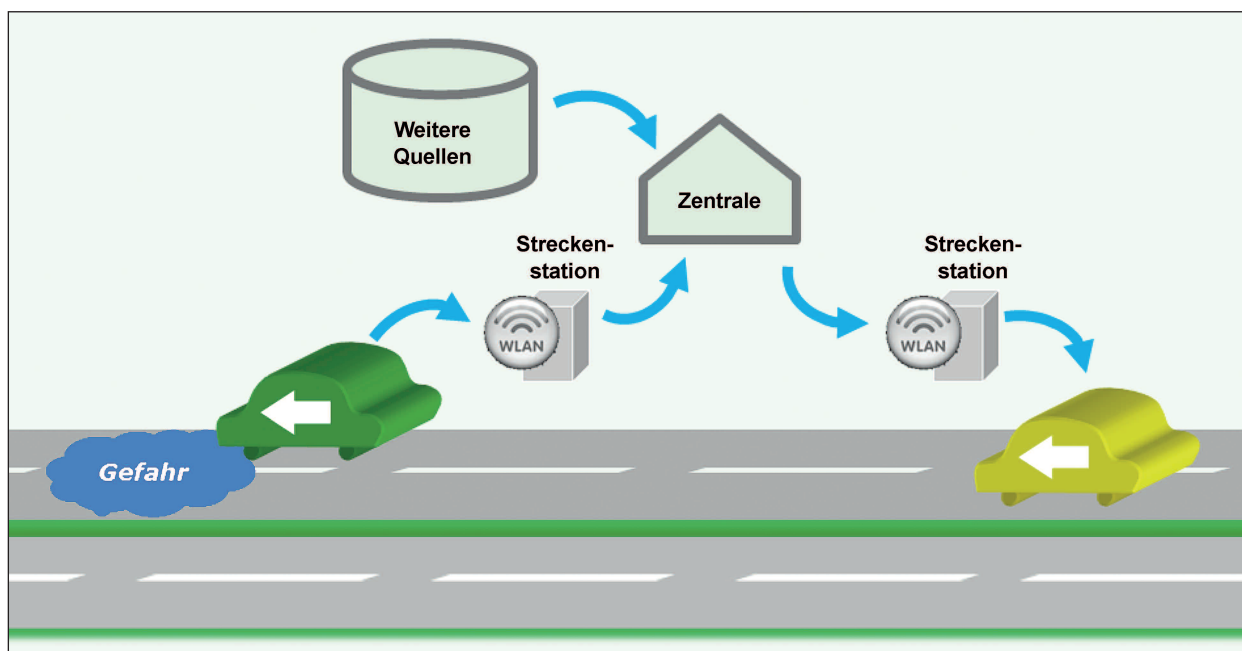


Bild 10: Vereinfachte Skizze der Systemvariante Fahrzeug-Infrastruktur-Systeme (C2I) – mit Zentrale

	Erfassung	Auswertung	Anzeige
Beschreibung	Das grüne Fahrzeug (Sensorik) detektiert die Gefahrenstelle. Der Ort der Gefahrenstelle wird mit GPS- (bzw. Galileo)-Koordinaten verknüpft. Darüber hinaus werden weitere Meldungen zusätzlich genutzt.	Die Auswertung erfolgt in der Zentrale.	Die Anzeige für den Fahrer erfolgt im Fahrzeuggerät des gelben Fahrzeugs, z. B. fest verbautes Navigationsgerät.
Verantwortliche	Automobilindustrie ³ Straßenbetreiber und andere (weitere Quellen)	Straßenbetreiber und/oder privater Betreiber	Automobilindustrie



Kommunikationsmedium	Fahrzeug-Streckenstation: ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663) Streckenstation-Zentrale: wie vorhanden (üblicherweise Kabel)	Zentrale-Streckenstation: wie vorhanden (üblicherweise Kabel) Streckenstation-Fahrzeug: ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)
Datenprotokollstandard	CAM – Cooperative Awareness Message (Standard: ETSI TS 102637-2)	DENM – Decentralized Environmental Notification Message (Standard: ETSI TS 102637-3)

³ Erfordert eine Anwendung die Zustimmung des Fahrzeugführers, so ist davon auszugehen, dass die Zuständigkeit/ Verantwortlichkeit beim Fahrzeugführer liegt. Bei anderen Anwendungen liegt die Verfügungsbefugnis bei der Automobilindustrie.

3 Matrix der IVS-Systembausteine

Grundsätzlich können alle IVS-Systembausteine, wie sie oben in prototypischen Anordnungen beschrieben wurden, miteinander verknüpft werden. Für bestimmte Anwendungen ist eine Verknüpfung der Systeme – über die heute praktizierte hinaus – sogar eine wesentliche Voraussetzung für eine Erhöhung der Qualität zur Zielerreichung.

Jedoch birgt das Zusammenführen der IVS-Systembausteine vielfältige Herausforderungen auf organisatorischer, funktionaler und technischer Ebene.

Erfassung	Kommunikation	Auswertung	Kommunikation	Anzeige
Straßenseitiger Detektor (Induktionsschleifen, Überkopfsensor, Video etc.) des öffentlichen Straßenbetreibers	Lichtwellenleiter- bzw. Kupferkabel (nur ortsfeste Sensoren) Mobilfunk (2., 3. und 4. Generation) ETSI ITS G5 (zukünftig)	Auswertung in einer Zentrale des Straßenbetreibers (VRZ, VLZ)	Lichtwellenleiter- bzw. Kupferkabel (nur ortsfeste Anzeigen) Mobilfunk (2., 3. und 4. Generation) Analoger Rundfunk, Digitaler Rundfunk ETSI ITS G5 (zukünftig)	Anzeige auf einem dynamischen Schild bzw. Steuerung durch eine Lichtsignalanlage
Straßenseitiger Detektor (Überkopfsensor, Video etc.) kommerzieller Anbieter		Auswertung in einer Zentrale eines kommerziellen Anbieters		Anzeige im eingebauten Fahrzeuggerät (visuell, akustisch oder haptisch)
Eingebautes Fahrzeuggerät als Sensor mit GPS-Ortung (kommerzieller Anbieter)		Auswertung in der Verkehrsredaktion einer Rundfunkanstalt		Anzeige im mobilen Endgerät (visuell oder akustisch)
Mobiles Endgerät als Sensor mit GPS-Ortung (kommerzieller Anbieter) ggf. Nutzung einer App		Auswertung in der straßenseitigen Infrastruktur (z. B. Streckenstation)		
Mobiles Endgerät als Sensor mit Mobilfunkortung (kommerzieller Anbieter) (Floating Phone Data)		Auswertung im eingebauten Fahrzeuggerät		
Fahrer als Sensor sowohl für unentgeltliche als auch kommerzielle Anbieter		Auswertung im mobilen Endgerät		

Bild 11: Matrix der IVS-Systembausteine

4 Herausforderungen einer Vernetzung der IVS-Systembausteine

4.1 Organisatorische Herausforderungen

Den einzelnen IVS-Systembausteinen sind unterschiedliche Verantwortliche zugeordnet. In den in Kapitel 2 beschriebenen prototypischen IVS-Varianten ist die Zusammensetzung der Beteiligten in den einzelnen IVS-Varianten weitestgehend homogen oder beruht auf langjährigen Vereinbarungen. Bei den vielen neuen Möglichkeiten, die sich aus einer freien Verknüpfung der einzelnen Bausteine ergeben, wird sich dies verändern. Akteure aus verschiedenen Bereichen werden gemeinsam zur Umsetzung eines Anwendungsfalles beitragen. Die Verantwortlichkeiten zwischen den Akteuren können sich verschieben. Es ergeben sich daraus heterogene organisatorische Strukturen, die die Transaktionskosten erhöhen. Transaktionskosten stellen allgemein die Kosten der Inanspruchnahme des Marktmechanismus (im Rahmen des Kalküls zwischen Eigenfertigung oder Fremdbezug von Leistungen über den Markt) dar.

Unter Transaktionskosten werden hier die Aufwände verstanden, die durch die nun erforderliche Zusammenarbeit der Beteiligten entstehen. Transaktionskosten zeichnen sich durch folgende Bestandteile aus:

- Kosten, bevor die Transaktion ausgeführt wird, z. B.:
 - Informationsbeschaffungskosten (z. B. Informationssuche über potenzielle Transaktionspartner),
 - Anbahnungskosten (z. B. Kontaktaufnahme),
 - Vereinbarungskosten (z. B. Verhandlungen, Vertragsformulierung, Einigung).
- Kosten, nachdem die Transaktion ausgeführt wurde, z. B.:
 - Abwicklungskosten (z. B. Transportkosten, Datenkommunikationskosten),
 - Kontrollkosten (z. B. Einhaltung von Termin-, Qualitäts-, Mengen-, Preis- und Geheimhaltungsabsprachen, Abnahme der Lieferung),
 - Änderungskosten/Anpassungskosten (z. B. Termin-, Qualitäts-, Mengen- und Preisänderungen).

Transaktionskosten können prohibitiv hoch sein, was zur Folge haben kann, dass keine Kooperation zwischen den Beteiligten zustande kommt.

Für spezifische Investitionen und spezifisches Wissen, wie z. B. bei der Vernetzung intelligenter Verkehrssysteme erforderlich, kann der Fall eintreten, dass sowohl Marktlösungen mit vielen Beteiligten als auch Lösungen mit einem einzigen Beteiligten zu keinen effizienten Ergebnissen führen. Hier muss daher die Herausbildung einer Kooperation im Ansatz einer hybriden Steuerung, das heißt in Form einer strategischen Allianz zwischen allen (rechtlich selbstständigen) Beteiligten an der Vernetzung der IVS, erfolgen.

Aus der Perspektive eines Straßenbetreibers und Straßenbaulastträgers stellt sich vor der Zusammenstellung neuer IVS-Varianten für einen Anwendungsfall die Frage, welche der anfallenden Aufgaben an private Partner übertragen werden können. Entsprechend ergeben sich diverse Auswahlmöglichkeiten, was die Kombination der IVS-Systembausteine angeht. Die Inhalte, die sich hinter Erfassung, Auswertung und Anzeige verbergen, werden zumeist sowohl von privater als auch staatlicher Seite bereitgestellt (z. B. Auswertung in einer Zentrale).

Fällt die Entscheidung zur Einbindung neuer Akteure, so muss geklärt werden, wie dies auch formal ausgestaltet werden kann. Der Einbezug neuer Partner bedarf einer entsprechenden vertraglichen Regelung, in der festgeschrieben wird, was beide Seiten sich gegenseitig zusichern. Verordnungen und Regelwerke sichern übergeordnet die Qualität für die Umsetzung der Anwendungsfälle und machen detaillierte Vorgaben, was die technischen Details der Umsetzung angeht, z. B. welche Standards einzusetzen sind.

Überträgt der Straßenbetreiber/Baulastträger in neuen IVS-Varianten vermehrt Aufgaben an Partner, die bisher in seinem eigenen Zuständigkeitsbereich lagen, so muss zudem geklärt werden, in welchen Bereichen die übergeordnete abschließende Kontrolle erhalten bleiben muss und wie dies gemeinsam mit den Partnern umgesetzt werden kann.

Neben den Herausforderungen, die sich auf die Verteilung der Verantwortlichkeiten und Aufgaben beziehen, ist zudem die Finanzierung zu klären. Auch hier kann keine allgemeingültige Aussage getroffen werden, da auch diese Herausforderung von

der betrachteten Anwendung abhängig ist. So kann hinter kostenpflichtigen Anwendungen ein Geschäftsmodell für einzelne Partner stehen. Für unentgeltliche Dienste müssen alternative Wege der Finanzierung erarbeitet werden.

4.2 Funktionale Herausforderungen

Neben den organisatorischen Herausforderungen sind auch verschiedene funktionale Fragen vor einer Zusammenstellung neuer IVS-Varianten zu lösen. Diese zielen auf den funktionalen Aufbau einer zukünftigen IVS-Variante, d. h., welche IVS-Systembausteine für die Zusammenstellung einer neuen Prozesskette (Bild 2) gewählt werden. Wie aus Bild 11 ersichtlich ist, besteht für die einzelnen Prozessschritte Erfassung, Auswertung und Anzeige eine große Zahl unterschiedlicher Möglichkeiten mit teilweise redundanten Funktionalitäten.

Für den ersten Teil der Prozesskette, die Erfassung, stehen Daten aus diversen Quellen zur Verfügung, die sowohl auf straßenseitiger wie auch fahrzeugseitiger Detektion beruhen. Da beide Quellen voraussichtlich kein identisches Abbild der Situation liefern, profitiert das Ergebnis eines Anwendungsfalls von einer logischen Kombination der straßen- und fahrzeugseitigen Datenerfassung. Aufgrund der zahlreichen Möglichkeiten, die sich für die Erfassung ergeben, besteht die Möglichkeit, unterschiedliche Zusammenstellungsverhältnisse zwischen straßenseitigen und fahrzeugseitigen Daten zu wählen. Die optimale Mischung muss spezifisch für den Anwendungsfall und die IVS-Variante ermittelt werden (Stichwort: Datenfusion und Plausibilitätskontrolle).

Die Bereitstellung der Daten für die Auswertung kann nicht nur auf direktem Weg durch den/die Verantwortlichen für die Erfassung erfolgen, sondern eine Verteilung über Dritte ist ebenfalls möglich. Zum Einsatz kommt in diesem Fall eine Plattform wie beispielsweise der MDM⁴ (Mobilitäts-Daten-Marktplatz), welcher den Handel mit Daten unterschiedlicher Verarbeitungstiefe zwischen Partner ermöglicht und unterstützt.

Im letzten Schritt der Prozesskette, der Anzeige, wird dem Fahrer auf unterschiedliche Weise das

Ergebnis eines Anwendungsfalls dargeboten. Hierfür stehen zahlreiche Möglichkeiten zur Verfügung: auf der bereits bestehenden straßenseitigen Ausstattung, beispielsweise durch Wechselverkehrszeichen oder dWiSta, oder im Fahrzeug, durch fest eingebaute Geräte oder mobile Endgeräte wie beispielsweise Mobiltelefone. Mit der Vielzahl an Ausgabemöglichkeiten werden auch die Fragen aufgeworfen, in welchem Anwendungsfall welches Medium am geeignetsten ist und wie man eine optimale Mischung zwischen straßenseitiger und fahrzeugseitiger Anzeige erreicht. Zudem bekommt die Konsistenz in der Anzeige der Informationen eine große Bedeutung. Mit unterschiedlichen Ausgabemöglichkeiten besteht auch die Gefahr, dass die dargestellten Informationen widersprüchlich sind und damit schlimmstenfalls einen negativen Einfluss auf die Verkehrssicherheit und den Verkehrsfluss haben. Darüber hinaus gewinnt auch die Frage der Fahrerbeanspruchung und -ablenkung durch inkonsistente Informationen zunehmend an Bedeutung. Mechanismen zur Harmonisierung sind daher von großer Bedeutung, um einen maximalen Nutzen aus dem Einsatz einer Anwendung über verschiedene Verantwortlichkeitsbereiche hinweg zu ziehen.

4.3 Technische Herausforderungen

Eine Restrukturierung der einzelnen IVS-Systembausteine zu neuen IVS-Systemvarianten zieht eine Reihe technischer Fragestellung nach sich.

Mit der Vernetzung bisher nicht verknüpfter Bausteine erhält die Kommunikation eine tragende Rolle. Aus diesem Grund muss für die neu geschaffenen Beziehungen eine Verbindung zum Datenaustausch etabliert werden, welche den anwendungsspezifischen Anforderungen gerecht wird. Technisch stehen verschiedene Übertragungswege zur Verfügung, die unterschiedliche Vor- und Nachteile aufweisen. Basierend auf den Merkmalen einzelner Kommunikationswege (Ausbau/Verfügbarkeit, Kosten, Leistungsfähigkeit, Latenzzeit) und den Anforderungen der Anwendungen muss ein geeignetes Medium ausgewählt werden. Alternativen bestehen aktuell zwischen Kabel und Mobilfunk (für die Anbindung der Infrastruktur), zwischen analogem und digitalem Rundfunk (insbesondere für die Verteilung von Verkehrsinformationen) und zwischen ETSI ITS G5 und Mobilfunk (zur Kommunikation mit dem Fahrzeug oder mobilen Endgerät).

⁴ <http://www.mdm-portal.de/>

Neben einer Entscheidung für ein bestimmtes Kommunikationsmedium spielen auch die verfügbaren Datenprotokolle eine Rolle. Für die Übertragung sowohl von Rohdaten als auch verarbeiteter Informationen ist bereits eine Reihe unterschiedlicher Datenprotokolle verfügbar. Diese sind zum Teil spezifisch für bestimmte Anwendungsbereiche entwickelt und nur auf nationaler Ebene gültig (z. B. TLS – Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen).

Existieren für einen Übertragungsweg mehrere unterschiedliche Protokolle, die den gleichen Zweck verfolgen (z. B. TPEG, TMC), stellt dies höhere Anforderungen an die Empfängergeräte, die schlimmstenfalls beide „Sprachen“ verstehen müssen. Sollen neue Quellen und Empfänger oder neue Medien (ETSI ITS G5) erschlossen werden, werden in der Regel neue Protokolle benötigt, wie sie beispielsweise speziell für Kooperative Systeme mit der CAM (Cooperative Awareness Message) und DENM (Decentralized Environmental Notification Message) entwickelt wurden. Hier ist jedoch vermehrt auf Harmonisierung mit bestehenden Protokollstandards zu achten. Teils genügen Anpassungen bestehender Protokolle oder die Schaffung von Umsetzern/Wandlern für die Endgeräte.

Für den Nutzen einer Meldung für den Fahrer, insbesondere wenn er diese über ein mobiles Endgerät (Fahrzeug, Navigationsgerät, Mobiltelefon) erhält, hat die Ortsreferenzierung eine große Bedeutung. Bisher gibt es verschiedene Möglichkeiten, eine Position zu kodieren, exemplarisch zu nennen sind OKSTRA, GDF, AGORA-C, OPEN LR etc. Um Qualitätsverluste bei der Positionierung eines Ereignisses zu vermeiden, müssen sich die Verantwortlichen der unterschiedlichen Verarbeitungsschritte auf ein gemeinsames Referenzkoordinaten- und Codierungssystem einigen. Die Nutzung einer einheitlichen Karte bei allen Beteiligten erscheint heute aufgrund der historischen Entwicklungen nicht umsetzbar.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Für die vier Systemsparten Intelligenter Verkehrssysteme – die Straßenverkehrstechnik/-telematik, die Verkehrsinformationsdienste, die autonomen Fahrerassistenzsysteme und die Kooperativen Systeme – wurden entlang der Prozesskette Intelligenter Ver-

kehrssysteme exemplarisch die unterschiedlichen Umsetzungsmöglichkeiten einer Anwendung zur Gefahrenwarnung dargestellt (Kapitel 2).

Mittels dieser Beispiele konnten die Vielfalt der Verantwortlichkeiten und die damit verknüpften Aufgaben in den einzelnen Prozessschritten sowie die unterschiedlichen Kommunikationswege und Protokolle zur Verknüpfung der einzelnen Elemente aufgezeigt werden. In der Zusammenführung und Gesamtbetrachtung ergibt sich ein facettenreiches Bild des Gesamtsystems „Intelligente Verkehrssysteme“.

Die Weiterentwicklung und Gestaltung neuer Kombinationen auf Basis dieses Baukastens versprechen großen Nutzen und Fortschritt hinsichtlich der Umsetzung der politischen und gesellschaftlichen Ziele im Bereich des Straßenverkehrs. Dies wird begleitet sein von zahlreichen Herausforderungen organisatorischer, funktionaler und technischer Natur (Kapitel 4).

Vernetzung und die damit eng verbundene Kommunikation zwischen Akteuren und Systemkomponenten gewinnen zunehmend an Bedeutung. Leistungsfähige Technologien eröffnen zahlreiche neue Möglichkeiten. Nicht nur im Bereich des Straßenverkehrs ermöglichen der Austausch von Daten und die Zusammenarbeit bislang separater Zuständigkeitsbereiche Synergien, die im Sinne des gemeinsamen Ziels deutliche Weiterentwicklungen versprechen.

Die aufgezeigte Vielfalt soll als Grundlage für den Entwurf neuer IVS-Varianten dienen, anhand derer den zukünftigen Herausforderungen des Straßenverkehrs begegnet werden kann. Diese IVS-Varianten werden den Weg für neue, wertvolle und innovative Implementierungen vorbereiten, welche wiederum einen großen Beitrag zur Verbesserung von Verkehrssicherheit und -effizienz leisten werden.

Die Analyse der hier aufgeführten Grundlagen ist bereits und wird auch zukünftig in eine Vielzahl von Aktivitäten einfließen, z. B.:

- die Standardisierung von Rollen und Verantwortlichkeiten bei kooperativen Systemen,
- die Standardisierung erforderlicher Datenprotokolle,
- den Aufbau des Mobilitäts-Daten-Marktplatzes,
- die Vorüberlegungen zu einer Rahmenarchitektur für IVS in Deutschland,

- die Abschätzung der Machbarkeit von Einführungsszenarien für kooperative Systeme,
- diverse Stakeholder-Analysen in Projekten (z. B. Easyway),
- die Entwicklung von Methoden für den Prozess der Auswahl geeigneter IVS-Systembaustein-kombinationen für bestimmte Anwendungsfälle sowie deren vergleichende Bewertung im Hinblick auf den Praxiseinsatz (z. B. flächen-deckende Verkehrserfassung, Interoperabilität individuelle Navigation und Netzbeeinflussung),
- Anpassung an und Weiterentwicklung bestehender Infrastruktur.

1 Introduction

Increasing traffic safety and efficiency while reducing negative impacts of road traffic on the environment are goals of both politics and society and are achieved by a multitude of measures.

The following report will describe and compare solutions in the area of so-called intelligent transport systems (ITS).

Traffic is defined by the interplay of road(+surroundings), vehicle and driver. The term "intelligent" is merited due to the gathering and evaluation of data, which leads to an increase in knowledge in the respective field. Therefore, ITS defines systems that employ advanced information- and communication technologies – such as PC (wireless) networks, Internet and mobile communications, digital broadcasting, satellite-based positioning – to achieve goals in the area of road traffic.

The solutions analyzed here will be structured into the following historically developed divisions:

- Road traffic management,
- Traffic Information Services,
- Driver Assistance Systems,
- Co-operative Systems (C-ITS).

These system divisions were developed mostly independently, and by different authorities at different times. Even though there are already several connections from a technical and organisational perspective, these systems still do not work together optimally. This leads to a lot of squandered potential regarding the above-mentioned goals in traffic policies.

Therefore, the rigid separation of the previously selected divisions will be dissolved in the further course of the report. Instead, a matrix will display the possible and necessary measures to merge the different system components.

This work aims to give an overview on the different possible solutions and outline an aspired converging of the systems. The underlying goal is to lay the groundwork for further studies, especially by defining a framework structure as well as describing implementation scenarios for systems that are not yet on the market.

1.1 Use cases for ITS

Intelligent transport systems can be applied in various scenarios. In principle the aim is always to detect an event which is relevant in regard to road traffic and then proceed to generate information, warnings or directions for the driver (Figure 1).

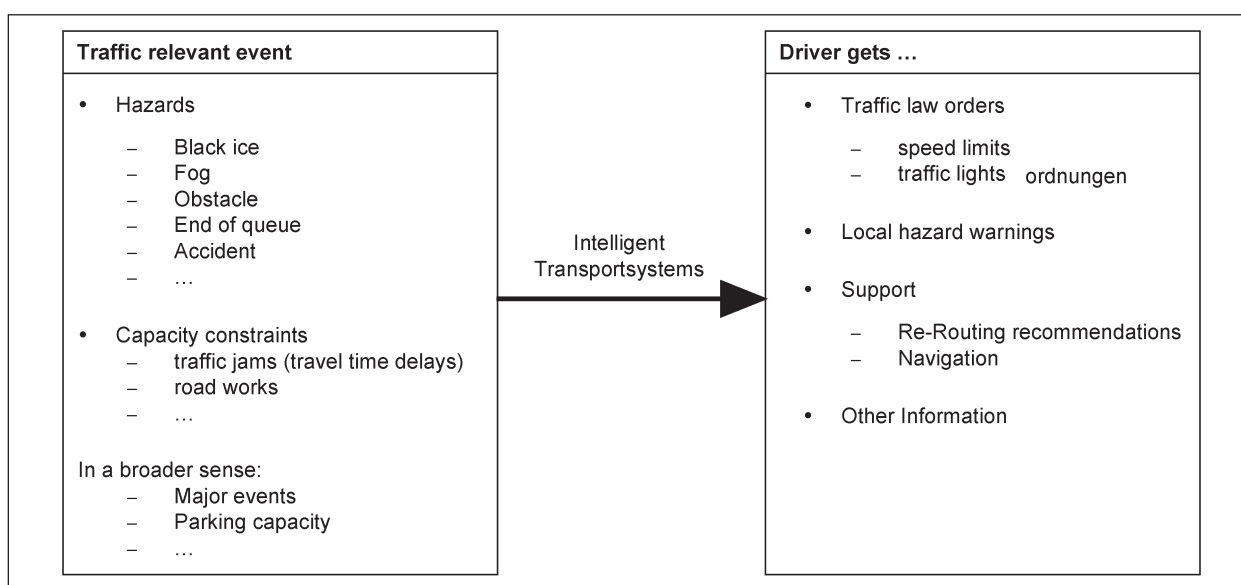


Fig. 1: Use Cases for IVS

1.2 The ITS processing chain

All ITS system variants have a common processing chain. All solutions require data on the traffic-relevant event or status (detection), which is then processed and interpreted (evaluation) and finally made available to the driver (presentation) (Figure 2).

The ITS system variants usually only vary in the ways in which communication is achieved between the different processing steps and the participants. On the following pages, the differences and similarities of ITS system variants will be portrayed with the help of this processing chain.

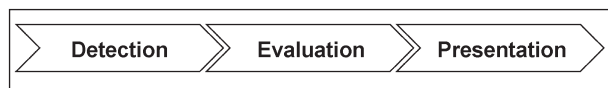


Fig. 2: Simplified ITS processing chain

1.3 ITS Actors and ITS function modules

The following actors are normally participants in implementing and operating intelligent transport systems in Germany.

Apart from the actors mentioned in Table 1, which are principally concerned with the execution of the different scenarios along the process chain (Figure 2), there are several other required parties which may be subordinate but are nevertheless important for the process. These are especially important for the cooperative systems division (C-ITS). Actors concerned with cellular/ETSI ITS G5 security via encryption and pseudonymisation deserve a distinct mention. Due to the many possibilities of providing drivers with applications through mobile devices, a registration and certification point for applications will gain importance in the future.










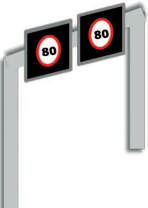
Group	Role in the implementation and operation of ITS
BMVBS	<ul style="list-style-type: none"> As legislator: Creation of a legal framework, Issuing of rules for the operation of traffic control systems As road carrier: Financing of possibly necessary infrastructure, e.g. detection or display systems
Road Operator of the Bundesländer	<ul style="list-style-type: none"> Operation of highway traffic control systems on the level of administration and gathering of data relevant to traffic Operation of subordinate roads
Road Operator of the Municipalities	<ul style="list-style-type: none"> Financing and maintenance of traffic control facilities on a city-level, including the gathering of data relevant to traffic
Electronic industry	<ul style="list-style-type: none"> Development and deployment of devices necessary to operate ITS, e.g. traffic control infrastructure or devices in vehicles
Automotive industry	<ul style="list-style-type: none"> Development and deployment of devices necessary to operate ITS on the vehicular level
Information industry	<ul style="list-style-type: none"> Development and deployment of ITS information services (e.g. private traffic information and navigation services)
Communications industry	<ul style="list-style-type: none"> Development and deployment of ITS communication networks and services (e.g. mobile services)
(Public) broadcasters	<ul style="list-style-type: none"> Development and deployment of the infrastructure necessary to distribute traffic related information Generating and distribution of free of charge traffic information via the public broadcasting network
Registration centers of the traffic warning service (part of the ministry of internal affairs of the Bundesländer)	<ul style="list-style-type: none"> Gathering of traffic data from different sources (traffic centers, police, congestion warning systems) Consolidation and distribution of free of charge traffic information to the public broadcasting services and external providers (no end user service)
Standardisation bodies (DIN, CEN ISO, ETSI)	<ul style="list-style-type: none"> Setting of required standards with the contribution of experts from respective firms and institutions
BMW/BMBF	<ul style="list-style-type: none"> Funding of the economy regarding the needed technologies Partnership with the BMVBS in the joint traffic research program BMW: Release of wave bands to be used in the area of traffic (via the subordinate Bundesnetzagentur institution)

Tab. 1: ITS Actors in Germany

For easier comprehension, each ITS system division will be portrayed in a function schema. The required ITS system components will be displayed as follows (Table 2).

2 Principle operation modes of prototypical ITS system variants

To illustrate the basic operating principle of each division's application cases, the example of the application "Local Hazard Warning" will serve to portray a selection of prototypical ITS system variants. The major point of interest is the display of the central workflows. Supporting activities are not excessively considered.

Icon	ITS System component	Icon	ITS System component
	In-Vehicle Device (built-in vehicle) (Detection, evaluation and presentation are merged for simplification)		Cellular networks (as transmitter and receiver unit)
	Mobile Device (not built-in vehicle) (Detection, evaluation and presentation are merged for simplification)		Broadcast station (as transmitter unit)
	Roadside Detector		Traffic Control Centre/Service Provider's Centre
	Roadside Station/Subcentre (roadside communication and preprocessing unit) Vorverarbeitungseinheit)		GPS/Galileo positioning
	Roadside Station with Roadside ITS Station Use of ETSI ITS G5 for communication		Variable Message Sign – symbolized representation, not according to regulations

Tab. 2: ITS system components

2.1 ITS option: Road Traffic Management

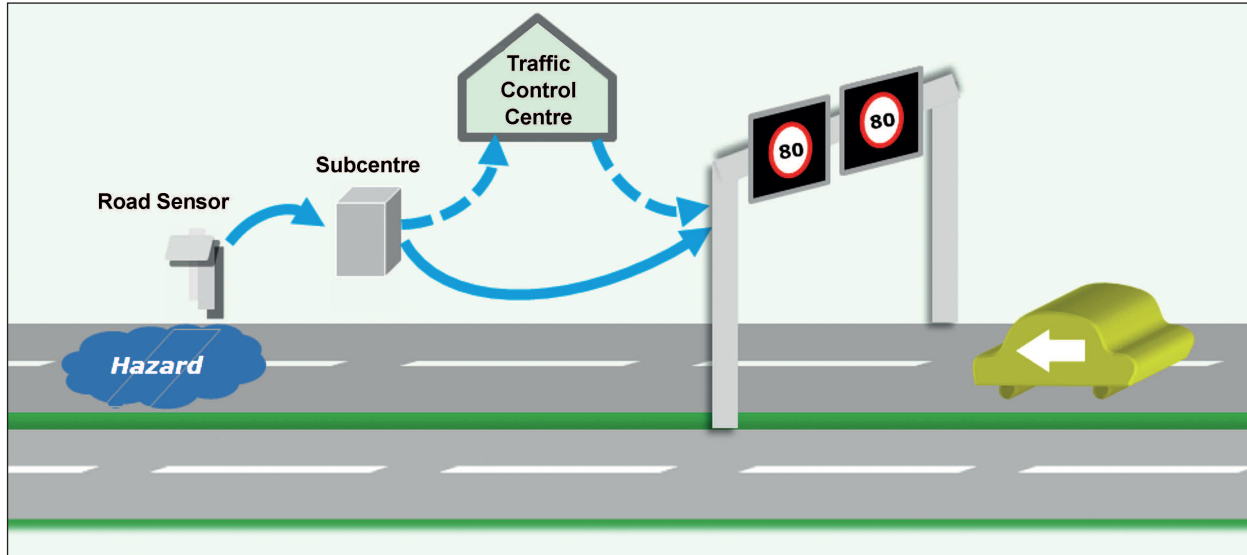


Fig. 3: Simplified sketch of the ITS system variant Road Traffic Management

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	The road sensor detects the hazardous situation.	An evaluation takes place in the subcenter that directly sends commands to the display. A way of communication via the traffic control centre is also intended for surveillance or special circuits.	The dynamic traffic sign displays the result to the driver.
Responsible	Road operator	Road operator	Road operator



Communication bearer	Copper cable, in exceptional cases cellular network	Fiber optic cable, partly copper cable
Data protocol standard	TLS (Technical Terms of Delivery for Road Stations) Partly European standards	TLS (Technical Terms of Delivery for Road Stations) No European standards

2.2 ITS option: Traffic Information Services (public, free of charge)

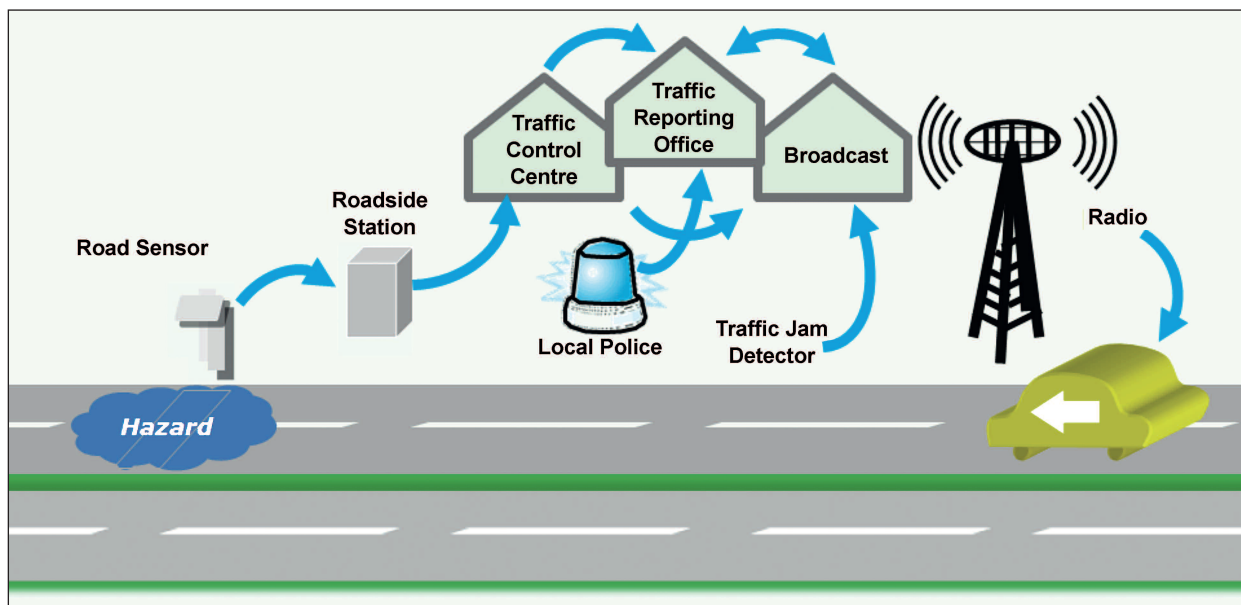


Fig. 4: Simplified sketch of the ITS system variant Traffic Information Services (public, free of charge)

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	<ul style="list-style-type: none"> Detection is achieved via road sensors that send data to a traffic control center (same as with road traffic management), and/or the local police reports the danger to their command center, often triggered by calling traffic participants and/or callers report the danger by calling the ADAC or a public broadcasting service 	<p>The evaluation of automatic detectors is done in the traffic control center. Afterwards, the reports are forwarded to traffic reporting office of the police, where they are processed further and merged with police reports.</p> <p>The new data is then sent to the public broadcasting services, which combine these with congestion warnings and redactional editing. The different centers are also interconnected.</p>	<p>The information is displayed to the driver on the in-vehicle device (e.g. navigation device)</p> <p>and/or</p> <p>the driver hears the warning via spoken broadcasts.</p>
Responsible	<ul style="list-style-type: none"> Road operator, Police, Broadcaster/ADAC (for jam buster) 	<ul style="list-style-type: none"> Road operator, Police, Broadcaster/ADAC 	<p>Device manufacturer (possibly OEM as purchaser) of:</p> <ul style="list-style-type: none"> Radio for spoken traffic messages, Navigation device for TMC-Messages



Communication bearer	<p>Road Operator: Fiber optics, partially copper cable, in exceptional cases cellular networks</p> <p>Police: private mobile radio</p> <p>Broadcast: cellular networks (call)</p>	<p>Analogue Broadcast or in future Digital Broadcast</p>
Data protocol standard	<p>Road Operator: TLS (Technical Terms of Delivery for Road Stations)</p> <p>Police/ADAC: Alert-C protocol of TMC standard for automated propagation</p>	<p>Analogue Broadcast: RDS-TMC (Standard: ISO 14819-Series)</p> <p>Digital Broadcast: TPEG (Standard: ISO 18234-Series for TPEG1, ISO 21219-Series for TPEG2)</p>

2.3 ITS option: Traffic Information Services (private, commercial)

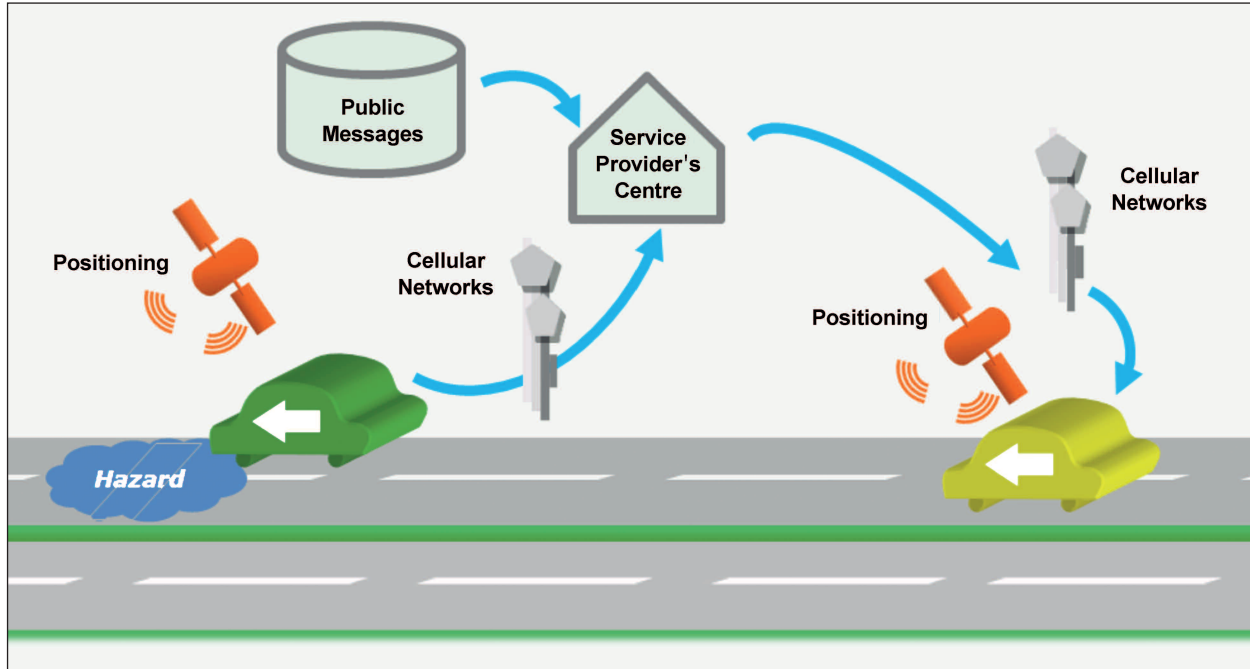


Fig. 5: Simplified sketch of the ITS system variant Traffic Information Services (private, commercial) – in-vehicle device

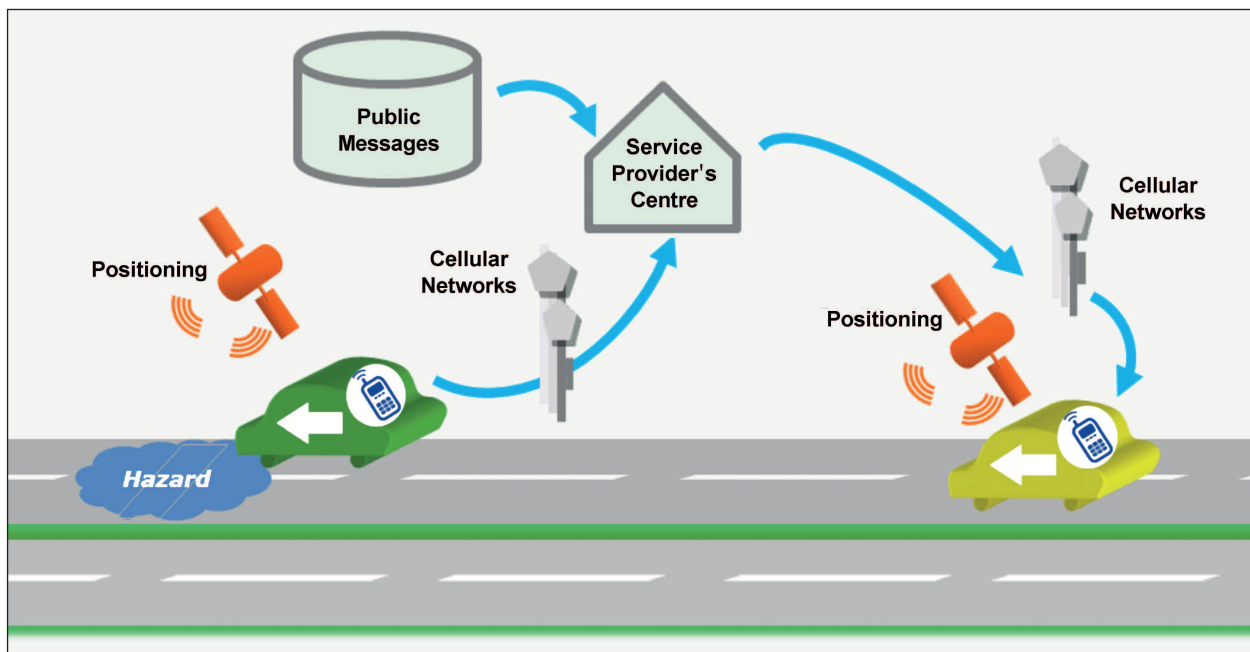


Fig. 6: Simplified sketch of the ITS system variant Traffic Information Services (private, commercial) – mobile device

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Detection is achieved via drivers that have registered with a provider and have given consent that data on hazards is reported to the service provider's center. • This function can be fulfilled via an in-vehicle device as well as a mobile device. However, an in-vehicle device allows the gathering of data on the conducting of the vehicle, something that is (not yet) possible with a mobile device. • Furthermore, the public authority reports and data are used. 	The merging and evaluation of the messages is conducted in a private center.	The information is presented to the driver on the in-vehicle or mobile device.
Responsible	Private Service Provider, plus public messages and data (road operator, police, ADAC)	Private Service Provider	Device Manufacturer



Communication bearer	Cellular Networks – differen generations: <ul style="list-style-type: none"> • 2G/GSM-Standards (Global System for Mobile Communications) • 3G/UMTS Standards (Universal Mobile Telecommunications System) • 4G/LTE Standards (Long-Term-Evolution) Internet Connection (public messages) 	Cellular networks (see left) or analogue private broadcast, digital private broadcast
Data protocol standard	Proprietary (cellular networks) Target protocol for public messages and data: DATEX II	Cellular Networks: TPEG (over IP); evt. proprietary when service provider distributes own devices Private broadcast: Analogue: RDS-TMC encrypted via LCL distribution Digital: TPEG encrypted

2.4 ITS option: Driver Assistance Systems

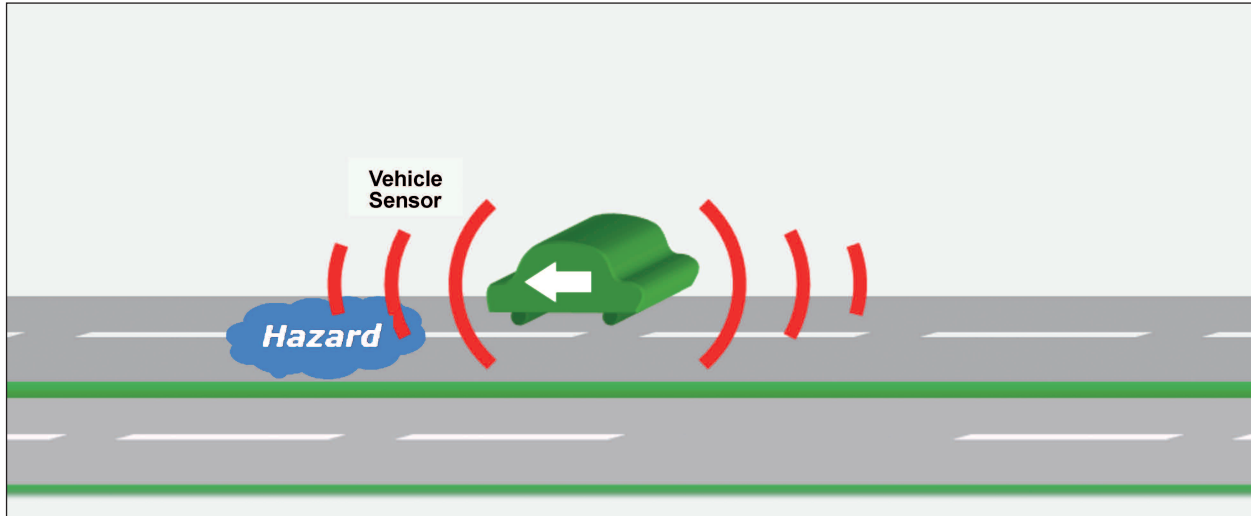


Fig. 7: Autonomous Driver Assistance Systems

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	Detection is achieved via vehicular sensors.	The data is evaluated in the vehicular device.	The information is presented to the driver on the vehicle device, for instance via a fixed device.
Responsible	Automotive industry	Automotive industry	Automotive industry



Communication bearer	No communication outside the vehicle	No communication outside the vehicle
Data protocol standard	Proprietary (vehicle internal)	Proprietary (vehicle internal)

2.5 ITS option: Vehicle-to-Vehicle-Systems (V2V)

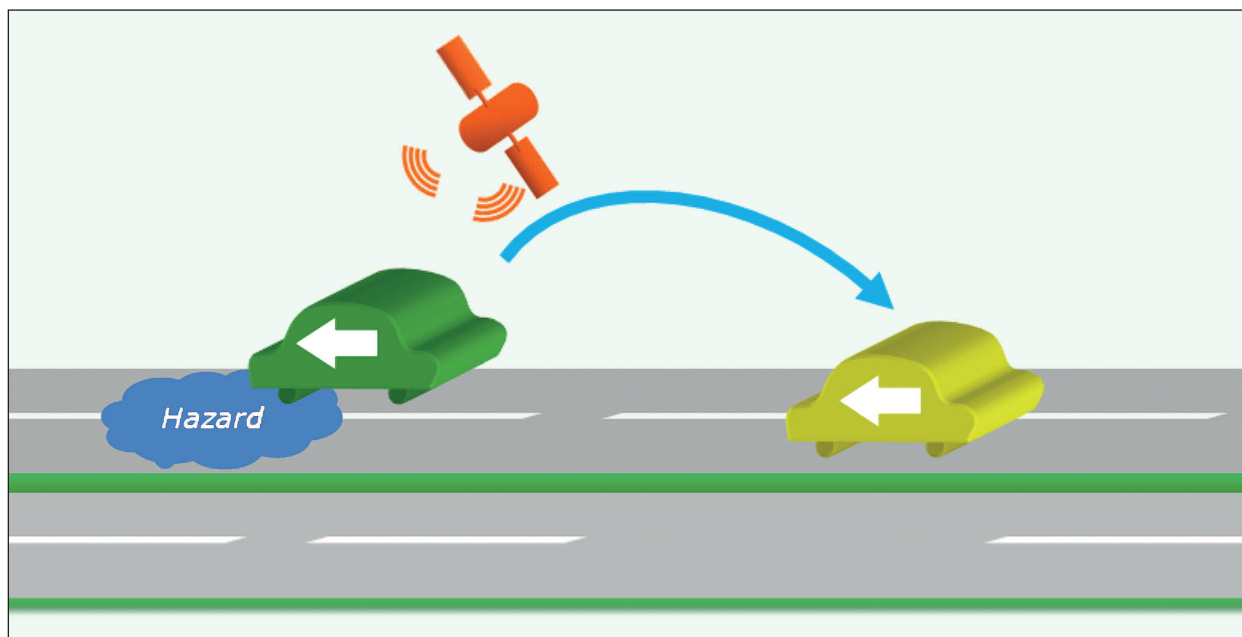


Fig. 8: Simplified sketch of the ITS system variant Vehicle-to-Vehicle Systems (V2V)

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	The green vehicle detects a hazard via sensors. The point in question is then labeled with GPS (or Galileo) coordinates.	Evaluation can be performed in the sending as well as the receiving vehicular device.	The information is presented to the driver of the yellow vehicle via a embedded navigation device.
Responsible	Automotive industry ¹	Automotive industry	Automotive industry



Communication bearer	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)
Data protocol standard	CAM – Cooperative Awareness Message (Standard: ETSI TS 102637-2)	DENM – Decentralized Environmental Notification Message (Standard: ETSI TS 102637-3)

¹ In case that a service requires the consent of the driver it is assumed that the responsibility rests with the driver. For other services the power of disposition rests with the automotive industry.

2.6 ITS option: Vehicle-to-Infrastructure-Systems (V2I) – only local support

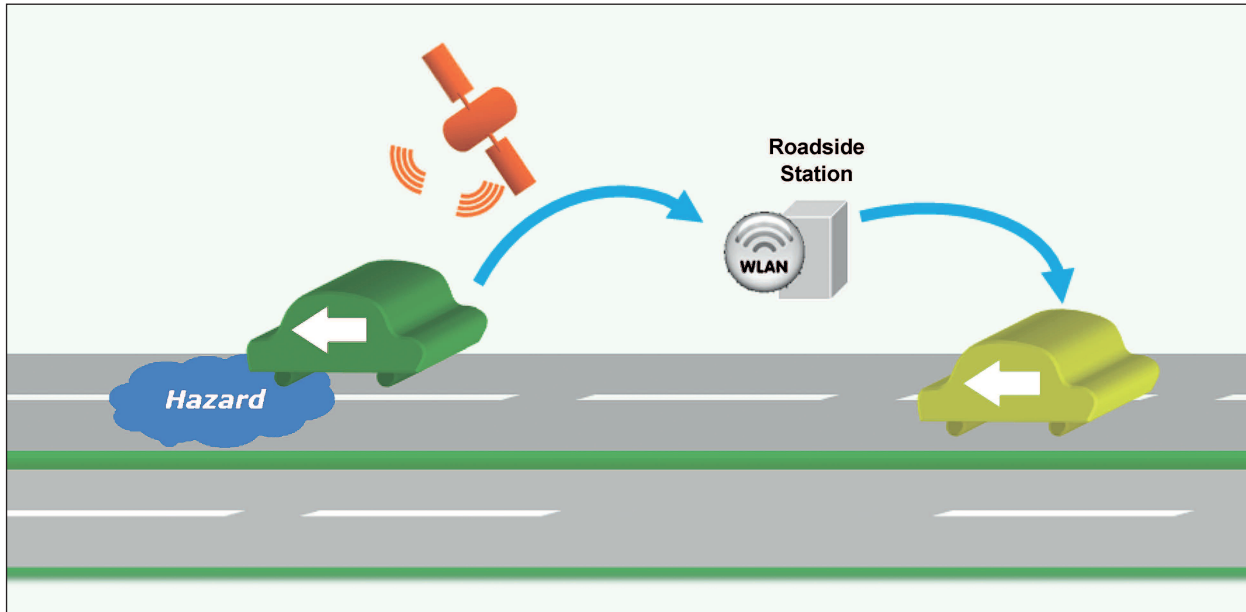


Fig. 9: Simplified sketch of the ITS system variant Vehicle-to-Infrastructure Systems (V2I) – only local support

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	The green vehicle detects a hazard via sensors. The point in question is then labeled with GPS (or Galileo) coordinates.	Evaluation can be performed in the sending as well as the receiving vehicular device.	The information is displayed to the driver of the yellow vehicle via a embedded navigation device.
Responsible	Automotive industry ²	Automotive industry	Automotive industry



	The communication is carried out through the roadside station (with Road Side ITS Station) to bridge large vehicle distances („Hopping“). No processing with regards to content in the roadside station.	
Communication bearer	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)	ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)
Data protocol standard	CAM – Cooperative Awareness Message (Standard: ETSI TS 102637-2)	DENM – Decentralized Environmental Notification Message (Standard: ETSI TS 102637-3)

² In case that a service requires the consent of the driver it is assumed that the responsibility rests with the driver. For other services the power of disposition rests with the automotive industry.

2.7 ITS option: Vehicle-to-Infrastructure-System (V2I) – with Traffic Control Centre

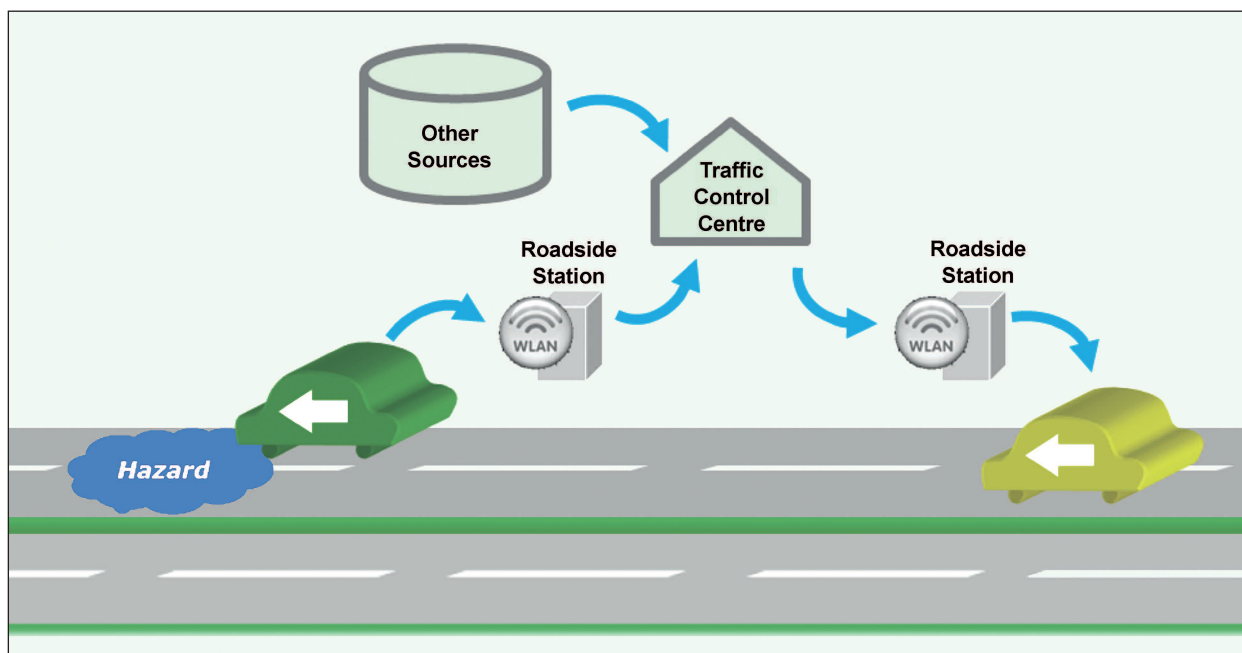


Fig. 10: Simplified sketch of the ITS system variant Vehicle-to-Infrastructure Systems (v2I) – with Traffic Control Centre

	Detection	Evaluation	Presentation
Description	The green vehicle detects a hazard via sensors. The point in question is then labeled with GPS (or Galileo) coordinates. Apart from that, further messages are utilised.	Evaluation is performed by a traffic control centre.	The information is presented to the driver of the yellow vehicle via a fixed navigation device.
Responsible	Automotive industry ³ Road Operator and others (additional sources)	Road Operator and/or private service provider	Automotive industry



Communication bearer	Vehicle – Roadside Station: ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663) Roadside Station – Traffic Control Centre: As available (usually cable)	Traffic Control Centre – Roadside Station: As available (usually cable) Roadside Station – Vehicle: ETSI ITS G5 (Standard: ETSI 202 663)
Data protocol standard	CAM – Cooperative Awareness Message (Standard: ETSI TS 102637-2)	DENM – Decentralized Environmental Notification Message (Standard: ETSI TS 102637-3)

³ In case that a service requires the consent of the driver it is assumed that the responsibility rests with the driver. For other services the power of disposition rests with the automotive industry.

3 Matrix of ITS system components

Basically, all ITS system components described above in prototypic arrangements can be connected. For certain applications, a combination of elements that exceeds the level on which it is done today is essential to achieve higher quality goals.

However, the merging of ITS system components is connected to many organizational, functional and technical challenges.

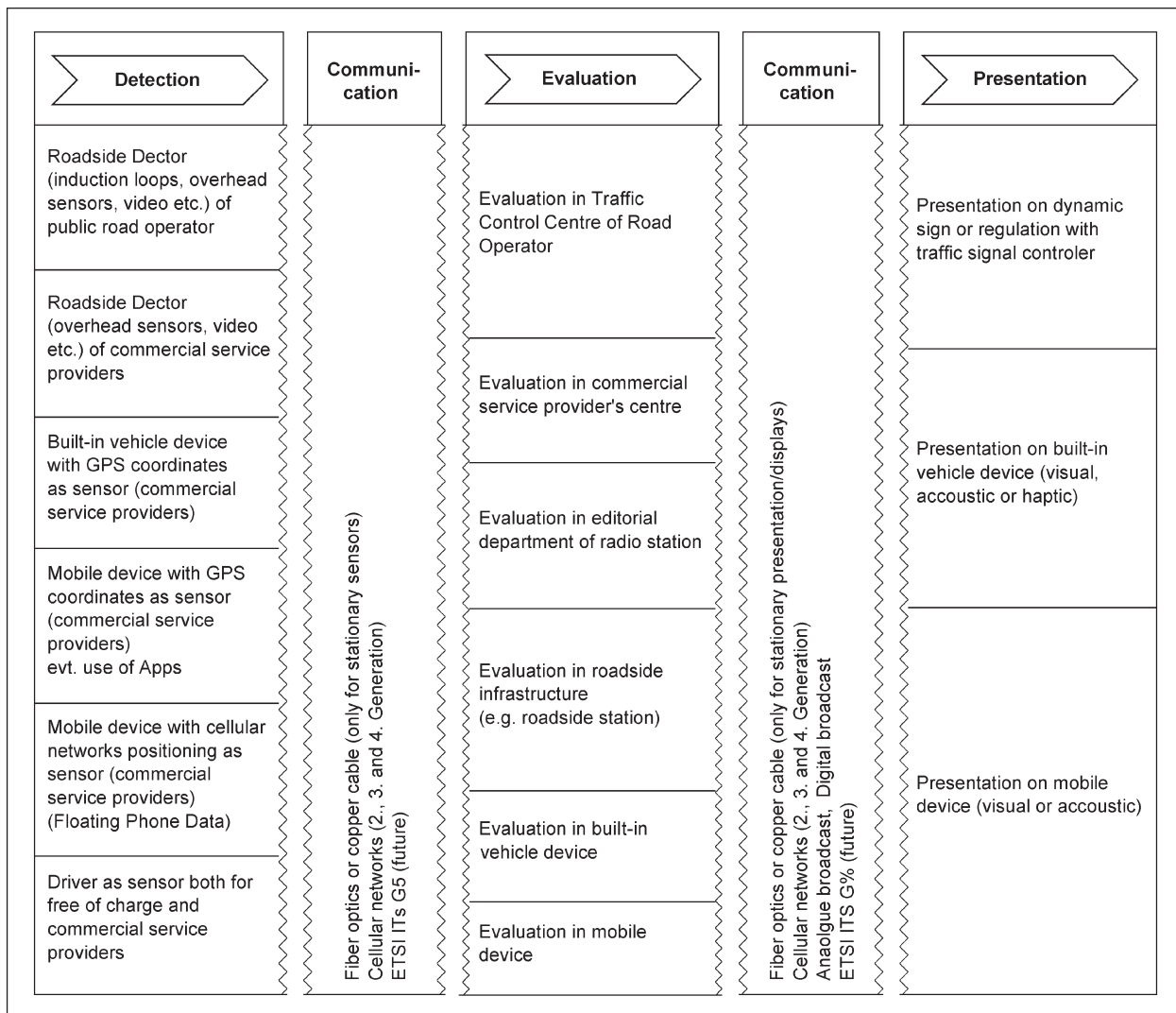


Fig. 11: Matrix of ITS system components

4 Challenges in ITS system component networking

4.1 Organisational challenges

Each ITS system component has different responsible authorities. The prototypical ITS variants described in chapter 2 are mainly homogeneous in nature or based on long-standing agreements. The many new possibilities brought to the table by connecting the individual components will change this. Actors from different areas will contribute to the implementation of application cases together. The responsibilities between the actors can shift. The resulting heterogeneous organizational structures lead to higher transaction costs. Transaction costs are defined as the general cost of using market mechanics (under the aspect of calculating between own production or using an outside supply of services via the market).

In this specific case, transaction costs are understood as expenses that arise due to the now required cooperation of the participants. They include the following:

- Pre-transaction costs, e.g.:
 - costs for getting information (e.g. looking for potential transaction partners),
 - initiation costs (e.g. contact approach),
 - agreement costs (e.g. negotiations, contracts).
- Post-transaction costs, e.g.:
 - handling costs (e.g. transport costs, communication costs),
 - control costs (e.g. compliance with business agreements regarding matters such as due dates, quality, quantity, price, NDAs, shipments),
 - adaptation costs (e.g. changes in due date, quality, quantity or price).

Transaction costs can be prohibitively high, which can lead to a failure in setting up a cooperation of the respective participants.

Regarding specific investments and specific knowledge, which is required for the networking of intelligent transport systems, it can occur that they have neither an open market based solution nor a solution with only one participant that is efficient.

Therefore it is imperative that a cooperative alliance between all the (legally independent) participants in ITS networking is achieved, which runs along the lines of hybrid control.

From the perspective of a road operator, a question arises prior to any compilation of new ITS variants for an application case, namely which of the future tasks can be transferred to partners in the private sector. This leads to several possibilities regarding the combination of ITS system components. The content summarized behind detection, evaluation and display is usually provided by both private as well as governmental sources (e.g. evaluation in a dedicated center).

If new actors are to be brought into the picture, a way of formalizing this process has to be found. The inclusion of new partners requires an according contract which contains exactly what both parties assure each other. Regulations and rulesets ensure a quality implementation of application cases on a superordinate level and give detailed requirements for technical details, e.g. which standards are to be used.

In case the road operator chooses to delegate an increasing amount of ITS tasks (which he used to complete himself) to partners, it needs to be clarified in which areas the superordinate and final checks need to remain, and how this can be put into practice together with the partners.

Next to the challenges connected with the distribution of tasks and responsibilities, the aspect of financing is also important. There cannot be a universally valid stance on this, as this challenge is also dependent on the application in question. For instance, applications with usage costs can be part of a business model for some partners. Alternative methods to finance services that are free of charge have to be developed.

4.2 Functional challenges

Next to the organisational challenges there are several functional questions that need to be addressed before new ITS variations can be compiled. These concern the functional structure of future ITS variants, e.g. which ITS system components are used to form a new processing chain (Figure 2). As seen in Figure 11, the three processing steps detection, evaluation and

presentation have a multitude of different variations with redundant functionality.

The first link of the processing chain (detection) draws on data from different sources. These are fuelled by measures on the road as well as in vehicles. As both sources will probably assess the situation differently, an application case results in a logical combination of both road- and vehicular detection. Due to the many different possibilities of acquiring data, it would be possible to adjust the compilation ratio of road- and vehicular data. The optimal blend has to be specific for each application case and each ITS variant (data fusion and validity check).

Providing the data for the evaluation could be done not only directly via the parties responsible for the acquisition, but also by third parties. A platform such as MDM (Mobility Data Marketplace), which enables the trading of data with different processing depth between partners, could be used in this case.

In the final step of the process chain (presentation), the driver is presented with the result of an application case in different ways. There are numerous possibilities for this: the already existing equipment on the road (such as variable message signs), embedded devices, or mobile devices such as mobile phones. This leads to the question which medium is best suited for this task and how the optimal blend of roadside and vehicular display is achieved. Also, the consistency of the displayed information gains increased importance. Different channels of display can lead to contradicting information that can in turn influence traffic safety in a negative way. Apart from that, the aspect of driver attention and distraction through inconsistent information also gains importance. Ways of harmonizing these processes are therefore imperative to achieve a maximal benefit from applications used across boundaries of responsibility.

4.3 Technical challenges

Remodulating all the ITS system components into new ITS system variants leads to a number of technical questions.

Communication plays a vital role in connecting components that had not been linked before. Therefore a data channel has to be established

which does the specific applications' requirements justice. On a technical level, there are several means of transmission with different pros and cons. Based on the characteristics of certain communication channels (network expansion/availability, costs, performance, latency) and the requirements of the application a suitable medium has to be selected. Current alternatives include the choice between cable and mobile broadcasting (for the connection of the infrastructure), between analogue and digital broadcasting (especially for the distribution of traffic data) and between ETSI ITS G5 and mobile broadcasting (for communication with vehicles or mobile devices).

Apart from deciding on a certain communications medium, the available data protocols are also to be considered. For the transmission of raw data as well as processed information, a number of different protocols are available. These have been partially developed specifically for certain areas of application and are valid only on a national level (e.g. TLS).

In case there are several different protocols (with the same purpose) available for a single transmission path (such as TPEG, TMC), this results in increased requirements for the receiving devices, which may even have to understand both. In case new sources and recipients or new media (ETSI ITS G5) are to be developed, this normally calls for new protocols such as those designed specifically for cooperative systems, e.g. CAM (Cooperative Awareness Message) and DENM (Decentralized Environmental Notification Message). In this case, a harmonizing of existing protocol standards is to be prioritized. In some cases, simple adjustments of existing protocols or the development of converters for end devices could be sufficient.

For an information to be a valuable asset to the driver, especially when received on a mobile end device (vehicle, navigation system, mobile phone), location referencing is very important. So far there are different possibilities to encode a position, examples being OKSTRA, GDF, AGORA-C, OPEN LR etc. To reduce a loss of quality while attaching an event to a location, the parties responsible for the different steps in the processing chain have to agree on a common system to encode and reference coordinates. The use of a uniform map by all parties seems unpractical given historical developments.

5 Summary and outlook

The different implementation possibilities for an applicable hazard warning system for the four system division of Intelligent Transport Systems – Road traffic management, Traffic Information Services, Driver Assistance Systems and Co-operative Systems (C-ITS) – have been presented along the processing chain of ITS (Chapter 2).

With the help of these examples the variety of responsibilities and the tasks attached to the different steps could be pointed out, as well as the different channels of communication and the protocols required to connect each element. By bringing these together, one gains access to a multi-faceted view on the system that forms intelligent transport systems.

The Research and design of new combinations based on this toolkit promises benefits and progress regarding the implementation of political and social goals in the area of road traffic. This will be accompanied by numerous challenges of organizational, functional and technical nature (Chapter 4).

Networking and the included communication between actors and system components is steadily gaining importance. High-performing technologies open up numerous new possibilities. The exchange of data and the collaboration of jurisdictions which are still separated enable synergies in making progress toward a common goal.

The mentioned variety is to be used as a basis for new ITS variants, with which future challenges in road traffic are to be met. These ITS variants will pave the way for new valuable and innovative implementations, which will in turn play a part in furthering traffic safety and efficiency.

This analysis of the presented basics is already (and will continue to be) part of a multitude of activities, such as:

- The standardization of roles and responsibilities in cooperative systems.
- The standardization of required data protocols.
- The structuring of the mobility data marketplace (MDM).
- The preliminary considerations of a framework architecture for ITS in Germany.
- The evaluation of the feasibility of implementation scenarios for cooperative systems.
- Different Stakeholder-analyses in projects (e.g. Easyway).
- The development of methods to select suitable ITS system component combinations for distinct application cases as well as comparing them concerning their practicability. (e.g. full-coverage traffic acquisition, interoperability of individual navigation and network influences).
- Adjustment and development of the existing telematic infrastructure.

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Fahrzeugtechnik“

2002

F 39: Optimierung des rückwärtigen Signalbildes zur Reduzierung von Auffahrunfällen bei Gefahrenbremsung
Gail, Lorig, Gelau, Heuzeroth, Sievert € 19,50

F 40: Entwicklung eines Prüfverfahrens für Spritzschutzsysteme an Kraftfahrzeugen
Domsch, Sandkühler, Wallentowitz € 16,50

2003

F 41: Abgasuntersuchung: Dieselfahrzeuge
Afflerbach, Hassel, Mäurer, Schmidt, Weber € 14,00

F 42: Schwachstellenanalyse zur Optimierung des Notausstiegssystems bei Reisebussen
Krieg, Rüter, Weißgerber € 15,00

F 43: Testverfahren zur Bewertung und Verbesserung von Kinderschutzsystemen beim Pkw-Seitenaufprall
Nett € 16,50

F 44: Aktive und passive Sicherheit gebrauchter Leichtkraftfahrzeuge
Gail, Pastor, Spiering, Sander, Lorig € 12,00

2004

F 45: Untersuchungen zur Abgasemission von Motorrädern im Rahmen der WMTC-Aktivitäten
Steven € 12,50

F 46: Anforderungen an zukünftige Kraftrad-Bremssysteme zur Steigerung der Fahrsicherheit
Funke, Winner € 12,00

F 47: Kompetenzerwerb im Umgang mit Fahrerinformationssystemen
Jahn, Oehme, Rösler, Krems € 13,50

F 48: Standgeräuschmessung an Motorrädern im Verkehr und bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO
Pullwitt, Redmann € 13,50

F 49: Prüfverfahren für die passive Sicherheit motorisierter Zweiräder
Berg, Rücker, Bürkle, Mattern, Kallieris € 18,00

F 50: Seitenairbag und Kinderrückhaltesysteme
Gehre, Kramer, Schindler € 14,50

F 51: Brandverhalten der Innenausstattung von Reisebussen
Egelhaaf, Berg, Staubach, Lange € 16,50

F 52: Intelligente Rückhaltesysteme
Schindler, Kühn, Siegler € 16,00

F 53: Unfallverletzungen in Fahrzeugen mit Airbag
Klanner, Ambos, Paulus, Hummel, Langwieder, Köster € 15,00

F 54: Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw
Niewöhner, Berg € 16,50

2005

F 55: 1st International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 3rd/4th September 2004 at Hannover Medical School € 29,00

2006

F 56: Untersuchung von Verkehrssicherheitsaspekten durch die Verwendung sphärischer Außenspiegel
Bach, Rüter, Carstengerdes, Wender, Otte € 17,00

F 57: Untersuchung von Reifen mit Notlaufeigenschaften
Gail, Pullwitt, Sander, Lorig, Bartels € 15,00

F 58: Bestimmung von Nutzfahrzeugemissionsfaktoren
Steven, Kleinebrahm € 15,50

F 59: Hochrechnung von Daten aus Erhebungen am Unfallort
Hautzinger, Pfeiffer, Schmidt € 15,50

F 60: Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit
Vollrath, Briest, Schießl, Drewes, Becker € 16,50

2007

F 61: 2nd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 1st/2nd September 2006 at Hannover Medical School € 30,00

F 62: Einfluss des Versicherungs-Einstufungstests auf die Belange der passiven Sicherheit
Rüter, Zoppke, Bach, Carstengerdes € 16,50

F 63: Nutzerseitiger Fehlgebrauch von Fahrerassistenzsystemen
Marberger € 14,50

F 64: Anforderungen an Helme für Motorradfahrer zur Motorradsicherheit
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Schüler, Adolph, Steinmann, Ionescu € 22,00

F 65: Entwicklung von Kriterien zur Bewertung der Fahrzeugbeleuchtung im Hinblick auf ein NCAP für aktive Fahrzeugsicherheit
Manz, Kooß, Klinger, Schellinger € 17,50

2008

F 66: Optimierung der Beleuchtung von Personenwagen und Nutzfahrzeugen
Jebas, Schellinger, Klinger, Manz, Kooß € 15,50

F 67: Optimierung von Kinderschutzsystemen im Pkw
Weber € 20,00

F 68: Cost-benefit analysis for ABS of motorcycles
Baum, Westerkamp, Geißler € 20,00

F 69: Fahrzeuggestützte Notrufsysteme (eCall) für die Verkehrssicherheit in Deutschland
Auerbach, Issing, Karrer, Steffens € 18,00

F 70: Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen
Gail, Pöppel-Decker, Lorig, Eggert, Lerner, Ellmers € 13,50

2009

F 71: Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild
Bartels, Sander € 13,50

F 72: 3rd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 5th / 6th September 2008 at Hannover Medical School € 29,50

F 73: Objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern
Seiniger, Winner € 16,50

2010

F 74: Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrverhalten
Vollrath, Briest, Oeltze € 15,50

F 75: Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen
Müller, Johannsen, Fastenmaier € 15,50

2011

F 76: Schutz von Fußgängern beim Scheibenanprall II
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Bovenkerk, Gies, Urban € 19,50

F 77: 4th International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden. € 29,50

F 78: Elektronische Manipulation von Fahrzeug- und Infrastruktursystemen
Dittmann, Hoppe, Kiltz, Tuchscheerer € 17,50

F 79: Internationale und nationale Telematik-Leitbilder und IST-Architekturen im Straßenverkehr
Boltze, Krüger, Reusswig, Hillebrand € 22,00

F 80: Untersuchungskonzepte für die Evaluation von Systemen zur Erkennung des Fahrerzustands
Eichinger € 15,00

F 81: Potential aktiver Fahrwerke für die Fahrsicherheit von Motorrädern
Wunram, Eckstein, Rettweiler € 15,50

F 82: Qualität von on-trip Verkehrsinformationen im Straßenverkehr – Quality of on-trip road traffic information – BAST-Kolloquium 23. & 24.03.2011
Lotz, Luks € 17,50
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

2012

F 83: Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung – Gemeinsamer Schlussbericht der Projektgruppe
Gasser, Arzt, Ayoubi, Bartels, Bürkle, Eier, Flemisch, Häcker, Hesse, Huber, Lotz, Maurer, Ruth-Schumacher, Schwarz, Vogt € 19,50

F 84: Sicherheitswirkungen von Verkehrsinformationen – Entwicklung und Evaluation verschiedener Warnkonzepte für Stauendwarnungen
Bogenberger, Dinkel, Totzke, Naujoks, Mühlbacher € 17,00

F 85: Cooperative Systems Stakeholder Analysis
Schindhelm, Calderaro, Udin, Larsson, Kernstock, Jandrisits, Ricci, Geißler, Herb, Vierkötter € 15,50

2013

F 86: Experimentelle Untersuchung zur Unterstützung der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen für ältere Kraftfahrer
Hoffmann, Wipking, Blanke, Falkenstein € 16,50

F 87: 5th International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

F 88: Comparative tests with laminated safety glass panes and polycarbonate panes
Gehring, Zander € 14,00

F 89: Erfassung der Fahrermüdigkeit
Platho, Pietrek, Kolrep € 16,50

F 90: Aktive Systeme der passiven Fahrzeugsicherheit
Nuß, Eckstein, Berger € 17,90

F 91: Standardisierungsprozess für offene Systeme der Straßenverkehrstelematik
Kroen € 17,00

F 92: Elektrofahrzeuge – Auswirkungen auf die periodisch technische Überwachung
Beyer, Blumenschein, Bönninger, Grohmann, Lehmann, Meißner, Paulan, Richter, Stiller, Calker € 17,00

2014

F 93: Entwicklung eines Verfahrens zur Erfassung der Fahrerbeanspruchung beim Motorradfahren
Buld, Will, Kaussner, Krüger € 17,50

F 94: Biokraftstoffe – Fahrzeugtechnische Voraussetzungen und Emissionen
Pellmann, Schmidt, Eckhardt, Wagner € 19,50

F 95: Taxonomie von Fehlhandlungen bei der Fahrzeugführung
Oehme, Kolrep, Person, Byl € 16,50

F 96: Auswirkungen alternativer Antriebskonzepte auf die Fahrdynamik von Pkw
Schönemann, Henze € 15,50

F 97: Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr
Matrix of alternative implementation approaches of Intelligent Transport Systems (ITS) in road traffic
Lotz, Herb, Schindhelm, Vierkötter
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Alle Berichte sind zu beziehen im:

Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7
28195 Bremen
Tel. (0421) 3 69 03-53
Fax (0421) 3 69 03-48
www.schuenemann-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.