

**Fachveröffentlichung der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**bast**

# **Untersuchung zum Marktdesign kooperativer Systeme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit**

**Forschungs- und Entwicklungsvorhaben  
der Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Projekt 82.0571/2012**

**Schlussbericht  
31. Mai 2016  
Version 01-00-00**

**Autoren**

Hanfried Albrecht, AlbrechtConsult GmbH, Aachen

Univ.-Prof. Dr. Wolfgang H. Schulz, Institute for Economic Research and Consulting GmbH, Meerbusch

Sebastian Gabloner, Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Technische Universität München

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsmethodik</b>	<b>7</b>
2.1	Entwicklung eines C-ITS Bewertungsverfahrens für die Öffentliche Hand	7
2.1.1	Überblick	7
2.1.2	Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen	9
2.1.3	Anwendung des Ranglisten-Verfahrens	12
2.1.4	Das Nutzen-Modell	13
2.1.5	Das Hemmnis-Modell	17
2.2	Erstellung eines Institutionellen Rollenmodells für die öffentliche Hand	23
2.2.1	Einführung	23
2.2.2	Theorie des institutionellen Rollenmodells	23
2.2.3	Grundbegriffe	24
2.2.4	Anwendung des Institutionellen Rollenmodell-Ansatzes	26
2.3	Technologische Möglichkeiten der Realisierung	31
2.4	Zusammenhang der drei Projektsäulen	34
<b>3</b>	<b>Ergebnisdarstellung</b>	<b>36</b>
3.1	Ergebnisse des C-ITS Bewertungsverfahrens	36
3.1.1	Erstellung der Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen	36
3.1.2	Bewertung der relevanten C-ITS Anwendungen	39
3.1.3	Rangliste der relevanten C-ITS Anwendungen	41
3.2	Ergebnisse des Institutionellen Rollenmodellprozesses	45
3.2.1	Auswertung der ausgefüllten IRM-Matrizen	45
3.2.2	Ergebnisse der Experteneinschätzung	47
3.3	Technologische Möglichkeiten der Realisierung	50
3.3.1	Aufgabenstellung und Überblick über den Lösungsansatz	50
3.3.2	Überblick	50
3.3.3	Zellular	50
3.3.4	ITS-G5	53
3.3.5	RDS-TMC und DAB-TPEG	53
3.3.6	Technische Übersicht und qualitative Bewertung	57
3.3.7	Zuordnung der Technologien zu den relevanten Use Cases für Day-1	59
3.4	Dimensionierung des Rollouts der straßenseitigen Infrastruktur	60
3.4.1	Räumliche Dimensionierung eines Rollout	60
3.4.2	Zeitliche Dimensionierung des Rollouts	64
<b>4</b>	<b>Empfehlungen an den Bund für seine Rolle beim Marktdesign kooperativer Systeme</b>	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>Anhang: Beschreibung der relevanten C-ITS Anwendungen</b>	<b>71</b>
6.1	In-Vehicle Signage (IVS)	71
6.2	Floating Car Data (FCD)	74
6.3	Hazard Location Notification (HLN)	76
6.4	Road Works Warning (RWW)	79
6.5	Stationary Vehicle Warning (SVW)	81
6.6	Red Light Violation Warning (RLVW)	83
6.7	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory (VSH/TLOSA)	86
6.8	Traffic Jam Warning (TJW)	88
6.9	Wrong Way Driving Warning	90
6.10	Weitere Rollenmatrizen	93

# 1 Einleitung

## Aufgabenstellung

Hinsichtlich der kontinuierlichen Verbesserung von Verkehrssicherheit und Transporteffizienz stellen kooperative Systeme und Dienste, basierend auf C2X-Kommunikation, den nächsten logischen Schritt im Bereich Intelligenter Verkehrssysteme dar. Anwendungen wie lokale Gefahrenwarnungen, Baustellen- und Stauende-Warnungen werden in den kommenden Jahren in den Markt eingeführt. Sie beinhalten erhebliche Potentiale zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Transporteffizienz. Kooperative Systeme und Dienste stellen eine wichtige Maßnahme des nationalen IVS-Aktionsplans Straße dar, der die Anforderungen der europäischen IVS-Richtlinie (2010/40/EU) adressiert.

Die Einführung kooperativer Systeme und Dienste setzt die Mitwirkung verschiedener Stakeholder mit unterschiedlich gelagerten Aufgaben und Interessen voraus. Die Öffentliche Hand in Deutschland ist sich ihrer Verantwortung in vollem Umfang bewusst, dass sie dabei einer der wesentlichen beteiligten Partner zum Teil auch Vorreiter sein muss und auch schon ist. Um dieser Verantwortung Nachdruck zu verleihen, hat der Bundesverkehrsminister - zusammen mit seinen Amtskollegen aus den Niederlanden und Österreich - mit der Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding zur Einrichtung eines Cooperative ITS Corridors (10.06.2013, Luxemburg) eine entsprechend starke politische Willenserklärung schon zum Ausdruck gebracht.

"Kooperatives Systeme" und "kooperative Dienste" sind aktuell noch unscharfe Begrifflichkeiten. Aus dem Teil unüberschaubaren Interessenslagen und Blickrichtungen heraus wird ihnen eine unterschiedlichste Semantik verliehen und auch ihr Nutzen wird von ihren Stakeholdern sehr unterschiedlich bewertet. Weitaus klarere Vorstellungen hingegen bestehen zur Typologie, Semantik und Funktionalität sog. C-ITS-Anwendungen<sup>1</sup>, im Englischen z.T. auch als C-ITS-Use Cases<sup>2</sup> bezeichnet. Zwar werden C-ITS Anwendungen und C-ITS-Dienste z.T. gleich benannt<sup>3</sup>, wenn z.B. für den Nutzer das Ergebnis von Anwendung und Dienst mehr oder weniger identisch ist, vom Grundsatz her muss aber immer unterschieden werden, dass Anwendung und Dienst eine unterschiedliche Bedeutung haben.

Im vorliegenden Bericht wird durchgängig der Begriff "C-ITS Anwendung" verwendet. Dies erfolgt vor dem Hintergrund der Aufgaben- und Zielstellung des zugrundeliegenden Projekts, in dem es im Kern darum geht, zu klären:

- welche zu implementierenden Funktionen (im Sinne der Funktionalität von C-ITS Anwendungen) aus Sicht der Öffentlichen Hand aus der Perspektive einer Regulierungs- und Straßenbehörde einerseits und als Baulastträger und Straßenbetreiber andererseits überhaupt sinnvoll sind und staatliches Engagement sowie den Einsatz staatlicher Investitionen lohnen,
- welche spezifischen Rollen und Verantwortlichkeiten im Einzelnen bei der Umsetzung der gewählten Funktionen dem Bund, seinen nachgeordneten Institutionen sowie den in Auftragsverwaltung agierenden Ländern und in Abgrenzung dazu den anderen zu beteiligenden Stakeholdern/Institutionen zufallen,
- welche der möglichen Kommunikations- und Verbreitungstechnologien (ETSI G5, Mobilfunk, (Digital-)Rundfunk, etc.) sich am besten für eine Implementierung eignen und somit von der Öffentlichen Hand gefördert und eingesetzt werden sollen und
- wie letztlich der Rollout für die infrage kommenden C-ITS-Anwendungen zeitlich und räumlich zu dimensionieren ist.

---

<sup>1</sup> Siehe z.B. ETSI BSA - Basic Set of Applications

<sup>2</sup> Im vorliegenden Bericht wird der deutsche Begriff C-ITS Anwendung verwendet, der zum Teil selbst einen einzigen C-ITS Anwendungsfall (engl. C-ITS Use Case) darstellt, teilweise aber auch mehrere C-ITS Anwendungsfälle beinhalten kann.

<sup>3</sup> Im Cooperative ITS Corridor werden C-ITS-Anwendung und C-ITS Dienst beide mit „Baustellenwarnung“ benannt.

## Methodisches Vorgehen und resultierende Ergebnisse

Mit dem vorliegenden Bericht werden im ersten Teil auf Basis eines neu entwickelten Nutzen-/Hemmnis-Modells die funktionalen, technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Aspekte von C-ITS Anwendungen durch Expertenbefragung bewertet. Anschließend wird eine Rangliste für solche als "sinnvoll" erachteten C-ITS Anwendungen erstellt, bei deren Einführung und Betrieb dem Bund in seiner politischen und hoheitlichen Verantwortung sowie als für das Bundesfernstraßennetz zuständiger und verantwortlicher Baulastträger und Betreiber eine (pro)aktive Rolle zufällt.

Als „sinnvoll“ werden vor allem solche Anwendungen bewertet, die – nach Einschätzung von Experten - einen maßgeblichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Bundesfernstraßen leisten. Nachrangig werden aber auch Aspekte der Verkehrseffizienz und damit verbunden von Umweltauswirkungen in die Bewertung mit einbezogen.

Des Weiteren werden den Nutzen der C-ITS Anwendungen mögliche Einführungshindernisse gegenübergestellt und bewertet. Aus dem Verhältnis von Nutzen und Einführungshemmnissen ergibt sich dann für jede Anwendung ein sog. C-ITS Straßenbetreiber-Index, über den eine Rangliste aufgebaut werden kann.

Das Ergebnis der Expertenbewertung und des Ranglisten-Verfahrens zeigt dann:

- welche Nutzen können von den relevanten C-ITS Anwendungen erwartet werden, welche Einführungshemmnisse sind mit ihnen verbunden und
- welche Reihenfolge und welche Dimensionierung für den räumlichen und zeitlichen Rollout empfiehlt sich für den Bund als Baulastträger und Betreiber des Bundesfernstraßennetzes für die Einführung der infrage kommenden C-ITS-Anwendungen.

Nach der Auswahl und dem Ranking der relevanten C-ITS-Anwendungen wird in einem weiteren Schritt geprüft, welche Institutionen insgesamt für ihre Einführung und ihren Betrieb relevant sein können und welche Rolle der Öffentlichen Hand im Einzelnen zukommt.

Für diese Fragestellung wird für die Durchführung ein methodischer Ansatz aus der Theorie der institutionellen Rollenmodelle hergeleitet. Bei der Rollenermittlung wird als Methodik auf eine Expertenbefragung zurückgegriffen. Dabei ist ein Hauptziel der Studie, nicht nur herauszufinden, an welchen C-ITS Anwendungen die Öffentliche Hand zu beteiligen ist, sondern vor allem welche dieser C-ITS Anwendungen durch die Öffentliche Hand gefördert und (pro-)aktiv angestoßen werden sollten und welche nächsten Umsetzungsschritte dazu vorzubereiten sind. Als Ergebnis wird gezeigt:

- welche C-ITS Anwendungen durch den Straßenbetreiber in den Markt gebracht werden,
- bei welchen C-ITS Anwendungen der Straßenbetreiber eine zweitrangige Rolle spielt,
- bei welchen Anwendungen er komplementär tätig sein kann,
- welche C-ITS Anwendung nicht in seinem Einflussbereich liegen.

Neben der Bewertung der funktionalen, wirtschaftlichen und organisatorischen Realisierung von C-ITS Anwendungen kommt der Bewertung der drahtlosen und drahtgebundenen Kommunikation als Kernbestandteil von C-ITS eine besondere Rolle zu. Hierbei hat sich in zahlreichen Forschungsprojekten ein hybrides Kommunikationsframework bestehend aus WLAN-Adhoc-Netzen für akut sicherheitsrelevante C-ITS-Funktionen und zellulärer Funktechnologie für großräumige Infodienste als zielführend herausgestellt. C-ITS Anwendungen müssen jederzeit in der Lage sein, sich ihrem Umfeld mitzuteilen (cooperative awareness) und Informationen über längere Wege zu verschicken und zu empfangen. Hierfür stehen unterschiedliche Nachrichtenformate zur Verfügung, bspw. CAM, DENM, SPAT/MAP, IVS, TMC, TPEG, Datex2, wobei letzteres zur Kommunikation zwischen Verkehrsrechenzentren untereinander (europaweit) gedacht ist. Vor diesem Hintergrund werden zu den unterschiedlichen technologischen Möglichkeiten der Realisierung der C-ITS Anwendungen (vor allem ETSI G5, Mobilfunk, (Digital-)Rundfunk, etc.) und zu deren jeweiligen Eignung Vorschläge erarbeitet. Als Ergebnis wird für die relevanten C-ITS Anwendungen die Eignung der infrage kommenden Technologien gegenübergestellt.

Als Abschluss der Untersuchung werden unter Abstützung auf die dargestellten Ergebnisse Empfehlungen für die räumliche und zeitliche Dimension des Rollouts der am Ende für den Bund relevanten C-ITS Anwendungen abgegeben. In Form einer zusätzlich auf Überlegungen einer praktikablen Vorgehensweise aufbauenden Roadmap werden diese zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt mit dem Ziel, dem Bund darüber eine Empfehlung für seine Positionierung und Vorgehensweise bei der Einführung koope-

rativer Systeme und Dienste zu geben und so einen Beitrag zum Marktdesign für kooperative Systeme zu leisten.

Die Untersuchungsergebnisse dienen der umfassenden und koordinierten Erschließung des Verkehrssicherheits- und Verkehrseffizienzpotentials kooperativer Systeme und Dienste in Deutschland, aber auch im europäischen Kontext. Sie tragen zur Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen des nationalen IVS-Aktionsplans Straße bei.

### **Abgrenzung zu anderen Arbeiten**

Zu Kooperativen Systemen, Anwendungen und Diensten existiert eine außerordentlich umfangreiche Literatur. In Europa, in den USA, in Asien und in Australien wurden und werden noch umfangreiche F&E-Projekte sowie wissenschaftliche und praxisorientierte Studien durchgeführt, die sich dieser Thematik mit ganz unterschiedlicher Aufgaben- und Zielstellung und aus ganz unterschiedlichen Rollen und Blickwinkeln heraus widmen. Selbst für Experten ist es schwierig und nur mit großem Aufwand möglich, darüber den Überblick zu behalten.

Die vorliegende Untersuchung unterscheidet sich insofern von anderen Studien, als sie sich auf die Sichtweise und damit verbunden auf mögliche Rollen der Öffentlichen Hand bei der Einführung von C-ITS in Deutschland, und zwar ausschließlich auf dem Bundesfernstraßennetz, beschränkt. Dabei verfolgt sie weniger eine wissenschaftliche und technologiegetriebene Herangehensweise. Im Vordergrund steht die Praxisnähe. Für den Zeithorizont der ca. nächsten zehn Jahre sollen praxisnahe Hinweise gegeben werden, welche der vielen möglichen C-ITS Anwendungen aus Sicht des Bundes überhaupt „sinnvoll“ sind und sich am ehesten bei welchem Engagement und Investment der Öffentlichen Hand für eine praktischen Umsetzung empfehlen.

## 2 Untersuchungsmethodik

### 2.1 Entwicklung eines C-ITS Bewertungsverfahrens für die Öffentliche Hand

#### 2.1.1 Überblick

##### Ausgangslage

Kooperative Systeme und Dienste wurden in den vergangenen Jahren sowohl national als auch international intensiv erforscht und in Feldtests erprobt und bewertet. Der damit erreichte Wissensstand ist mit einer großen Anzahl von Veröffentlichungen (in Deutschland u.a. auch von der BASt und von der Straßenverkehrstechnik) umfassend dokumentiert. Dennoch besteht im Prinzip unter den an einem Rollout interessierten Stakeholdergruppierungen weder Klarheit noch Konsens darüber, welche der möglichen und technologisch als reif eingestuften Kooperativen Anwendungen (im Folgenden auch als C-ITS Anwendungen bezeichnet) in welcher Reihenfolge, in welchem Netz und in welchem Umfang sinnvollerweise einer breiten Anwendung zugeführt werden sollten. Zwar wurden in verschiedenen Projekten zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit auch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Kosten-/Nutzenanalysen durchgeführt, für die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse in den Regelbetrieb fehlen jedoch letztlich verlässliche Informationen sowohl über die genauen, einen Rollout bestimmenden Kenngrößen eines realen Netzes als auch die Klärung der für die Einführung und den Betrieb zu schaffenden technischen, organisatorischen und finanziellen Voraussetzungen. Diese können - wie die Erfahrungen mit den Day-One Applikationen im Cooperative ITS-Corridor zeigen - auch nur anhand eines tatsächlichen Rollout-Szenarios gewonnen werden.

##### Ranglisten-Verfahren zur vergleichenden Bewertung von C-ITS Anwendungen

Um dennoch im vorliegenden Projekt zu einer Empfehlung für den Aufbau Kooperativer Systeme und Dienste zu kommen, wurde mit dem vorliegenden Projekt auf der Grundlage eines umfassenden sog. Nutzen-/Hemmnis-Modells ein neues, im Folgenden als Ranglisten-Verfahren bezeichnetes Bewertungsverfahren entwickelt und mit Excel realisiert. Unter Abstützung auf Expertenmeinungen kann der Anwender des Verfahrens für jede der möglichen C-ITS Anwendungen als Maßzahl für den zu erwartenden Nutzen ein "C-ITS Nutzen-Index" und für die bestehenden Einführungshemmnisse einen "C-ITS Hemmnis-Index" ermitteln und diese anschließend als "C-ITS Straßenbetreiber-Index" zueinander in Beziehung setzen.

Als Ergebnis liefert das Ranglisten-Verfahren also keine Bewertung der Wirtschaftlichkeit in absoluten Zahlen, sondern einen Index-Wert, aus dem sich eine auf die Sichtweise des Bundes in seiner hoheitlichen Verantwortung und in der Rolle des Baulasträgers und Straßenbetreibers für Bundesfernstraßen ausgerichtete Reihenfolge für die Einführung potentieller C-ITS Anwendungen ergibt. Daraus können dann Handlungsempfehlungen für den weiteren Rollout von C-ITS Anwendungen als Grundlage von Kooperativen Systemen und Diensten in Deutschland abgeleitet und qualifiziert begründet werden.

##### Anwendung des Ranglisten-Verfahrens

Die Anwendung des Ranglisten-Verfahrens erfordert eine zweistufige Vorgehensweise:

- Mit **Stufe 1** wird zunächst eine **Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen** erstellt. Dabei handelt es sich um diejenigen Anwendungen, die anschließend mit Stufe 2 einer Bewertung unterzogen werden, um darüber zu einer Rangliste zu kommen. Diese Stufe 1 muss mit großer Sorgfalt durchlaufen werden und ist deshalb von großer Bedeutung, weil darüber von vorneherein alle diejenigen potentiellen C-ITS Anwendungen einer weiteren Bewertung entzogen werden, die nicht in dieser initialen Liste enthalten sind. Wie später beschrieben wird, kamen für das vorliegende Projekt unter Abstützung auf eine umfangreiche Literaturdurchsicht zunächst 13 C-ITS Anwendungen in die engere Wahl. Eingang in die für die weitere Betrachtung maßgebliche Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen fanden aufgrund der vorliegenden Aufgabenstellung dann letztlich noch 11 C-ITS Anwendungen<sup>4</sup>, weil nur bei ihnen gemäß Literatur und Expertenmeinung der Projektbeteiligten dem Bund eine aktive Rolle zukommt.

<sup>4</sup> Eine Sonderstellung nimmt C-ITS-Anwendung „Wrong Way Driving Warning“ ein. Diese wurde in der Literatur nicht besonders erwähnt, wurde aber aufgrund der im Projekt geführten Diskussion in die Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen aufgenommen.



- Mit **Stufe 2** wird das **Ranglisten-Verfahren** auf die in der initialen Liste aufgeführten C-ITS Anwendungen angewendet. Dazu werden mittels Expertenbefragung qualitative Werte für den erwarteten Nutzen jeder C-ITS Anwendung in Bezug auf Sicherheit, Transporteffizienz und Vermeidung von Einflüssen auf die Umwelt ermittelt und in Form eines sog. Nutzen-Radars dargestellt. Des Weiteren werden die für die Einführung erwarteten Hemmnisse in Bezug auf Komplexität einer Einführung, Zeithorizont bis zur Anwendungsreife und Höhe der Investitionskosten ermittelt und in Form eines Hemmnis-Radars dargestellt.

Im Weiteren geht das Ranglisten-Verfahren davon aus, dass ein erster Rollout einer C-ITS Anwendung nicht gleich mit voller Netzabdeckung erfolgt sondern nur in einem Betriebsumfeld, wo auch eine entsprechende Wirkung erwartet werden kann. Dahinter steht die Vorstellung, dass jede C-ITS-Anwendung ihre Wirkung in unterschiedlichen Betriebsumfeldern auch unterschiedlich entfaltet und somit die Höhe des Nutzens vom Betriebsumfeld abhängig ist. Auch wenn Verkehrssicherheit und Transporteffizienz implizit miteinander verknüpft sind, erbringt in stark unfallgefährdeter Umgebung eine auf Verkehrssicherheit abzielende C-ITS Anwendung einen größeren Nutzen als eine auf Transporteffizienz ausgerichtete C-ITS Anwendung. Umgekehrt wird man in staugefährdeter Umgebung vorrangig eine auf Stauvermeidung wirksame C-ITS Anwendung einsetzen, auch wenn Stauvermeidung Unfallvermeidung zur Folge haben kann.

Maßgeblich für die Höhe des Nutzens und der Kosten einer C-ITS Anwendung sind demnach die für ihr Betriebsumfeld ausgewiesenen Streckenkilometer (absoluter Nutzen \* Betriebskilometer). Um C-ITS Anwendungen in Bezug auf Nutzen und Kosten miteinander vergleichen zu können, wurden deshalb die zuvor ermittelten absoluten Nutzen- und Hemmnis-Radarwerte auf 1 Betriebskilometer normiert. Als Ergebnis resultieren dann für jede C-ITS Anwendung ein dimensionsloser C-ITS Nutzen-Index und ebenso ein dimensionsloser C-ITS Hemmnis-Index sowie als Verhältnis beider Indizes ein sog. C-ITS Straßenbetreiber-Index, der zum Vergleich der C-ITS Anwendungen herangezogen werden kann, auch wenn jede C-ITS Anwendung mit unterschiedlicher Netzabdeckung zum Einsatz kommt.

Grundsätzlich kann das Ranglisten-Verfahren auf beliebige C-ITS Anwendungen angewendet werden und ist insofern unabhängig von der speziellen Aufgaben- und Zielstellung des vorliegenden Projekts. Einzig muss berücksichtigt werden, dass das zugrundeliegende Nutzen-/Hemmnis-Model auf die Rolle und Sichtweise des Bundes als Öffentlicher Straßen-Baulastträger und -Betreiber ausgerichtet ist.

Im Folgenden wird genauer beschrieben, wie die Untersuchungsmethodik im Hinblick auf die Aufgaben- und Zielstellung des vorliegenden Projekts eingesetzt wurde und an einem Beispiel wird die Ermittlung der C-ITS Indizes erläutert.

## 2.1.2 Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen

Die auf drei Schritte aufgeteilte Stufe 1 der Aufstellung der „Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen“ ist in folgender Abbildung dargestellt und wird im Folgenden beschrieben.

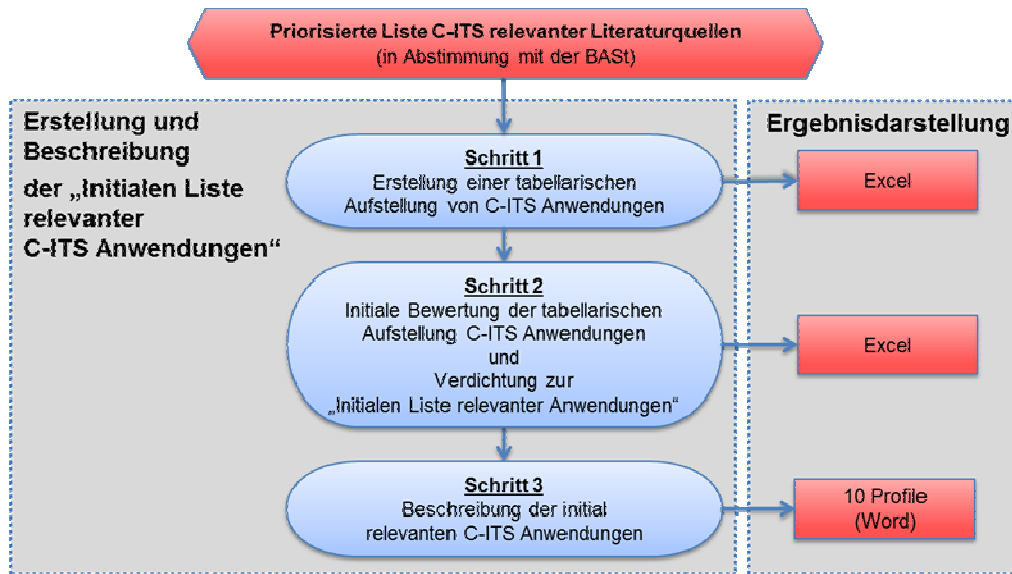


Abbildung 1: Aufstellung der „Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen“

### Stufe1, Schritt 1: Erstellung einer tabellarischen Aufstellung von C-ITS Anwendungen

Startpunkt war die Aufstellung und Durchsicht einer Liste nationaler und internationaler C-ITS Literaturquellen, die nach erster Einschätzung der Projektbeteiligten und nach einer zusätzlichen Abstimmung mit dem Auftraggeber Relevanz für das vorliegende Projekt haben, weil sie den aktuellen Diskussionsstand zu den C-ITS Anwendungen in Deutschland und Europa vollständig reflektieren. Im Umkehrschluss bedeutet das aber auch, dass die Zusammenstellung der Literaturquellen allein auf Expertenmeinung beruht und dass für die Selektion keine besonderen zusätzlichen Auswahlkriterien herangezogen wurden. Es kann also generell nicht ausgeschlossen werden, dass bei der weltweit ständig anwachsenden Anzahl von C-ITS Projekten und Initiativen evtl. bedeutsame Literaturquellen fehlen.

Ergebnis dieser Literatur-Durchsicht und somit Output von Schritt 1 ist eine erste, nicht weiter bewertete, tabellarische Aufstellung von C-ITS Anwendungen, von denen man sagen kann, dass sie in den wichtigsten Quellen referenziert wurden. Einen Ausschnitt zeigt folgende Abbildung. Die vollständige Liste findet sich im Fach "Literaturdurchsicht" als Anlage zu diesem Bericht beigefügten Excel Tabelle "FP\_82\_0571\_2012\_MarktdesignCoSy\_Schlussbericht\_Anlage\_01-00-00.xlsx"

Nr.	Anwendung / Anwendungsfall	Beschreibung	Literaturquellen				Wirkungsbeurteilung				Bemerkung	
			Beschreibung	Typ	Bewertungs-Methode	Datum	Effizienz (Vermeidung von Stau)	Safety (Vermeidung von Unfällen)	Environmental Impact (Vermeidung von CO2)	Other Aspects (Aufmerksamkeit)		
1	Head Location Notification	Head location notification is one of head location warning systems that warns upstream traffic of dangerous situation ahead with regard to weather conditions, typically slippery road. For clarity, figure 5 illustrates general classification of head location.	BAST	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	2010	2	3	4	5	6	7
2	Traffic Jam Warning	Traffic jam warning is a system that warns upstream drivers of congestion ahead.	BAST	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	2010	2	3	4	5	6	7
3	Head Works Warning	It is classical C-ITS use case that both warns upstream traffic in advance of road work and informs drivers with appropriate actions to take, such as recommended speeds as well as lane use.	BAST	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	2010	2	3	4	5	6	7
4	Automatic Access Control		BAST	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	2010	2	3	4	5	6	7
5	Parking Management		BAST	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	2010	2	3	4	5	6	7
6	In-Vehicle Signage	In-vehicle signage is a C-ITS application that, through its use cases, provides information to approaching vehicles in order to increase mainly their awareness of local traffic condition.	BAST	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	Verkehrswissenschaftliche Zeitschrift	2010	2	3	4	5	6	7

Abbildung 2: Tabellarische Aufstellung bewerteter C-ITS Anwendungen (Ausschnitt)

Die Tabelle besteht insgesamt aus drei Bereichen:

- auf der linken Seite sind die Anwendungen mit ihrer englischen Bezeichnung und einer kurzen Beschreibung aufgeführt
- im Mittelteil der Tabelle sind bis zu max. sechs Literaturquellen aufgeführt, die sich mit der Anwendung befassen mit Nennung:
  - der Bezeichnung des Autors der Quelle
  - des Typs des Autors der Quelle
  - der in der Quelle angewendeten Methode für die Bewertung des referenzierten Anwendungsfalls und
  - des Erscheinungsdatums der Quelle
- Auf der rechten Seite der Tabelle werden zusätzliche Angaben gemacht bzgl.:
  - Angaben zur Klassifizierung des Zwecks der Anwendung:
    - Verkehrliche Wirkung (Sicherheit, Effizienz)
    - Verkehrsinformation
    - Nachhaltigkeit im Sinne der Vermeidung von Umweltbelastungen
  - Besondere Bemerkungen

**Stufe1, Schritt 2: Initiale Bewertung der relevanten C-ITS Anwendungen**

Mit Schritt 2 ist das Ziel verbunden, die Ergebnisse der Literatur-Durchsicht zu verdichten, um zu einer ersten Liste der für die Untersuchung am Ende relevanten C-ITS Anwendungen zu kommen.

Als Bewertungskriterium für die Relevanz wird zunächst die "Anzahl der Quellen" herangezogen, die sich mit der Anwendung bzw. dem Anwendungsfall befassen haben. Als weiteres Kriterium werden nur die Anwendungen als relevant klassifiziert, die lt. Quellen für einen Day-1 oder Day-2 Rollout in Frage kommen. Zum Vergleich wird darüber hinaus dargestellt, welche Bewertung die Anwendung in früheren, ähnlichen z.B. von ETSI oder der BAST durchgeführten Bewertungsprozessen erhalten hat.

Die aus diesem Vorgehen für das vorliegende Projekt resultierende „Initiale Liste der für das vorliegende Projekt relevanten Anwendungen“ zeigt folgende Tabelle:

#	Bezeichnung der C-ITS Anwendung	Abkürzung	# Literatur-Referenzen	Erwarteter "Day" für einen Roll-Out	Wichtige vorhergehende Bewertungen		Einsatzbereich	Primäres Ziel	
					ETSI BSA <sup>(1)</sup>	BASt <sup>(2)</sup>			
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	8	Day 1/Day 2	11 von 16		BAB/BS	Sicherheit	
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	8	Day 1/Day 2	12 von 16		BAB/BS	Sicherheit	
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	7	Day 2	10 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Sicherheit	
4	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	7	Day 1	11 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Sicherheit	
5	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	7	Day 1	11 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Sicherheit	
6	Floating Car Data	FCD	6	Day 1/Day 2	9 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Effizienz	
7	Stationary Vehicle Warning	SVW	3	Day 2	10 von 16		BAB/BS	Sicherheit	
8	Traffic Jam Warning (Hot Spots)	TJW	3	Day 2			BAB/BS	Sicherheit	
9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	4	Day 2	8 von 16	bestplatziert	BAB	Sicherheit	
10	Red Light Violation Warning	RLWV	4	Day 1/Day 2	7 von 16		BS	Sicherheit	
11	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory	VSH/TLOSA	4	Day 2	6 von 16		BS	Effizienz	
(1)	Die Einschätzung beruht auf einer qualitativen Bewertung (siehe TR 102 638 V.1.1.1 (6-2009)). Beteiligt waren Akteure von ETSI, ISO und CEN, jedoch keine Service-Provider und Logistik-Unternehmen und Telekom-Unternehmen.								
(2)	Bewertung im Rahmen eines Forschungsprojektes der BASt.								

Tabelle 1: Aufstellung der „Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen“

Auf der linken Seite der Tabelle sind unter den Attributen ‚Bezeichnung der C-ITS Anwendung‘, ‚Abkürzung‘ diejenigen C-ITS Anwendungen aufgeführt, die im Rahmen der Literaturdurchsicht besonders häufig genannt bzw. behandelt werden und für die einen Rollouts im Bereich von Day-1 und/oder Day-2 erwartet wird.

Im rechten Teil ist als Hintergrundinformation aufgeführt, wie sie ihre Bewertungen einerseits aus einem von ETSI durchgeführten Workshop und andererseits aus einem BASt Forschungsbericht aus dem Jahr 2012 ergeben haben.

Außerdem sind die Anwendungen hinsichtlich ihres Einsatzbereichs /BAB - Bundesautobahn, BS - Bundesstraßen) und ihrer primären Zielsetzung (Sicherheit als Synonym für Sicherheitsgewinn, Effizienz als Synonym für Vermeidung von Stau) klassifiziert.

### Stufe1, Schritt 3: Beschreibung der initial relevanten C-ITS Anwendungen

Mit Schritt 3 werden dann die initial als relevant bewerteten C-ITS Anwendungen nach einem speziell vorgeschlagenen Beschreibungsmuster beschrieben. Neben einem sog. „C-ITS Anwendungsprofil“ mit einer ersten, in Form des vom Projekt EasyWay entwickelten ITS-Radars dargestellten qualitativen Bewertung sowohl für den Nutzen als auch für die Einführungshemmnisse umfasst die Beschreibung funktionale und technische Informationen sowie die erwartete Rolle des Öffentlichen Straßen-Baulastträgers und -Betreibers für den Fall des Rollout und des Betriebs.

Im Einzelnen enthält das Beschreibungsmuster folgende Bestandteile:

- Profil der C-ITS Anwendung
  - Definition: Unverwechselbare Merkmale der Anwendung
  - Einsatzbereich: Autobahn und /oder Bundesstraßen
  - Vision: Langfristiges Ziel, das mit der Anwendung verfolgt wird
  - Service Nutzen Radar: qualitative Experteneinschätzung des Nutzens der Anwendung (mit Angabe des primären Nutzens)
  - Service Hemmnis Radar: qualitative Einschätzung der Komplexität und Einführungsdauer, grobe Schätzung der Implementierungskosten
  - Wichtige Literatur: Nennung der für die C-ITS Anwendung wichtigen Literatur
- Funktionale und technologische Aspekte
  - Kurze Beschreibung von Funktionalität und Technologie
- Rolle des Straßenbetreibers

- Einschätzung der Rolle des öffentlichen Baulastträgers und Straßenbetreibers bei der Implementierung und im Betrieb
- Rollout Horizont
  - Einschätzung des frühest möglichen Rollout-Zeitpunkts, die teilweise durch die gesichtete Literatur gestützt wird.

### 2.1.3 Anwendung des Ranglisten-Verfahrens

#### Überblick

Die Bewertung der in der Liste enthaltenen relevanten C-ITS Anwendungen erfolgt mit Hilfe des auf dem Nutzen/Hemmnis-Modell basierenden, einfach anzuwendenden Ranglisten-Verfahrens, mit dem für jede beliebige C-ITS Anwendung ein sog. "C-ITS Straßenbetreiber-Index" ermittelt werden kann, der zum Vergleich verschiedener potentieller C-ITS Anwendungen herangezogen werden kann. Der Index wird mit "C-ITS Straßenbetreiber-Index" bezeichnet, weil er ausschließlich Bewertungskriterien der Straßeninfrastrukturseite Kooperativer Systeme (im vorliegenden Falle des Bundes als Baulastträger und Straßenbetreiber der Bundesfernstraßen) berücksichtigt. Die Sicht der sehr breit angelegten aus vielen verschiedenen Stakeholdern und Akteuren bestehenden "C-ITS Community", die auf ganz unterschiedlichen Interessenlagen aller Organisationen und Institutionen basiert und die in irgendeiner Weise an der Entwicklung und am Rollout von C-ITS Anwendungen beteiligt sind, spielt hier keine Rolle.

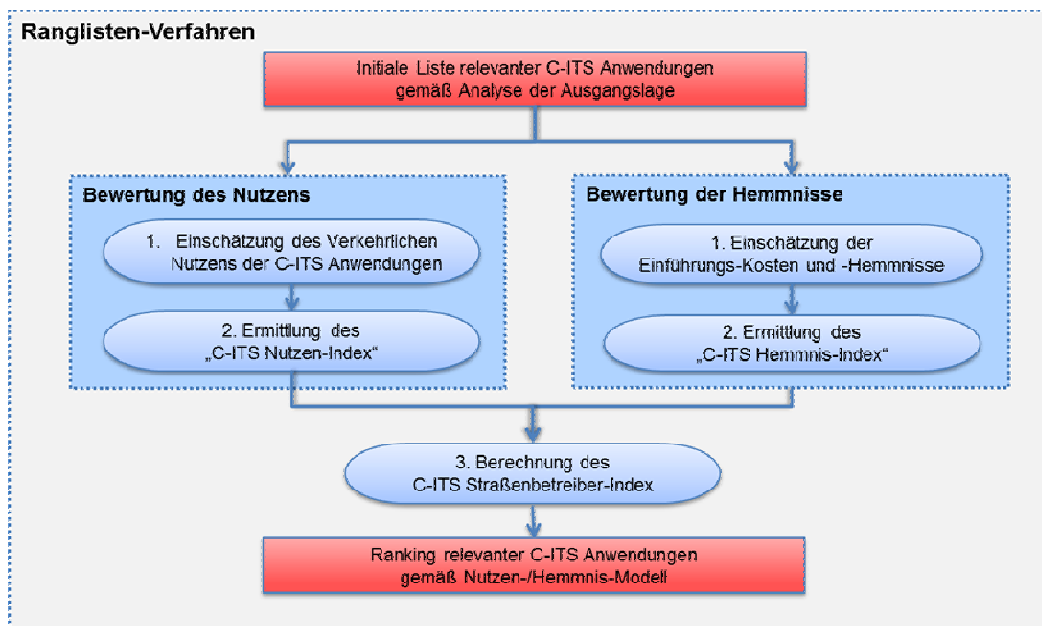


Abbildung 3: Ranglisten-Verfahren zur Bewertung von C-ITS Anwendungen (Straßenbetreiber-Sicht)

Wie in der Abbildung 3 dargestellt, ist Ausgangspunkt und Eingangsgröße für die Anwendung des Ranglisten-Verfahrens die im Rahmen der Analyse der Ausgangslage aufgestellte "Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen", die als Ergebnis der Literaturanalyse eine allgemeine Wertung der aus der Literatur entnommenen C-ITS Anwendungen darstellt. Ergebnis der Anwendung des Ranglisten-Verfahrens ist dann eine auf dem C-ITS Straßenbetreiber-Index basierende Reihung der in dieser initialen Liste enthaltenen C-ITS Anwendungen.

#### Ermittlung des C-ITS Nutzen-Index

Zur Nutzenermittlung wird für die zu bewertende C-ITS Anwendung der von dieser zu erwartende Mehrwert in Bezug auf die Erhöhung der Verkehrssicherheit sowie die Vermeidung von Stau und Umweltbelastungen für das jeweils relevante Betriebsumfeld im Straßennetz qualitativ eingeschätzt (absoluter Nutzen \* Betriebskilometer). Relevantes Betriebsumfeld bedeutet, dass nur für solche Bestandteile des Straßennetzes ein erstes Rollout in Erwägung gezogen wird, für die erhöhte Sicherheitsrisiken bzw. eine erhöhte Gefahr von Stau bestehen.

Das Modell zur Ermittlung des Mehrwerts ist so angelegt, dass im konkreten Fall bei Verfügbarkeit entsprechender Zahlenmaterials (Verkehrsentwicklung, Kostensätze für Unfälle, Zeitverluste sowie Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen) jederzeit auch monetär bewertete Einsparungen, wie sie zum Beispiel im Rahmen von RE-Entwürfen errechnet werden, abgeleitet werden können.

Ergebnis dieses Nutzenansatzes ist ein sog. "C-ITS Nutzen-Index" als dimensionslose Maßzahl für den Nutzen einer C-ITS Anwendung.

### **Ermittlung des C-ITS Hemmnis-Index**

Zur Ermittlung der Wertigkeit von Einführungshemmnissen werden für die zu bewertende C-ITS Anwendung die zu erwartenden Investitionskosten (Beschaffung und Implementierung), die Komplexität als eine Synonym für den Grad des technisch und organisatorischen Umsetzungsaufwands sowie die Zeit bis zum Rollout als Synonym für die Anwendungsreife herangezogen.

Das Modell ist so angelegt, dass es jederzeit auch andere Kriterien verarbeiten bzw. auf weitere Kriterien ausgeweitet werden kann. Die Ermittlung der Kosten basiert auf einer Schätzung der Implementierungskosten/pro Implementierungskilometer. Im konkreten Fall können bei Verfügbarkeit genauer Einzelkostenansätze die tatsächlichen Kosten auch exakt ermittelt werden.

Ergebnis dieses Hemmnisansatzes ist ein sog. "C-ITS Hemmnis-Index" als dimensionslose Maßzahl für die Einführungshemmnisse einer C-ITS Anwendung.

### **Ermittlung des C-ITS Straßenbetreiber-Index**

Als eigentliches Ergebnis der Bewertung ergibt sich am Ende ein sog. "C-ITS Straßenbetreiber-Index" als Quotient aus "C-ITS Nutzen-Index" und "C-ITS Hemmnis-Index":

$$\text{C-ITS Straßenbetreiber-Index} = \text{C-ITS Nutzen Index} / \text{CITS Hemmnis-Index}$$

An dieser Stelle muss klargestellt werden, dass der C-ITS Straßenbetreiber-Index als einzelne Zahl keinerlei realitätsbezogene Wertigkeit für sich alleine zum Ausdruck bringt. Seine Bedeutung erhält er im Vergleich der C-ITS Straßenbetreiber-Indizes untereinander, weil zum Ausdruck gebracht wird, dass das auf Betriebskilometer normierte Nutzen-/Hemmnis-Verhältnis der einen C-ITS Anwendung größer oder kleiner ist als das einer anderen C-ITS Anwendung und so der Rang einer C-ITS Anwendung in einer Liste von C-ITS Anwendungen festgelegt werden kann.

### **Das Nutzen-/Hemmnis-Modell**

Das im Folgenden vorgestellte Nutzen-/Hemmnis-Modell ist nicht in allen Bestandteilen ein vollständig neues Modell. Vielmehr macht es sich andere bewährte Modelle aus der Domäne des Straßenverkehrs zu Nutze und verbindet diese. Die wichtigsten Grundlagenmodelle sind:

- Das im Rahmen von RE-Entwürfen zur Begründung von Verkehrsinfrastrukturinvestitionen angewendete Modell (Prinzip) der **Kosten und Nutzen-Analyse** zum Vergleich von Kosten und Nutzen einer Investition in die Verkehrsinfrastruktur
- Der im Projekt EasyWay (siehe <http://www.its-platform.eu/>) entwickelte und angewandte **IVS-Dienst Nutzen Radar** (engl. ITS-Service Benefit Radar) zur expertenbasierten quantitativen Einschätzung des erzielbaren Mehrwerts eines IVS-Dienstes
- Das im Projekt EasyWay (siehe <http://www.its-platform.eu/>) entwickelte und angewandte Modell der **IVS-Betriebsumfelder** (engl. Operating Environments) zur Klassifizierung der Betriebsumgebung von IVS-Diensten

Im Folgenden werden das Nutzen-/Hemmnis-Modell und seine Bestandteile näher beschrieben und erläutert.

#### **2.1.4 Das Nutzen-Modell**

Der verkehrliche Nutzen von IVS-Anwendungen (engl. ITS-Services) wird im europäischen Kontext des ITS-Action Plans und der ITS-Directive an dem Mehrwert gemessen, den eine ITS-Anwendung hinsichtlich der Hauptziele von ITS, nämlich Safety (Verkehrssicherheit), Efficiency (Effizienz) und Environmental Impact (Umwelteinwirkungen), schafft.

Um verschiedene ITS-Anwendungen bezgl. des erzielbaren Mehrwerts zu vergleichen, wurde im Projekt EasyWay (siehe <http://www.its-platform.eu/>) der sog. IVS-Dienst Nutzen-Radar (engl. ITS-Service Benefit-Radar) entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Grafik, die in quantitativer Form den Mehrwert eines ITS-Service - differenziert nach den o.g. Zielen - visualisiert. Ein auf die C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ angewendetes Beispiel zeigt folgende Abbildung:

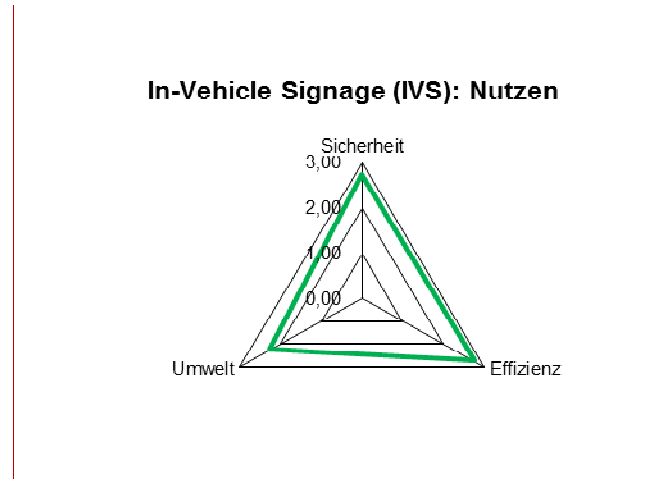


Abbildung 4: IVS-Dienst Nutzen-Radar (Beispiel In-Vehicle Signage)

Die quantitativen Angaben innerhalb einer Skala von 0 bis 3 beruhen auf Experteneinschätzungen und entstammen keiner spezifischen wissenschaftlichen Analyse. Da für die meisten C-ITS Anwendungen wissenschaftliche Bewertungen ohnehin nicht vorliegen, bietet der ITS-Nutzen Nutzen-Radar zurzeit die einzige Möglichkeit der Bewertung. Wissenschaftlich fundierte Berechnungen können die Experteneinschätzungen jedoch in Zukunft unterstützen.

Bei der Bewertung mit dem ITS Service Nutzen- Radar handelt es sich um eine vergleichende Einschätzung des Mehrwerts von ITS-Services untereinander. Das Nutzenpotential einer C-ITS Anwendung ist aber auch abhängig von ihrem Betriebsumfeld. So ist der Sicherheitsgewinn einer C-ITS Anwendung auf unfallträchtigen Strecken und ihr Stauvermeidungseffekt in einer stark staugefährdeten Umgebung ungleich höher als z.B. auf einer gerade neu ausgebauten Strecke des Straßennetzes. Um diesen Aspekt der Betriebsumgebung eines ITS-Service zu berücksichtigen, wurde ebenfalls im Projekt EasyWay das Konzept der IVS-Betriebsumfelder (engl. Operating Environments) entwickelt. Dabei handelt es sich, wie folgende Tabelle für Autobahnabschnitte zeigt, um eine Klassifizierung des Straßennetzes nach seinem Potential (Risiko) des Auftretens von Unfällen und/oder verkehrsbedingten Störungen.

OE	Network-Topology	Safety Concerns	Traffic Flow Impact
		Description	Description
C1	Critical spots	potential major safety concerns	local flow-related traffic impact
T1	Motorway (link)	no major safety concerns	no flow-related traffic impact
T2	Motorway (link)	potential major safety concerns	no flow-related traffic impact
T3	Motorway (link)	no major safety concerns	daily flow-related traffic impact
T4	Motorway (link)	potential major safety concerns	daily flow-related traffic impact
S1	motorway corridor	possibly safety concerns	at most seasonal flow-related impact
S2	motorway corridor	possibly safety concerns	daily flow-related traffic impact
P1	peri-urban	possibly safety concerns	

Tabelle 2: Modell zur Klassifizierung des Betriebsumfelds von ITS-Services

Das im Folgenden erläuterte Modell zur Ermittlung des Nutzenpotentials macht sich beide oben aufgeführten EasyWay-Konzepte zu Nutze, indem es beide in Beziehung zueinander setzt.

Dazu wurden im ersten Schritt das Modell der deskriptiven Beschreibung der in den IVS-Betriebsumfeldern vorkommenden verschiedenen Stufen der Gefährdungspotentiale Sicherheitsbedenken (eng. safety concerns) um einen Koeffizienten von 0,25 bis 1 und Auswirkungen auf den Verkehrsablauf (engl. flow related impact) um einen Koeffizienten (engl. coefficient) zwischen 0 und 1 erweitert. Diese Zuordnung zeigt folgende Tabelle:

Safety Concerns		Traffic Flow Impact	
Description	Coefficient	Description	Coefficient
no major safety concerns	0,00	no flow-related traffic impact	0,00
possibly safety concerns	0,50	local flow-related traffic impact	0,00
potential major safety concerns	1,00	at most seasonal flow-related impact	0,50
		daily flow-related traffic impact	1,00

Tabelle 3: Koeffizienten für das Gefährdungspotential von Betriebsumfeldern

In einem weiteren Schritt wurden unter Zuhilfenahme des EasyWay-Tools EasyWay Map für jede der oben aufgelisteten Betriebsumgebungsklassen C1 bis P1 die Abschnitte und die zugehörigen Abschnittslängen (im km) im deutschen Autobahnnetz ermittelt.

Das Ergebnis beider Schritte zeigt folgende Tabelle. Es ist anzumerken, dass es sich um eine abschnittsbezogene Zählung und Kilometerberechnung handelt und dass diese Werte für die Nutzenberechnung verdoppelt werden müssen (Hin- und Rückrichtung):

OE	Network-Topology	Safety Concerns		Traffic Flow Impact		Length [km]	# of sections
		Description	Coefficient	Description	Coefficient		
C1	Critical spots	potential major safety concerns	1,00	local flow-related traffic impact	0,00	130	44
T1	Motorway (link)	no major safety concerns	0,00	no flow-related traffic impact	0,00	5.036	1005
T2	Motorway (link)	potential major safety concerns	1,00	no flow-related traffic impact	0,00	913	220
T3	Motorway (link)	no major safety concerns	0,00	daily flow-related traffic impact	1,00	844	215
T4	Motorway (link)	potential major safety concerns	1,00	daily flow-related traffic impact	1,00	214	61
S1	motorway corridor	possibly safety concerns	0,50	at most seasonal flow-related impact	0,50	2.853	521
S2	motorway corridor	possibly safety concerns	0,50	daily flow-related traffic impact	1,00	1.769	385
P1	peri-urban	possibly safety concerns	0,50		0,00	1.121	519
					<b>Summen</b>	<b>12.880</b>	<b>2.970</b>
					<b>durchschnittliche Anzahl der km/Abschnitt</b>		<b>4,34</b>

Tabelle 4: Koeffizienten sowie Anzahl der Abschnitte und Autobahnkilometer je Betriebsumfeld im Deutschen Autobahnnetz

Wie das folgenden Beispiel für die C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ zeigt, kann im weiteren unter Nutzung des ITS Service Nutzen Radars und der Koeffizienten der Gefährdungspotentiale der Betriebsumfelder je C-ITS Anwendung ein der „C-ITS Nutzen-Index“ berechnet werden.



Die einzelnen Berechnungsschritte werden im Folgenden am Beispiel "In-Vehicle Signage" erläutert:

- Ausgangspunkt sind Nutzenschätzungen der Experten<sup>5</sup>:

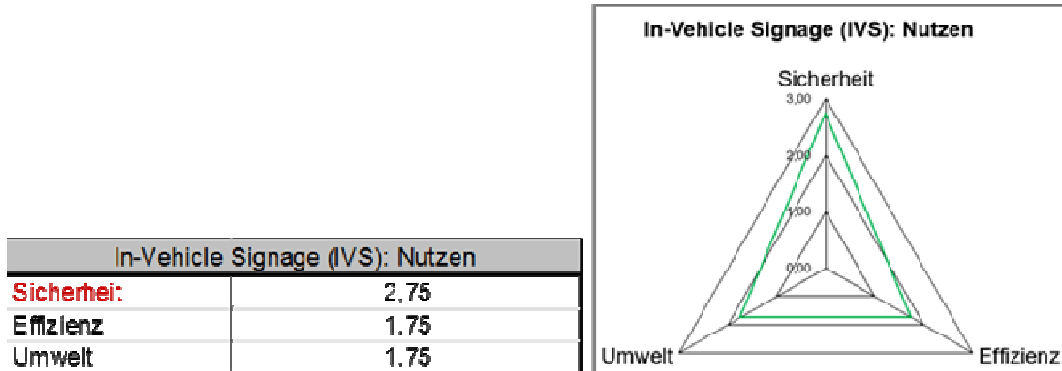


Abbildung 5: Nutzenschätzungen für „In-Vehicle Signage“

Anschließend wird im ersten Schritt für jedes Betriebsumfeld der Nutzen in Bezug auf Sicherheitsgewinn, Gewinn an Transporteffizienz und Vermeidung von Umwelteinwirkungen wie folgt berechnet.

- Je Betriebsumfeld C1 ergibt sich folgende Rechnung:

$$\text{Nutzensgewinn} = \text{Betriebskilometer} * (\text{Nutzen\_Sicherheit} * \text{Koeffizient\_Sicherheit} + 2 * \text{Nutzen\_Effizienz} * \text{Koeffizient\_Effizienz}) / 1000$$

- Für o.g. Beispiel ergibt sich für
  - C1 ein Nutzensgewinn von:  $259 \text{ km} * (2,75 * 1 + 2 * 1,75 * 0) / 1000 \text{ km} = 0,71$
  - S1 ein Nutzensgewinn von:  $5705 \text{ km} * (2,75 * 0,5 + 2 * 1,75 * 0,5) / 1000 \text{ km} = 17,25$
- Die Summe aller Nutzensgewinne über alle Betriebsumfelder ergeben je C-ITS Anwendung den C-ITS Nutzen-Index, wie für das Beispiel „In-Vehicle Signage“ oben dargestellt C-ITS Nutzen-Index In-Vehicle Signage = 45,24

### Abgrenzung der Anwendung Betriebsumfeldmodells

Es muss angemerkt werden, dass Betriebsumfeld-basierte Bewertungsverfahren im vorliegenden Fall nur auf einen Teil der C-ITS Anwendungen angewendet werden konnte, da für die C-ITS Anwendungen „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“, „Red Light Violation Warning“ und „Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory“ keine Betriebsumfeld-Parameter vorliegen. Um das hier vorgestellte Verfahren anzuwenden, müssen für diese C-ITS Anwendungen noch passende Betriebsumfelder entwickelt werden. Für „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“ z.B. das Feststellen von Auffahrten mit besonders hoher Falschfahrerhäufigkeit, für)“, „Red Light Violation Warning“ und „Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory“ z.B. das Feststellen von LSA mit hoher Unfallhäufigkeit bzw. hoher Stauanfälligkeit

### Erweiterung des Betriebsumfeldmodells für Baustellen kürzerer und längerer Dauer

Einen Sonderfall in Bezug auf die Anwendung des Betriebsumfeldmodells stellen die C-ITS-Anwendungen für Baustellen („Road Works Warning (AKD)“, „Road Works Warning (ALD)“) dar. Da Baustellen räumlich ganz unterschiedlich Ausdehnungen haben und zudem zeitlich befristet sind, kann das auf der Klassifizierung von Streckenabschnitten basierende Betriebsumfeldmodell nicht in gleicher Weise wie für die übrigen C-ITS-Anwendungen angewendet werden. Um die beiden Baustellen-Anwendungen dennoch in die Bewertung einbeziehen zu können, wurde das Betriebsumfeldmodell für die Bewertung von Baustellen wie folgt erweitert:

- Für Baustellen kürzerer Dauer (AKD)
  - Durchschnittlich Baustellen in Betrieb: 3.000

<sup>5</sup> In diesem Falle als Mittel von Schätzungen von insgesamt vier Experten

- Durchschnittliche Länge je Baustelle: 2 km
- Koeffizient Sicherheit: 1.0
- Koeffizient Effizienz: 1.0
- Für Baustellen längerer Dauer (ALD)
  - Durchschnittlich Baustellen in Betrieb: 850
  - Durchschnittliche Länge je Baustelle: 6 km
  - Koeffizient Sicherheit: 1.0
  - Koeffizient Effizienz: 1.0

Diese Erweiterung zeigt folgende Tabelle

OE	Network-Topology	Safety Concerns		Traffic Flow Impact		Length [km]	# of sections
		Description	Coefficient	Description	Coefficient		
AKD	Road Works (short time)	potential major safety concerns	1,00	daily flow-related traffic impact	1,00	6.000	3000
ALD	Road Works (long time)	potential major safety concerns	1,00	daily flow-related traffic impact	1,00	5.100	850

Abbildung 6: Erweiterung des Betriebsumfeldmodells für Baustellen kürzerer und längerer Dauer

### 2.1.5 Das Hemmnis-Modell

#### Überblick

Da für die in Frage kommenden C-ITS Anwendungen bisher noch keinerlei Erfahrungen aus einem Einsatz im Regelbetrieb vorliegen, müssen dem potentiellen Nutzen neben den von Öffentlichen Baulasträger von RE-Entwürfen generell zu ermittelnden Kosten auch sonstige ggfs. vorliegende Einführungs-Risiken (Hemmnisse) gegenübergestellt werden. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, wurde ein Modell zur Ermittlung eines "Hemmnis-Index" entwickelt, mit dem das Risiko der Einführung Bestandteil der Bewertung der C-ITS Anwendungen wird.

In einer ersten Modellstufe wurden folgende drei Hemmnisse einbezogen:

- (Investitions-)Kosten für Beschaffung und Implementation als monetäres Hemmnis (analog der Kosten einer normalen Nutzen-/Kosten-Analyse),
- Komplexität, mit der technologische, organisatorische, betriebliche oder sonstige Risiken berücksichtigt werden sollen,
- Zeit bis zum Rollout, mit dem vor allem technologische und rechtliche Risiken abgedeckt werden, die im Zeitraum von heute bis zu einer Einführung der C-ITS Anwendung noch entstehen können.

Das Modell kann im Rahmen anderer Projekte beliebig um weitere Hemmnisse (Risiken) erweitert werden.

Da nicht jede C-ITS Anwendung mit denselben Kosten und Einführungs-Hemmnissenrisiken behaftet ist, wurde auch hier das schon für die Bewertung des Nutzens bewährte IVS-Dienst Radar-Modell herangezogen. Diesmal allerdings nicht als Nutzen- sondern als Hemmnis-Radar. Ein Beispiel zeigt folgende Abbildung.

## In-Vehicle Signage (IVS): Hemmnisse

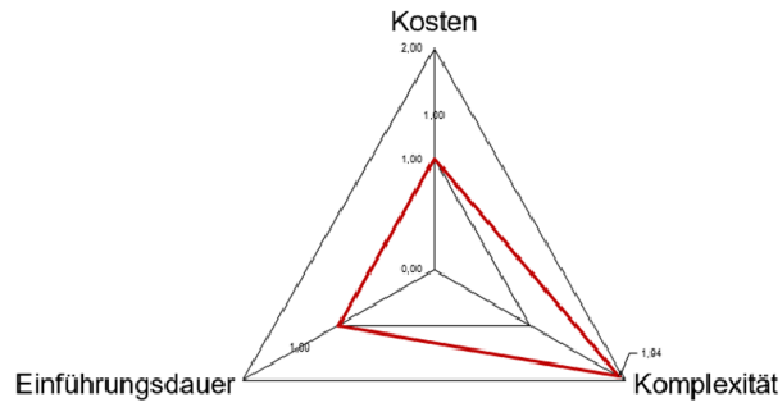


Abbildung 7: IVS-Dienst Hemmnis-Radar (Beispiel In-Vehicle Signage)

Die angesetzten Werte für Komplexität und Einführungsdauer bis zur Einführung beruhen wie beim Nutzen-Radar auf der Einschätzung durch Experten. Für die Festlegung des Radar-Wertes für die Investitionskosten wird hingegen ein Kostenschätzungsmodell herangezogen, das das für einen Rollout erforderliche Mengengerüst für IRSen einbezieht.

Die Ermittlung der einzelnen Bestandteile des Hemmnis-Modells wird im Folgenden beschrieben und erläutert.

### Ermittlung des Wertes für "Komplexität"

Mit dem Aspekt "Komplexität" als Bestandteil des Hemmnis-Modells sollen Experteneinschätzungen zu noch bestehenden technologischen, organisatorischen, betrieblichen oder sonstige Risiken in die Bewertung und damit das Ranking der C-ITS Anwendungen einbezogen werden. Der Begriff "Komplexität" darf hier nicht deterministisch verstanden werden. Im Prinzip ist es dem Expertenteam und seiner persönlichen Expertise und Sichtweise überlassen, welche Risiken es im Einzelnen darunter versteht.

Als Rahmen für das vorliegende Projekt wurden von den Experten beispielhaft folgende Aspekte genannt:

- Technologische Risiken:
  - Reife der Dienst-Technologie der spezifischen C-ITS Anwendung insgesamt,
  - Leistungsfähigkeit der eingesetzten Kommunikationstechnologie,
  - Genauigkeit der Ortsreferenzierung,
  - Standardisierungsgrad der vorgesehenen C2X-Schnittstellen (Daten und Datenaustauschprotokolls),
- Funktionale Risiken, z.B.:
  - Funktionale Reife der C-ITS Anwendungen,
  - Reife der HMIs zur Erzielung von Benutzerakzeptanz,
  - Reife der Qualitätssicherung,
  - ...
- Organisatorische Risiken, z.B.:
  - Aufbau der Organisationsarchitektur und Service-Kette zur Lieferung der infrastrukturseitigen statischen und quasi-statischen Daten und Informationen,
  - Aufbau eines Qualitätsmanagements,
  - Einbettung der Dienste in die Verkehrsmanagement- und Verkehrsinformationsdienste der öffentlichen Verwaltungen

- Gesetzlich Risiken:
  - Klärung der Fragen der Privatsphäre, des Datenschutzes und der Datensicherheit,
  - Klärung der Fragen einer Zertifizierung,
  - Einbettung der Dienste in gesetzliche Rahmenbedingungen,
  - Haftungsfragen,

Da unter Umständen nicht allen Aspekten die gleiche Wertigkeit beigemessen werden soll, erlaubt das Verfahren eine Gewichtung der vier Teilaspekte von Komplexität. Im vorliegenden Projekt wurde folgende (neutrale) Gewichtung verwendet:

Komplexität				
technologisch	funktional	organisatorisch	gesetzlich	Summe
25%	25%	25%	25%	100%

Tabelle 5: Wichtungsfaktoren für die Aspekte von Komplexität

### Ermittlung von Kosten für den Rollout

Die Ermittlung von Kosten für den Rollout von C-ITS Anwendungen gestaltet sich besonders schwierig, da für die erforderlichen Mengengerüste kein verlässliches Zahlenmaterial vorliegt und demzufolge für die anzusetzenden Investitionskosten nur grobe Annahmen getroffen werden können. Um dennoch zu einer Abschätzung zu kommen, wurden für die Kostenseite folgende Annahmen getroffen:

- Die Investitionskosten für die Beschaffung und Inbetriebnahme
  - einer stationären IRS werden pauschal mit 10.000 €<sup>6</sup> und
  - die einer mobilen IRS pauschal mit 5.000 €

angesetzt. Der unterschiedliche Kostenansatz ergibt sich aus der Tatsache, dass für eine mobile IRS keine besondere zusätzliche Stromversorgung erforderlich ist, da die IRS auf fahrbaren Absperrtafeln montiert sind, bei denen eine Stromversorgung für eine elektronische Ausrüstung bereits vorhanden ist. Hingegen sind die Kosten für die Heranführung einer Stromversorgung für eine dauerhaft zu installierende IRS auf freier Strecke generell sehr hoch und werden im vorliegenden Modell pauschal mit 5.000 € angesetzt.

- Die Investitionskosten für eine Zentrale und für die Kommunikation zwischen IRS und Zentrale werden in diesem Vergleich nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass sie sich für den Betrieb der einzelnen C-ITS Anwendungen nur unwesentlich unterscheiden und insofern im Vergleich neutralisieren. Für ein konkretes Rollout-Szenario müssen sie natürlich ermittelt werden.

<sup>6</sup> pauschaler Kostenansatz für stationäre IRSen aus dem Projekt simTD

Um zu tatsächlichen Kosten zu kommen, müssen neben den Kosten für eine einzelne IRS spezifisch für jede ITS-Anwendung auch Annahmen über die Ausstattungsrate, das heißt die Anzahl der erforderlichen IRSen je Streckenabschnitt getroffen werden. Die Annahmen dafür sollen folgende Skizze veranschaulichen. Unterschieden wird dabei nach insgesamt fünf verschiedenen, von der jeweiligen C-ITS Anwendung abhängigen Ausstattungsraten, die sich in der typischen Positionierung von IRS unterscheiden.

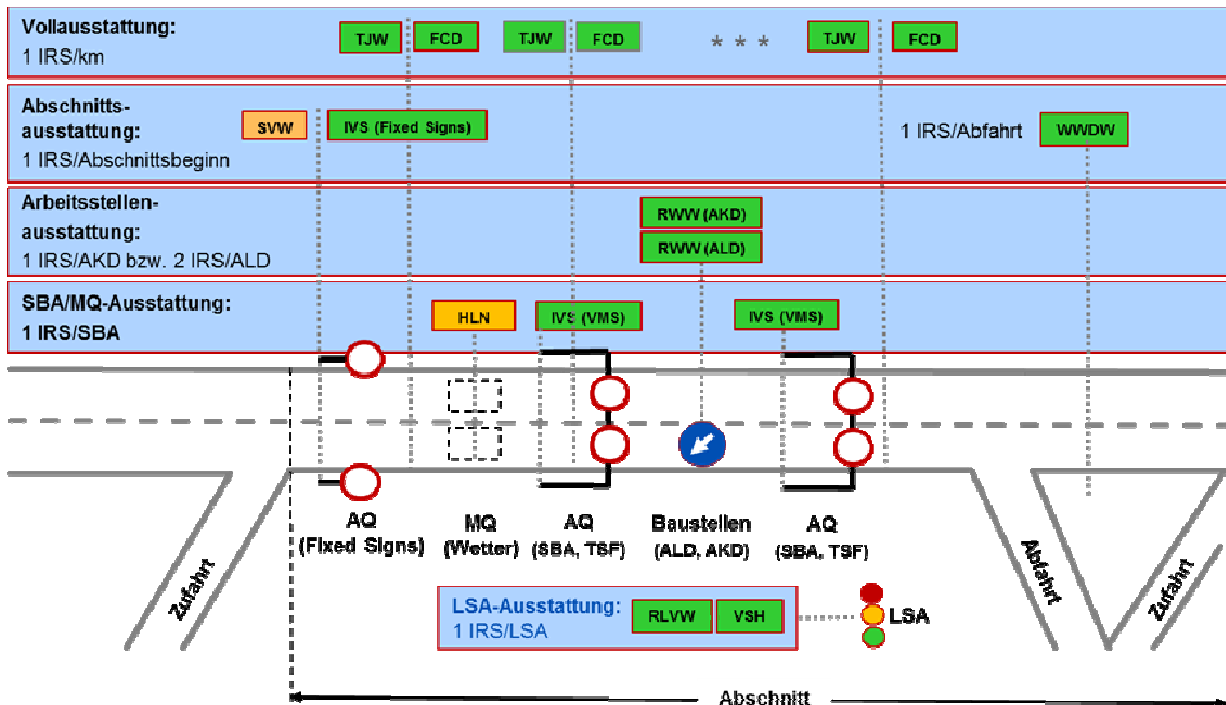


Abbildung 8: Visualisierung der Annahmen zur erforderlichen Ausstattung eines Streckenabschnitts mit IRS je C-ITS Anwendung (Abkürzungen siehe Tabelle 1)

- **Vollausrüstung:** bei einer angenommenen IRS-Reichweite von insgesamt 500 m in beide Richtungen wird von einer Ausstattungsrate und Positionierung von 1 IRS/km ausgegangen. Eine Vollausrüstung wird für die C-ITS Anwendungen „Floating Car Data“ und „Traffic Jam Warning“ angenommen.
- **Abschnittsausstattung:** für C-ITS Anwendungen, die an die Fahrzeuge für einen Abschnitt gültige und im Fahrverlauf unveränderliche Informationen übermitteln, wird von einer Ausstattungsrate von einer IRS/Abschnitt ausgegangen. Die Positionierung der IRS ist am Anfang des Abschnitts, unmittelbar nach der Auffahrt. Eine Abschnittsausstattung wird für die C-ITS Anwendungen „In-Vehicle Signage (Fixed Signage)“, „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“ und „Stationary Vehicle Warning“ angenommen.
- **Arbeitsstellenausstattung:** für die C-ITS Anwendung „Road Works Warning“ wird von einer Ausstattungsrate von 1 IRS/Arbeitsstelle kürzere Dauer und im Mittel 2 IRS/Arbeitsstellen längerer Dauer ausgegangen. Da es sich um mobile IRSen handelt, kann „Road Works Warning“ nicht mit anderen C-ITS Anwendungen gebündelt werden. Die Positionierung der IRS erfolgt bei einer AKD auf der fahrbaren Absperrtafel, bei einer ALD vor der Einfahrt in die Baustelle und vor der Ausfahrt aus der Baustelle.
- **SBA/MQ-Ausstattung:** hier sind zwei Fälle zu unterscheiden
  - für die C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage (VMS)“ zur Anzeige dynamischer Informationen von SBA und TSF wird von einer Mindestausstattung von im Mittel 2 IRSen/Abschnitt der jeweiligen Anlage ausgegangen. Dies gilt für die Abschnitte, über die sich die jeweilige Anlage erstreckt (Dies unter der Voraussetzung, dass man die Anzeigen solcher Anlagen für die Dauer der Durchfahrt durch einen Abschnitt als quasistatisch betrachtet). Diese Annahme kann allerdings dazu führen, dass es abweichenden Anzeigehalten zwischen Fahrzeug und Anlage kommt. Will man diesen Effekt vermeiden muss im Prinzip je Anzeigequerschnitt eine IRS verbaut werden.

- für die C-ITS Anwendung Hazard Location Notification (Weather) zur Anzeige vor allem von Nässe- und Glatteisinformationen ist eine Ausstattungsrate von einer IRS/je MQ auszugehen. Die Positionierung der IRS muss an der Messstelle erfolgen.
- LSA-Ausstattung: für die C-ITS Anwendungen „Red Light Violation Warning“ und „Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory“ wird von einer Ausstattungsrate von 1 IRS/LSA ausgegangen. Die Positionierung der IRS kann im Steuergerät erfolgen.

Der beschriebene Zusammenhang ist im Folgenden nochmals in tabellarischer Form dargestellt:

#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	IRS-Ausstattung (Annahme: IRS-Reichweite = 500 m in beide Richtungen)								
			Voll	Abschnitt	SBA	Wetter	AKD	ALD	LSA		
			1 IRS/ Km	1 IRS/ Abschnitt	2 IRS/ SBA-Abschn.	1 IRS/ MQ	1 IRS/ FAT	2 IRS/ B.st.	1 IRS/ LSA		
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F		X							
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS			X						
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN				X					
4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD					X				
5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD							X		
6	Floating Car Data	FCD	X								
7	Stationary Vehicle Warning	SVW		X							
8	Traffic Jam Warning	TJW	X								
9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW		X							
11	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory	VSH/TLOSA									X
10	Red Light Violation Warning	RLW									X

Tabelle 6: Pauschalisierte Annahmen zur erforderlichen Ausstattung eines Streckenabschnitts mit IRS je C-ITS Anwendung

Auf Grundlage der pauschalierten Kosten pro IRS (10.000 € für eine stationäre IRS, 5.000€ für eine mobile IRS), der erforderlichen Ausstattungsrate und der relevanten Anzahl der Autobahnabschnitte bzw. Betriebskilometer können für jede C-ITS Anwendung die pro Betriebskilometer anfallenden Implementierungskosten in grober Form berechnet werden. Den Berechnungsgang zeigt folgende Tabelle am Beispiel der C-ITS Anwendung "In-Vehicle Signage" in der Variante 1 für die Anzeige der festen Beschilderung.

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	IRS-Kosten [€]			Anzahl der erforderlichen IRS (Annahme: IRS-Reichweite = 500 m in beide Richtungen)								
				Stationär	10.000	Je IRS	Betriebs- kilometer	Abschnitt		Arbeitsstellen		SBA	MQ	LSA	
				Mobil	5.000	Kosten /km		Abschnitt	AKD	ALD	AQ (SBA)	MQ (Wetter)	LSA		
2	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	35.000.000	1,00	2.500	14.000	3.500							

Tabelle 7: Pauschalisierte Kostenermittlung „In-Vehicle Signage“ für feste Beschilderung (stationäre IRS)

Für die Variante 2 mit Anzeige der dynamischen Beschilderung von SBA ergäben sich folgende Kosten:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	IRS-Kosten [€]			Anzahl der erforderlichen IRS (Annahme: IRS-Reichweite = 500 m in beide Richtungen)							
				Stationär	10.000	Je IRS	Betriebs- kilometer	Abschnitt		Arbeitsstellen		SBA	MQ	LSA
				Mobil	5.000	Kosten /km		Abschnitt	AKD	ALD	AQ (SBA)	MQ (Wetter)	LSA	
1	2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	28.080.000	2,00	8.483	3.310					1.404		

Tabelle 8: Pauschalisierte Kostenermittlung „In-Vehicle Signage“ für SBA-Beschilderung

Ein Beispiel mit Vollausstattung zeigt folgende Tabelle:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	IRS-Kosten [€]			Anzahl der erforderlichen IRS (Annahme: IRS-Reichweite = 500 m in beide Richtungen)							
				Stationär	10.000	Je IRS	Betriebs- kilometer	Abschnitt		Arbeitsstellen		SBA	MQ	LSA
				Mobil	5.000	Kosten /km		Abschnitt	AKD	ALD	AQ (SBA)	MQ (Wetter)	LSA	
4	6	Floating Car Data	FCD	113.804.800	1,00	10.000	11.360							

Tabelle 9: Kostenermittlung bei Vollausstattung

Da davon ausgegangen werden muss, dass die Kosten nur sehr grob ermittelt werden können, wird für die Wertung der Kosten als Input für das Hemmnis-Radar eine weitere Pauschalisierung vorgenommen. Dabei wird der Wert 3 vergeben, wenn die pauschalisierten Kosten für die Installation von IRSen je Be-

Kosten-Hemmnis	Von [€/km]	Bis [€/km]
1	2.306	4.871
2	4.871	7.435
3	7.435	10.000

triebskilometer im oberen Drittel der Kostenbandbreite, der Wert 2 wenn er im mittleren Bereich und der Wert 1 wenn die Kosten im unteren Drittel der gesamten Kostenbandbreite liegt.

Tabelle 10: Ermittlung des Hemmnis-Werts „Kosten“

Über eine Gewichtung können die Kosten und Hemmnisse "Komplexität" und "Zeit bis zum Rollout" abschließend normiert werden. Im vorliegenden Beispiel wurden folgende Gewichtungen verwendet:

- Kosten: 50%,
- Komplexität: 25%,
- Zeit bis zum Rollout: 25%.

Unter Berücksichtigung dieser Gewichtung ergibt sich für jede C-ITS Anwendung ein in Bezug auf die Kosten pro Betriebskilometer normierter C-ITS Hemmnis-Index. Ein Beispiel zeigt folgende Tabelle:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	ITS Hemmnis Radar Wertebereich [0 ... 3]			Gewichtung der Einführungshemmnisse			C-ITS Hemmnis Index
				Kosten	Komplexität	Zeit bis zum Roll-Out	50%	25%	25%	
							Kosten	Komplexität	Zeit bis zum Roll-Out	
2	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	1,00	1,94	1,00	0,50	0,48	0,25	1,23

Tabelle 11: Ermittlung des C-ITS Hemmnis-Index

---

## 2.2 Erstellung eines Institutionellen Rollenmodells für die öffentliche Hand

### 2.2.1 Einführung

Nach der Auswahl und dem Ranking der relevanten C-ITS-Anwendungen soll in einem weiteren Schritt geprüft werden, welche Institutionen für die Einführung und den Betrieb dieser Anwendungen relevant sein können. Das Ergebnis zeigt zunächst, ob die Auswahl der C-ITS Anwendungen im Einflussbereich des Straßenbetreibers liegt. Ein Hauptziel der Studie ist auszumachen, welche C-ITS Anwendungen vor allem durch den Straßenbetreiber angestoßen werden können. Dazu wird als Methodik auf eine Expertenbefragung zurückgegriffen. Das Ergebnis der Expertenbefragung zeigt,

- welche C-ITS Anwendungen durch den Straßenbetreiber in den Markt gebracht werden können;
- bei welchen C-ITS Anwendungen der Straßenbetreiber eine zweitrangige Rolle spielt;
- bei welchen Anwendungen er komplementär tätig sein kann;
- welche C-ITS Anwendungen nicht in seinem Einflussbereich liegen.

Mit diesem methodischen Schritt ist es für den Straßenbetreiber möglich, die nächsten Umsetzungsschritte optimal vorzubereiten. Für diese Fragestellung wird zur Durchführung der Expertenbefragung ein methodischer Ansatz aus der Theorie des institutionellen Rollenmodells (IRM) hergeleitet. Es wird daher zunächst die Theorie des institutionellen Rollenmodells vorgestellt und dann die methodische Vorgehensweise eingehend erläutert. Abschließend werden die aggregierten Ergebnisse dargestellt und interpretiert.

### 2.2.2 Theorie des institutionellen Rollenmodells

Die Theorie des institutionellen Rollenmodells basiert im Wesentlichen auf den Grundlagen der Institutionenökonomik (Schneider 1995), der Systemtheorie (Luhmann 2002) und der Theorie der System-Dynamics (Schulz 2005). Die theoretische Konzeption des institutionellen Rollenmodells basiert auf Schulz (2011). Im Rahmen des Forschungsprojektes zum Thema Betreibermodelle und Einführungsszenarien für kooperative Systeme der Bundesanstalt für Straßenwesen wurde dieser Ansatz aufgegriffen und konzeptionell weiterentwickelt (Schulz, Joisten et al. 2013). Im Mittelpunkt dieser konzeptionellen Erweiterung steht die von der BAST entwickelte Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr (Lotz, Herb et al. 2014). Mit dem Projekt CONVERGE liegt ein abgeschlossener Anwendungsfall für einen C-ITS Systemverbund vor (Vogt, Fünfrohen et al. 2013, Schulz, Wieker et al. 2014). Eine breitere Anwendung auf grundsätzliche Fragestellungen der kritischen Infrastrukturen wird durch Geis and Schulz (2015) vorgenommen.



### 2.2.3 Grundbegriffe

Die folgende Abbildung gibt eine schematische Übersicht über den Ansatz des institutionellen Rollenmodells.

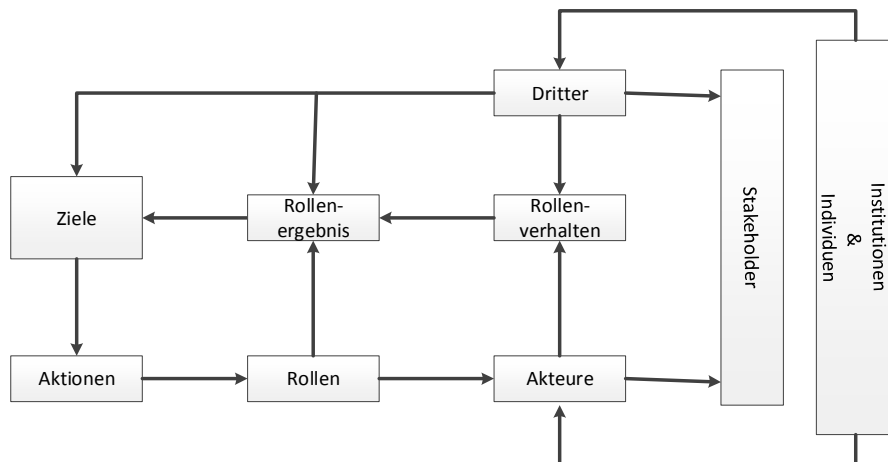


Abbildung 9: Ansatz der Institutionellen Rollenmodelle

Entscheidend als Ausgangspunkt der Betrachtung ist die Verwendung des Begriffs der Institution, wobei die kleinste Einheit einer Institution ein Individuum ist, so dass hier neben den Institutionen die Individuen genannt werden. Vor dem Hintergrund des Projektes ist diese begriffliche Nennung auch zweckmäßig, da bei der Einführung von C-ITS Individuen tatsächlich entscheidende Akteure sein können. Als Beispiel kann hier der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur genannt werden. Unter Institutionen im allgemeinen Sinn werden Regelsysteme (Ordnungen) und Handlungssysteme (Organisationen) verstanden (Schneider 1995). Angewendet auf diese Studie sind Regelsysteme beispielsweise eine bestehende Gesetzgebung. Insgesamt umfassen Regelsysteme neben dem Rechtsrahmen aber auch Verhaltensnormen und Gepflogenheiten in Märkten und in anderen Organisationen, hier dann als Bestandteile von Markt- und Unternehmensverfassungen. Handlungssysteme setzen handelnde Personen voraus. Diese Eigenschaft trennt das Handlungssystem vom Regelsystem (Schneider 1995). Ein Regelsystem ist damit ein abstraktes Gebilde von Sätzen, Normen, Bedingungen. Dagegen ist ein Handlungssystem in der kleinsten Einheit ein Individuum und in einer größeren Einheit ein Unternehmen. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sind Institutionen relevante Handlungssysteme, die sich hinsichtlich ihres Rechtscharakters in öffentliche und private Institutionen unterscheiden lassen. Hinsichtlich der Tiefe der Betrachtung werden in dieser Studie Institutionen auf der Ebene der juristischen Einheit betrachtet. Es werden also untergeordnete Ebenen/Abteilungen, beispielsweise des Straßenbetreibers, nicht separat berücksichtigt.

Der Unterschied zwischen Dritten und Akteuren besteht in dem Fehlen einer Marktbeziehung zwischen diesen beiden Gruppen. Durch das Ausbleiben von Marktbeziehungen, gibt es zwischen Akteuren und Dritten keine Verhandlungsmöglichkeit, Nutznießung oder Ausschließung von dem Konsum eines Gutes und/oder den Anwendungen eines Dienstes. Der Dritte oder die Dritten sind jedoch positiv und/oder negativ betroffen von der Ausprägung des institutionellen Rollenmodells. Aus diesem Grund versuchen sie, fördernd oder ver hindernd Einfluss auf das Rollenmodell zu nehmen, indem sie versuchen, die Rollenwahrnehmung der Akteure, das Rollenergebnis und damit die Zielerreichung zu beeinflussen. Diese Gruppe Dritter ist nicht determiniert, sondern für jede Art Rollenmodell spezifisch. Die Gruppe Dritter kann null sein, was für die Akteure positiv ist, aber nicht den Best Case verkörpert. Im Best Case ist die Gruppe der Dritten nicht 0 und alle Dritten unterstützen das Rollenmodell. Im Worst Case ist hingegen ist die Gruppe der Dritten ebenfalls nicht null, doch alle Dritten agieren gegen das Rollenmodell. Das Schema für die Entwicklung eines Institutionellen Rollenmodells zeigt die folgende Abbildung.



### 2.2.4 Anwendung des Institutionellen Rollenmodell-Ansatzes

Es kann zwischen zwei Arten von institutionellen Rollenmodellen unterschieden werden:

- Technische Rollenmodelle,
- Ökonomische Rollenmodelle.

Technische Rollenmodelle werden regelmäßig bei der Entwicklung von Systemarchitekturen angewendet. Auf der ökonomischen Seite gab es lange Zeit keine entsprechende Vorgehensweise, die es ermöglichte ein technisches Rollenmodell schlüssig in ein ökonomisches Geschäftsmodell zu übertragen. Dieser White Spot kann unter Verwendung des institutionellen ökonomischen Rollenmodell-Ansatzes geschlossen werden.

Der Ansatz der Institutionellen Rollenmodelle ist neuartig und befindet in der methodischen Entwicklung. Die Institutionelle-Rollenmodell Matrix benötigt letztendlich zwei Inputvektoren. Hierzu müssen die ökonomischen und technischen Rollen identifiziert werden. Bei den ökonomischen Rollen werden im Wesentlichen die klassischen betriebswirtschaftlichen Rollen vorgegeben und durch die spezifischen, durch die Wertschöpfung geprägten, Rollen ersetzt. Der konzeptionelle Charakter des Projektes erfordert einen relativ hohen Abstraktionsgrad der Rollen. Daher werden die für die Untersuchung abgeleiteten Rollen als Meta-Rollen bezeichnet. Ökonomische Meta-Rollen sind:

- Business Management,
- Service-Angebot,
- Human Resources,
- Financial Management und
- Controlling.

Die Meta-Rolle Business Management umfasst im Rahmen der Einführungsphase die Entscheidungsbefugnis zur Einführung von C-ITS-Anwendungen und im Rahmen der Betriebsphase sowohl strategische als auch operative Änderungen, in der Art und Weise wie die ausgeführten C-ITS Anwendungen betrieben werden, durchzusetzen. Wird diese Rolle durch eine staatliche Institution wahrgenommen, umfassen die damit verbundenen Aktionen das klassische Spektrum über Dienstanweisungen, Rechtsverordnungen, Gesetze, Direktiven und andere. Wird diese Rolle durch eine private Institution wahrgenommen, umfasst sie die Funktion der Unternehmensführung.

Die Rolle Service-Angebot erfasst alle Aktionen, die eine C-ITS spezifische Wertschöpfung durch Services schaffen. Das schließt die Konzeption der Services im Allgemeinen ein, wie auch die Entscheidung darüber, wer den Service anbietet und wie dieser bepreist wird. Die Entscheidung darüber, ob der Service selbsterstellt oder durch Dritte angeboten wird, liegt allerdings im Entscheidungsbereich der Business Management-Rolle.

Die Rolle Human Resources ist eine zentrale Rolle für die Umsetzung der C-ITS Anwendungen. Die Kernaufgabe ist die Bereitstellung und der zielorientierte Einsatz von Personal, um C-ITS Anwendungen einzuführen und zu betreiben. In der konzeptionellen Auswertung des Projektes werden nur die Institutionen identifiziert. Im Falle einer Umsetzung würde diese Rolle von den relevanten Institutionen so konkretisiert, dass eine personelle Zuordnung ermöglicht wird.

Die Rolle Financial Management soll sicherstellen, dass sowohl die Anfangsinvestitionen als auch die Ersatzinvestitionen finanziert werden können. Wie sich die Finanzierung gestaltet, hängt hier auch davon ab, ob eine staatliche Institution oder eine private Institution in der Finanzierungsverantwortung steht. Im Falle staatlicher Institutionen dürften steuer- und/oder gebührenfinanzierte Lösungen im Vordergrund stehen. Private Investitionen können neben der Innenfinanzierung auf die klassischen Instrumente der Außenfinanzierung (Beteiligungsfinanzierung, Fremdfinanzierung) und Sonderformen der Finanzierung (Factoring) zurückgreifen.

Die Meta-Rolle Controlling umfasst vor allem Aufgaben des internen Rechnungswesens. Neben der richtigen Erfassung der Kosten und Erlöse erfüllt das Controlling eine Unterstützungsfunktion für die Meta-Rolle Business Management. Auch hier ist im Rahmen der Umsetzung darauf zu achten, dass die zu erfassenden ökonomischen Größen unterschiedlich definiert werden können, wenn es sich entweder um staatliche oder private Institutionen handelt. Bei einer staatlichen Ausübung dieser Rolle können beispielsweise neben den für den Betrieb notwendigen betriebswirtschaftlichen Kosten und Erlösen auch

gesamtwirtschaftliche Kosten und gesamtwirtschaftliche Nutzen erfasst werden, um die Entscheidungen über Einführung und Betrieb von C-ITS Anwendungen unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren.

Folgende technische Meta-Rollen wurden identifiziert:

- Content Collection (Erfassung): Die Erfassung der Daten kann über die fahrzeugeigene Sensorik erfolgen. Aber auch über Infrastrukturpunkte (z.B. Gefahrenstellen), die mit GPS-Koordinaten verknüpft sind. Der Akteur, der diese technische Meta-Rolle ausführt, entscheidet auch darüber, ob externer Content (z.B. Verkehrsmittelungen, Wetterdaten) miterfasst werden. Auf der Seite der Erfassungen beinhaltet der Möglichkeitsraum folgende Positionen (Lotz, Herb et al. 2014):
  - Straßenseitiger Detektor (Induktionsschleifen, Sensoren usw.) des öffentlichen Straßenbetreibers.
  - Straßenseitiger Detektor eines privaten Anbieters.
- Unter den derzeitigen regulativen Rahmenbedingungen scheiden jedoch die Induktionsschleifen aus. Private Anbieter könnten daher nur zurückgreifen auf die fahrzeugeigene Sensorik, sonstige Geräte usw. Hier ist aber denkbar, dass mittelfristig durch Kooperationen auch die Schnittstelle Induktionsschleife, dem privaten Anbieter zugänglich gemacht wird. Für den privaten Anbieter kommen daher folgende Varianten in Betracht:
  - Eingebautes Fahrzeuggerät als Sensor.
  - Mobiles Endgerät als Sensor mit GPS-Ortung.
  - Mobiles Endgerät als Sensor mit Mobilfunkortung.
- Content Provision (Auswertung): Die Art und Weise wie und wo die Daten ausgewertet werden. Die Daten können beispielsweise im Fahrzeuggerät des detektierenden Fahrzeugs ausgewertet werden. Die Daten könnten aber auch in anderen Fahrzeugen und/oder Verkehrsleitstellen ausgewertet werden. Grundsätzlich kann die Auswertung des Contents wie folgt aussehen (Lotz, Herb et al. 2014):
  - Auswertung in einer Zentrale des Straßenbetreibers.
  - Auswertung in einer Zentrale eines privaten Anbieters.
  - Auswertung in der Verkehrsredaktion einer öffentlich-rechtlichen und/oder privaten Rundfunkanstalt.
  - Auswertung in der straßenseitigen Infrastruktur (RSU: Road Site Unit).
  - Auswertung im eingebauten Fahrzeuggerät.
  - Auswertung im mobilen Endgerät.
- Service Provision (Anzeige): Der Akteur, der diese Rolle übernimmt, organisiert die Art und Weise wie die Anzeige erfolgt (beispielsweise über ein fest verbautes Navigationsgerät). Hier können zum jetzigen Zeitpunkt folgende Varianten unterschieden werden (Lotz, Herb et al. 2014):
  - Anzeige auf einem dynamischen Schild.
  - Steuerung durch eine Lichtsignalanlage.
  - Anzeige im eingebauten Fahrzeuggerät.
  - Anzeige im mobilen Endgerät.

Der zweite Inputvektor umfasst die Akteure. Die folgende Tabelle listet die relevanten Institutionen auf und ordnet diesen Beispiele zu.

Rechtsform	Institutionen	Beispiele
Öffentlich	Gesetzgeber	BMVI als Gesetzgeber für die Festlegung und Veränderung von rechtlichen Rahmenbedingungen, Erlass von Richtlinien und Direktiven (hier auch EU-Kommission).
	Baulastträger	BMVI als Straßenbaulastträger zur Finanzierung der erforderlichen unterstützenden Investitionen in die Bundesfernstraßeninfrastruktur.
	Öffentlicher Straßenbetreiber	In Deutschland vor allem die Straßenbetreiber der Bundesländer, die im Rahmen der Auftragsverwaltung u.a. die Verkehrszentralen verwalten.
	Straßenverkehrsbehörde	Polizei.
	Öffentlicher Service Provider	Landesmeldestellen des Verkehrswarndienstes (Sammlung von Verkehrsinformationen). Öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten.
Privat/Öffentlich	Broker	Broker meint im umgangssprachlichen Gebrauch Makler. Im Sinne von C-ITS ist ein Broker eine Institution, die als Informationsschnittstelle fungiert. Der Mobilitätsdaten Marktplatz der BASt ist ein Beispiel für einen Daten-Broker. Das Projekt CONVERGE hat eine Systemplattform entwickelt, die letztendlich Brokerfunktionen ausübt. Insofern können alle Anbieter von C-ITS Plattformen als Broker definiert werden.
	Standardisierungsorganisationen	DIN, CEN ISO, ETSI.
Privat	Privater Content Owner	Private Unternehmen, die rechtlich der Eigentümer von Inhalten sind, die relevant für die C-ITS Anwendungen sind (z.B. TomTom).
	Privater Service Provider	Private Unternehmen, die auf der Grundlage der C-ITS Anwendungen einen Service anbieten (z.B. WAZE von Google).
	Automobilhersteller	Unternehmen, die in Massenproduktion Autos herstellen.
	Automobilzulieferer	Zulieferer der Automobilindustrie.
	IKT-Industrie	Hier sind vor allem Unternehmen der Informations- und Kommunikationstechnik gemeint, die sich auf C2X-Kommunikation spezialisiert haben.
	Kommunikationsnetzbetreiber	Unternehmen, die Kommunikationsnetze und -dienste betreiben.
	Verkehrstechnikindustrie	Die Verkehrstechnikindustrie entwickelt sowohl für den Personals als auch für den Güterverkehr Transportkonzepte, Verkehrsleitsysteme und Verkehrsanlagen.

Tabelle 12: Relevante Institutionen und Beispiele

Ziel dieser Studie ist es nun, Best Case- bzw. funktionsfähige Rollenmodelle zu identifizieren. Um diese Identifikation zu ermöglichen, ist es allerdings erforderlich, aufzuzeigen, welche Institutionen die am besten geeigneten Akteure sind. Eine erfolgreiche Identifizierung der am besten geeigneten Akteure ist der erste notwendige Schritt, um ein funktionsfähiges Rollenmodell zu erhalten. Da die Identifizierung der bestmöglichen Akteure ohne Beteiligung der betrachteten Institutionen erfolgt, besteht nicht die Möglichkeit die Bereitschaft der Institutionen, eine Rolle zu übernehmen, einfließen zu lassen. Um die am besten geeigneten Akteure zu identifizieren, sind grundsätzlich folgende unterschiedliche Vorgehensweisen möglich:

- Regulatorischer Ansatz,

- Kooperativer Ansatz,
- Mix aus regulatorischem und kooperativem Ansatz,
- Expertenabschätzung.

Im Rahmen des regulatorischen Ansatzes werden die am besten geeigneten Akteure für die verschiedenen Rollen durch einen Regulator festgelegt. Diese Vorgehensweise setzt allerdings voraus, dass der Regulator sowohl Verfügungsrechte (Property Rights) und Verhandlungsrechte besitzt, um die Rollen mit den identifizierten Institutionen zu besetzen.

Der kooperative Ansatz ist dem regulatorischen Ansatz gegenüber zunächst enger gefasst, da die am besten geeigneten Akteure nicht aus dem Pool aller möglichen Institutionen ausgewählt werden, sondern nur aus dem Pool jener Institutionen, welche sich bereit erklärt haben, Akteure zu werden. Einerseits besteht bei dieser Vorgehensweise die Gefahr, dass nicht alle Rollen besetzt werden, weil einige Institutionen per se nicht berücksichtigt werden. Andererseits wird dadurch eine Reduzierung der Verhandlungsdauer und somit der Verhandlungskosten insgesamt erreicht, weil alle am Prozess beteiligten Institutionen ihre Bereitschaft zur Rollenübernahme signalisiert haben. Die Auswahl der Akteure findet dabei im Rahmen eines Auswahlprozesses statt. Dieser Prozess besteht aus drei folgenden Schritten:

- Jeder Akteur offenbart seine Präferenzen hinsichtlich der Wahrnehmung der Rollen.
- Mit einer 360 Grad Betrachtung wird überprüft, wie die anderen Akteure diese Präferenzoffenbarung einschätzen.
- Basierend auf dem Befragungsprozess und einem Algorithmus, der unter Berücksichtigung der verfolgten Ziele entwickelt wird, wird eine „neutrale“ Präferenzzuordnung ausgewiesen.

Mit einem Mix aus regulatorischem und kooperativem Ansatz können die Schwächen der beiden vorherigen Ansätze (z.B. fehlende Verfügungsrechte, geringe Bereitschaft der Institutionen, zu kleiner Kreis von Institutionen, zu lange Verhandlungsdauer) überwunden werden. Die Vorgehensweise beim Mix aus regulatorischem und kooperativem Ansatz sieht dann wie folgt aus:

- Der Regulator identifiziert die am besten geeigneten Institutionen für die Rollen.
- Die Institutionen werden hinsichtlich ihrer Bereitschaft befragt, Rollen zu übernehmen. Akteure werden nur Institutionen, die Interesse an der Rollenwahrnehmung haben.
- Der kooperative Prozess der 360°-Bewertung wird mit den Akteuren durchgeführt.
- Der Regulator kann die Ergebnisse des kooperativ hergeleiteten Institutionellen Rollenmodells mit dem regulatorisch determinierten Institutionellen Rollenmodell vergleichen. Der Regulator hat damit die Möglichkeit ein Rollenmodellmix umzusetzen, dass für seine regulatorischen Ziele am zweckmäßigsten ist.

Im Rahmen dieser Studie wurde der Ansatz der Expertenbefragung verwendet. Die Expertenbefragung muss nicht repräsentativ sein, aber basierend auf Schütz (1972) kann festgehalten werden, dass zwar das Wissen des Experten auf ein Gebiet beschränkt ist, aber in diesem Gebiet die Aussagen fundiert und valide sind.

Experten sind die Auftragnehmer dieser Studie: Albrecht Consult, Lehrstuhl für Verkehrstechnik der Technischen Universität München und das Institute for Economic Research & Consulting. Mit den Auftragnehmern wird eine interdisziplinäre Einschätzung sichergestellt, die folgende Fachgebiete abdeckt:

- Verkehrstechnik,
- Verkehrsplanung,
- Verkehrswissenschaft.

Hinzu kommen anwendungsorientierte Erfahrungen der Auftragnehmer im Rahmen von System- und IT-Beratung, Geschäftsmodellimplementierung und der Durchführung von Pilotprojekten.

Die Experten bewerten die Wahrnehmung einer Rolle durch einen Akteur anhand der folgenden numerischen Skala:

- 0: eine Zuordnung des Akteurs ist beim jetzigen Kenntnisstand nicht möglich.
- 1: die Institution ist als Akteur nicht relevant für die Ausübung der Rolle.

- 2: die Institution ist möglicherweise relevant als Akteur, aber mehr in einer komplementären Rolle.
- 3: die Institution ist relevant als Akteur für die Ausübung der Rolle (Leader).

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die ausgefüllte Rollenmatrix für die C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ für die Marktphase: Einführung.

Marktphase: Marktdesign Einführungsphase																			
C-ITS Application / Use Case																			
In-Vehicle Signage																			
<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	2	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	<b>3 6 0 0  A s s e s s m e n t</b>	
		2	2	2	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3			
	Service-Angebot	0	0	0	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		AC IERC TUM
		0	0	1	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		
	Human resources	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0		AC IERC TUM
		2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		
	Financial Management	2	1	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		AC IERC TUM
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		
	Controlling	2	2	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	3		AC IERC TUM
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		
	Erfassung (Content Collection)	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3		AC IERC TUM
		3	3	2	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3		
	Auswertung (Content Provision)	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		AC IERC TUM
		0	0	3	1	3	1	3	2	3	1	2	2	2	2	3	2		
	Anzeige (Serviceprovider)	0	1	3	1	3	1	2	2	3	1	2	2	2	2	3	2		AC IERC TUM
		0	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	2		
		0	0	1	1	3	1	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3		AC
		0	0	1	1	3	1	2	1	2	3	3	2	2	2	2	3		IERC
		0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	2	2	2	2	0		TUM
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie				
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen												
	Institutionen																		

Abbildung 11: Beispielhafte Rollenmatrix

## 2.3 Technologische Möglichkeiten der Realisierung

Ziel der Untersuchungen war es, die technologische Landschaft hinsichtlich möglicher anwendbarer Übertragungswege für Nachrichten im C-ITS-Kontext zu sichten, Ergebnisse aus technischen Tests in Feldversuchen darzustellen, eine Abschätzung der absehbaren zukünftigen Entwicklung der Technologien bzw. Entwicklungspotentiale zu erlangen und vor allem die Eignung der Kommunikationstechniken hinsichtlich der erarbeiteten Liste an C-ITS Funktionen bzw. Funktionsbündeln vorzunehmen. Zu diesem Zweck wurden Informationen aus zahlreichen Literaturquellen extrahiert. Die Art der Dokumente umfasste:

- technische Spezifikationen (ETSI)
- Deliverables aus C-ITS-Feldversuchen (simTD, CoCarX)
- Präsentationen aus dem Umfeld des C2CCC
- Spezifikationen aus dem europäischen C-ITS-Korridor Projekts

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über das untersuchte Kommunikationsframework, in dem eine mögliche technische Realisierung dargestellt ist.

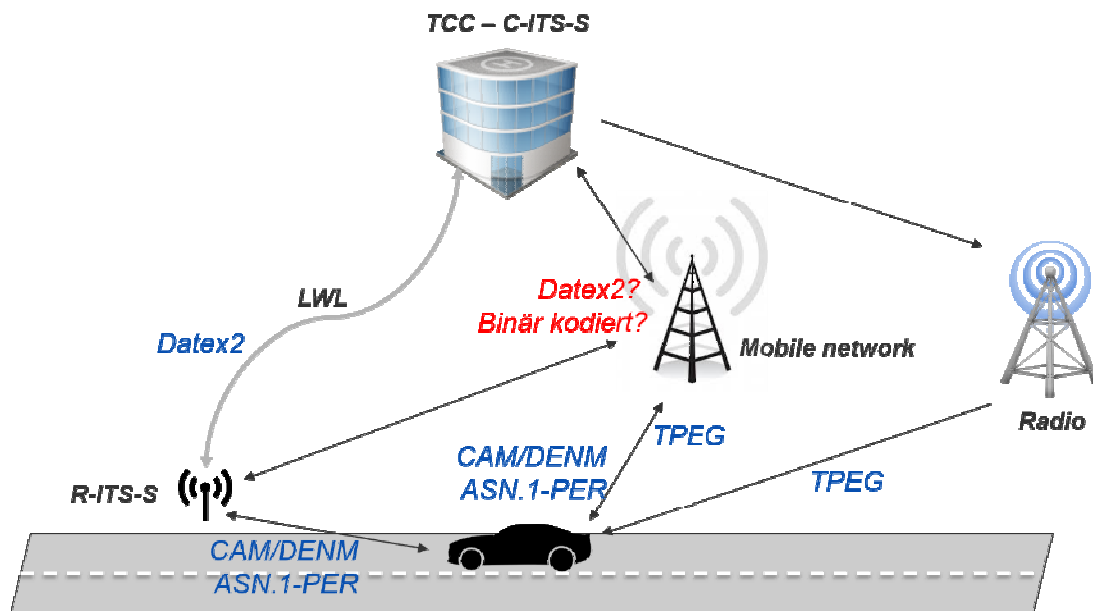


Abbildung 12: Kommunikationsframework

Die physikalischen Technologien, die in C-ITS zum Einsatz kommen werden, sind der Fahrzeug-WLAN Standard 802.11p (primär für V2V Kommunikation) sowie – bei C-ITS Anwendungen mit zentralenseitigem Funktionsanteil – zellulärer Mobilfunk und ergänzend hierzu Digitalradio zur unidirektionalen Informationsverbreitung (von der Zentrale/Service Provider ins Fahrzeug).

Den Kernaspekt der bidirektionalen Kommunikation wird die sogenannte hybride Lösung aus 802.11p und IP-basiertem zellularem Mobilfunk entsprechend folgender Abbildung bilden:

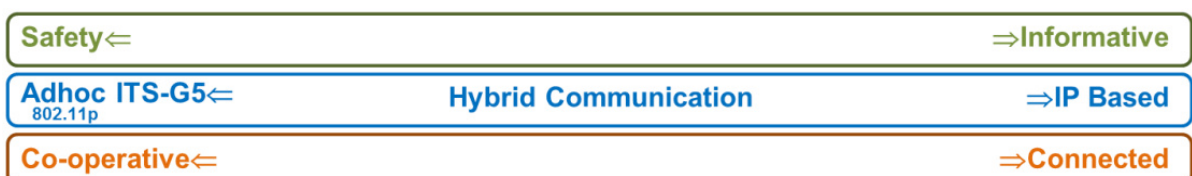


Abbildung 13: hybride Kommunikation im niederländischen Teil des Korridors (aus TNO 2014)

Die geringe Latenz der 802.11p-Standards prädestiniert diesen für die Anwendung bei akut sicherheitskritischem Nachrichtenaustausch (z.B. queue ahead warning, Einfädelassistent, etc.). Hier zielt die Kom-



munikation auf Beeinflussung des Verkehrsflusses im lokalen und mikroskopischen Sinne, d.h. der Straßenbetreiber ist hierbei nicht akut involviert.

Durch die Möglichkeit der flächendeckenden Informationsverbreitung über zelluläre Netze (rechte Seite in obiger Abbildung) eignet sich dieser Kommunikationsweg für Informationen, die entweder auf eine Effizienzsteigerung abzielen (Netzbeeinflussung durch geänderter Routenwahl auf Seiten des Empfängers durch Information über die Verkehrslage) oder die kollektive Verkehrssicherheit durch „look ahead“-Warnungen erhöhen.

Ergänzend zur zellulären Kommunikation kann für diese „look ahead“-Warnungen der digital audio broadcast (DAB) verwendet werden. Über diesen können vielseitige Nachrichtencontainer des TPEG Standards übermittelt werden. Eine Abstimmung der Inhalte von DENM und TPEG-Nachrichten – beispielsweise sogenannte „cause codes“ und „sub cause codes“, die ein bestimmtes Verkehrsereignis identifizieren – ist von den standardisierenden Institutionen ETSI und TISA angestrebt.

Für die öffentliche Hand als Straßenbetreiber sind gerade die DENM und TPEG Nachrichtenformate das Mittel der Wahl zur schnellen und gezielten Information der Verkehrsteilnehmer, wodurch die hoheitlichen Aufgaben der Herstellung von Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrsflusses in wesentlich besserer Weise wahrgenommen werden können. Nach der Durcharbeitung der relevanten Dokumente aus Arbeitspaket 2 dieses Projekts hat sich gezeigt, dass der Fokus bei der Auswahl des physikalischen Übertragungsweges auf zellulärer Technologie liegen sollte. Dies liegt daran, dass zum einen diese Technologie flächendeckender verfügbar ist und in ihrer zukünftigen Entwicklung enormes technisches Potential enthalten ist, aber auf der anderen Seite auch daran, dass trotz marketingtechnischer Bemühungen der digitale Rundfunk DAB immer noch „auf Hörer wartet“. Die Anschaffung der meist teuren Endgeräte für den Empfang von DAB lohnt sich schlicht für die meisten Nutzer nicht.

Die erweiterten Kommunikationswege, in die die öffentliche Hand über ihre Verkehrsleitzentralen eingebunden ist, nämlich die Kommunikation der Zentralen untereinander und die Anbindung an Broker (MDM) und private Content provider ist in Abbildung 12 nicht dargestellt, da hierbei nicht über eine zu verwendende Technologie entschieden werden muss. Hier wird kabelgebundenes Internet und Datex2 verwendet.

Im Projekt CONVERGE wurden ebenfalls Untersuchungen zum Kommunikationsframework durchgeführt. Abbildung 14 zeigt, dass hier die gleiche Art der Nutzung der Technologien (hybrider Ansatz) wie in der niederländischen Systemarchitektur (Abbildung 13) im Korridorprojekt verfolgt wird, also ITS-G5 für sicherheitskritische C-ITS-Funktionen im adhoc-Netzwerk und zellulare Kommunikation für Informationsdienste. Zu beachten ist, dass die rote Box (flexible usage) auf einen Überschneidungsbereich der Latenzen hinweist, den es bei ITS-G5 und den zukünftigen Mobilfunktechnologien evolved 4G und 5G geben wird. An dieser Stelle sei nochmal darauf hingewiesen, dass das Potential des Mobilfunks für Day-2 und danach auf Seiten der öffentlichen Hand, sowie auf Seiten der Fahrzeughersteller konzeptionell berücksichtigt werden muss.

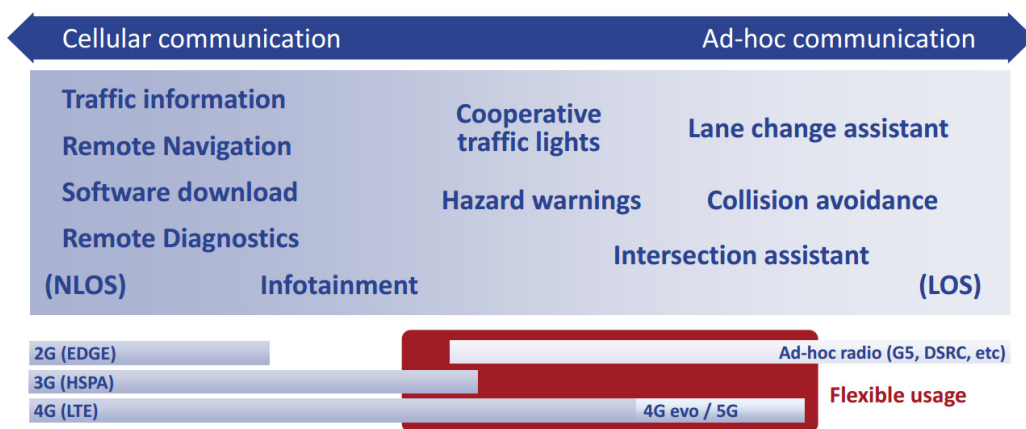


Abbildung 14: "Complementing technology" (aus CONVERGE 2015)

Ebenfalls wurden Simulationsstudien zur Performanz der hybriden Kommunikation durchgeführt. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die detaillierten Untersuchungsergebnisse aufgrund eines Sperrvermerks des Steuerkreises in CONVERGE nicht zur Verfügung standen. Die Ergebnisse fin-

den sich z.B. im Deliverable D4.3. Die hier kurz dargestellten Ergebnisse sind Extrakte aus öffentlich verfügbaren Projektpräsentationen (<http://www.converge-online.de/>).

Abbildung 15 zeigt beispielhaft die Simulationsergebnisse eines Kommunikationsszenarios. Dargestellt ist die Ende-zu-Ende Latenz von Mobilfunk und ITS-G5 in Abhängigkeit der Anzahl an kommunikationsfähigen Fahrzeugen im Szenario (Kanallast). Die Auswertung ergibt ein Bild, das sich mit den später beschriebenen Ergebnissen aus Arbeitspaket 4 dieses Projekts deckt.

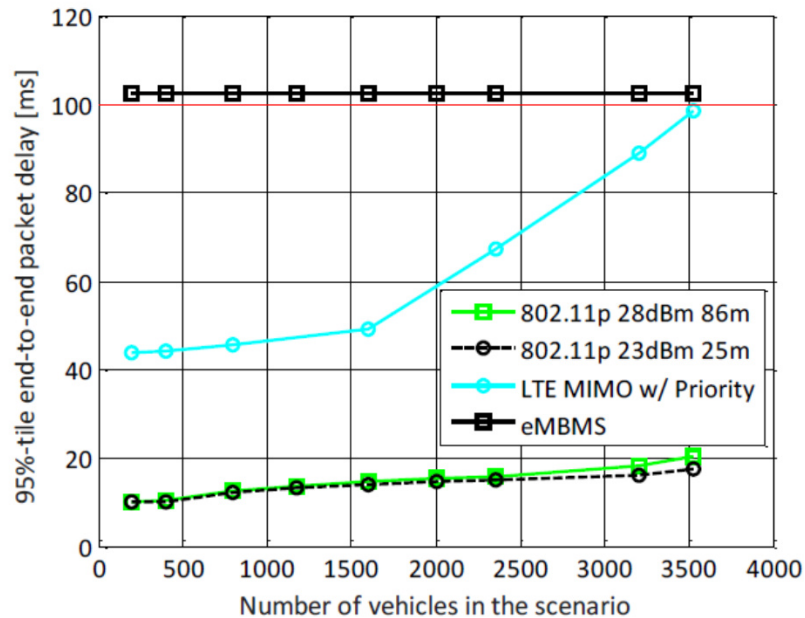


Abbildung 15 - Kommunikationssimulation, Quelle: CONVERGE

Ein wesentliches Problem der Kommunikation in C-ITS ist die Kanallast, die dazu führen kann, dass die für sicherheitskritische Funktionen geforderte Latenz nicht mehr erreicht werden kann. Deshalb wurde in CONVERGE ein spezielles Clusterverfahren entwickelt, das ein eventuell redundantes Versenden von Nachrichtepaketten in einem Szenario hybrider Kommunikation derart reduziert, dass es nicht zu erhöhten Kanallasten und Latenzen kommt. Die Idee besteht darin, dass mehrere V-ITS-S im Verbund einen Cluster bilden, der eine einzelne V-ITS-S als Clusterhead besitzt, über den die zelluläre Kommunikation zu einem entsprechenden Backend-Server realisiert wird. Die Downlink-Nachrichten in dieses Clusterhead-Fahrzeug werden von diesem dann im adhoc-Netzwerk über ITS-G5 weiter verteilt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich durch die Clusterverfahren sowohl die Nutzung von Netzressourcen als auch die Latenzen deutlich verringern lassen.

In Abbildung 16 ist die Netzauslastung der Anzahl an Fahrzeugen in einem Autobahn- und einem städtischen Simulationsszenario bei der Verwendung zweier verschiedener Clusteralgorithmen dargestellt. Abbildung 17 zeigt die Latenzen für einen DENM-Downlink in den beiden Szenarien.

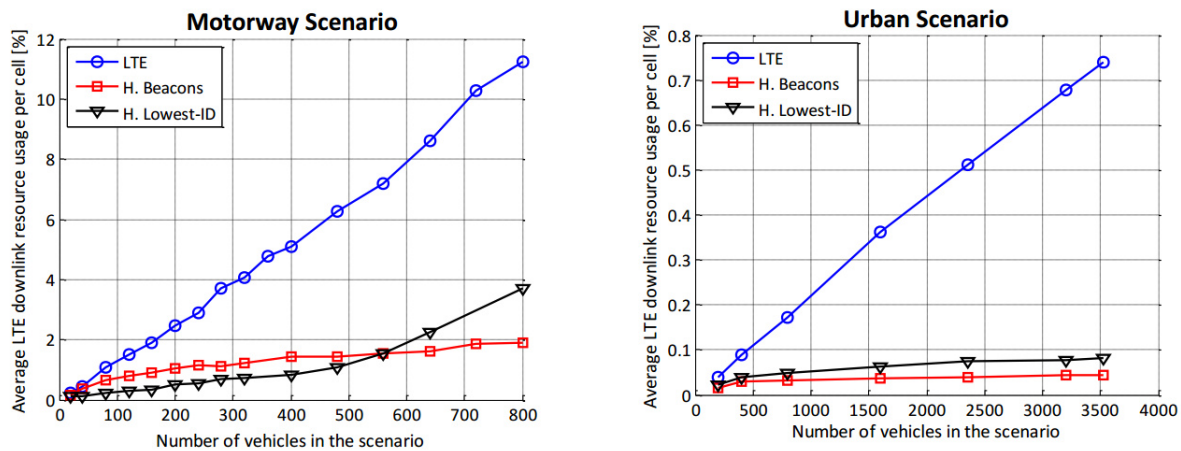


Abbildung 16 - Nutzung der Netzressourcen mit und ohne Clustering, Quelle: CONVERGE

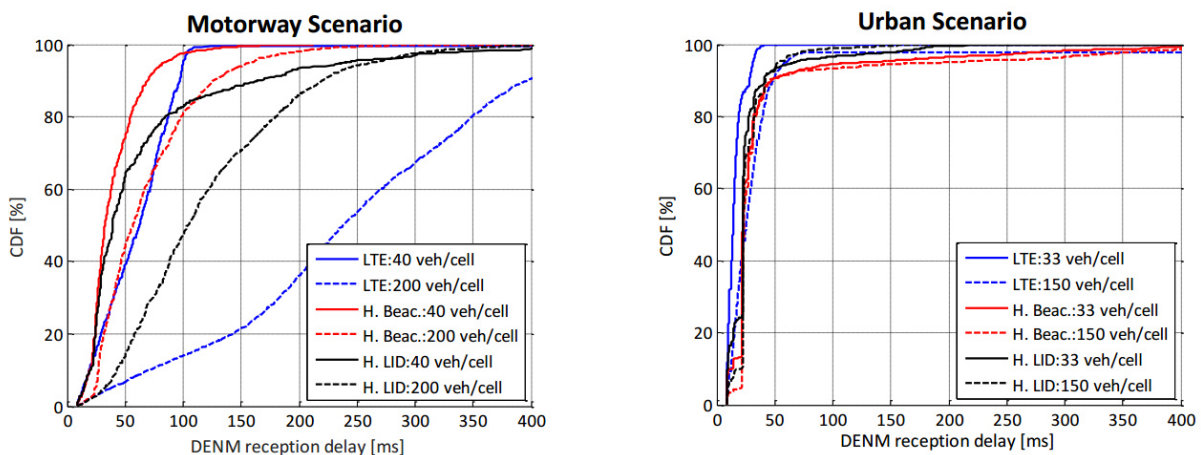


Abbildung 17 - Latenzen mit und ohne Clustering, Quelle: CONVERGE

## 2.4 Zusammenhang der drei Projektssäulen

In den vorangegangenen Abschnitten sind die drei Teilbereiche

- C-ITS Anwendungen und Funktionen
- Rollenmodelle
- technologische Aspekte und Kommunikation

beschrieben worden. Diese Dreiteilung, die sich auch in der Projektplanung und der Aufteilung der entsprechenden Arbeitspakete widerspiegelt, liegt allen Realisierungen von intelligenten Verkehrssystemen inhärent zugrunde. Man könnte den Charakter aller Unternehmungen im Bereich ITS auch mit der Fragestellung „wer macht was wann und wie“ beschreiben. Hierbei ist zu beachten, dass die Konstellation von Akteuren, bspw. der öffentlichen Hand, Fahrzeughersteller, Dienstleister im Bereich Verkehr und Navigation und Betreiber von Kommunikationsinfrastruktur, in starker Weise von der gewählten funktionalen Realisierung einer Anwendung (Datenerhebung, -verarbeitung, Datenfluss) und der technologischen Umsetzung (Kommunikationsmedium) abhängig ist. So ist z.B. eine lokale Gefahrenwarnung (traffic jam warning, queue ahead warning) für sich alleine lokal abgeschlossen in einem V2V adhoc-Netzwerk realisierbar. Sofern aber aus dieser lokalen Anwendung eine großflächigere Information zur Strecken- und Netzbeeinflussung (Straßenbetreiber, öffentliche Hand) oder zum Zweck des Routings (private Dienst-

bieter) generiert werden soll, müssen andere Kommunikationswege genutzt werden. Ebenso stellt sich die Frage des Eigentums der Daten, der Nutzungsrechte dritter und der Austauschplattform für den Datenfluss.

Vor diesem Hintergrund sollten die in Kapitel 3 beschriebenen Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete in der Auffassung des Lesers nicht als für sich alleinstehend bewertet werden. Es muss berücksichtigt werden, dass Änderungen in einem der genannten Bereiche (funktionaler Bereich, technischer Bereich, organisatorischer Bereich) auch Änderungen in der Ausprägung der anderen Bereiche bewirken können.

## 3 Ergebnisdarstellung

### 3.1 Ergebnisse des C-ITS Bewertungsverfahrens

#### 3.1.1 Erstellung der Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen

##### Literaturrecherche

Wie in Kapitel 3.1.2 beschrieben wurden mittels Literaturdurchsicht diejenigen C-ITS Anwendungen in eine Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen aufgenommen, die in den wichtigsten Literaturquellen referenziert wurden.

Startpunkt war die Aufstellung und Durchsicht einer Liste nationaler und internationaler C-ITS Literaturquellen, die nach erster Einschätzung der Projektbeteiligten und nach einer zusätzlichen Abstimmung mit dem Auftraggeber Relevanz für das vorliegende Projekt haben, weil sie den aktuellen Diskussionsstand zu den C-ITS Anwendungen in Deutschland, Europa und zum Teil darüber hinaus vollständig reflektieren. Im Umkehrschluss bedeutet das aber auch, dass die Zusammenstellung der Literaturquellen allein auf Expertenmeinungen beruht und dass für die Selektion keine besonderen zusätzlichen Auswahlkriterien herangezogen wurden. Es kann also generell nicht ausgeschlossen werden, dass bei der weltweit ständig anwachsenden Zahl von C-ITS Projekten und Initiativen evtl. bedeutsame Literaturquellen im vorliegenden Projekt keine Berücksichtigung gefunden haben.

Insgesamt enthält die Literaturliste mehr als 50 nach verschiedenen Themen geordnete Quellen von ganz unterschiedlicher Ausrichtung, je nach Zielrichtung, fachlicher Abdeckung und Beschreibungstiefe, z.B.:

- White Papers
- Europäischer ITS-Aktionsplan und ITS-Direktive
- Quellen Europäischer und deutscher Forschungsprojekte
- Technische Standards und Spezifikationen
- Präsentationen und Artikel aus Fachzeitschriften
- Institutionelle Dokumente und Quellen
- etc.

Im Kick-Off-Workshop des Projekts wurden alle in der Ausgangsliste aufgeführten Quellen von den Workshop-Teilnehmern auf ihre Projektrelevanz hin diskutiert und in Folge je nach eingeschätzter Bedeutung in drei Prioritätsklassen einsortiert. Einen Ausschnitt auf diese Liste zeigt folgende Abbildung. Die vollständige Liste findet sich im Fach "Literaturquellen" der als Anlage zu diesem Bericht beigefügten Excel-Datei "FP\_82\_0571\_2012\_MarktdesignCoSy\_Schlussbericht\_Anlage\_01-00-00.xlsx"

#	Bezeichnung	Relevanz AP2 & AP3	Priorität			Durchsicht 1	Durchsicht 2
			1	2	3		
<b>Bast Berichte</b>							
1	F85 Cooperative Systems, Stakeholder Analysis		x			x	
2	F97 Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr	x	x				
3	F83 Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung				x		
<b>EU-Richtlinien</b>							
4	IVS-Richtlinie			x		x	
5	Spezifikation b - Echtzeit-Verkehrsinformationsdienste	x		x		x	
6	Spezifikation c - Informationen zur Straßenverkehrssicherheit	x		x		x	
<b>US Richtlinien, Vorgehensweisen, Projekte</b>							
7	USDOT's Intelligent Transportation Systems (ITS) ITS Strategic Plan 2015-2019	x	x			x	
8	Federal Highway Administration V2I Deployment Guidance (+PPT)	x		x			
9	V2I Review (PPT)	x		x		x	
10	Connected Vehicles Field Infrastructure Footprint Analysis	x		x			
11	Advance Notice of Proposed Rulemaking (ANPRM) –V2V	x		x			x
12	NHTSA V2V Communications Readiness of V2V Technology for Application – Report	x		x			x
13	Pilots Deployment Project (bis 2020): <a href="http://www.its.dot.gov/pilots/index.htm">http://www.its.dot.gov/pilots/index.htm</a>	x		x		x	
14	CV Pilot Overview (PPT)	x		x		x	
<b>Standards</b>							
CEN/ISO							
15	C-ITS Release 1 list of standards	x			x	x	
16	ISO/TS 17427:2014 "Cooperative systems -- Roles and responsibilities in the context of cooperative ITS based on architecture(s) for cooperative systems"				x		
ETSI							
17	etsi_tr_102962v010101p_Framework_public_mobile_networks.pdf				x	x	
18	GEOCASTING_FESTAG_11p_lte_and_beyond.pdf				x		
C2CCC							
19	C2C-CC Basic System Standards Profile	x	x			x	
20	VehicleData_C2C-CC_EU-ITS-Platform20151201	x	x				x
21	Use cases white papers and triggering conditions	x	x			x	
22	2 - European Activities - status	x	x				
23	WG6-applications_technologies_matrix_v3	x	x				
<b>Projekte</b>							
C-ITS Plattform							
24	[C-ITS Plattform Dokumentenserver]				x		
CORBA							
25	Whitepaper - Deployment Challenges for C-ITS	x	x			x	
26	Decision-support for investing in cooperative systems – Results of the project COBRA		x				
27	Connected Car Report	x	x			x	
28	COMeSafety2 - D5.4 Report on the framework for the deployment of cooperative ITS	x	x				
CIVIS							
29	D.DEPN.5.1 Cost benefits & business models	x		x			
30	D.DEPN.7.1 Guidelines for policy makers				x		
31	D.DEPN.8.1 Deployment Roadmaps	x		x		x	
Converge							
32	D1.1 Operational Requirements and Role Models			x			
33	D3 Functional Requirements and Architecture Options	x	x				
34	Converge Workshop Poster Converge workshop 14.02.2014	x	x			x	
Drive Car2X							
35	D05 Impact Assessment Kerry Malone (PPT)	x	x			x	
36	D08 Technical Performances Bart Netten (PPT)		x				
37	Empirical Evaluation of Cooperative Awareness in Vehicular Communications	x	x				
38	D11.5 Deployment strategies for cooperative driving including standards and business models	x	x			x	
EIP+							
39	EIP+ A4.1 Cooperative ITS (diverse Dokumente)	x	x			x	
simTD							
40	simTD-Abschlusspräsentation Gläser 2013-06-20 0v6.pdf				x		
41	simTD-AP43-W43.2-Technische_Auswertung-Kommunikationsversuche.pdf				x		
42	simTD-AP43-W43.2-Technische_Auswertung-T_KOM_16_17.pdf				x		
43	simTD-AP43-W43.2-Technische_Auswertung-T_KOM_20_Auswertung_Latenzzeiten.pdf				x		
44	simTD-AP54-W5_12_KerthesenEinführungsszenario-1u2_121115_v06.pdf				x		
45	simTD-AP54-Workingpaper_W_5_9-final.pdf				x		
46	Technische_Bewertung_simTD.pdf	x			x		
COMeSafety							
47	COMeSafety_Common_Architecture_Document_v_2.6.pdf				x		x
48	COMeSafety_COM_ARCH_FRAME_Annex_2-1.pdf				x		x

Tabelle 13: Priorisierte Liste C-ITS relevanter Literaturquellen (Ausschnitt)

Die Anzahl der relevanten Literaturquellen war mit 57 sehr groß. Deshalb wurde entschieden, sich zunächst auf die Quellen zu konzentrieren, die vom Projektteam mit der Priorität 1 und 2 bewertet wurden,

mit dem Ziel, die Literaturchsicht auf diejenigen Quellen zu reduzieren, in denen Beschreibungen von C-ITS-Anwendungen bzw. -Anwendungsfällen gefunden werden konnten.

Hinweis: Trotz Priorisierung konnten in der zur Verfügung stehenden Zeit aufgrund der ungeheuren Fülle und des Umfangs der Literaturquellen nicht alle Literaturquellen berücksichtigt werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass dies in Bezug auf die Zielstellung der Auflistung der für das Projekt relevanten C-ITS Anwendungen keine Bedeutung hat.

Als Ergebnis der Literaturchsicht kamen für das vorliegende Projekt zunächst 13 C-ITS Anwendungen in die engere Wahl. Die vollständige Liste findet sich im Fach "Literaturchsicht" der als Anlage zu diesem Bericht beigefügten Excel-Datei "FP\_82\_0571\_2012\_MartdesignCoSy\_Schlussbericht\_Anlage\_01-00-00.xlsx"

### Verdichtung zur Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen

Mit Schritt 2 war das Ziel verbunden, die Ergebnisse der Literatur-Durchsicht zu verdichten, um zu einer ersten Liste der für die vorliegende Untersuchung am Ende relevanten C-ITS Anwendungen zu kommen. Eingang in die für die weitere Betrachtung maßgebliche Initiale Liste relevanter C-ITS Anwendungen fanden aufgrund der vorliegenden Aufgabenstellung dann letztlich noch 11 C-ITS Anwendungen, weil nur bei Ihnen gemäß Literatur und Expertenmeinung der Projektbeteiligten dem Bund eine Rolle als Öffentlicher Baulastträger und Betreiber zukommt.

Als Bewertungskriterium für die Relevanz wurde zunächst die "Anzahl der Quellen" herangezogen, die sich mit der Anwendung bzw. dem Anwendungsfall befassen haben. Als weiteres Kriterium wurden nur die Anwendungen als relevant klassifiziert, die lt. Quellen für einen Day-1 oder Day-2 Rollout in Frage kommen. Als Spiegelung wurde darüber hinaus als Kriterium herangezogen, welche Bewertung die Anwendung in früheren, ähnlichen von ETSI und der BAST durchgeführten Bewertungsprozessen erfahren hat.

Des Weiteren wurde unterstellt, dass der sich der Bund lediglich bei solchen C-ITS Anwendungen engagiert und in diese investiert, bei denen ihm sowohl bei der Einführung als auch im Regelbetrieb eine eindeutige Rolle zufällt, weil er über eigene Inhalte verfügt bzw. die Hoheit darüber hat (Rolle als Content Owner oder Content Supporter) oder auch weil C-ITS Anwendungen ohne seine Beteiligung nicht zustande kämen.

Die so resultierende „Initiale Liste der für das vorliegende Projekt relevanten Anwendungen“ zeigt folgende Tabelle. Das Original findet sich im Fach "InitialeListe" der als Anlage zu diesem Bericht beigefügten Excel-Datei

"FP\_82\_0571\_2012\_MarktdesignCoSy\_Schlussbericht\_Anlage\_01-00-00.xlsx"

#	Bezeichnung der C-ITS Anwendung	Abkürzung	# Literatur-Referenzen	Erwarteter "Day" für einen Roll-Out	Wichtige vorhergehende Bewertungen		Einsatzbereich	Primäres Ziel
					ETSI BSA <sup>(1)</sup>	BAST <sup>(2)</sup>		
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	8	Day 1/Day 2	11 von 16		BAB/BS	Sicherheit
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	8	Day 1/Day 2	12 von 16		BAB/BS	Sicherheit
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	7	Day 2	10 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Sicherheit
4	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	7	Day 1	11 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Sicherheit
5	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	7	Day 1	11 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Sicherheit
6	Floating Car Data	FCD	6	Day 1/Day 2	9 von 16	bestplatziert	BAB/BS	Effizienz
7	Stationary Vehicle Warning	SVW	3	Day 2	10 von 16		BAB/BS	Sicherheit
8	Traffic Jam Warning (Hot Spots)	TJW	3	Day 2			BAB/BS	Sicherheit
9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	4	Day 2	8 von 16	bestplatziert	BAB	Sicherheit
10	Red Light Violation Warning	RLWW	4	Day 1/Day 2	7 von 16		BS	Sicherheit
9	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory	VSH/TLOSA	4	Day 2	6 von 16		BS	Effizienz
<p>(1) Die Einschätzung beruht auf einer qualitativen Bewertung (siehe TR 102 638 V.1.1.1 (6-2009)). Beteiligt waren Akteure von ETSI, ISO und CEN, jedoch keine Service-Provider und Logistik-Unternehmen und Telekom-Unternehmen.</p> <p>(2) Bewertung im Rahmen eines Forschungsprojektes der BAST.</p>								

Tabelle 14: Aufstellung der „Initialen Liste relevanter C-ITS Anwendungen“

Auf der linken Seite der Tabelle sind mit den Attributen Bezeichnung, Abkürzung und mutmaßlicher Rolle des Bundes als Baulastträger und Straßenbetreiber diejenigen C-ITS Anwendungen aufgeführt, die im Rahmen der Literaturchsicht besonders häufig genannt bzw. behandelt wurden und für die ein Rollout im Bereich von Day-1 und/oder Day-2 erwartet wird. Eine Sonderstellung nimmt C-ITS-Anwendung „Wrong Way Driving Warning“ ein. Diese wurde in der Literatur nicht besonders erwähnt, wurde aber aufgrund der im Projekt geführten Diskussion noch zusätzlich für den Bund relevante C-ITS Anwendung in die Liste aufgenommen.

Im rechten Teil wurde zur Ergänzung die Relevanz der Anwendungen aufgeführt, wie sie sich einerseits aus einem von ETSI durchgeführten Workshop und andererseits aus einem BASt Forschungsbericht aus dem Jahr 2012 ergeben hat.

Außerdem wurden die Anwendungen hinsichtlich ihres Einsatzbereichs /BAB, Bundesstraßen) und ihrer primären Zielsetzung (Sicherheit als Synonym für Sicherheitsgewinn, Effizienz als Synonym für Vermeidung von Stau) klassifiziert.

Die Einzelnen C-ITS Anwendungen gemäß des in Kapitel 3.1.2 vorgestellten Beschreibungsmusters sind im Anhang detailliert beschrieben.

**3.1.2 Bewertung der relevanten C-ITS Anwendungen**

**Nutzenbewertung – Ermittlung des C-ITS Nutzen Index**

Gemäß Beschreibung in 3.1.4.2 wurde für die Aufstellung der Rangliste der relevanten C-ITS Anwendungen zunächst der Nutzen der einzelnen C-ITS Anwendungen ermittelt.

Basis waren einerseits die Expertenbefragung zum Nutzen der jeweiligen C-ITS Anwendungen sowie die für einen ersten Rollout der C-ITS Anwendungen resultierenden Betriebskilometern und Koeffizienten für Sicherheit und Effizienz, die aus dem für das Deutsche Autobahnnetz aufgestellten Betriebsumfeld-Modell abgeleitet wurden.

Das Ergebnis der Expertenbefragung für den Nutzen zeigt folgende Tabelle:

#	C-ITS Anwendungen / Use Cases	Abk.	ITS Nutzen Radar Wertebereich [0 ... 3]															Zeit bis zum Roll-Out				
			Sicherheit					Effizienz					Umwelt-einflüsse									
			EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	3	2	3	3	2,75	2	1	2	2	1,75	2	1	2	2	1,75	1	1	1	1	1,00
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	3	2	3	3	2,75	2	1	2	2	1,75	2	1	2	2	1,75	1	1	1	1	1,00
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	3	1	1	1	1,50	1	2	3	3	2,25	1	2	3	2	2,00	2	3	3	2	2,50
4	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	1	3	3	3	2,50	3	2	2	2	2,25	2	1	0	0	0,75	2	1	0	1	1,00
5	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	3	3	3	3	3,00	2	1	1	1	1,25	2	1	1	1	1,25	1	2	2	2	1,75
6	Floating Car Data	FCD	3	1	1	1	1,50	1	2	3	3	2,25	1	2	3	2	2,00	2	3	3	2	2,50
7	Stationary Vehicle Warning	SVW	3	3	3	3	3,00	2	1	1	1	1,25	2	1	1	0	1,00	2	2	2	2	2,00
8	Traffic Jam Warning	TJW	3	3	2	3	2,75	2	3	3	3	2,75	2	2	3	2	2,25	2	2	3	2	2,25
9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	1	3	3	3	2,50	3	1	3	1	2,00	1	1	0	0	0,50	1	2	2	2	1,75
10	Red Light Violation Warning	RLVW	3	2	3	2	2,50	1	1	2	2	1,50	1	1	2	2	1,50	0	1	1	1	0,75
11	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory	VSH/TLOSA	2	1	1	3	1,75	3	2	3	1	2,25	3	2	3	2	2,50	0	3	3	2	2,00

Tabelle 15: Experteneinschätzung des Nutzens der C-ITS Anwendungen

Die Ermittlung der auf das Betriebsumfeld bezogenen und auf km normierten Einzelwerte sowie ihre Aufsummierung zum C-ITS Nutzen Index zeigt folgende nach Nutzen sortierte Tabelle:

#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Einsatzbereich	Primäres Ziel	ITS Nutzen Radar Wertebereich [0 ... 3]											C-ITS Nutzen Index		
					Sicherheit	Effizienz	Umwelt-einflüsse	C1	T1	T2	T3	T4	S1	S2	P1		AKD	ALD
								1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,50	0,50	0,50		1,00	1,00
8	Traffic Jam Warning	TJW	BAB/BS	Sicherheit	2,75	2,75	2,25	0,71	0,00	5,02	0,00	1,77	23,53	24,33	3,08			58,45
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	BAB/BS	Sicherheit	2,75	1,75	1,75	0,71	0,00	5,02	0,00	1,34	17,83	17,25	3,08			45,24
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	BAB/BS	Sicherheit	2,75	1,75	1,75	0,71	0,00	5,02	0,00	1,34	17,83	17,25	3,08			45,24
6	Floating Car Data	FCD	BAB/BS	Effizienz	1,50	2,25	2,00	0,00	0,00	0,00	5,06	1,29	17,12	21,23	0,00			44,70
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	BAB/BS	Sicherheit	1,50	2,25	2,00	0,39	0,00	2,74	0,00	1,29	17,12	18,58	1,68			41,79
7	Stationary Vehicle Warning	SVW	BAB/BS	Sicherheit	3,00	1,25	1,00	0,78	0,00	5,48	0,00	1,18	15,69	14,16	3,36			40,64
5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	BAB/BS	Sicherheit	2,25	2,25	0,75									34,43		34,43
4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	BAB/BS	Sicherheit	3,00	1,25	1,25									33,00		33,00

Tabelle 16: Ermittlung des C-ITS Nutzen-Index der C-ITS Anwendungen

Danach erbringt – immer bezogen die jeweils in Anrechnung gebrachten Betriebskilometer - die C-ITS Anwendung „Traffic Jam Warning“ den größten Nutzen und „Road Works Warning (AKD)“ den niedrigsten Nutzen.



**Hinweis:**

An dieser Stelle muss nochmal darauf hingewiesen werden, dass Betriebsumfeld-basierte Bewertungsverfahren im vorliegenden Fall nur die C-ITS Anwendungen angewendet werden konnte, für die entsprechende Betriebsumfelder vorliegen. Für die C-ITS Anwendungen „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“, „Red Light Violation Warning“ und „Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory“ müssen Betriebsumfelder erst noch entwickelt werden. Für „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“ z.B. die Feststellung von Auffahrten mit besonders hoher Falschfahrerhäufigkeit, für „Red Light Violation Warning“ und „Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory“ z.B. die Feststellung von LSA mit hoher Unfallhäufigkeit bzw. hoher Stauanfälligkeit.

**Hemmnis-Bewertung – Ermittlung des C-ITS Hemmnis-Index**

Gemäß Beschreibung in 2.1 wurden im Weiteren für die Reihung der relevanten C-ITS Anwendungen die Hemmnisse der einzelnen C-ITS Anwendungen ermittelt.

Basis waren einerseits die schon beschriebenen Expertenbefragungen zur „Komplexität“ und zur „Zeit bis zum Rollout“ der jeweiligen C-ITS Anwendungen sowie für die Kostenermittlung die aus dem Betriebsumfeld-Modell resultierenden Betriebskilometer sowie die jeweiligen Annahmen zu Ausstattung der Streckenabschnitte mit IRSen.

Das Ergebnis der Expertenbefragung zur Ermittlung der Radar-Werte für „Komplexität“ und „Zeit bis zum Rollout“ zeigt folgende Tabelle:

#	C-ITS Anwendungen / Use Cases	Abk.	Komplexität																									
			Zeit bis zum Roll-Out					technologisch				funktional				organisatorsich				gesetzlich			Sum					
			25%					25%				25%				25%			100%									
			EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	EXP 1	EXP 2	EXP 3	EXP 4	Mittel	
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	2	3	3	2	2,50	2	1	2	2	1,75	3	1	2	2	2,00	2	1	1	1	1,25	3	2	3	3	2,75	1,94
1	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	1	2	2	2	1,75	1	1	1	1	1,00	2	1	1	1	1,25	1	1	1	1	1,00	1	2	1	1	1,25	1,13
2	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	2	3	3	2	2,50	2	2	2	2	2,00	2	1	2	2	1,75	2	2	2	2	2,00	2	3	1	1	1,75	1,88
3	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	2	2	2	2	2,00	2	1	2	2	1,75	2	1	2	2	1,75	1	1	1	1	1,00	2	1	1	1	1,25	1,44
3	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	1	1	1	1	1,00	1	1	2	1	1,25	2	1	1	1	1,25	3	3	2	3	2,75	3	2	2	3	2,50	1,94
4	Floating Car Data	FCD	2	1	0	1	1,00	2	3	3	1	2,25	2	2	3	2	2,25	2	3	3	2	2,50	1	3	2	1	1,75	2,19
5	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	1	2	2	2	1,75	2	3	2	3	2,50	2	2	3	2	2,25	2	1	2	2	1,75	2	3	1	2	2,00	2,13
6	Stationary Vehicle Warning	SVW	2	2	3	2	2,25	2	1	2	3	2,00	2	1	3	3	2,25	1	1	2	2	1,50	2	1	1	3	1,75	1,88
7	Traffic Jam Warning	TJW	1	1	1	1	1,00	1	1	2	1	1,25	2	1	1	1	1,25	3	3	2	3	2,75	3	2	2	3	2,50	1,94
8	Red Light Violation Warning	RLVW	0	1	1	1	0,75	1	1	2	1	1,25	2	1	2	2	1,75	2	3	2	2	2,25	3	2	3	3	2,75	2,00
9	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory	VSH/TLOSA	0	3	3	2	2,00	1	3	2	1	1,75	2	2	2	2	2,00	2	3	2	2	2,25	2	2	2	2	2,00	2,00

Tabelle 17: Experteneinschätzung der Komplexität der C-ITS Anwendungen

Die Einzelheiten zur Ermittlung des Radarwertes für die Kosten/Betriebskilometer zeigt folgende Tabelle:

#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Einsatzbereich	Primäres Ziel	IRS-Kosten [€]			Anzahl der erforderlichen IRS (Annahme: IRS-Reichweite = 500 m in beide Richtungen)						
					Stationär	10.000	Je IRS	Betriebskilometer	Abschnitt	Arbeitsstellen	SBA	MQ	LSA	
					Mobil	5.000	Kosten /km							
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	BAB/BS	Sicherheit	35.000.000	1,00	2.500	14.000	3.500					
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	BAB/BS	Sicherheit	28.080.000	2,00	8.483	3.310			1.404			
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	BAB/BS	Sicherheit	10.000.000	1,00	10.000	1.000				1.000		
4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	BAB/BS	Sicherheit	15.000.000	1,00	2.500	6.000		3.000				
5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	BAB/BS	Sicherheit	17.000.000	2,00	3.333	5.100			850			
6	Floating Car Data	FCD	BAB/BS	Effizienz	113.604.800	1,00	10.000	11.360						
7	Stationary Vehicle Warning	SVW	BAB/BS	Sicherheit	59.400.000	1,00	2.306	25.760	5.940					
8	Traffic Jam Warning	TJW	BAB/BS	Sicherheit	2.593.300	1,00	10.000	259						
9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	BAB	Sicherheit	59.400.000	1,00	2.306	25.760	5.940					
10	Red Light Violation Warning	RLVW	BS	Sicherheit	8.000.000	1,00	10.000					Hessen	800	
11	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light	VSH/TLOSA	BS	Effizienz	8.000.000	1,00	10.000					Hessen	800	
					Max.		10.000							
					Min		2.306							
					Drittel		2.565							
					Kosten-Hemmnis			Von [€/km]	Bis [€/km]					
					1		2.306	4.871						
					2		4.871	7.435						
					3		7.435	10.000						

Tabelle 18: Schätzung der Kosten der C-ITS Anwendungen

Basierend auf diesen beiden Bewertungen ergibt sich der C-ITS Hemmnis-Index wie folgt:

#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Einsatzbereich	Primäres Ziel	ITS Hemmnis Radar Wertebereich [0 ... 3]			Gewichtung der Einführungshemmnisse			C-ITS Hemmnis Index
					Kosten	Komplexität	Zeit bis zum Roll-Out	50%	25%	25%	
								Kosten	Komplexität	Zeit bis zum Roll-Out	
3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	BAB/BS	Sicherheit	3,00	1,94	2,50	1,50	0,48	0,63	2,61
6	Floating Car Data	FCD	BAB/BS	Effizienz	3,00	1,88	2,50	1,50	0,47	0,63	2,59
8	Traffic Jam Warning	TJW	BAB/BS	Sicherheit	3,00	1,88	2,25	1,50	0,47	0,56	2,53
2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	BAB/BS	Sicherheit	3,00	1,94	1,00	1,50	0,48	0,25	2,23
7	Stationary Vehicle Warning	SVW	BAB/BS	Sicherheit	1,00	1,44	2,00	0,50	0,36	0,50	1,36
4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	BAB/BS	Sicherheit	1,00	2,19	1,00	0,50	0,55	0,25	1,30
1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	BAB/BS	Sicherheit	1,00	1,94	1,00	0,50	0,48	0,25	1,23
5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	BAB/BS	Sicherheit	1,00	1,13	1,75	0,50	0,28	0,44	1,22

Tabelle 19: Ermittlung des C-ITS Hemmnis-Index der C-ITS Anwendungen

Danach weisen für BAB die C-ITS Anwendung „Hazard Location Notification“ die höchsten und „Road Works Warning (ALD)“ die niedrigsten Hemmnisse auf.

### 3.1.3 Rangliste der relevanten C-ITS Anwendungen

#### Ermittlung des C-ITS Straßenbetreiber-Index

Wie schon dargelegt, können Nutzen und Kosten von C-ITS Anwendungen noch nicht auf Basis von Erfahrungen aus der Praxis ermittelt werden, da es noch keine Implementierungen für den Regelbetrieb gibt oder solche darin arbeiten. Ersatzweise wurden deshalb die infrage kommenden C-ITS Anwendungen auf Basis von Expertenbefragungen nach dem Nutzen-/Hemmnis-Modell bewertet und in einer Rangliste nach dem sich daraus ergebenden C-ITS Straßenbetreiber-Index sortiert.

Als eigentliches Ergebnis des Verfahrens ergibt sich am Ende ein sog. "C-ITS Straßenbetreiber-Index" als Quotient aus "C-ITS Nutzen Index" und "C-ITS Hemmnis Index"

$$\text{C-ITS Straßenbetreiber-Index} = \text{C-ITS Nutzen Index} / \text{C-ITS Hemmnis Index}$$

wie folgt:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Einsatzbereich	Primäres Ziel	C-ITS Nutzen Index	C-ITS Hemmnis Index	C-ITS Straßenbetreiber Index
1	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	BAB/BS	Sicherheit	45,24	1,23	36,6
2	7	Stationary Vehicle Warning	SVW	BAB/BS	Sicherheit	40,64	1,36	29,9
3	5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	BAB/BS	Sicherheit	34,43	1,22	28,2
4	4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	BAB/BS	Sicherheit	33,00	1,30	25,4
5	8	Traffic Jam Warning	TJW	BAB/BS	Sicherheit	58,45	2,53	23,1
6	2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	BAB/BS	Sicherheit	45,24	2,23	20,2
7	6	Floating Car Data	FCD	BAB/BS	Effizienz	44,70	2,59	17,2
6	3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	BAB/BS	Sicherheit	41,79	2,61	16,0
7	9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	BAB	Sicherheit	0,00	1,47	0,0
10	10	Red Light Violation Warning	RLWV	BS	Sicherheit	0,00	2,19	0,0
11	11	Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light	VSH/TLOSA	BS	Effizienz	0,00	2,50	0,0

Tabelle 20: Ermittlung des C-ITS Straßenbetreiber-Index der C-ITS Anwendungen

Danach weist für BAB die C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ den höchsten und „Hazard Location Notification (Weather)“ den niedrigsten C-ITS Straßenbetreiber-Index auf.

#### Endgültige für den Bund maßgebliche Rangliste der C-ITS Anwendungen

Einfluss auf eine endgültige, für den Bund maßgebliche Rangliste hat neben dem sich ergebenden C-ITS-Straßenbetreiber-Index zusätzlich noch seine Beteiligung als Öffentlicher Straßenbaulastträger und –betreiber in Bezug auf seine Rollen in einer auf der C-ITS Anwendungen aufbauenden Service-Kette als

- Besitzer und Anbieter von Daten (Content Owner),
- Besitzer und Anbieter eines Teils der Daten (Content Supporter), die der Service Provider dem End-User anbietet
- Service Provider, der Daten einer C-ITS Anwendung nutzt, um selbst einen Service anzubieten

und ob er die jeweilige Rolle dauerhaft (grüne Farbgebung) oder nur mangels ausreichender Penetrationsrate in einer Übergangsphase (Gelbe Farbgebung) einnimmt.

Während bei den in der folgenden Abbildung grün markierten C-ITS Anwendungen der Öffentliche Straßenbetreiber eine klare und auch dominante Rolle hat (siehe auch Spalten Rang bei Einführung und Betrieb als Ergebnis der Expertenbefragung zum Institutionellen Rollenmodell), ist seine Rolle bei den gelb markierten Anwendungen voraussichtlich auf eine Übergangszeit begrenzt ist. Wenn die Penetration mit C-ITS Fahrzeugen ein Maß erreicht, bei dem durch reine V2V-Anwendungen bessere Ergebnisse erbracht werden können, erübrigt sich im Prinzip ein Engagement des Öffentlichen Straßenbaulastträgers und -betreibers.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich dann die endgültige Rangliste wie folgt:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Beteiligung Öffentlicher Straßenbaulastträger und Straßenbetreiber			Einsatzbereich	Primäres Ziel	C-ITS Nutzen Index	C-ITS Hemminis Index	C-ITS Straßenbetreiber Index
				Rolle Service-Kette	Rang bei Einführung	Rang bei Betrieb					
1	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	45,24	1,23	36,6
2	5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	34,43	1,22	28,2
3	4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	33,00	1,30	25,4
4	8	Traffic Jam Warning	TJW	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	58,45	2,53	23,1
5	2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	45,24	2,23	20,2
6	6	Floating Car Data	FCD	Service Provider	2	2	BAB/BS	Effizienz	44,70	2,59	17,2
7	7	Stationary Vehicle Warning	SVW	Content Supporter	1	1	BAB/BS	Sicherheit	40,64	1,36	29,9
8	3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	Content Supporter	1	1	BAB/BS	Sicherheit	41,79	2,61	16,0

Tabelle 21: Endgültige Rangliste der C-ITS Anwendungen

Im Einzelnen ergeben sich folgende Ränge:

### Rang 1 und 5: In-Vehicle Signage

„In-Vehicle Signage“ ist eine C-ITS Anwendung, die Informationsinhalte der festen und dynamischen Verkehrsbeschilderung an die sich den Schildern nähernde Fahrzeuge übermittelt, um vor allem die Wachsamkeit der Fahrer in Bezug auf das lokale Betriebsumfeld der Straße zur eigenen Sicherheit zu erhöhen.

Zwei Ausbaustufen werden unterschieden:

- Ausbaustufe 1: „In-Vehicle Signage (VMS)“ mit Anzeige der Inhalte der dynamischen Beschilderung von SBA und TSF und einem C-ITS Straßenbetreiber-Index von 40,8
- Ausbaustufe 1: In-Vehicle Signage der festen Beschilderung und einem C-ITS Straßenbetreiber-Index von 26,0

In der Service-Kette nimmt der Bund als Content Owner und Content Provider sowie beim Bau und Betrieb eine dominante Rolle ein. Ohne Beteiligung des Bundes kommt der entsprechende Dienst nicht zustande.

### Rang 2 und 3: Road Works Warning

„Road Works Warning“ ist eine C-ITS Anwendung aus der Familie der „Road-Hazard-Warnings“, die die sich verkehrstromaufwärts befindlichen Verkehrsteilnehmer sowohl vor Arbeitsstellen warnt als auch den Fahrern adäquate Informationen anzeigt, wie z.B. zu Geschwindigkeitsbegrenzungen und zu gesperrten Fahrstreifen.

Zwei Ausbaustufen werden unterschieden:

- Ausbaustufe 1: Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AKD) mit einem C-ITS Straßenbetreiber-Index von 22,3
- Ausbaustufe 2: Arbeitsstellen längerer Dauer (ALD) mit einem C-ITS Straßenbetreiber-Index von 19,3

In der Service-Kette nimmt der Bund als Content Owner und Content Provider sowie beim Bau und Betrieb die dominante Rolle ein. Ohne Beteiligung des Bundes kommt der entsprechende Dienst nicht zustande.

### **Rang 3: Traffic Jam Warning**

Bei der C-ITS Anwendung „Traffic Jam Warning“ handelt es sich um eine C-ITS-Anwendung, die die sich verkehrstromaufwärts vor einem Stau befindlichen Verkehrsteilnehmer vor einem Stau-Ende warnt.

Ein Rollout für den Öffentlichen Straßenbetreiber empfiehlt sich für das Betriebsumfeld "Hotspot", weil davon ausgegangen werden kann, dass gerade in den stauanfälligen und damit unfallträchtigen Betriebsumfeldern autobahnseitig eine lückenlose Detektion existiert. Das versetzt den Straßenbetreiber in die Lage, „vorausschauend“ eine qualitativ hochwertige Stauende-Warnung zu liefern.

Der C-ITS Straßenbetreiber-Index beträgt 21,8.

Sowohl in der Service-Kette als Content Owner und auch Content Provider sowie beim Bau und Betrieb nimmt der Bund eine dominante Rolle ein. Ohne Beteiligung des Bundes kommt der entsprechende Dienst erst bei ausreichender Penetrationsrate von C-ITS Fahrzeugen und evtl. mit niedrigerer Qualität (weniger vorausschauend) nicht zustande

### **Rang 6: Floating Car Data**

Die C-ITS Anwendung „Floating Car Data“ stellt die von Fahrzeugen stammenden mit einem Zeitstempel versehenen Ortsinformationen für eine Nutzung im Rahmen von Verkehrsplanungs- und Verkehrsmanagementanwendungen bereit. Der besondere Nutzen besteht in der Möglichkeit, aus FCD genaue Reisezeiten ermitteln zu können und darüber Straßennetze qualitativ besser bewerten und damit effizienter als bisher managen zu können. Der Primäre Nutzen ist also im Gegensatz zu den in der Rangliste höher eingestuften C-ITS Anwendungen die Transporteffizienz.

Der C-ITS Straßenbetreiber-Index beträgt etwa 12,1.

Straßenbetreiber nehmen in der Service-Kette vorrangig die Rolle des End-Nutzers und Service Providers ein.

### **Rang 7: Stationary Vehicle Warning**

Dabei handelt es sich um eine C-ITS Anwendung, die Fahrer vor Unfällen oder vor Fahrzeugen, die wegen Pannen stehen geblieben sind, warnt.

Trotz eines vergleichsweise hohen C-ITS Straßenbetreiber-Index von 27,4, nimmt die C-ITS Anwendung „Stationary Vehicle Warning“ lediglich den Rang 7 ein.

In der Service-Kette kann der Bund als Content Owner und Content Provider sowie beim Bau und Betrieb eine dominante Rolle einnehmen, solange keine ausreichende Penetrationsrate von C-ITS Fahrzeugen erreicht ist. Auf lange Sicht erübrigt sich die Rolle des Bundes.

### **Rang 8: Hazard Location Notification (Weather)**

Die „Hazard location notification“ ist einer der „Hazard-Warning“-Anwendungsfälle, die den sich vor einer Gefahrenstelle verkehrstromaufwärts befindlichen Verkehr vor gefährlichen Situationen auf Grund von Wetterbedingungen, wie glatten Straßen, vorwarnt.

Bei einem C-ITS Straßenbetreiber-Index von 17,4, nimmt die C-ITS Anwendung „Hazard Location Notification (Weather)“ lediglich den Rang 8 ein.

In der Service-Kette kann der Bund als Content Owner und Content Provider sowie beim Bau und Betrieb eine dominante Rolle einnehmen, solange keine ausreichende Penetrationsrate von C-ITS Fahrzeugen erreicht ist. Auf lange Sicht erübrigt sich die Rolle des Bundes.

### **In der Rangliste unberücksichtigte C-ITS Anwendungen**

Obwohl seitens der befragten Experten mit hohen Nutzenerwartungen sowohl in Bezug auf potentielle Verkehrssicherheitsgewinne als auch in Bezug auf Effizienzgewinne versehen, konnten die folgenden drei C-ITS Anwendungen in der Rangliste nicht berücksichtigt werden.

- Wrong Way Driving Warning (At Exits)
- Red Light Violation Warning

- Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory

Aus dem vorliegenden Projekt werden sie dennoch für einen Rollout empfohlen, und zwar entweder in Form einer möglichen Bündelung mit C-ITS Anwendungen die eine IRS am Beginn eines Streckenabschnitts benötigen (gilt für „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“ oder im Zuge der Erneuerung von Lichtsignalsteuergeräten an LSA, die Unfallschwerpunkte darstellen bzw. mit wiederkehrendem Stau behaftet sind.

### Veränderung der Rangliste bei Berücksichtigung der Netzabdeckung

Vor dem Hintergrund der räumlichen Dimensionierung stellt sich auch die Frage der sog. Netzabdeckung, d.h. die Frage, ob eine C-ITS-Anwendung ein generelles Ausstattungsmerkmal des Bundesfernstraßennetzes sein soll oder ob nur als problemhaltige erkannte und als solche klassifizierte Netzabschnitte ausgerüstet werden sollen.

Um dieser Diskussion eine Grundlage zu geben, erscheint es zweckmäßig, über den ermittelten C-ITS Straßenbetreiber-Index hinaus noch die erreichte Netzabdeckung als Bewertungskriterium in Betracht zu ziehen.

Wie folgende Tabelle zeigt, ergibt sich für das Ranking und die zu empfehlende Einführungsreihenfolge ein leicht verändertes Bild, indem solche C-ITS Anwendungen eher im oberen Bereich der Rangliste landen, mit denen per se eine Netzabdeckung von 100% verbunden ist:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Beteiligung Öffentlicher Straßenbaulastträger und Straßenbetreiber			Einsatzbereich	Primäres Ziel	C-ITS Nutzen Index	C-ITS Hemmnis Index	C-ITS Straßenbetreiber Index	Netzabdeckung
				Rolle Service-Kette	Rang bei Einführung	Rang bei Betrieb						
2	5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	34,43	1,22	28,2	100,00%
3	4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	33,00	1,30	25,4	100,00%
5	2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	45,24	2,23	20,2	100,00%
1	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	45,24	1,23	36,6	29,19%
6	6	Floating Car Data	FCD	Service Provider	2	2	BAB/BS	Effizienz	44,70	2,59	17,2	23,69%
4	8	Traffic Jam Warning	TJW	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	58,45	2,53	23,1	0,54%
7	7	Stationary Vehicle Warning	SVW	Content Supporter	1	1	BAB/BS	Sicherheit	40,64	1,36	29,9	53,71%
8	3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	Content Supporter	1	1	BAB/BS	Sicherheit	41,79	2,61	16,0	2,09%

Tabelle 22: Rangliste der C-ITS Anwendungen unter Berücksichtigung des Faktors Netzabdeckung

## 3.2 Ergebnisse des Institutionellen Rollenmodellprozesses

### 3.2.1 Auswertung der ausgefüllten IRM-Matrizen

Die von den Experten ausgefüllten Matrizen werden in einem mehrstufigen Prozess ausgewertet. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

- In einem ersten Schritt wird für jede Institution die Gesamtrelevanz über alle Meta-Rollen für jede C-ITS Anwendung ermittelt. Die maximale Bewertung, die eine Institution für eine Meta-Rolle von den Experten erhalten kann, liegt bei 9. Bei insgesamt 8 identifizierten Meta-Rollen liegt die maximal erreichbare Punktzahl bei 72. Die Gesamtrelevanz errechnet sich dann wie folgt:

$$GRI_k = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} RW_{i,j}}{SW_{max}},$$

- mit:

GRI	Gesamtrelevanz einer Institution.
k	Institutionen von k = 1 bis 15.
RW	Wert für eine Rolle i vergeben durch einen Experten j mit RW = 0; 1; 2 oder 3.
i	Rollen 1 bis n, mit n = 8.
j	Experte 1 bis m, mit m = 3.
SWmax	Maximaler Spaltenwert: hier 72.

Wenn beispielsweise eine Institution für alle Meta-Rollen den Wert 9 erreicht hat, ergibt sich für die Gesamtrelevanz ein Wert von 1. Ein Wert von 1 bedeutet, dass sich alle Experten einig waren und jede Meta-Rolle von dieser Institution wahrgenommen werden sollte. Ergibt sich für die Gesamtrelevanz der Wert 0, haben alle Experten die Relevanz der Institution für jede Rolle mit 0 bewertet. Eine solche Institution ist daher für keine Rolle ein relevanter Akteur. Durch die Gesamtrelevanz wird damit die generelle Bedeutung einer Institution für eine C-ITS Anwendung abgeleitet, um so eine erste Priorisierung zwischen den verschiedenen Institutionen vornehmen zu können. Der Wert der Gesamtrelevanz – wenn er kleiner als 1 und größer als 0 ist – erlaubt allerdings keine Rückschlüsse darauf, welche Rolle die Institution wahrnehmen sollte. Mit der Gesamtrelevanz wird lediglich selektiert, welche Institutionen zunächst eingehender betrachtet werden sollen. Welche Rollen die so priorisierten Institutionen übernehmen sollen, wird mit der spezifischen Relevanz geklärt.

- Im zweiten Schritt wird die spezifische Relevanz einer Institution für jede Rolle ermittelt. Die spezifische Relevanz einer Institution k (SRI<sub>k</sub>), mit k = 1 bis 15, ergibt sich wie folgt:

$$SRI_{k,i} = \frac{\sum_{j=1}^m RW_{i,j}}{GRI_k}.$$

Als Nenner wird die Gesamtrelevanz einer Institution verwendet. Daraus folgt, dass  $\sum_{i=1}^n SRI_{k,i} = GRI_k$  ist, d.h. die aufsummierten spezifischen Relevanzen einer Institution ergeben die Gesamtrelevanz der Institution. Weil als Nenner die Gesamtrelevanz verwendet wird, folgt, dass eine Institution eine Rolle auf jeden Fall übernehmen soll, wenn die spezifische Relevanz den Wert 0,125 aufweist (eine von acht Rollen, d.h.  $1/8 = 0,125$ ). Wenn die Gesamtrelevanz den Wert 1 hat, dann beträgt die spezifische Relevanz der Institution für jede Rolle 0,125.

- Mit dem dritten Schritt wird die Robustheit der Expertenschätzung verbessert, indem eine korrigierte Gesamtrelevanz für jede Institution ermittelt wird. Wenn die Gesamtrelevanz kleiner als 1 und die spezifische Relevanz kleiner als 0,125 ist, dann haben die Experten uneinheitlich bewertet.

Hierzu wird ein modellbasiertes Gewichtungsverfahren definiert. Als Ausgangsgröße wird die Varianz der institutionsspezifischen Spaltenwerte ermittelt. Die Varianz ist ein Maß für die Präzision

eines Schätzers. Die Varianz ist definiert als die Summe der quadratischen Abstände aller möglichen Schätzer vom Erwartungswert, geteilt durch ihre Anzahl. Für eine präzise Schätzung sollte sie möglichst klein sein. Im besten Fall ist die Varianz gleich 0. Die Varianz der Spaltenwerte für eine Institution ( $VARI_k$ ) ergibt sich wie folgt:

$$VARI_k = \frac{\sum_{i=2, j=1}^{n, m} (RW_{i,j} - \overline{RW})^2}{(n \times m - 1)}$$

- Ziel dieser Vorgehensweise ist es, die Präzision der Schätzung zu erhöhen. Außerdem ist es möglich, Verzerrungen auszugleichen, die dadurch entstehen können, dass die Experten die Rollenwahrnehmung eines Akteurs nicht beurteilen können (systematische Non-response). In diesem Fall wurde von den Experten immer eine 0 vergeben. Der Gewichtungsfaktor für jede Institution (GfK) ergibt sich dann folgendermaßen:

$$GF_k = 1 - \frac{VARI_k}{\sum_{k=1}^{15} VARI_k}$$

Der Gewichtungsfaktor wird 1, wenn die Varianz 0 ist. Im Falle einer einheitlichen Aussage der Experten bleibt die ursprüngliche Gesamtrelevanz unverändert. Für den Fall, dass die Varianz größer als 0 ist, wird der Gewichtungsfaktor GfK größer als 0 und kleiner als 1. Je kleiner der Gewichtungsfaktor GfK wird, desto heterogener ist die Bewertung zwischen den Experten ausgefallen. Die Vorgehensweise wird mit folgendem Beispiel verdeutlicht: Ein Experte bewertet die Rollenwahrnehmung der Institution A für eine spezifische Rolle mit 3. Die beiden anderen Experten bewerten die Rollenwahrnehmung mit 0.  $n$  ist gleich 1 und  $m = 3$ . Die Varianz ist 9. Alle anderen vierzehn Institutionen haben eine Varianz von 0. Dann ist der Gewichtungsfaktor für die Institution A gleich 0, weil im Vergleich zu allen anderen Institutionen zwischen den Experten die größte Abweichung in der Einschätzung der Rollenwahrnehmung durch die Institution A bestand. Wird jetzt angenommen, dass die Varianz für jede andere Institution auch 9 gewesen sei, errechnet sich ein Gewichtungsfaktor von 0,93. Da jede Institution von allen Experten unterschiedlich betrachtet wurde, ergibt sich nur eine marginale Verschlechterung für die Institution A. Als drittes Rechenbeispiel sei angenommen die Summe aller Varianzen sei 50. Dann errechnet sich für die Institution A ein Gewichtungsfaktor in Höhe von 0,82. Mit dem Gewichtungsfaktor wird letztendlich widerspiegelt wie harmonisch die Experten die Rollenwahrnehmung einer Institution beurteilen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Auswertung der in Abbildung 3 dargestellten Rollenmatrix. Es wird zunächst über die Spaltensummen die Gesamtrelevanz jeder Institution ermittelt. Die Gesamtrelevanz lässt sich auf die jeweiligen Meta-Rollen verteilen.

Diese Teilmatrix enthält die rollenspezifische Relevanz. Zeilenweise kann daraus die gesamte Relevanz einer Rolle hergeleitet werden. Da diese Werte in Bezug auf die Maximalwerte berechnet werden, erfolgt ihre Darstellung in Prozent. Wird beispielsweise der öffentliche Straßenbetreiber betrachtet, so ergibt sich folgende Ergebnisinterpretation:

- Für die C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ ist der öffentliche Straßenbetreiber in der Markteinführungsphase mit 76% die wichtigste Institution für eine erfolgreiche Markteinführung.
- Die Meta-Rolle „Business Management“ hat mit insgesamt 10% eine hohe Bedeutung für den öffentlichen Straßenbetreiber. Verglichen mit den anderen Institutionen erreicht der Straßenbetreiber den höchsten Wert, sodass diese Rolle auf jeden Fall von ihm als Akteur übernommen werden sollte.
- Betrachtet man nun die Zeilensumme für die Rolle „Business Management“ erkennt man, dass die Relevanz dieser Rolle für eine erfolgreiche Markteinführung mit nur 35% bewertet wurde. Für eine erfolgreiche Markteinführung sind vor allem die Rollen „Auswertung: Content Provision“, „Controlling“, „Human Resources“ und „Financial Management“ entscheidend. Wertet man für diese Rollen die Matrix der spezifischen Rollenrelevanz aus, sieht man, dass auch hier der Straßenbetreiber der Hauptakteur ist.

- Wie bereits theoretisch eingehend erörtert, muss bei der Auswertung berücksichtigt werden, dass zwischen den Einschätzungen der Experten Unterschiede bestehen. Die Gesamtrelevanz wird mit dem Gewichtungsfaktor multipliziert. Die so korrigierte Gesamtrelevanz ist der finale Input für die Auswertung und Bildung der Rangfolgen.

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	31%	18%	76%	32%	64%	26%	46%	42%	58%	50%	61%	46%	51%	47%	47%
	Business Management	0%	4%	10%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	10%	8%	6%	6%	8%
	Human resources	6%	0%	13%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%
	Financial Management	6%	6%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%
	Controlling	8%	8%	10%	8%	8%	3%	6%	8%	8%	8%	3%	8%	6%	8%	0%
	Erfassung (Content)	3%	0%	13%	6%	8%	3%	3%	6%	6%	3%	3%	3%	6%	3%	0%
	Auswertung (Content)	8%	0%	13%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	6%	6%	8%	8%	8%
	Anzeige (Service)	0%	0%	6%	3%	8%	3%	6%	3%	6%	8%	13%	8%	8%	8%	8%
		WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR	WAHR
	Gewichtungsfaktor	0,92301128	0,94548213	0,96141083	0,95230871	0,89115388	0,96368636	0,92803641	0,93969849	0,90329004	0,90897886	0,95600645	0,95989381	0,95003318	0,94121551	0,89570494
	Korrigierte Gesamtrelevanz	28%	17%	73%	30%	57%	25%	43%	39%	53%	45%	58%	44%	49%	44%	42%
		Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie

Abbildung 18: Auswertung der Rollenmatrix

### 3.2.2 Ergebnisse der Experteneinschätzung

Auf der Grundlage der korrigierten Gesamtrelevanz wird eine Rangfolgentabelle für die Marktphasen Einführung und Betrieb erstellt. Die folgende Tabelle präsentiert die Rangfolgenplätze für die einzelnen Institutionen basierend auf der Experteneinschätzung. Die Rangfolgenplätze 1 bis 3 sind zur besseren Kenntlichkeit farbig markiert. In der Markteinführungsphase wird der öffentliche Straßenbetreiber bei fast allen C-ITS Anwendungen als entscheidender Akteur gesehen. Bei den C-ITS Anwendungen „Floating Car Data“ belegt der öffentliche Straßenbetreiber den zweiten Platz. Bei „Floating Car Data“ wird nach Einschätzung aller Experten als treibender Akteur die Automobilindustrie gesehen. In der Markteinführungsphase sind dann die Automobilhersteller die zweitwichtigste Institution für die Einführung und den Betrieb der C-ITS Anwendungen. Beim dritten Rangplatz ist die Volatilität etwas höher. In der Markteinführungsphase kommen als komplementäre Player noch die Service Provider, die Standardisierungsorganisationen, die privaten Service Provider und die Verkehrstechnikindustrie hinzu. Für die Marktphase Betrieb ergeben sich nur inkrementelle Veränderungen.



Marktphase	C-ITS Anwendung	Institutionen															
		Gesetzgeber	Baulastträger	Öf. Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde	Service Provider	Broker	Standardisierungsorganisation	Priv. Content Owner	Priv. Content Provider	Priv. Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetr.	Verkehrstechnikind.	
Einführung	In-Vehicle Signage	Enf. 14	Enf. 11	Enf. 1	Enf. 13	Enf. 3	Enf. 15	Enf. 6	Enf. 12	Enf. 4	Enf. 7	Enf. 2	Enf. 9	Enf. 9	Enf. 8	Enf. 5	
	Floating Car Data	9	13	2	15	7	4	6	14	7	3	1	11	5	10	12	
	Hazard Location Notification	8	6	1	14	4	15	5	13	7	3	2	12	10	9	11	
	Road Works Warning	9	2	1	14	3	15	5	13	6	8	7	12	11	10	3	
	Speed Optimization	13	8	1	14	3	15	7	11	4	12	2	6	9	10	5	
	Stationery Vehicle Warning	13	6	1	15	5	14	9	12	10	3	2	11	4	8	7	
	Red Light Violation Warning	12	7	1	13	3	15	8	11	4	14	2	6	10	9	5	
	Cooperative Vehicle-highway Automation System (Platooning)	12	6	2	15	4	14	3	13	4	8	1	7	10	11	9	
	Traffic Information and Recommended Itinerary	11	4	1	14	5	13	3	12	6	7	2	15	9	8	10	
	Traffic Jam Warning	11	4	1	14	6	15	8	13	9	3	2	10	5	7	12	
	Wrong Way Driver Warning	14	4	1	13	6	15	7	12	10	3	2	11	5	9	7	
	Betrieb	In-Vehicle Signage	Betr. 14	Betr. 16	Betr. 1	Betr. 13	Betr. 3	Betr. 15	Betr. 10	Betr. 12	Betr. 4	Betr. 7	Betr. 2	Betr. 9	Betr. 6	Betr. 8	Betr. 11
Floating Car Data		13	15	2	16	7	5	11	14	7	3	1	6	4	9	10	
Hazard Location Notification		13	15	1	14	4	16	10	12	8	3	2	11	6	7	9	
Road Works Warning		12	14	1	16	4	15	10	13	7	6	3	11	9	8	4	
Speed Optimization		13	14	1	15	5	16	10	11	6	12	2	4	8	9	6	
Stationery Vehicle Warning		16	14	1	13	4	15	8	12	7	3	2	10	6	9	5	
Red Light Violation Warning		13	15	1	12	3	16	10	11	4	14	2	6	9	8	5	
Cooperative Vehicle-highway Automation System (Platooning)		13	15	2	16	3	14	10	12	3	6	1	5	7	11	8	
Traffic Information and Recommended Itinerary		10	13	1	15	3	14	5	12	4	6	2	16	7	8	9	
Traffic Jam Warning		12	13	1	15	4	16	10	11	5	3	2	9	6	7	8	
Wrong Way Driver Warning		16	14	1	13	4	15	8	12	7	3	2	10	6	9	5	

Tabelle 23: Rangfolgenplätze für die einzelnen Institutionen basierend auf der Gesamtrelevanz

Auf der Grundlage der Rangfolgenmatrix kann die Institution identifiziert werden, die die Führung hat bei der Einführung und/oder dem Betrieb der C-ITS-Anwendung hat. Nachfolgend kann anhand der Gesamtauswertung mit Hilfe der spezifischen Relevanz überprüft werden, welche Institutionen vom Leader angesprochen werden müssen, um die verschiedenen ökonomischen und technischen Rollen auszufüllen. Mit der Tabelle 21 wird jene Institution bestimmt, die entscheidend für die Markteinführung und/oder den Betrieb sind. So wird bei der C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ der öffentliche Straßenbetreiber als entscheidende Institution für die Markteinführung identifiziert. Zu jeder C-ITS Anwendung wird für jede Marktphase die spezifische Relevanz der Institutionen für die konkreten Meta-Rollen bestimmt. Die Auswertung wird beispielhaft in Abbildung 48 dargestellt. Die Auswertungen für jede Anwendung befinden sich im Anhang.

Nachdem der öffentliche Straßenbetreiber als treibende Institution für die Markteinführung von „In-Vehicle Signage“ mit Hilfe der Tabelle 21 identifiziert wurde, ergibt die rollenspezifische Auswertung, dass der öffentliche Straßenbetreiber nur bei den Rollen „Business Management“, „Human Resources“, „Controlling“ und „Auswertung“ ebenfalls eine führende Rolle einnehmen sollte. Hier werden noch andere Institutionen wichtig, die unterstützend beziehungsweise komplementär den öffentlichen Straßenbetreiber in der Rollenwahrnehmung zur Seite stehen können. So kann die Rolle „Controlling“ nur dann durch den öffentlichen Straßenbetreiber effektiv ausgefüllt werden, wenn Gesetzgeber, Baulastträger, die Straßenverkehrsbehörde und der öffentliche Serviceprovider komplementär so eingebunden werden, dass die Umsetzung der Controlling-Rolle durch den öffentlichen Straßenbetreiber gelingt. Wird die Rolle „Erfassung“

betrachtet, so wird in der spezifischen Rollenauswertung deutlich, dass hier gleich mehrere Institutionen entscheidend für die effektive Rollenwahrnehmung sind: IKT-Industrie, Automobilzulieferer, Automobilhersteller. Mit der Tabelle 21 erhält der Auftraggeber eine hochaggregierte Auswertung, welche für die Marktphasen „Einführung“ und „Betrieb“ jene Institutionen identifizieren, die die führende Rolle übernehmen sollen. Mit den spezifischen Auswertungen, welche in Anhang 6 dargestellt werden, ist es dann möglich, die für die weiteren spezifischen Meta-Rollen relevanten Akteure zu ermitteln.

Insgesamt zeigt sich, dass die ausgewählten C-ITS Anwendungen allesamt nur durch ein Engagement des öffentlichen Straßenbetreibers eingeführt werden können.

### 3.3 Technologische Möglichkeiten der Realisierung

#### 3.3.1 Aufgabenstellung und Überblick über den Lösungsansatz

Es sind Vorschläge zu den unterschiedlichen technologischen Möglichkeiten der Realisierung der C-ITS Anwendungen (vor allem ETSI G5, Mobilfunk, (Digital-)Rundfunk, etc.) und deren jeweiligen Eignung zu erarbeiten.

#### 3.3.2 Überblick

Kommunikation ist Kernbestandteil kooperativer Systeme. ITS-S müssen jederzeit in der Lage sein, sich ihrem Umfeld mitzuteilen (cooperative awareness) und Informationen über längere Wege zu verschicken und zu empfangen. Hierfür stehen unterschiedliche Nachrichtenformate zur Verfügung, bspw. CAM, DENM, SPAT/MAP, IVS, TMC, TPEG, Datex2, wobei letzteres zur Kommunikation zwischen Verkehrsrechenzentren untereinander (europaweit) gedacht ist.

Zum Versand dieser Nachrichtenformate sieht die ETSI-Spezifikation einer ITS-Station Schnittstellen zu verschiedenen Technologien vor, darunter ITS-G5, 3G/4G, Infrarot, Bluetooth, GPS. Es sieht zurzeit alles danach aus, dass in Zukunft nur ITS-G5 und 3G/4G in hybrider Weise die Kommunikationstechnologien für C-ITS bilden werden.

Abbildung 19 aus Wöste (2014) gibt einen Überblick über Kommunikationstechnologien bzgl. Reichweite, Latenz und Datenrate.

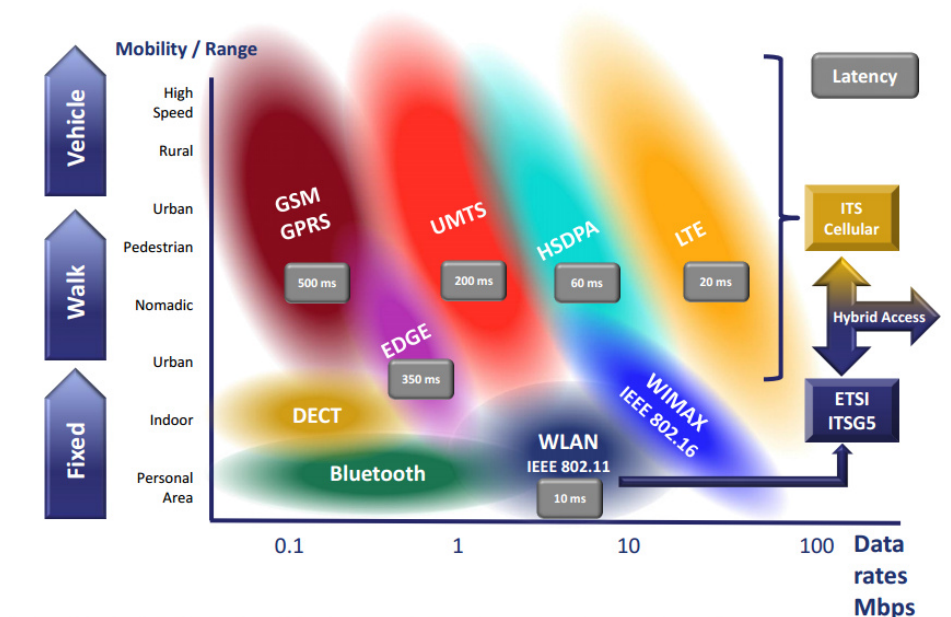


Abbildung 19: Kommunikationstechnologien (aus Wöste 2014)

#### 3.3.3 Zellular

Im Zentrum der Betrachtungen sollte 3G und 4G stehen, da nur diese Technologien Latenzen und Datenraten im für C-ITS geforderten Bereich bereitstellen (obwohl der eCall über 2G realisiert werden soll). 5G wird zwar bereits spezifiziert und könnte, sofern die angestrebte Performanz erreicht wird, durchaus ITS-G5 für C2C Applikationen ersetzen, wird jedoch vrs. erst ab 2020 verfügbar sein und dann auch nicht flächendeckend. Außerdem sind 3G (UMTS/HSxPA) und 4G(LTE) die in bisherigen Forschungsprojekten am besten erforschten Technologien.

Die Entwicklung der Mobilfunktechnologien geht in Richtung extremer Bandbreitenerweiterung und starker Reduktion der Latenzen, siehe Abbildung 20 aus (ERTICO 2015).

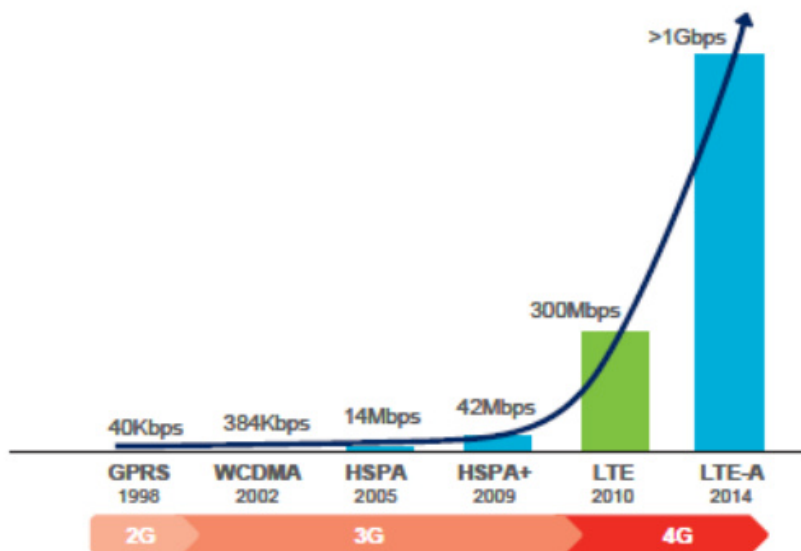


Figure 5: Peak rate

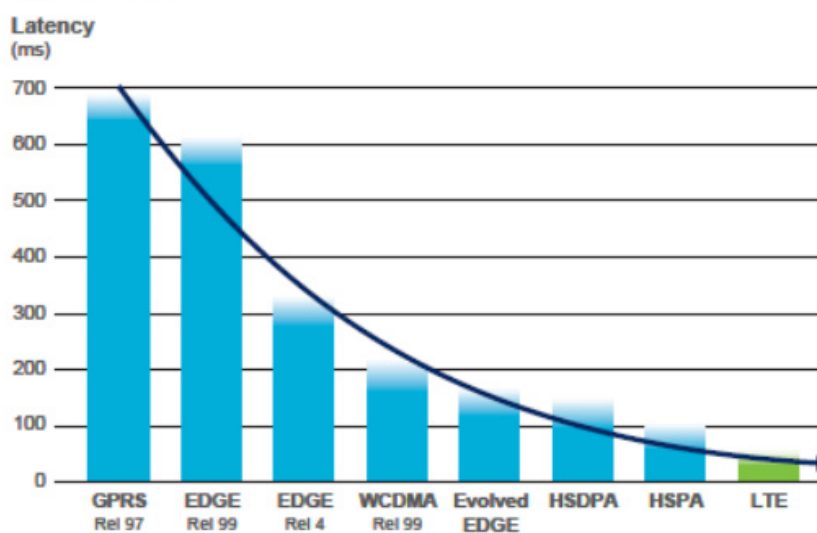


Figure 4: Latency evaluation in operational LTE networks [6]

Abbildung 20: Mobilfunk Trends (aus ERTICO 2015)

Mit 3G können in C-ITS Anwendungen Latenzen von 350-500 ms und mit 4G 50-150ms erreicht werden.

Die Kommunikation (V2V und V2I) benötigt bei 3G in jedem Fall einen Backend Server, über den die Datenströme laufen. Es kann zwischen Unicast und Broadcast-Szenarien unterschieden werden. Der Datenfluss vom Fahrzeug zum Server ist immer Unicast. Auf dem anderen Weg ist beides möglich. Zu beachten ist, dass im Falle von Unicast (eine IVS wird gezielt angesprochen) die Position der IVS bekannt sein muss, d.h. zyklisch aus den IVS gesendet werden muss. Im Broadcast-Szenario werden Meldungen (DENM, TPEG) im Relevanzgebiet (georeferenzierte Funkzellen) an alle darin befindlichen IVS gesendet. Die Filterung auf geographische Relevanz der Nachricht muss dann durch die Software der On-board unit des Fahrzeugs erfolgen. Dieses Szenario ist aus datenschutztechnischer Sicht wesentlich unbedenklicher, da kein Fahrzeug seine Position senden muss. Ob eine Nachricht (Warnung, bspw. im RWW) dem Fahrer angezeigt wird, kann die „Local dynamic map“ (LDM) auf der On-board unit des Fahrzeugs unter Verwendung der in den DENM enthaltenen Traces entscheiden.

In 3G ist laut (ERTICO 2015) eine Broadcast-Funktionalität (MBMS – multimedia broadcast multicast service) nicht allorts implementiert, aber unter Zuhilfenahme eines Geoservers machbar, wohingegen in 4G (LTE) der eMBMS (evolved MBMS) verfügbar ist (sofern im Netzwerk aktiviert, ansonsten kann auch hier mit einem Geoserver operiert werden). Das eMBMS-Szenario wird in (ETSI 2012) und (CoCAR 2009) als vielversprechend für C-ITS Info- und Komfortdienste eingeschätzt.

Als vorteilhaft ist der Mobilfunk-Übertragungsweg auf alle Fälle von Seiten der Infrastrukturbetreiber und Diensteanbieter zu sehen, da effizienzsteigernde und Komfort erhöhende Informationen auf diesem Weg sofort ab jetzt (Day-1) verbreitet werden können, da zum Empfang keine IVS zwingend erforderlich ist – ein Smartphone würde hierfür schon reichen.

Durch Paketvermittlung mit der Benutzung von IP in zellularen Netzen werden sichere Kommunikation und Verschlüsselung ermöglicht.

Wesentlich für die durchgängige Nutzbarkeit von Mobilfunk in C-ITS ist die Netzabdeckung. Es ist zu erwarten, dass 3G und 4G in den nächsten 5 bis 10 Jahren hier die Hauptträger im Verkehrswesen sein werden, vgl. Abbildung 21 aus (ERTICO 2015).

Access technology	Population coverage in Europe <sup>5</sup>		Latency
	2013	2019	
2G GSM	90%	95%	2-5 sec
3G WCDMA (UMTS)	75%	90%	350 – 500 ms
4G LTE	25%	80%	50-100 ms
4G LTE Advanced	<2%	75%	Target 10 ms
5G		Experimental	Target 1 ms

Abbildung 21: Abdeckung und Latenz Mobilfunk (aus ERTICO 2015)

### simTD Tests

In simTD wurden Kommunikationsversuche zu Eigenschaften verschiedener Mobilfunktechnologien durchgeführt. Untersucht wurden die Technologien GPRS, EDGE, WCDMA und HSDPA, mit im Wesentlichen folgenden Ergebnissen (simTD 2013):

Im Allgemeinen geringe Latenzen (Round Trip Time (RTT) 75-200ms: 80%, über 200ms: 12%, ungültige Messungen: 7.5%)

HSDPA hat sowohl wesentlich geringere Fehlerraten als auch schnellere Antwortzeiten als die anderen untersuchten Technologien

Die tageszeitabhängige Netzlast hat einen Einfluss auf die RTT, die Abweichungen sind aber gering

Die Nutzung der verschiedenen Technologien der simTD Fahrzeuge ist in Abbildung 22 aus (simTD 2013) dargestellt, welche einen Überblick über die Flächenabdeckung im Großraum Frankfurt gibt.

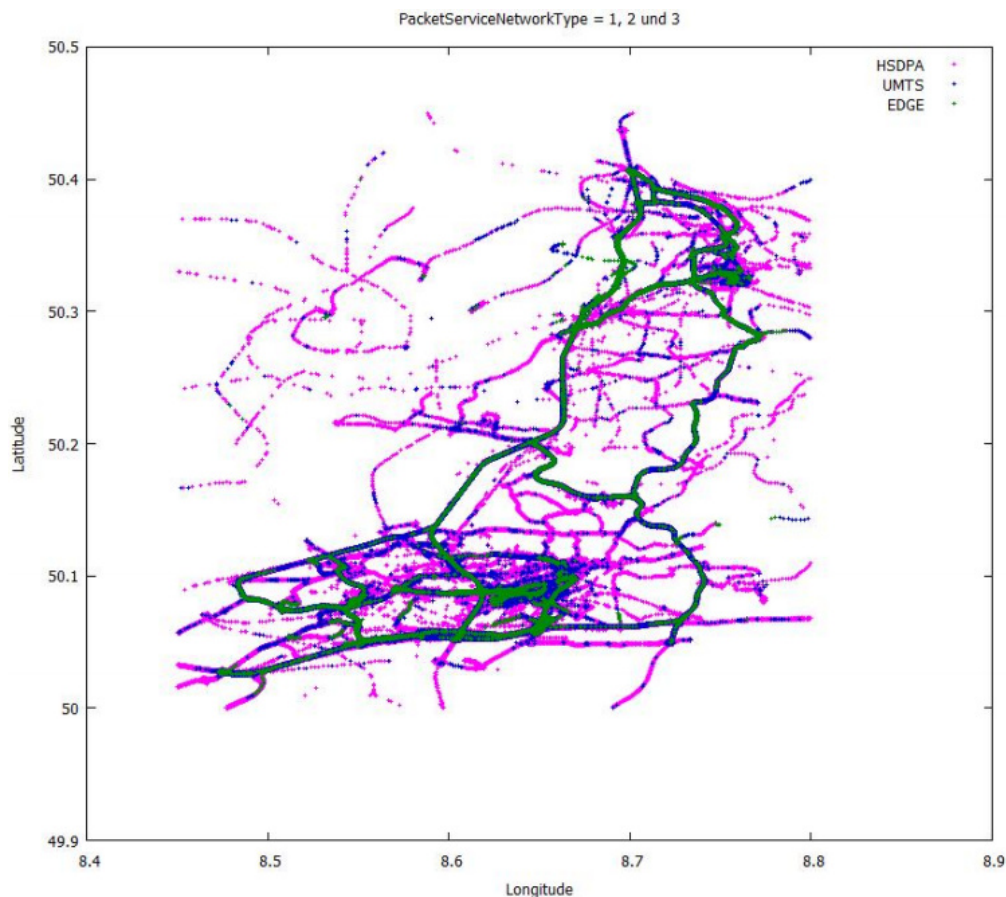


Abbildung 22: Nutzung der Technologien in simTD (aus simTD 2013)

Verkehrsminister Dobrindt hat angekündigt, alle Funklöcher in ländlichen Gebieten bis 2018 schließen zu wollen. Sofern sich der Ausbau für einen Betreiber finanziell nicht lohnt, unterstützt der Staat.

### 3.3.4 ITS-G5

Der Fahrzeug WLAN-Standard 802.11p im 5,9GHz-Spektrum ist für Adhoc-Kommunikation bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und mit geringen Latenzen entwickelt worden. Ebenso spielt die Stabilität und Zuverlässigkeit eine übergeordnete Rolle, da mit Hilfe dieser Technologie hauptsächlich sicherheitsrelevante V2V-Applikationen realisiert werden. Nichtsdestotrotz wird die Technologie vor allem in Day-1 aber auch für Straßenbetreiber in zweierlei Hinsicht sehr wichtig sein:

Sie bietet die Möglichkeit, Fahrzeuge als zusätzliche Detektoren zu nutzen (V2I), bei hohen Ausstattungsraten kann man evtl. auf lokale Detektion verzichten.

Sie eröffnet neue Wege der Strecken- und Netzbeeinflussung, was bei hohen Ausstattungsraten evtl. teure SBA/dWiStA ablösen kann.

Obwohl die 4G/LTE advanced und später die 5G Technologien Latenzen versprechen, die unterhalb derjenigen von ITS-G5 liegen, wird ITS-G5 in jedem Fall eine zuverlässigere Kommunikation bieten. Diese ist vor allem für V2V Sicherheitsapplikationen erforderlich, aber auch aus Sicht des Verkehrsmanagements ist es – vor allem in Day-1 – nötig, auf I2V und V2I über ITS-G5 IRS zu setzen. Dies hängt im Wesentlichen mit den immer noch vorhandenen Funklöchern in ländlichen Gebieten zusammen. Da beim Datenempfang einer IRS die Daten nur an eine Unterzentrale (zu) bzw. nur ein Verkehrsrechnerzentrale (VRZ) übertragen werden, ist auf die Vernetzung der VRZn in unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen für ein zusammenhängendes und konsistentes Verkehrsmanagement nötig. In städtischen Szenarien (Glosa/Spat/Map) ist die Technologie ebenfalls unerlässlich, da bei höheren Ausstattungsraten die Funkzellen überlastet wären.

Die Kosten zur Installation der IRSs müssen von den Straßenbetreibern getätigt werden. Die Menge an IRS ist abhängig vom Anwendungsfall. Sofern in Zukunft Detektionseinrichtungen aufgrund von Probe vehicle date (PVD) eingespart werden können, wandeln sich ab einem gewissen Zeitpunkt die Investitionen in deutliche Ersparnisse, spätestens mit dem Wegfallen von Anzeigequerschnitten (Gantries) bei 100%iger Ausstattungsrate.

### 3.3.5 RDS-TMC und DAB-TPEG

#### TMC

Aktuelle Verkehrslageinformationen werden zum größten Teil über den RDS-TMC (Radio Data Systems - Traffic Message Channel) Standard verbreitet. Der Standard wurde Ende der 1980er Jahre definiert und hatte die Vorgabe, eine Datenübertragung unter den beschränkten Kapazitäten des Rundfunkmediums UKW zu gewährleisten. Die Verkehrsinformationen sind jedoch ungenau, insbesondere innerorts. Dies liegt an der stark begrenzten Anzahl referenzierter Orte (Location Codes), denen die Verkehrsmeldungen zugeordnet werden kann. Im Allgemeinen beschränken sich die Meldungen auf Ereignisse von Autobahnen und wichtigen Bundesstraßen, gegebenenfalls ergänzt um sicherheitskritische Meldungen auf dem untergeordneten digitalen Netz. Staus auf Staatsstraßen oder Bundesstraßen werden üblicherweise nicht über den Radiodienst verbreitet, auch wenn diese mit hohen Reisezeitverlusten einhergehen.

Dennoch ist der TMC Dienst weltweit weit verbreitet, wie unten stehende Abbildung 23 zeigt.

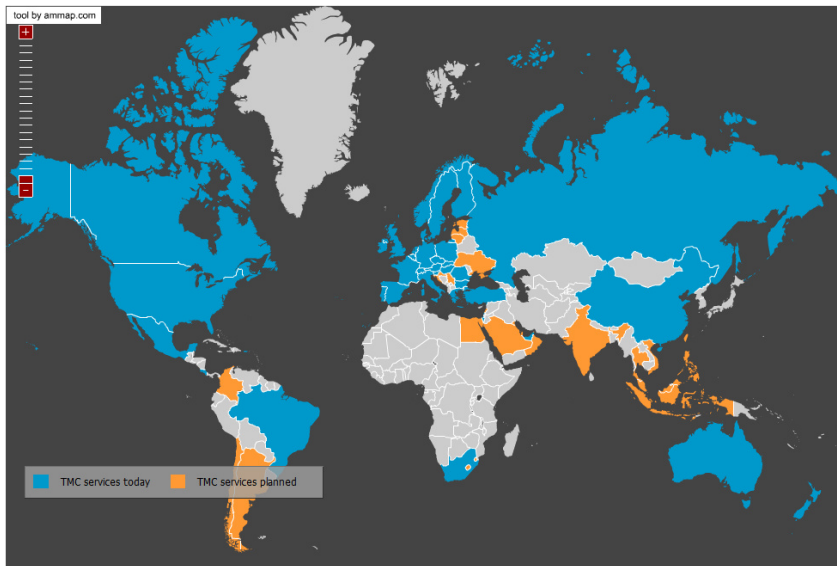


Abbildung 23: Weltweite Verbreitung des TMC Dienstes (Quelle: <http://www.tisa.org/technologies/tmc/tmc-world-map>, abgerufen am 24.02.2015)

### TPEG

Seit 1997 entwickelt die Transport Protocol Experts Group (TPEG) den gleichnamigen offenen internationalen Standard zum Aussenden von sprachunabhängigen und multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen. Der Vorteil von TPEG gegenüber TMC ist seine wesentlich höhere Auflösung. Daher können neben Stau- und Verkehrsmeldungen auch Informationen über die Belegung von Parkhäusern, Wettermeldungen, Treibstoffpreise oder allgemeine Fahrplaninformationen von öffentlichen Verkehrsmitteln versendet werden.

Des Weiteren ist TPEG unabhängig von den in TMC definierten Location Codes. Daher braucht auf den Endgeräten keine Datenbank mit referenzierten Orten mehr installiert zu sein. Aktuelles Kartenmaterial ist ausreichend, um die Informationen direkt auf der Karte anzuzeigen. Alternativ können die Informationen auch ausschließlich als Text angezeigt werden.

Ein weiterer Vorteil gegenüber TMC ist seine Sprachunabhängigkeit, da die Meldungen in vordefinierte Wörter zerlegt werden, welche für jede Sprache einfach übersetzt werden können.

TPEG ist außerdem unabhängig vom Übertragungsmedium. Die Meldungen können über den digitalen Hörfunk (DAB), digitalen Videorundfunk (DVB) oder das Internet verbreitet werden. Die Unabhängigkeit bei der Datenübertragung wurde durch ein neu entwickeltes Binärformat möglich, welches im ISO/OSI-Schichtenmodell schon auf der zweiten Schicht aufsetzt und nur die Übertragung von Bits voraussetzt (siehe unten stehende Abbildung 24).

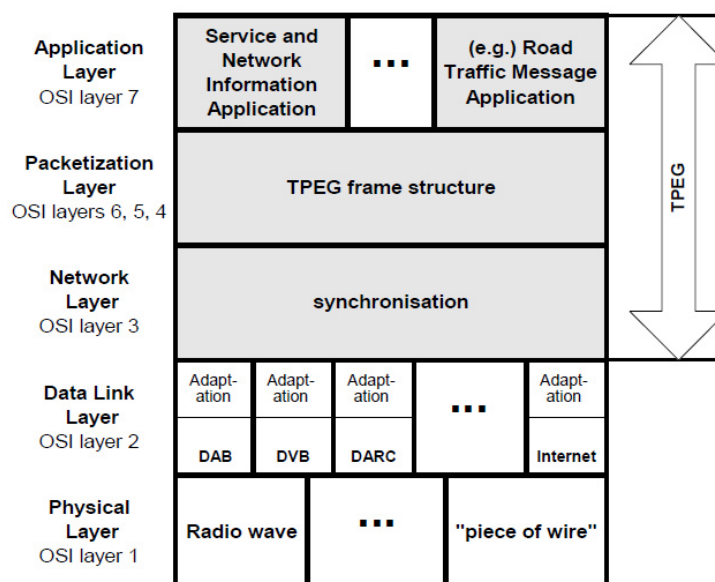


Abbildung 24: TPEG im ISO/OSI-Schichtenmodell (TISA 2014)

Die Beschreibung der Meldungen ist hierarchisch gegliedert. Ein Endgerät, welches nur die erste Hierarchiestufe dekodiert, erhält nur Grobinformationen, die mit jeder zusätzlich dekodierten Stufe detaillierter werden. Dies ist sinnvoll, da beispielsweise in einer Nachrichtenübersicht nur Grobinformationen angezeigt werden sollen.

Obwohl TPEG gegenüber TMC viele Vorteile bietet, ist es noch lange nicht so weit verbreitet, wie zeigt. Dies liegt an den langen Entwicklungszyklen von Endgeräten und der Verfügbarkeit von TPEG-Meldungen aussendenden Diensten. Aktuell kommen die ersten Endgeräte auf den Markt. Die ARD und der MDR senden bereits TPEG-Signale.



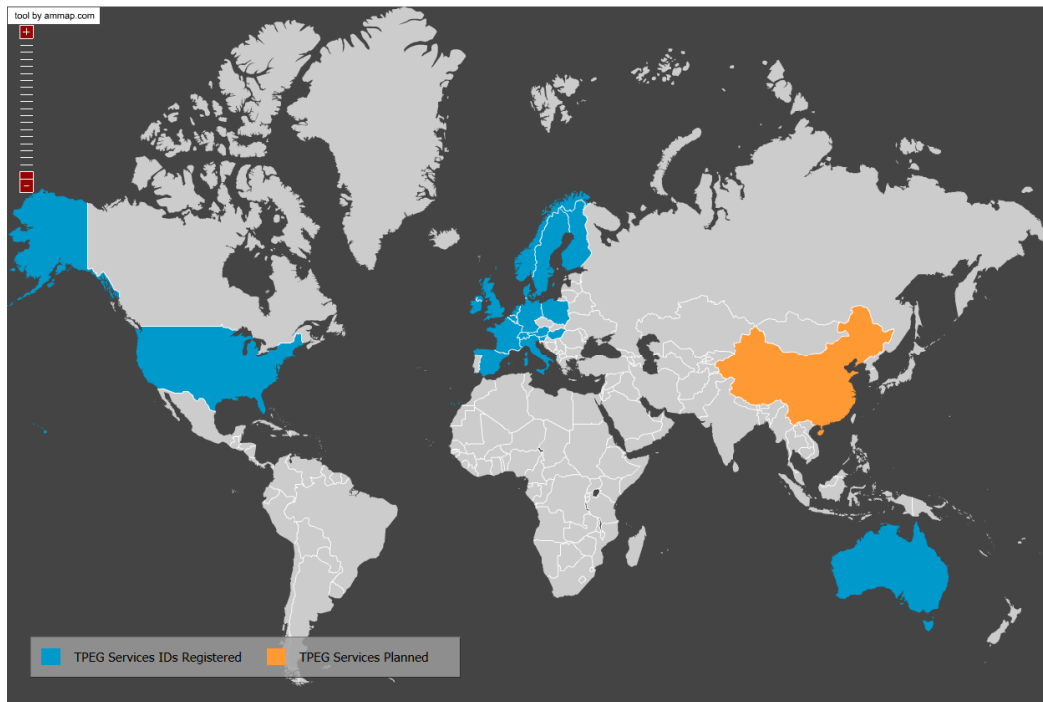


Abbildung 25: Weltweite Verbreitung des TPEG Dienstes (Quelle: <http://www.tisa.org/technologies/tepeg/tepeg-world-map>, abgerufen am 24.02.2015)

Abbildung 26 zeigt die Abdeckung mit Digitalradio in Deutschland. DAB soll weiter ausgebaut werden und in Zukunft FM-Radio ersetzen. Über DAB kann neben TPEG auch TMC übertragen werden. In TMC muss jeder Empfänger über eine Location Code List (LCL) verfügen, um die empfangenen Meldungen lokalisieren zu können. Dies ist in TPEG nicht mehr notwendig. TPEG benutzt WGS84-Koordinaten und charakteristische Orte auf der Karte („geographic/on the fly location referencing“).

TPEG ist in UML modelliert und kann in XML oder binär kodiert werden und kann neben DAB auch IP-basiert über zelluläre Netzwerke übertragen werden.

Folgende TPEG Applikationen sind verfügbar oder in Entwicklung:

- Traffic Event Compact (TEC)
- Weather Information (WEA)
- Parking Information (PKI)
- Traffic Flow Prediction (TFP)
- Fuel Price Information (FPI)
- Road and Multimodal Routes (RMR)
- Electro Mobility Information (EMI)

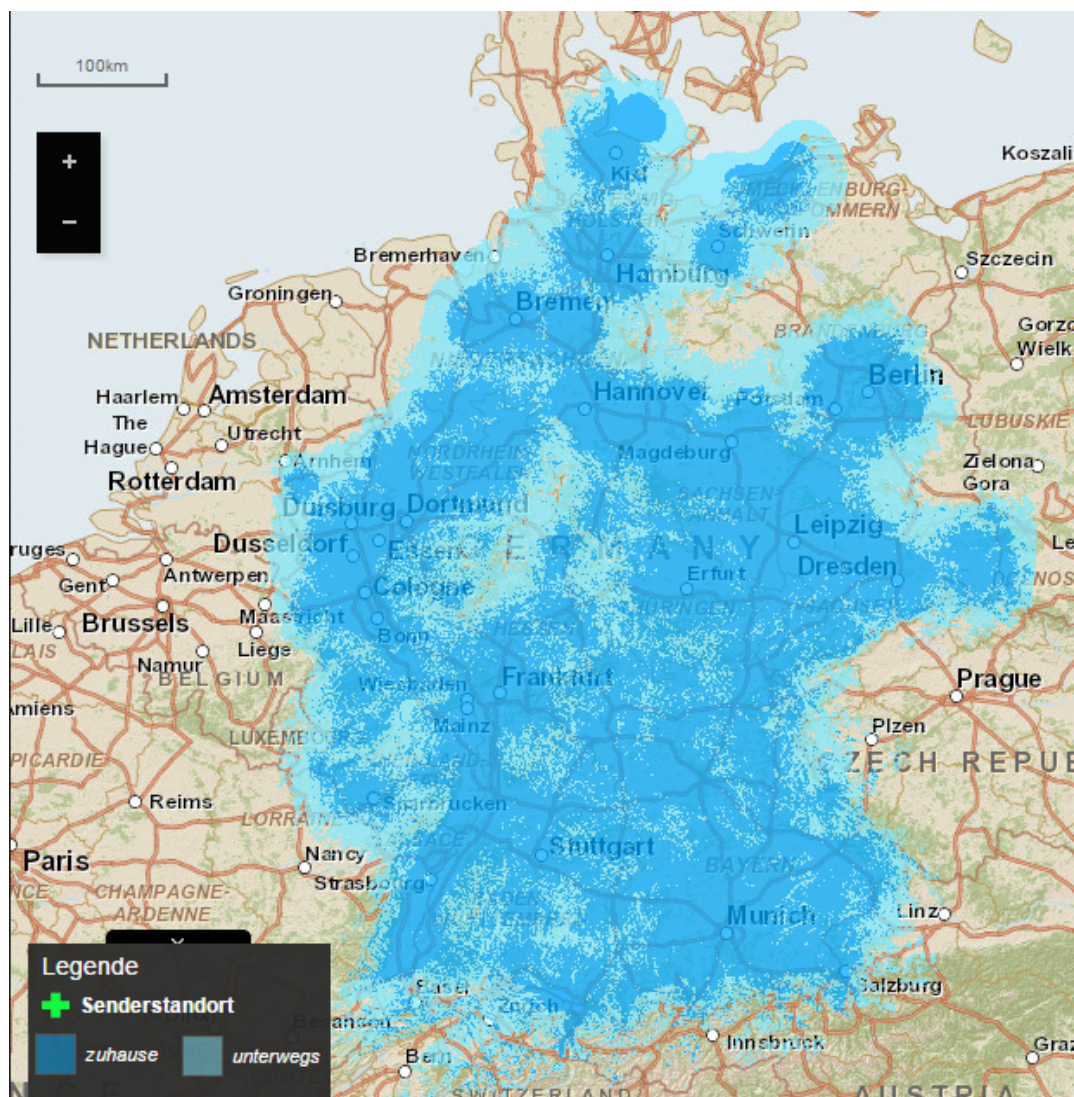


Abbildung 26: DAB-Abdeckung Deutschland (Quelle: <http://www.digitalradio.de/index.php/de/empfangneu>, abgerufen am 27.05.2015)

### 3.3.6 Technische Übersicht und qualitative Bewertung

Tabelle 24 gibt einen Überblick über wesentliche technische Eigenschaften der Übertragungstechnologien.

Technologie	Abdeckung	Reichweite	Datenrate	Latenz	Uni/Bi/Broadc.	Kommentar
2G (GSM)	Bis zu 90%	100km+		2-5s	Bi	Geoserver für Broadcast benötigt
3G (UMTS)	Bis zu 75-90%	100km+		350-500ms	Bi	Geoserver für Broadcast benötigt; sehr gut für DENM geeignet, für CAM nicht (overload in großen Zellen)
4G (LTE)	In Städten gut	100km+		50-150ms	Bi, Broadc. eMBMS	CAM/DENM: siehe 3G

<b>4G (LTE advanced)</b>	Schlecht, Rollout gestartet	100km+	10x4G	10-20ms	Bi/Broadc.	D2D (Device 2 Device) Kommunikation ist anvisiert, ebenso multihop
<b>5G</b>	na	100km+	50-100x4G	1ms	Bi/Broadc.	D2D und multihop
<b>ITS-G5</b>	VANET	300-500m, bis zu 1km	Genug für CAM/DEN M/SPAT/M AP/PVD, DCC regelt Kanallast	15-100ms	Broadc. Und Multihop in Day-1, später auch uni/bi	Reichweite mehrere km durch multihop. Zur Zeit einzige für Sicherheitsappl. In Betracht kommende Technologie
<b>RDS-TMC</b>	Nahe 100%	100km+	50 Traffic alerts pro min in einer geographischen Region	3-5 min	Broadc.	
<b>DAB-TPEG</b>	Gut und wird besser	100km+	500 Traffic alerts pro min in einer geographischen Region	30-90 s	Broadc.	

Tabelle 24: technische Eigenschaften der Übertragungstechnologien - Daten aus (ERTICO 2015)

Im Folgenden soll eine zu diesem Zeitpunkt qualitative Bewertung der Übertragungstechnologien aus Sicht eines Straßenbetreibers erfolgen. Es wird auf nachstehende Punkte Bezug genommen:

- Reichweite
- Datenrate
- Latenzzeit
- Eignung für den Einsatz in bestimmten Gebieten und zu bestimmten Zwecken

### Mobilfunk

Aufgrund der im Prinzip beliebigen Reichweite unter der Bedingung ausreichender Infrastruktur ist die Mobilfunktechnologie für alle Anwendungsfälle geeignet, die informativen Charakter besitzen und nicht örtlich akut sicherheitsrelevant sind. Bzgl. der verfügbaren Datenrate ist jedoch darauf zu achten, dass mindestens HSxPA (Uplink und Downlink) zu Verfügung steht. Insofern kann ein unzureichender Ausbau mit Basisstationen schädlich für die Reichweite (im Sinne der geographischen Verfügbarkeit / Netzabdeckung) sein. Ziel beim Betrieb von C-ITS aus Sicht des Verkehrsmanagements sollte eine durchgängige Servicequalität sein, weshalb Mobilfunk in Day-1 nur eine ergänzende Rolle zu ITS-G5 spielen kann. Hinzu kommt, dass in Hinsicht auf den wichtigen Aspekt Privacy nur die 4G/LTE Technologie eine brauchbare Lösung darstellt, da nur hier eine Broadcastfunktionalität (eMBMS) bereitsteht mit der geographische Relevanzgebiete (DENM relevance area) adressiert werden können. Im Fall von 3G müssen einzelne V-ITS-S getrackt werden, um diese Funktionalität zu erreichen, was bedenklich ist. Die Übertragungslatenzen haben mit der Evolution der Funktechnologien enorm abgenommen (und der Trend geht noch weiter ins Extreme), jedoch wird mindestens bis 2020+ keine Zuverlässigkeit hinsichtlich der geforderten Latenzen bei Sicherheitsapplikationen erreicht werden. Aus Sicht eines Straßenbetrei-

bers spielt dies aber eine untergeordnete Rolle, da diese Applikationen auf V2V-Basis laufen. Generell kann angenommen werden, dass Mobilfunk sich insbesondere für das außerörtliche Verkehrsmanagement eignet, da es innerorts zu Funkzellenüberlastungen kommen kann. Hier sollte auf IRS (ITS-G5) und TPEG zurückgegriffen werden.

In allen denkbaren Einföhrungsszenarien muss Mobilfunk grundlegend mit einbezogen werden, nicht zuletzt vor dem Hintergrund des weiterhin enormen Entwicklungspotenzials. Dies ist quasi ein Alleinstellungsmerkmal dieser Technologie im Vergleich zu den anderen.

### **ITS-G5**

Die Reichweite dieser Technologie ermöglicht nur ein lokales Adhoc-Netzwerk. Durch Multihopping kann sich dieses jedoch auf mehrere Kilometer ausweiten. Gerade bei Sicherheitswarnungen (z.B. Stauende-warnung) ist dies sehr hilfreich und kann vermutlich die Wirkung einer zellulär gesendeten Warnung erzielen. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine hohe Ausstattungsrate an V-ITS-S, weshalb Multihopping in Day-1 vermutlich keine allzu große Wirkung haben wird. Mit der zur Verfügung stehenden Datenrate können nur binär kodierte Nachrichtenformate übertragen werden.

An erster Stelle, noch vor dem Mobilfunk, ist ITS-G5 die Kerntechnologie für C-ITS auch aus Sicht des Straßenbetreibers, vor allem in Day-1. Der wichtigste Grund hierfür ist, dass der Betreiber die Hardware im eigenen Besitz hat und ein reibungsloser Datenfluss sowie ein optimales Qualitätsmanagement aus eigener Hand garantiert werden kann, was für die Erfüllung der hoheitlichen Aufgaben der Behörden wichtig ist.

### **DAB/TPEG**

In Punkto Reichweite und Einsatzgebiet ist der digitale Rundfunk mit dem Mobilfunk gleichzusetzen. Die Latenzen sind zwar wesentlich höher, jedoch für flächendeckende Informationsverbreitung nicht akut sicherheitskritischer Natur ausreichend. Da mit DAB immer ein Broadcast erfolgt, können geographische Gebiete nicht gezielt angesprochen werden. Eine Filterung auf Relevanz ist jedoch in der V-ITS-S möglich.

Neben ITS-G5 und Mobilfunk wird DAB/TPEG eine abrundende Bereicherung in C-ITS sein.

### **3.3.7 Zuordnung der Technologien zu den relevanten Use Cases für Day-1**

In Tabelle 25 werden die Technologien den in AP3 erarbeiteten Use Cases hinsichtlich ihrer Eignung gegenübergestellt.

3.4 Di  
3.4.1 RÄ

Vorbemerkung:  
Die Überlieferung  
Zusätzliche  
Zusätzliche

C-ITS Applications / Use Cases	Einsatzbereich	Primäres Ziel	ITS-G5	Container	3G/4G	Container	DA3	Container
In-Vehicle signage	BAB/BS	safety	sehr geeignet, hohe Übertragungssicherheit/QoS	IVS	nicht geeignet, QoS reicht nicht/Funklöcher -> sicherheitskritisch, Tracking von V-IIS-> wäre bei 3G nötig	DENM/TEC	nicht geeignet, nur Broadcast möglich/keine Georeferenzierung, Funklöcher	Container
Road Works Warning	BAB/BS	safety	sehr geeignet, hohe Übertragungssicherheit/QoS, im Stand-a-one mode keine hohe R-ITS-5 Dichte nötig	DENM	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	DENM/TEC	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	TEC
Traffic Information and recommended Itinerary	BAB/BS	efficiency	geeignet, sollte jedoch nicht eine kritische Kanallast verursachen	DENM	sehr geeignet, durch die hohe Flächendeckung ist weitläufige Netzoptimierung möglich	DENM/TFP/RMR	sehr geeignet, durch die hohe Flächendeckung ist weitläufige Netzoptimierung möglich	TFP/RMR
Floating Car Data	BAB/BS	efficiency	zumindest in Day 1 die einzige Möglichkeit durch CAM-Aggregation	abgr. CAMS/PVD/Probe Management Data	prinzipiell sehr geeignet, flächendeckende Verkehrslageerfassung möglich, aber Privacy-Problematik/In Day 1 nicht denkbar	PVD/Probe Data Management	technisch nicht möglich, da one-way Broadcast ins Fahrzeug	
Wrong Way Driver Warning	BAB/BS	safety	sehr geeignet, hohe Übertragungssicherheit/QoS	DENM	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	DENM/TEC	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	TEC
Traffic Jam Warning	BAB/BS	safety	sehr geeignet, hohe Übertragungssicherheit/QoS	DENM	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	UE-NM/IEC	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	IEC
Stationary vehicle warning	BAB/BS	safety	sehr geeignet, hohe Übertragungssicherheit/QoS	DENM	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	DENM/TEC	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	TEC
Hazard Location Notification	BAB/BS	safety	sehr geeignet, hohe Übertragungssicherheit/QoS	DENM	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	DENM/TEC/WFA	nicht geeignet für akute Sicherheitswarnung, Warnung im Vorfeld evtl. mit Kopplung an Use Case TI&RI denkbar	TEC/WFA
Red light Violation Warning	ES	safety	einzigste Möglichkeit, da Information über Phasenzustand von R-ITS-5 gesendet werden muss	SPAT/MAP	nicht geeignet, Latenzen und QoS zu schlecht		nicht möglich	
Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory	ES	efficiency	einzigste Möglichkeit, da Information über Phasenzustand von R-ITS-5 gesendet werden muss	SPAT/MAP	nicht geeignet, Latenzen und QoS zu schlecht		nicht möglich	

TEC  
WFA  
TFP  
RMR

TEG Abkürzungen:

Traffic Event Compact  
Weather Information  
Traffic Flow Prediction  
Road and Multimodal Routes

Im Folgenden wird auf beide Aspekte näher eingegangen:

Netzabdeckung von C-ITS Anwendungen

Bezüglich der Netzabdeckung legt das Nutzen-/Hemmnis-Modell die Kategorisierung des deutschen Autobahnnetzes gemäß ihrem Betriebsumfeld zugrunde. Als Karte zeigt diese Kategorisierung folgende Abbildung:

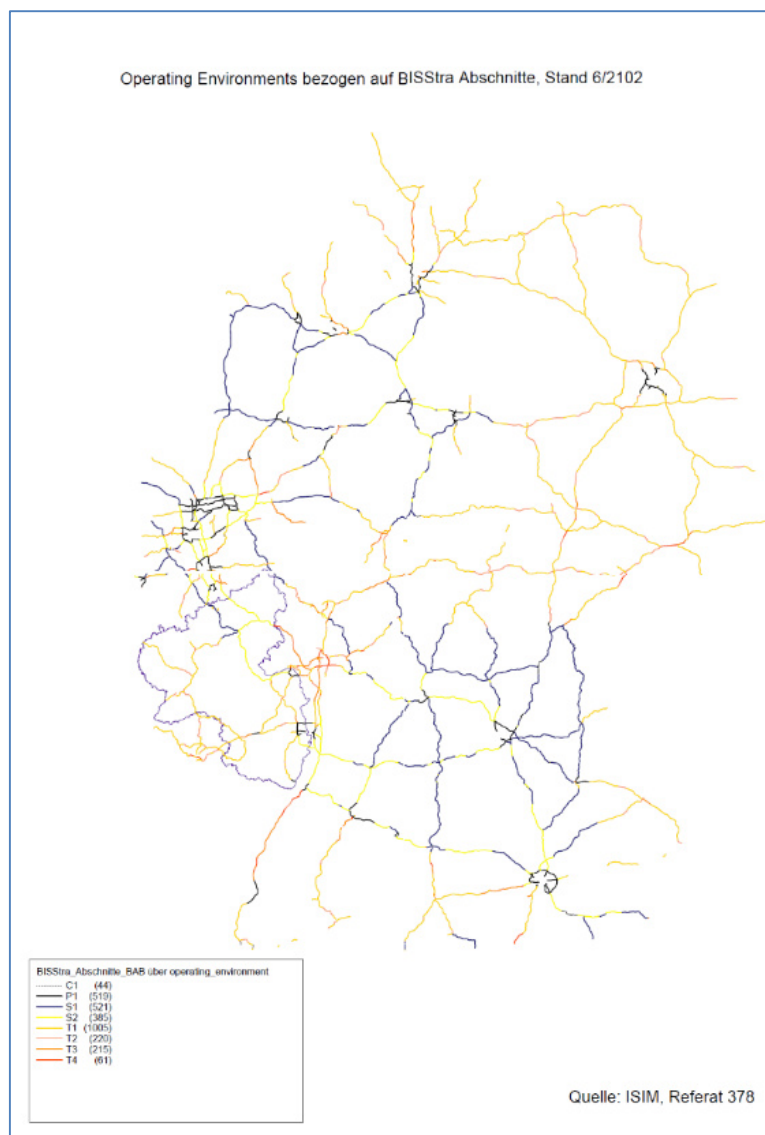


Abbildung 27: Betriebsumfelder im Deutschen Autobahnnetz

Auf dieser Grundlage wäre ein Rollout der C-ITS Anwendungen mit dem Primärnutzen „Sicherheit“ in zwei Stufen in den Betriebsumfeldern mit Sicherheitsbedenken gemäß folgender Tabelle sinnvoll:

Betriebsumfelder für C-ITS Anwendungen mit dem Primärnutzen "Sicherheit"			
OE	Network-Topology	Safety Concerns	Coefficient
		Description	
<b>Roll-Out Stufe 1</b>			
C1	Critical spots	potential major safety concerns	1,00
T2	Motorway (link)	potential major safety concerns	1,00
T4	Motorway (link)	potential major safety concerns	1,00
AKD	Road Works (short time)	potential major safety concerns	1,00
ALD	Road Works (long time)	potential major safety concerns	1,00
<b>Roll-Out Stufe 2</b>			
S1	motorway corridor or network	possibly safety concerns	0,50
S2	motorway corridor or network	possibly safety concerns	0,50
P1	peri-urban motorway or road interfacing urban environment	possibly safety concerns	0,50

Tabelle 26: Betriebsumfelder für das Rollout sicherheitsrelevanter C-ITS Anwendungen

Dabei handelt es sich um folgende C-ITS Anwendungen

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Einsatzbereich	Primäres Ziel
1	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	BAB/BS	Sicherheit
2	4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	BAB/BS	Sicherheit
3	8	Traffic Jam Warning	TJW	BAB/BS	Sicherheit
4	5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	BAB/BS	Sicherheit
5	2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	BAB/BS	Sicherheit
7	7	Stationary Vehicle Warning	SWW	BAB/BS	Sicherheit
8	3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	BAB/BS	Sicherheit
7	9	Wrong Way Driving Warning (At Exits)	RWDW	BAB	Sicherheit
10	10	Red Light Violation Warning	RLVW	BS	Sicherheit

Tabelle 27: Stufenweiser Rollout der sicherheitsrelevanter C-ITS Anwendungen

Ein Rollout der C-ITS Anwendungen mit dem Primärnutzen „Transporteffizienz“ wäre in zwei Stufen in den Betriebsumfeldern mit Effizienzproblemen gemäß folgender Tabelle sinnvoll:

C-ITS Anwendungen mit dem Primärnutzen "Transporteffizienz"			
OE	Network-Topology	Traffic Flow Impact	Coefficient
		Description	
<b>Roll-Out Stufe 1</b>			
T3	Motorway (link)	daily flow-related traffic impact	1,00
T4	Motorway (link)	daily flow-related traffic impact	1,00
S2	motorway corridor or network	at most seasonal flow-related impact	1,00
<b>Roll-Out Stufe 2</b>			
S1	motorway corridor or network	at most seasonal flow-related impact	0,50

Tabelle 28: Betriebsumfelder für das Rollout effizienzrelevanter C-ITS Anwendungen

Dabei handelt es sich um folgende C-ITS Anwendung:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Einsatzbereich	Primäres Ziel
6	6	Floating Car Data	FCD	BAB/BS	Effizienz

Tabelle 29: Stufenweiser Rollout der effizienzrelevanten C-ITS Anwendungen

IRS-Streckenausstattung der C-ITS Anwendung

Bezüglich der IRS-Streckenausstattung der C-ITS Anwendungen geht das Nutzen-/Hemmnis-Modell von den schon in Kapitel 3.1.4.3 vorgestellten fünf verschiedene IRS-Ausstattungsstypen aus, die in folgender Abbildung dargestellt sind.

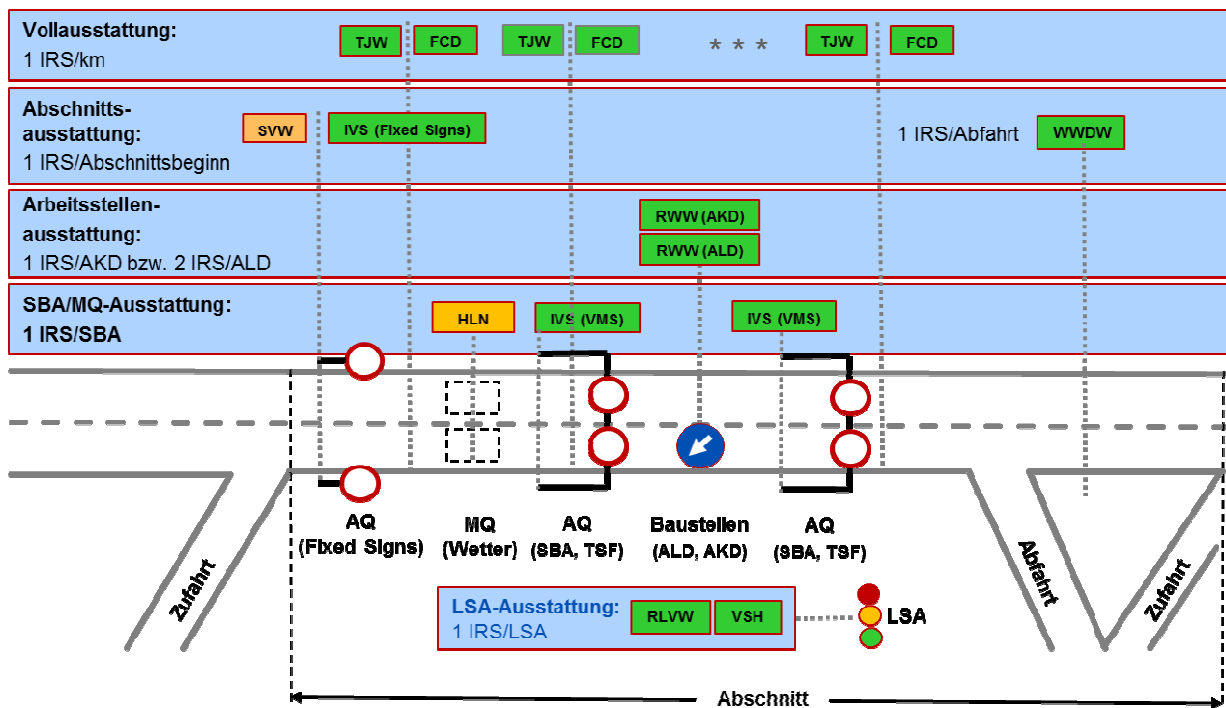


Abbildung 28: IRS-Ausstattungsstypen von C-ITS Anwendungen

Vor dem Hintergrund dieser Ausstattungstypen und den damit verbundenen Positionen von IRSen ergeben sich die Möglichkeiten, den Rollout von C-ITS Anwendungen zu bündeln:

### Abschnittsausstattungs-bündel

Bei der Abschnittsausstattungs-bündelung wird jeweils zu Beginn eines Abschnitts für jede Richtung getrennt eine IRS positioniert, auf der die folgenden C-ITS Anwendungen gebündelt werden können.

- In-Vehicle Signage (Fixed Signs)
- Wrong Way Driving Warning (On Exits)
- Stationary Vehicle Warning

### SBA/MQ-Ausstattungs-bündel

Bei der SBA/MQ-Ausstattungs-bündelung werden die IRSen an Mess- und Anzeigequerschnitten montiert. Eine Bündelung ist nur möglich, wenn Messquerschnitt und ein Anzeigequerschnitt (zufällig) räumlich zusammenfallen.

- In-Vehicle Signage (VMS)
- Hazard Location Notification (Weather)

### Vollausrüstungs-bündel

Bei Vollausrüstungs-bündelung wird für beide Richtungen getrennt ca. je km eine IRS positioniert. Folgenden C-ITS Anwendungen erfordern eine solche Vollausrüstung.

- Floating Car Data
- Traffic Jam Warning

Wäre sie vorhanden, könnten alle vorgenannten C-ITS Anwendungen damit zusätzlich gebündelt werden.

### Arbeitsstellen-ausstattungs-bündel (mobile IRS)



Die Ausstattung von Arbeitsstellen stellt einen Sonderfall dar, da es sich um mobile IRSen handelt. Eine Bündelung ist nicht möglich.

- Road Works Warning (AKD)
- Road Works Warning (ALD)

### 3.4.2 Zeitliche Dimensionierung des Rollouts

Die zeitliche Dimensionierung des Rollouts von C-ITS Anwendungen ist, insbesondere, wenn diese aktuell noch nicht die volle Anwendungsreife und Regelbetriebsreife erlangt haben, nur schwer zu prognostizieren. Es wurden schon viele Roadmaps mit zeitlichen Vorstellungen für einen Rollout aufgestellt (C2CC, Amsterdam Group), die immer wieder revidiert werden mussten. In diesem Umfeld ist es also schwer einen Rollout zeitlich zu dimensionieren.

Unter der Voraussetzung, dass die infrage kommenden C-ITS Anwendungen die Anwendungsreife erlangt haben, kann die mit dem vorliegenden Projekt entwickelte Rangliste als Rahmen für die Reihenfolge der zeitlichen Dimension herangezogen werden. Unter der weiteren Voraussetzung, dass für einen Rollout das Startsignal der beteiligten Parteien (i.w. der Automobilindustrie und der Infrastrukturbetreiber) vorliegt, müssen zumindest bei den ersten Realisierungen längere Zeiträume von mehreren Jahren, ausgehend vom Beginn der Vorentwicklung bis hin zum Abschluss des Rollouts im vorgesehenen Betriebsumfeld, einkalkuliert werden. Hier kann auf die Erfahrungen des derzeit in der Vorentwicklung befindlichen Cooperative ITS Corridors zurückgegriffen werden, für den insgesamt – wie folgende Abbildung zeigt – eine Roll-Out-Zeit von ca. 4 Jahre prognostiziert werden.

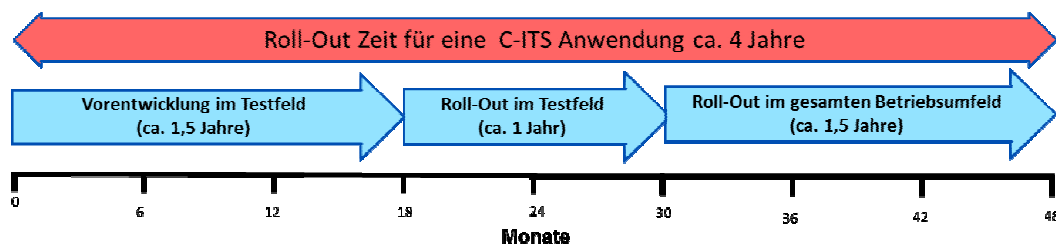


Abbildung 29: Rollout-Zeit für eine C-ITS Anwendung

## 4 Empfehlungen an den Bund für seine Rolle beim Marktdesign kooperativer Systeme

### Ausgangslage

Von kooperativen Anwendungen als integrierter intelligenter Bestandteil sowohl von Fahrzeugen der neuen Generation als auch der zukünftigen verkehrlichen Infrastruktur der öffentlichen Straßenbetreiber wird ein substantieller Beitrag zur Verbesserung sowohl der Verkehrssicherheit als auch der Verkehrseffizienz mit daraus abgeleitet positiven Auswirkung auf die verkehrsbedingte Umweltbilanz erwartet.

Vor diesem Hintergrund spiegelt die Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding durch den Bundesverkehrsminister und der Amtskollegen aus den Niederlanden und Österreichs zur Einrichtung eines Cooperative ITS Corridors am 10.06.2013 in Luxemburg die starke Willenserklärung der Politik zur Einführung kooperativer Systeme und Dienste wider. Die Planungen und Entwicklungen für den Cooperative ITS Corridor sind mittlerweile maßgeblich vorangekommen und es wird davon ausgegangen, dass die kooperativen Dienste im Laufe des Jahres 2016 erprobt und ab 2017 in den Regelbetrieb gehen können.

Gegenstand des Cooperative ITS Corridor sind zwei kooperative Dienste verkehrlicher Natur, und zwar:

- der Dienst "Baustellenwarnung" (engl. Road Works Warning) für AKD - Arbeitsstellen kürzerer Dauer und
- der Dienst "Kooperative Verkehrslage" (engl. Probe Vehicle Data)

sowie ein betrieblicher Dienst zur Unterstützung des öffentlichen Straßenbetreibers beim Betrieb der kooperativen Infrastruktur:

- der sog. Betriebsüberwachungsdienst "Betriebsmeldungen",

der zusätzlich zu den eigentlichen kooperativen Diensten entwickelt und implementiert werden muss, um die Verfügbarkeit der straßenseitigen kooperativen Infrastruktur zu überwachen und sicherzustellen.

Wie die bisherigen Erfahrungen mit dem Cooperative ITS Corridor zeigen, ist die Realisierung von kooperativen Diensten, bei denen die Infrastrukturseite beteiligt ist, nicht nur mit technischen Herausforderungen verbunden. Es stellen sich vor allem auch rechtliche, institutionelle und organisatorische Hemmnisse in den Weg, die eine Realisierung behindern bzw. unter Umständen sogar unmöglich machen.

- Als ein Beispiel kann die Situation genannt werden, dass im Cooperative ITS Corridor der Dienst "Kooperative Verkehrslage" zurzeit nur in rudimentärer Form realisiert werden kann, weil die erforderlichen sicherheitstechnischen und datenschutzrechtlichen Genehmigungen des BSI - Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik nicht vorliegen. Als Konsequenz werden nicht, wie technisch möglich, Trajektorien von Fahrzeugen erfasst und für die Unterstützung der in den Verkehrsrechnerzentralen implementierten Verkehrslagemodelle genutzt, sondern die von den Fahrzeugen stammenden CAM-Informationen werden lediglich gesammelt und archiviert. Ob und wie sie in Zukunft auf Seiten der Verkehrsmodelle mit welchem Nutzen verarbeitet werden können, ist derzeit noch unklar.
- Als weiteres Beispiel kann der zusätzlich zu implementierende Betriebsüberwachungsdienst "Betriebsmeldungen" genannt werden, der in der Liste der in der ISO 14813-1:2014 aufgeführten kooperativen Dienste nicht enthalten ist, der aber für den Betrieb einer straßenseitigen kooperativen Infrastruktur unverzichtbar ist.

Insofern muss sich der Öffentliche Straßenbetreiber bei aller Euphorie bzgl. des zu erwartenden Nutzens auch fragen, welche Hemmnisse mit der Einführung eines kooperativen Dienstes verbunden sind und welche Auswirkungen eine Einführung auf die Straßenbauverwaltung des Bundes und der Länder, und zwar nicht nur in der Einführungsphase, sondern auch im (Dauer-)Betrieb haben.

### Voraussetzungen für ein Wetahert des Bundes beim Rollout

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, dass sich der Bund vorerst und vorrangig nur bei solchen C-ITS Anwendungen engagiert und in diese investiert,

- bei denen ihm eine eindeutige Rolle als Straßenbulasträger und -betreiber des Bundesfernstraßennetzes sowohl in der Phase der Einführung als auch des Regelbetriebs zufällt und die ohne seine Beteiligung nicht zustande kämen,

- die einen hohen Nutzen in Bezug auf Sicherheit und Transporteffizienz versprechen (auch wenn dieser zurzeit mangels sich im Regelbetrieb befindlicher C-ITS Anwendungen noch nicht quantifizierbar ist) und
- deren Einführungs-Risiken und -Kosten zumindest größenordnungsmäßig abgeschätzt werden können.

Im Endeffekt muss auf lange Sicht, vergleichbar wie z.B. beim Projektplan Straßenverkehrstelematik, der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz gelten, dass der Nutzen die Kosten übersteigen muss.

### Zeitliche und räumliche Dimensionierung

Neben diesen auf Strategie und Wirtschaftlichkeit ausgerichteten Kriterien stellt sich im Falle eines Rollouts die Frage der zeitlichen und räumlichen Dimensionierung.

- Für die Dimensionierung des zeitlichen Rollouts wird unterstellt, dass nur solche C-ITS Anwendungen dafür infrage kommen, die bezgl. Ihrer Anwendungsreife (Kriterium erwarteter Rollout) mit Day-1 oder Day-2 bewertet werden (nur diese wurden im Übrigen in die vorliegende Untersuchung miteinbezogen). Unter dieser Einschränkung liefert das vorgestellte Verfahren mit dem für jede C-ITS Anwendung ermittelten C-ITS Straßenbetreiber-Index einen Anhaltspunkt, in welcher Reihenfolge bei der Einführung vorgegangen werden soll.
- Für die räumliche Dimensionierung unterstellt das Verfahren, dass ein Rollout primär für solche Abschnitte des deutschen Bundesfernstraßennetzes in Betracht kommt, die in Bezug auf Sicherheit und/oder Transporteffizienz problemhaltige Betriebsumfelder und somit auch das Potential für einen Nutzen aufweisen. Damit kann das Rollout von C-ITS Anwendungen im ersten Schritt auf solche Netzabschnitte begrenzt werden, bei denen sie ihre erhoffte Wirkung am besten entfalten können und somit ihr Nutzen voraussichtlich am größten ist.

Allerdings stellt sich vor dem Hintergrund der räumlichen Dimensionierung auch die Frage der sog. Netzabdeckung, d.h. die Frage, ob eine C-ITS-Anwendung ein generelles Ausstattungsmerkmal des Bundesfernstraßennetzes sein soll oder ob nur als problemhaltige erkannte und als solche klassifizierte Netzabschnitte ausgerüstet werden sollen.

Um dieser Diskussion eine Grundlage zu geben, könnte über die den ermittelten C-ITS Straßenbetreiber-Index hinaus noch die erreichte Netzabdeckung als Bewertungskriterium Betrachtung gezogen werden.

Wie folgende Abbildung zeigt, würde sich für das Ranking und damit die Einführungsreihenfolge ein ggfs. insofern ein leicht verändertes Bild ergeben, dass solche C-ITS Anwendungen eher im oberen Bereich der Rangliste landen, mit denen per se eine Netzabdeckung von 100% verbunden ist:

Ranking	#	C-ITS Anwendungen / Anwendungsfälle	Abk.	Beteiligung Öffentlicher Straßenbulasträger und Straßenbetreiber			Einsatzbereich	Primäres Ziel	C-ITS Nutzen Index	C-ITS Hemmnis Index	C-ITS Straßenbetreiber Index	Netzabdeckung
				Rolle Service-Kette	Rang bei Einführung	Rang bei Betrieb						
2	5	Road Works Warning (ALD)	RWW-ALD	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	34,43	1,22	28,2	100,00%
3	4	Road Works Warning (AKD)	RWW-AKD	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	33,00	1,30	25,4	100,00%
5	2	In-Vehicle Signage (VMS)	IVS-VMS	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	45,24	2,23	20,2	100,00%
1	1	In-Vehicle Signage (Fixed Signage)	IVS-F	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	45,24	1,23	36,6	29,19%
6	6	Floating Car Data	FCD	Service Provider	2	2	BAB/BS	Effizienz	44,70	2,59	17,2	23,69%
4	8	Traffic Jam Warning	TJW	Content Owner	1	1	BAB/BS	Sicherheit	58,45	2,53	23,1	0,54%
7	7	Stationary Vehicle Warning	SVW	Content Supporter	1	1	BAB/BS	Sicherheit	40,64	1,36	29,9	53,71%
8	3	Hazard Location Notification (Weather)	HLN	Content Supporter	1	1	BAB/BS	Sicherheit	41,79	2,61	16,0	2,09%

Abbildung 30: Mögliche Rangliste unter Berücksichtigung des Faktors Netzabdeckung

## Roadmap für den Rollout von C-ITS-Anwendungen auf Bundesfernstraßen

Mit der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt elf verschiedene C-ITS Anwendungen, deren Realisierung mit einer Beteiligung des Bundes als Gesetzgeber, Baulastträger und Straßenbetreiber von Bundesfernstraßen sowie auch als Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst etc.) verbunden ist, nicht nur in Bezug auf den zu erwartenden Nutzen, sondern auch auf die zu erwartenden Hemmnisse hin bewertet.

Mit Hilfe der Theorie der Institutionellen Rollenmodelle wurden fünf ökonomische Metarollen (Business Management, Service-Angebot, Human Resources, Financial Management und Controlling) sowie drei technische Rollen (Content Collection, Content Provision, Service Provider) hergeleitet, die für jede C-ITS Anwendung in jeder Marktphase erfüllt werden müssen. Um herauszufinden, welche Institutionen am besten für die Wahrnehmung einer Rolle geeignet sind, wurden in einem ersten Schritt, die relevanten Institutionen ermittelt. Insgesamt wurden fünfzehn Institutionen identifiziert (Gesetzgeber, Baulastträger, Öffentlicher Straßenbetreiber, Öffentlicher Service Provider, Broker, Standardisierungsorganisationen, Privater Content Owner, Privater Service Provider, Automobilhersteller, IKT-Industrie, Kommunikationsnetzbetreiber, Verkehrstechnikindustrie). Mit der Expertenabschätzung war es möglich in einem weiteren Schritt für jede C-ITS zu ermitteln, welche Institutionen in der Markteinführungsphase als Akteure welche ökonomischen und/oder technischen Rollen übernehmen sollen.

Da nach der Theorie der institutionellen Rollenmodelle sich die Bedeutung einer Institution für eine erfolgreiche Rollenwahrnehmung im Lauf der Marktentwicklung verändert, wurde in einer zweiten Expertenabschätzung für die Marktphase „Betrieb“ ermittelt, welche Veränderungen bei den Akteuren notwendig sind, um den Betrieb der C-ITS-Anwendungen sicherzustellen. Deutlich wurde dabei, dass das Engagement der öffentlichen Institutionen in der Regel in der Markteinführungsphase höher sein muss als in der späteren Betriebsphase. Klar konnte aber auch identifiziert, welche C-ITS nur mit Hilfe der öffentlichen Institutionen initiiert werden können, und welche C-ITS-Anwendungen rein über privatwirtschaftliche Initiativen in den Markt eingeführt werden können.

Für die Aufstellung einer Einführungs-Roadmap werden am Ende jedoch nicht nur Kosten/Nutzen Überlegungen maßgeblich sein. Aus praktische Überlegungen der Bündelung von C-ITS-Anwendungen auf einer gemeinsamen Hardware werden ganz unterschiedliche Einführungszenarien und je nach Bündelung auch veränderte Kostenstrukturen resultieren.

Eine mögliche Roadmap, die auf den Bündelungsüberlegungen gemäß Kapitel 4.4, basiert und die aus der Sicht der vorliegenden Untersuchung empfohlen wird, zeigt folgende Abb.

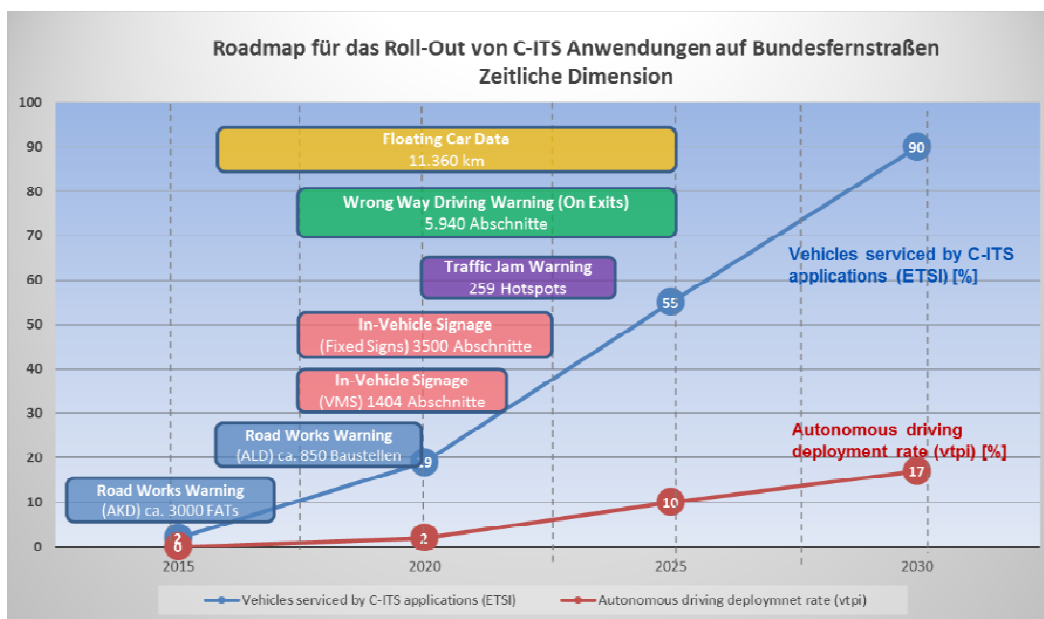


Abbildung 31: Roadmap für den Rollout von C-ITS Anwendungen – Zeitliche Dimension

Danach steht am Beginn der Roadmap die bereits in der Vorentwicklung C-ITS Anwendung „Road Works Warning (AKD)“. Aus organisatorischen, rechtlichen und technischen Gründen folgt auf diese konsequenterweise die funktional ähnliche C-ITS Anwendung „Road Works Warning (ALD)“.

Aufbauend auf den Erfahrungen mit den Baustellen-Anwendungen ist der nächst Schritt der Einstieg in das „In-Vehicle Signage“, gleichzeitig für die Übermittlung der SBA- und TSF-Anzeigeinhalte, anschließend für die Übermittlung der festen Beschilderung, eine C-ITS Anwendung, die vor allem organisatorisch nur mit sehr viel Aufwand zu realisieren ist.

Parallel zu den vorgenannten Rollouts können in Bündelung mit der Entwicklung und dem Rollout der C-ITS-Anwendungen „Floating Car Data“ und „Wrong Way Driving Warning (At Exits)“ begonnen werden.

Im Nachlauf zu den vorgennannten Anwendungen folgt als letzte die C-ITS Anwendung Traffic Jam Warning.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] Amsterdam Group (AG). (2015), "Use case Signal Phase and Time (SPaT)"
- [2] Barbaresso, J., et al. (2014). "USDOT's Intelligent Transportation Systems (ITS): ITS Strategic Plan 2015-2019" Technical report.
- [3] Bechler, M., et al. (2009), "COMeSafety European ITS Communication Architecture: Overall Framework Proof of Concept Implementation" Architecture document, Specific Support Action Information Society Technologies.
- [4] CoCAR PROJECT (2009): Feasibility study
- [5] Converge "Communication Network VEHICLE Road Global Extension" (July, 2015). "Converge Project Presentation", Retrieved from URL <http://www.converge-online.de/?id=000000&spid=de>.
- [6] CONVERGE PROJECT (2015): Communication Networks
- [7] Eco-AT (January 2015). "Publication Event of Release 1 Document" Steering meeting presentation.
- [8] EpoSS, J., et al. (April 2015). "European Roadmap Smart Systems for Automated Driving" Technical report based on survey.
- [9] ERTICO (2015): Guide about technologies for future C-ITS service scenarios
- [10] ERTICO (March 2015). "Guide about technologies for future C-ITS service scenarios" Technical Report of Task Force on Communication Technologies (draft).
- [11] ETSI (2012): Intelligent Transport Systems (ITS); Framework for Public Mobile Networks in Cooperative ITS (C-ITS)
- [12] ETSI TR 102 638 V1.V.1 (June 2009), "Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions" Technical Report of ETSI-ITS Working Group.
- [13] Geis, I. & Schulz, W. H. (2015). "Critical Infrastructure: Making It Private or Public—An Institutional Economic Discussion on the Example of Transport Infrastructure." Available at SSRN 2628367.
- [14] Konstantinopoulou, L., et al. (?), "Deployment Challenges for Cooperative Systems" White Paper, cooperative work from SafeSpot, CVIS and Cooper.
- [15] Litman, T. (Feb. 2015), "Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning".
- [16] Lotz, C., et al. (2014). "Matrix von Lösungsvarianten Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) im Straßenverkehr." Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreihe Fahrzeugtechnik (97).
- [17] Luhmann, N. (2002). Einführung in die Systemtheorie.
- [18] Malone, K. (July 2014), " Impact Assessment Overview" Final event presentation under the research project Drive2.
- [19] McKinsey (September 2014), "Connected car, automotive value chain unbound" Connected Car Report.
- [20] Nordic Way (?). (May 2015), private communication, Pilot deployment of C-ITS.
- [21] Riegelhuth, G. (June, 2013), "Der organisatorische, rechtliche und technische Rahmen bei der Einführung kooperativer Systeme", scientific article published by Strassen-verkehrstechnik.
- [22] Rosenquist, M., et al. (August 2010). "Cooperative Vehicle Infrastructure Systems: DEL\_DEPN\_8.1\_DeploymentRoamap\_V5.0", European project.
- [23] Safespot. (?). "Use Cases." Research project funded by EC information society technologies. [http://www.safespot-eu.org/use\\_cases.html](http://www.safespot-eu.org/use_cases.html).
- [24] Sauer, K. (October, 2014), "Einführung kooperativer Systeme in Deutschland (C-ITS Corridor)", scientific article published by Strassen-verkehrstechnik.
- [25] Schindhelm, R., et al. (2012). "Kooperative Systeme einer Stakeholder Analyse." Berichte der Bundesanstalt fuer Strassenwesen. Unterreihe Fahrzeugtechnik (85).

- [26] Schneider, D. (1995). Betriebswirtschaftslehre. 1. Grundlagen, Oldenbourg.
- [27] Schulz, W. H. (2005). "Application of System Dynamics to Empirical Industrial Organization—The Effects of the New Toll System." Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften/Review of Economics: 205-227.
- [28] Schulz, W. H. (2011). "Institutional economic role models - a new approach for non-discriminatory cooperations ".
- [29] Schulz, W. H., et al. (2013). Entwicklung eines Konzeptes für institutionelle Rollenmodelle als Beitrag zur Einführung kooperativer Systeme im Straßenverkehr. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach.
- [30] Schulz, W. H., et al. (2014). "Research Joint Ventures as a European Policy Instrument Beneath Directives and Action Plans: Transitions, Interlocking and Permeability of Political, Technological and Economical Requirements." Interlocking and Permeability of Political, Technological and Economical Requirements (April 6, 2014).
- [31] Schütz, A. (1972). Der gut informierte Bürger. Gesammelte Aufsätze, Springer: 85-101.
- [32] simTD PROJECT (2013): W43.2 Technische Auswertung Kommunikationsversuche T\_KOM\_16 T\_KOM\_17
- [33] simTD PROJECT (2013): W43.2 Technische Auswertung Kommunikationsversuche T\_KOM\_20\_K0200
- [34] Stephens, D.R., et al. (May). "Accelerated Vehicle-to-Infrastructure (V2I) Safety Applications System Requirements Document", sponsored by U.S. Department of Transportation - FHWA Office of Safety Research and Development - Turner-Fairbank Highway Research Center.
- [35] TISA (2014): TPEG – What is it all about?
- [36] TNO; MAP TRAFFIC MANAGEMENT (2014): Overview of standards for first deployment of C-ITS
- [37] Vogt, J., et al. (2013). Converge-ITS Communication Architecture for Future Mobility. 20th ITS World Congress
- [38] WÖSTE; FESTAG; SCHADE (2014): Standardization needs. CONVERGE workshop, Berlin

## 6 Anhang: Beschreibung der relevanten C-ITS Anwendungen

### 6.1 In-Vehicle Signage (IVS)

#### Service-Profil

##### Definition

„In-Vehicle Signage“ ist eine C-ITS Anwendung, die Informationsinhalte der festen und dynamischen Verkehrsbeschilderung an die sich den Schildern nähernde Fahrzeuge übermittelt, um vor allem die Wachsamkeit der Fahrer in Bezug auf das lokale Betriebsumfeld der Straße zur eigenen Sicherheit und zur der anderen Verkehrsteilnehmern zu erhöhen.

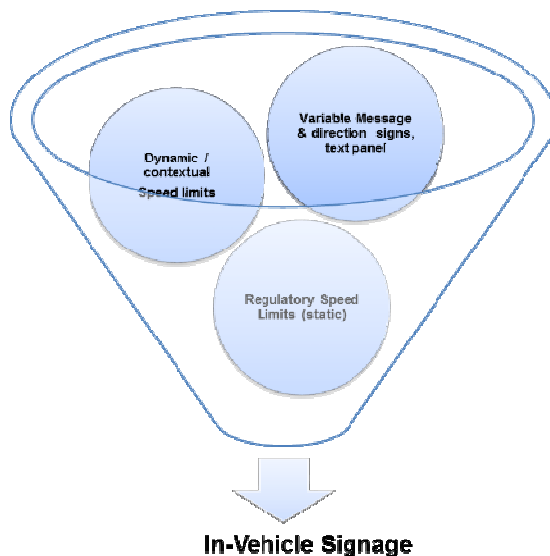


Abbildung 32: Globale Klassifikation der „In-Vehicle Signage“ Anwendung

##### Einsatzbereich:

- Autobahn
- Bundesstraßen

##### Vision (Fernziel)

Diese Anwendung verringert die Wahrscheinlichkeit von gefährlichen Situationen, indem sie die Fahrer dabei unterstützt, ihre Fahrweise an das jeweilige Betriebsumfeld der Straße anzupassen. Gleichzeitig erhöht sie die Leistungsfähigkeit des Straßennetzes durch eine Harmonisierung und an die Umgebung angepasste Fahrweise der Verkehrsteilnehmer.

##### Missions (Probleme, Lösungen)

Während der Fahrt kann es zu Situationen kommen, in denen es dem Fahrer nicht möglich ist, Verkehrszeichen rechtzeitig oder korrekt zu erkennen. Vorstellbar sind beispielsweise Szenarien mit Fahrstreifenwechselvorgängen bzw. bei Verdeckung von Verkehrszeichen durch andere Verkehrsteilnehmer. Durch „In-Vehicle Signage“ kann der Fahrer dennoch auf die veränderte Situation hingewiesen werden und seine Fahrweise entsprechend anpassen. So erhöht „In-Vehicle Signage“ die Wahrnehmung des Fahrers auch in unübersichtlichen Situationen, was zu einer Erhöhung der Sicherheit führt.

In-Vehicle Signage hat einen positiven Einfluss auf die Verkehrssicherheit, die Effizienz und die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Die Anzeige von Geschwindigkeitsbegrenzungen hilft dem Fahrer, die Vorschriften einzuhalten, was möglicherweise einen Unfall vermeidet. Die Anzeige der empfohlenen Geschwindigkeit unterstützt den Fahrer, mit angemessener Geschwindigkeit zu fahren, was die Gefahr der Bildung von Stoßwellen reduziert, einen gleichmäßigen Verkehrsfluss unterstützt und folglich den Verkehrsfluss optimiert. Dies hat gleichzeitig einen positiven Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch.



Service-Nutzen-Radar (Primärer Nutzen: Sicherheit)

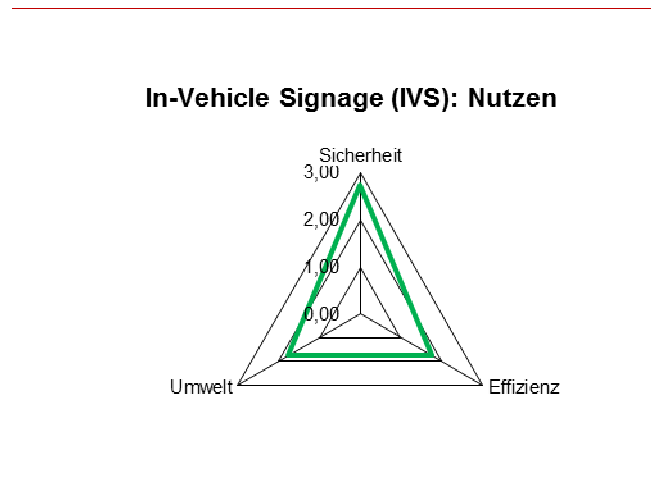


Abbildung 33 „In-Vehicle Signage“: Service-Nutzen-Radar

Service-Hemmnis-Radar

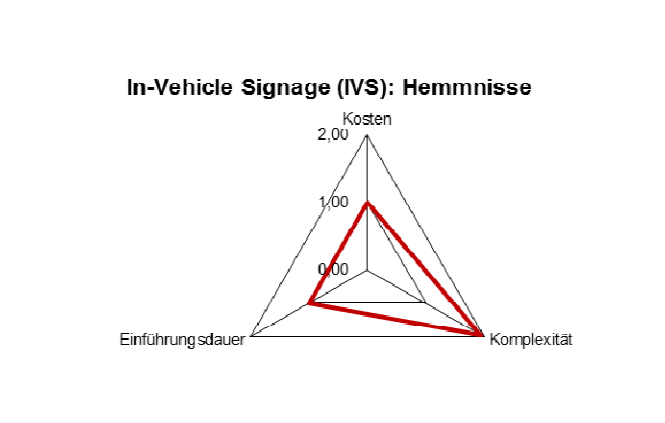


Abbildung 34 „In-Vehicle Signage“: Service-Hemmnis-Radar

Wichtige Literatur

AG [1]<sup>7</sup>, BSA [12], ECo-AT [7], SafeSpot [23], Nordic Way [20], Riegelhuth [21] und ERTICO [10].

**Funktionale und technologische Aspekte**

Das Hauptziel dieser Anwendung ist es, die Aufmerksamkeit des Fahrers durch Übermittlung von regulatorischen oder kontextbezogenen Verkehrszeicheninformationen zu erhöhen. Das letztgenannte ist eine Möglichkeit für eine personalisierte, vom Kontext seines Fahrzeuges abhängigen Anzeige von Verkehrszeicheninformationen, die im Vergleich zu den konventionellen Verkehrsinformationskanälen nützlicher und effektiver sein kann.

Beispiel: Geschwindigkeitsbegrenzung-Anzeige:

- Situatives „In-Vehicle Signage“: wenn eine deutliche Zunahme der Verkehrsdichte von einem auf der Infrastruktur basierenden Detektionssystem erkannt wird, übertragen Kooperative Zentrale und/oder IRS eine empfohlene Geschwindigkeitsbegrenzung, die aus der aktuellen Verkehrssituation resultiert. Die Meldung stellt in diesem Fall eine situativ ausgelöste und übermittelte Meldung dar.

<sup>7</sup> Nummerierung gemäß Referenzen in Kapitel 5.1.12 Literatur

- Regulatorisches „In-Vehicle Signage“: Kooperative Zentrale und/oder IRS übermitteln zyklisch 1-Hop Meldungen, die einer statischen Beschilderung entsprechen (z.B. Geschwindigkeitsbegrenzung).

Besondere Aspekte, die bei einem Rollout der „In-Vehicle Signage“ Anwendung zu berücksichtigen sind:

- Dichte und Genauigkeit der IRS,
- Aktualität der übertragenen Meldung.
- Da die Beeinflussung des Fahrers durch Verkehrszeichen – vor allem bei restriktiven Vorschriften wie Geschwindigkeitsbegrenzung – immer lokal gebunden erfolgt, ist hier als Kommunikationsmedium der Einsatz von ITS-G5 über eine IRS zu empfehlen. Vor allem bei sicherheitsrelevanten Verkehrszeichen muss die Empfangswahrscheinlichkeit der Nachrichten maximiert werden, was durch Mobilfunk nicht allorts garantiert werden kann. Ebenso spielt die geringe Latenz bei der Nachrichtenvermittlung hier eine wichtige Rolle.

### **Rolle des Straßenbetreibers**

Der Straßenbetreiber nimmt eine aktive Rolle ein, da er sowohl als Content Owner und Provider sowie als Service-Provider auftritt. Eine besondere Rolle fällt dem Straßenbetreiber als Straßenverkehrsbehörde zu (Anordnung der Beschilderung). Hinsichtlich der Informationswertschöpfungskette hat der Straßenbetreiber vorrangig die Rolle Inhalte-Anbieters, z.B. der der Geschwindigkeitsbegrenzung. Daher ist eine enge Zusammenarbeit von Straßenbetreibern, privaten Verkehrsinformationsanbietern, Herstellern von Automobilen von Navigationsgeräten, Kartenanbietern und Mobilfunknetzbetreibern von großer Bedeutung.

Eine große Herausforderung dieser Anwendung besteht darin, die Informationen im richtigen Bezug auf die räumlichen und zeitlichen Gegebenheiten sowie in Übereinstimmung mit den Diensten anderer Anbieter zu verarbeiten.

### **Rollout-Horizont**

Die „In-Vehicle Signage“-Anwendung wird höchstwahrscheinlich vom „Day-1“ an eingesetzt. Da es zahlreiche Anwendungsfälle dieser C-ITS Anwendung gibt, wird erwartet, dass „In-Vehicle Signage“ sich im Laufe der Zeit zu einer komplexen Funktion entwickelt:

- Straßenumgebung Außerorts (erwartet für „Day-1“):
  - Geschwindigkeitsbegrenzung: Warnung
  - Geschwindigkeitsbegrenzung: vorgeschrieben
  - Statische Beschilderung: wie POI, scharfen Kurve, usw.
  - Halb-dynamische Verkehrs/Straßeninformationen
  - Wegweisungs-Informationen: relevant für Routing-Informationen
  - Textinformationen: relevant für andere Verkehrsinformationen (z.B. Fahrstreifennutzung)
  - Dynamische Geschwindigkeitsbegrenzung: Warnung
  - Dynamische Geschwindigkeitsbegrenzung: vorgeschrieben
  - Wechselverkehrszeichen-Informationen: z.B. Überholmöglichkeit
  - Kombination von zwei oder mehr Anwendungsfällen
- Straßenumgebung Innerorts (erwartet für „Day-2“).

Das Roll-Out Szenario der C-ITS Anwendung „In-Vehicle Signage“ zeigt folgende Abbildung:

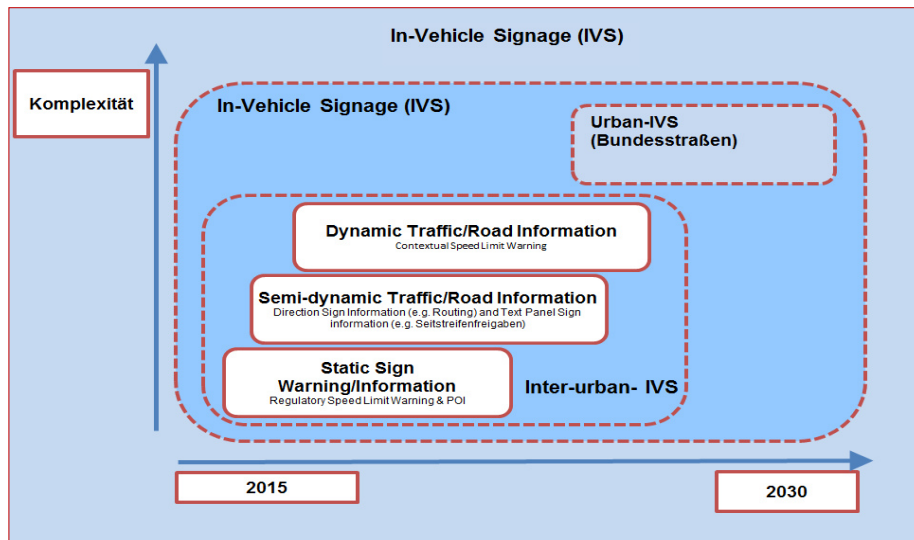


Abbildung 35: „In-Vehicle Signage“: Komplexität und Rollout-Horizont

## 6.2 Floating Car Data (FCD)

### Profil

#### Definition

Die C-ITS Anwendung „Floating Car Data“ (auch „Probe-Vehicle Data“) stellt die von Fahrzeugen stammenden und mit einem Zeitstempel versehenen Ortsinformationen zur Nutzung im Rahmen von Verkehrsplanungs- und Verkehrsmanagementanwendungen zur Verfügung. Der besondere Nutzen besteht in der Möglichkeit, aus FCD genaue Reisezeiten ermitteln zu können. Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die Floating Car Data-Technologien und die damit verbundenen Interessengruppen.

	Technologie	Content Owner	Service Provider	Kommerzielle Nutzer
Floating Car Data	Mobilfunk	Handy Benutzer/Fahrer	Google, Here, Waze, und anderen Verkehrs-informationsanbieter (INRIX, TomTom, usw.)	Telekommunikationsunternehmen, private Betreiber wie Waze und Google
	Fahrzeugbus	Fahrer, öffentliche Flotte, private Flotte und Logistik-Unternehmen	Zusammenarbeit zwischen Automobilindustrie und Verkehrsinformations-anbietern (Inrix, TomTom, usw.)	Straßenverkehrsbehörden/Betreiber
	Bluetooth durch Mobilfunk oder Navigationsgeräte	Handy Benutzer/Fahrer, öffentliche Flotte, private Flotte und Logistik- Unternehmen	Straßenverkehrsbehörden und -betreiber	Straßenverkehrsbehörden/ private Betreiber wie Waze und Google

Tabelle 30: Floating Car Data -Stakeholder

#### Einsatzbereich:

- Autobahn
- Bundesstraßen

#### Vision (Fernziel)

Das Ziel dieser Anwendung ist es, Verkehrszustände und Reisezeiten im Straßennetz genauer zu erfassen, kurz- und langfristig zu prognostizieren und am Ende den Fahrer zuverlässig und qualitativ hochwertig über die aktuelle und zukünftige Verkehrssituation zu informieren.

#### *Missions (Probleme, Lösungen)*

Konventionell erfolgen die Verkehrsüberwachung, die Steuerung und das Management von Straßen auf Basis von infrastrukturbasierten Detektionssystemen. Grundsätzlich erfordern diese Systeme hohe Investitionen für Betrieb und Wartung. Darüber hinaus spiegeln diese Systeme nur den Verkehrszustand auf lokaler Ebene wieder und es stellt sich immer die Frage, wie die Qualität und die Zuverlässigkeit der Messungen erhöht werden kann.

Generell besteht Konsens darüber, dass Fahrzeuginformationen (CAM) als Quelle von Verkehrsdaten nützlich sein können, da sie gegenüber der konventionellen Detektion zusätzliche Informationen enthalten (Koordinaten, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Beleuchtung usw.)

#### *Service-Nutzen-Radar (Primärer Nutzen: Effizienz)*

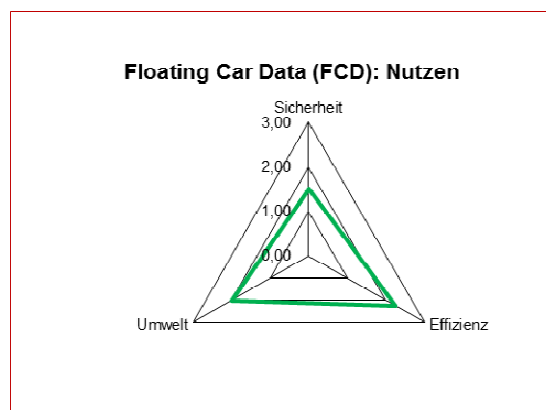


Abbildung 36: „Floating Car Data“: Service-Nutzen-Radar

#### *Service-Hemmnis-Radar*

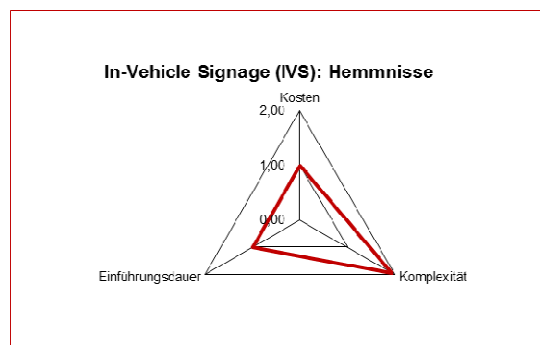


Abbildung 37: „Floating Car Data“: Service-Hemmnis-Radar

#### *Wichtige Literatur*

AG [1], BSA [12], SafeSpot [23], McKinsey&Company [19], Riegelhurth [21] und NordicWay [20].

#### **Funktionale und technologische Aspekte**

Diese „C-ITS“-Anwendung gilt als vielversprechende Anwendung, um die Qualität von Verkehrszustandsanalysen und -prognosen zu erhöhen. Ständig von den Fahrzeugen in ihrer Umgebung, der so genannten Erfassungszone, stammende Daten, leitet die IRS an eine kooperative Zentrale weiter, die sie verarbeitet und an die Fahrer in Form von Verkehrsinformationen, z.B. Routen-Empfehlungen bei bestehenden Staus zurückübermittelt.

Bei lokalen Gefahrenstellen können dezentrale Systeme zur Fahrer-Warnung eingesetzt werden. Bei diesen Systemen kann die IRS die Rolle einer kooperativen Zentrale übernehmen, die die Daten verarbeitet und anschließend als Warn-Meldung (DENM) zurücksendet.

### Rolle des Straßenbetreibers

Diese Anwendung bietet vor allem dem Straßenbetreiber einen Nutzen, weil er einen Beitrag bieten kann, um die Qualität von straßenbetreiberseitigen Verkehrszustandsanalysen und -prognosen zu erhöhen.

Der Einsatz der Anwendung ist noch problematisch, weil grundsätzliche Fragen noch nicht gelöst sind und insofern Einsatz-Hemmnisse darstellen:

- Datenerfassung und Datenschutz,
- Durchdringungsrate,
- Datensicherheit,
- Qualitätsdefinition des bereitgestellten Dienstes,
- Konsistenz des bereitgestellten Dienstes mit anderen Verkehrsinformationsanbietern.

### Rollout-Horizont

Entsprechend der Profilbeschreibung und der Literaturrecherche wird an sich erwartet, dass diese Anwendung in „Day-1“ eingesetzt wird. Jedoch im Hinblick auf die noch ungelösten Probleme des Datenschutzes, der Sicherheit und der erforderlichen Durchdringungsrate ist es wahrscheinlicher, dass diese vielversprechende C-ITS Anwendung erst in „Day-2“ zum Einsatz kommt. In „Day-1“ werden wesentliche CAM-Parameter wie z.B. Geschwindigkeiten aggregiert. Mit „Day 2“ können weitere nützliche Parameter aus der CAM extrahiert werden. Es ist klar, dass die Notwendigkeit der Zusammenarbeit mit anderen Partnern, die Eigentümer der Daten sind, erforderlich ist.

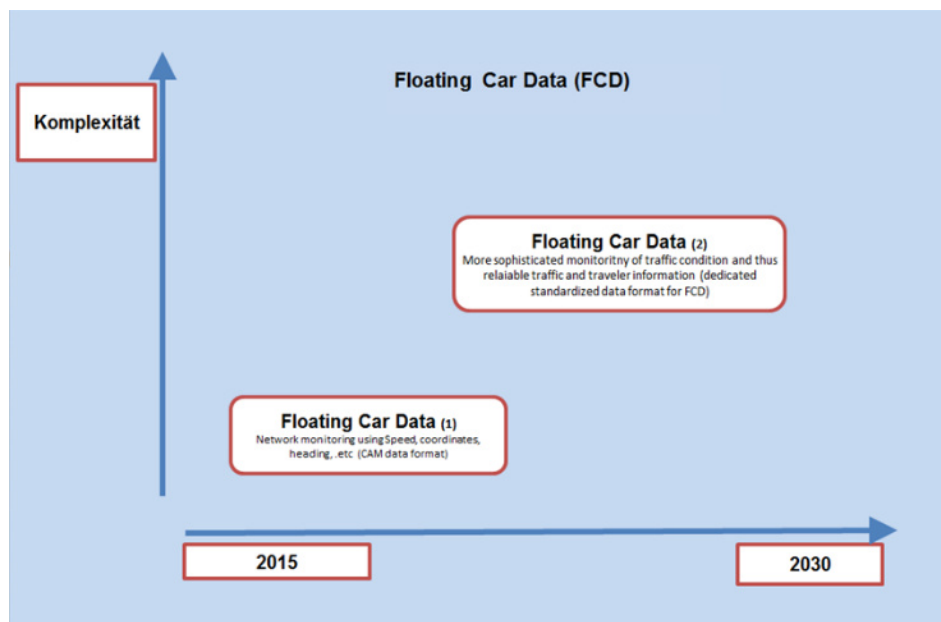


Abbildung 38: „Floating Car Data“: Rollout-Horizont

## 6.3 Hazard Location Notification (HLN)

### Profil

#### Definition

Die „Hazard location notification“ ist ein Anwendungsfall der „Hazard-Warning“-Anwendungsfallfamilie, der den Upstream-Verkehr vor gefährlichen Situationen auf Grund von Wetterbedingungen, wie z.B. glatten Straßen vorwarnt. Die folgende Abbildung zeigt die Klassifikation der „Hazard-Warning“-Anwendungen:

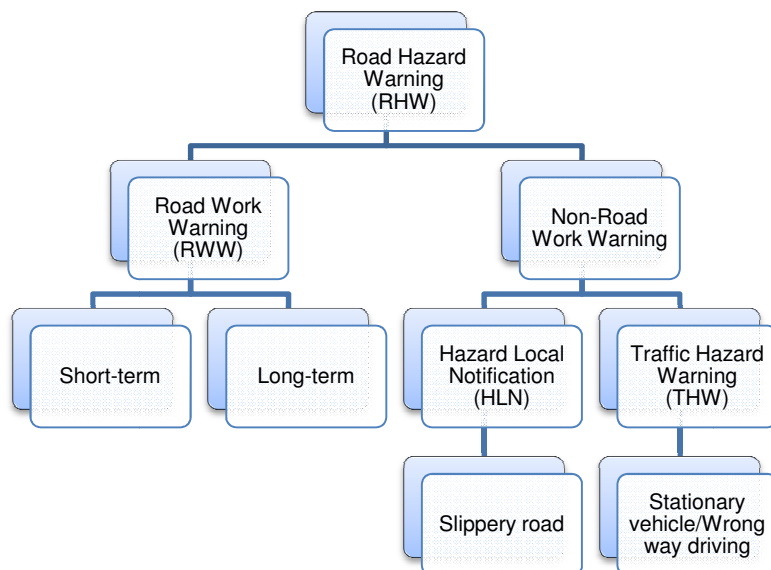


Abbildung: 39 Allgemeine Klassifikation von „Road Hazard Warning“

*Einsatzbereich:*

- Autobahn
- Bundesstraßen

*Vision (Fernziel)*

Diese auf Sicherheit ausgerichtete C-ITS Anwendung hat als Ziel die Verringerung der Zahl der Verkehrsunfälle, die durch gefährliche Straßen- oder Wetterbedingungen verursacht werden. Die Aufmerksamkeit von Fahrern für potenzielle Gefahren soll durch geeignete Warninformationen erhöht werden, sodass der Fahrer rechtzeitig und angemessen reagieren kann.

*Missions (Probleme, Lösungen)*

Fahrer fahren in der Regel vorsichtiger und langsamer, wenn das Wetter schlechter ist. Jedoch gibt es Situationen (wie z.B. plötzlich auftretendes Glätteis), in denen der Fahrer ein solches Risiko nicht im Voraus erkennen kann. Daher ist diese Anwendung sehr hilfreich, um die Fahrer vor rutschigen Straßen (Glätteis) zu warnen, damit sie rechtzeitig bzw. angemessen reagieren können.

*Service-Benefit-Radar (Primärer Nutzen: Sicherheit)*

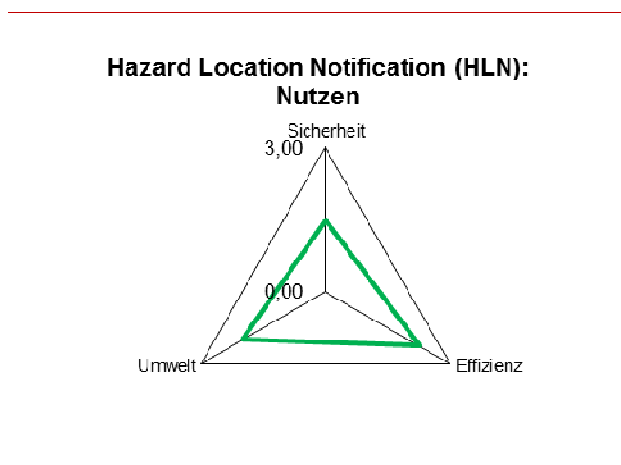


Abbildung: 40 Hazard Location Notification: Safety-Nutzen-Radar

### Service-Hemmnis-Radar

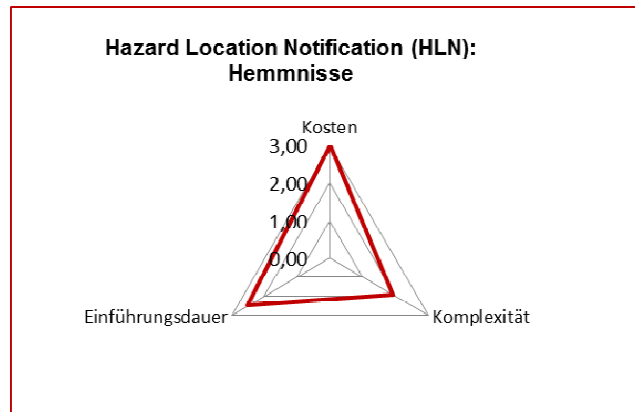


Abbildung 41: Hazard Location Notification: Service-Hemmnis-Radar

### Wichtige Literatur

BSA [12], Schindhelm (BASt) [25], SafeSpot [23], Stephens, D.R [36], NordicWay [20] und Kerry Malone [18].

### Funktionale und technologische Aspekte

Es gibt viele Möglichkeiten, wie dieser Anwendungsfall aus funktionaler Sicht eingesetzt werden kann. Die folgende Funktionsbeschreibung ist das Ergebnis einer qualitativen Analyse von verschiedenen Optionen, unter Berücksichtigung der zu erwartenden Servicequalität sowie organisatorischer und finanzieller Aspekte.

Die Erkennung einer solchen Gefahrensituation erfolgt durch das infrastrukturbasierte Detektionssystem und wird über die IRS an die Fahrer weitergegeben. Aus kommunikationstechnischer Sicht gibt es zwei verschiedene Ausprägungen, je nachdem ob die Gefahrenwarnung kurzfristig akut oder im Sinne einer „look ahead“-Warnung vor dem Einfahren in eine Gefahrenstelle gesendet wird. Im ersten Fall muss ITS-G5 verwendet werden, im letzten Fall ist die Nutzung von Mobilfunk oder DAB und TPEG ausreichend.

### Rolle des Straßenbetreibers

Straßenbetreiber können eine aktive Rolle haben, da sie sowohl Daten-Anbieter als auch Dienstleister<sup>8</sup> sind, wenn sie über Messquerschnitten mit Wetterstationen verfügen.

### Rollout-Horizont

Entsprechend der Profilbeschreibung und der empfohlenen Referenzen, wird erwartet, dass dieser Anwendungsfall in „Day-2“ eingesetzt wird. Die Entwicklung der „road hazard warning“ Anwendung ist in folgender Abbildung zu sehen, einschließlich der „hazard location notification“.

<sup>8</sup> Definition gemäß "BASt (F 85) Cooperative Systems Stakeholder Analysis" [25].

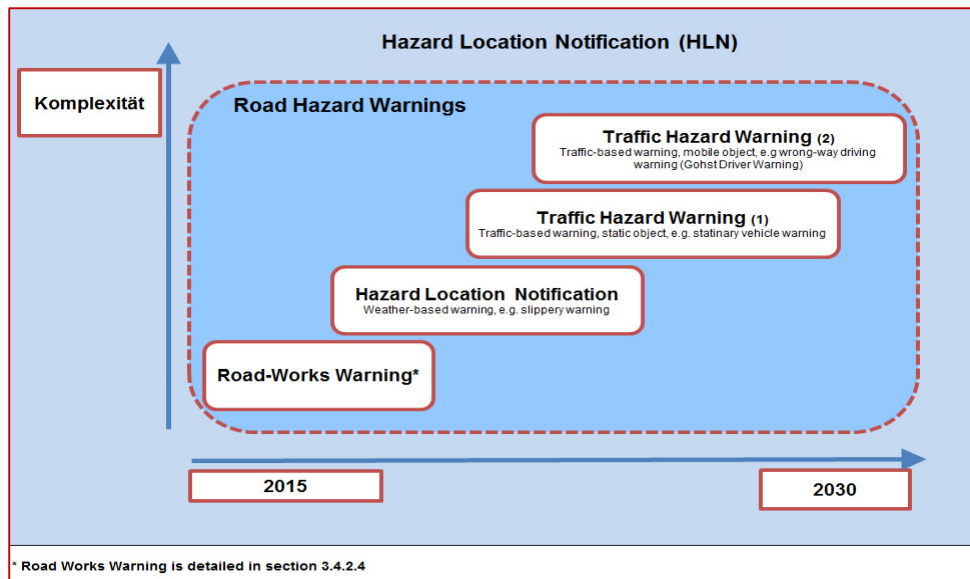


Abbildung 42 „Hazard Location Notification“: Rollout-Horizont

## 6.4 Road Works Warning (RWW)

### Profil

#### Definition

„Road Works Warning“ ist eine C-ITS Anwendung aus der Familie der „Road-Hazard-Warnings“, die die sich verkehrsstromaufwärts befindlichen Verkehrsteilnehmer sowohl vor Baustellen warnt als auch den Fahrern adäquate Informationen anzeigt, wie z.B. zu Geschwindigkeitsbegrenzungen und zu gesperrten Fahrstreifen.

#### Einsatzbereich:

- Autobahn
- Bundesstraßen

#### Vision (Fernziel)

Die „Road Works Warning“ ist eine C-ITS Anwendung, die hauptsächlich auf die Vermeidung von Unfällen abzielt, die durch Baustellen (Arbeitsstellen) verursacht werden. Zusätzlich trägt die „Road Works Warning“ zur Vermeidung oder Abmilderung von baustellenbedingten Staus bei.

#### Missions (Probleme, Lösungen)

Baustellen können je nach Umgebungssituation Unfälle verursachen. Besonders risikoreich sind hohe Fahrgeschwindigkeiten vor Baustellen, vor allem auf dem rechten Fahrstreifen. Daher ist der Einsatz von I2V-Technologien zweckmäßig, um Fahrer effektiv vor Baustellen zu warnen.



### Service-Benefit-Radar (Primärer Nutzen: Sicherheit)

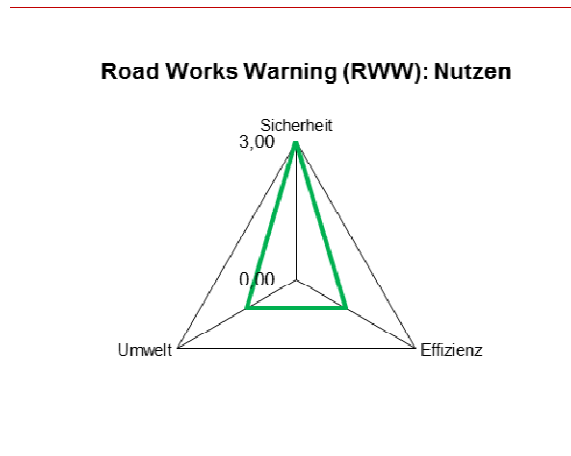


Abbildung 43: „Road Works Warning“: Safety-Nutzen-Radar

### Service-Hemmnis-Radar

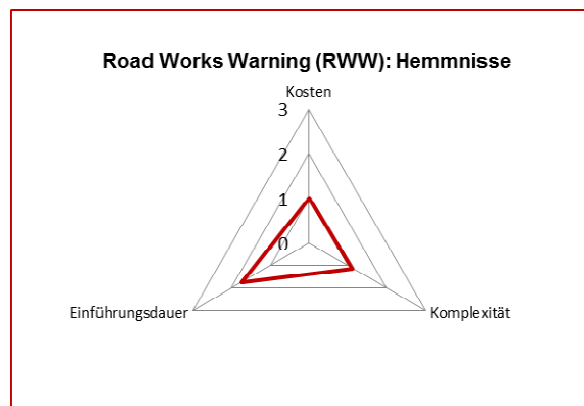


Abbildung 44: „Road Works Warning“: Service-Hemmnis-Radar

### Wichtige Literatur

BSA [12], Schindhelm (BAST) [25], Eco-AT [7], Riegelhuth [21], Nordic Way [20] und Kerry Malone [18] AG [??]

### Funktionale und technologische Aspekte

Der Prozess beginnt mit der Übermittlung der Warnmeldung an den Upstream-Verkehr, innerhalb der Umgebung der Baustelle mittels mobiler, an der Straßenseite oder direkt auf Sperrhängern montierter IRSen. Es gibt zwei Betriebsarten. Der „Stand-Alone Service“, übermittelt im Wesentlichen Standortinformationen der Sperrhänger, wo hingegen bei der Betriebsart „Basic Service“ auch weitere Informationen vom Backend-System hinzukommen.

Ähnlich wie bei „hazardous location warning“ ist an der Gefahrenstelle und kurz davor ITS-G5 zu verwenden. Die Vorab-Warnung einer Baustelle auf der gefahrenen Strecke kann auch über Mobilfunk oder DAB erfolgen.

### Rolle des Straßenbetreibers

Die Rolle der Straßenbetreiber ist dadurch gekennzeichnet, dass er nicht nur Content-Owner und -Provider sondern auch Service-Provider ist.

### Rollout-Horizont

Der Rollout dieser Anwendung wird mit zwei Anwendungsfällen erwartet:

- Baustellen-Warnungen für Arbeitsstellen kürzerer Dauer (Dauer maximal ein Tag),
- Baustellen-Warnung für Arbeitsstellen längerer Dauer (Dauer mehr als einen Tag mit Auswirkungen auf das Netz).

Diese Anwendungsfälle sind komplex in Bezug auf das Layout der Autobahn, Geschwindigkeitsvorschriften, Anzahl der belegten Fahrstreifen, Dauer und Ort der Baustellen sowie bei Veranstaltungen.

Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Anwendung in „Day-1“ eingesetzt wird, jedoch nicht für alle möglichen Anwendungsfälle. Es wird erwartet, dass langfristige Baustellen-Warnungen und Multi-Hop-basierte Warnungen in „Day-2“ und „Day-3“ eingesetzt werden.

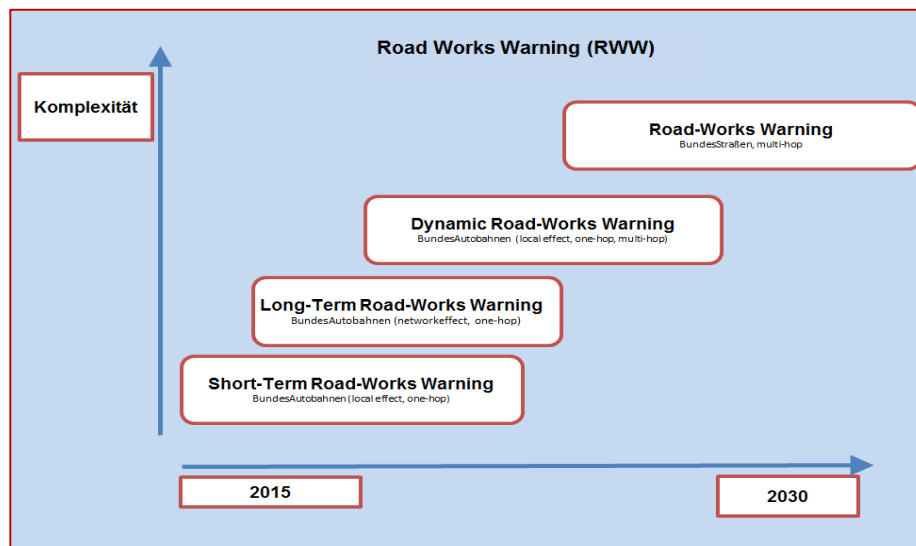


Abbildung 45: „Road Works Warning“: Rollout-Horizont

## 6.5 Stationary Vehicle Warning (SVW)

### Profil

#### Definition

Dieser Anwendungsfall warnt Fahrer vor Unfällen oder vor Fahrzeugen, die z.B. wegen einer Panne stehen geblieben sind.

#### Einsatzbereich:

- Autobahn
- Bundesstraßen

#### Vision (Fernziel)

„Stationary vehicle warning“ ist eine vollständig sicherheitsbasierte Anwendung und zielt darauf ab, Fahrer vor unerwarteten Ereignissen außerhalb ihres Blickfeldes zu warnen. Dies kann die Verkehrssicherheit erheblich erhöhen und wirkt sich positiv auf die Effizienz aus.

#### Missions (Probleme, Lösungen)

Liegeengebliebene Fahrzeuge und wegen eines Unfalls stehende Fahrzeuge erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Verursachung von primären und sekundären Unfällen. Daher ist es von großer Bedeutung, den Fahrer vor gefährlichen Situationen zu warnen, damit er rechtzeitig und angemessen reagieren kann.

### Service-Nutzen-Radar (Primärer Nutzen: Sicherheit)

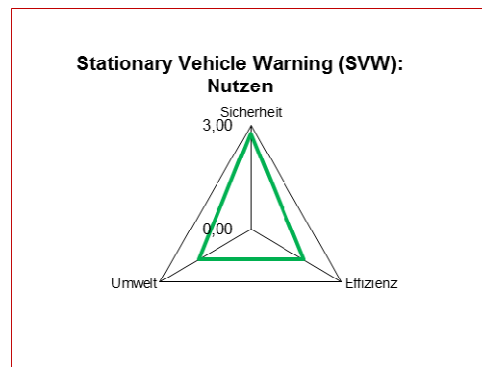


Abbildung 46 „Stationary Vehicle Warning“: Safety-Nutzen-Radar

### Service-Hemmnis-Radar:

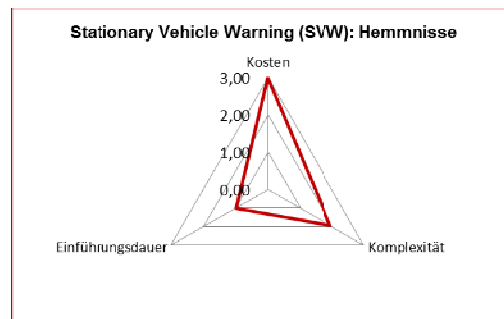


Abbildung 47 „Stationary Vehicle Warning“: Service-Hemmnis-Radar

### Wichtige Literatur

BSA [12], Eco-AT [7] und Kerry Malone [18].

### Funktionale und technologische Aspekte

Da „Stationary vehicle warning“ ein zeitkritischer Anwendungsfall ist, wird die Erkennung von liegengebliebenen Fahrzeugen hauptsächlich durch V2V-Kommunikation-Technologien durchgeführt werden. Dies geschieht auf Grund der Anforderungen an den Anwendungsfall und der CAM-Übertragungsfrequenz.

Ein liegengebliebenes Fahrzeug wird eine Warnmeldung DENM auslösen und als 1-Hop weitergeleitet. Die IRS übermittelt direkt oder über die kooperative Zentrale eine weitere Warnmeldung an den nachfolgenden Verkehr. Die kooperative Zentrale verwendet diese Informationen zum Verkehrsmanagement, damit Störungen im Verkehrsfluss minimiert werden können.

### Rolle des Straßenbetreibers

Straßenbetreiber können als Inhalte-Anbieter auftreten, wenn sie über eigene Detektion (Polizei, Kameras) liegengeblieben Fahrzeuge erkennen.

Straßenbetreiber sind Anwender in dem Sinne, dass sie Warnmeldungen über die IRS zur kooperativen Zentrale weiterleiten und die Informationen für eigene Zwecke verwenden:

- Verwendung der Warnmeldungen für das „Incident Management“,
- Verbreitung der Informationen über eigene Kanäle,
- Verwendungen im Zusammenhang mit Umleitungsempfehlungen.

Das Fahrzeug ist sowohl Daten-Anbieter als auch Dienstleister, da es das Ereignis erkennt und Warnmeldungen weiterleitet. Dieser Anwendungsfall ähnelt der „Hazard location notification“-Anwendung aus funktionaler Sicht.

## Rollout-Horizont

Entsprechend der Profilbeschreibung und der empfohlenen Referenzen wird erwartet, dass dieser Anwendungsfall in „Day-2“ eingesetzt wird. Er wird weiterentwickelt, um liegengebliebene Fahrzeuge in kürzester Zeit zu erkennen sowie um die Zusammenarbeit mit anderen Dienstleistern zu verbessern.

Dieser Anwendungsfall ist Input für Verkehrsinformationen und für empfohlene Routen, wenn die Ursache für liegengebliebene Fahrzeuge Unfälle sind.

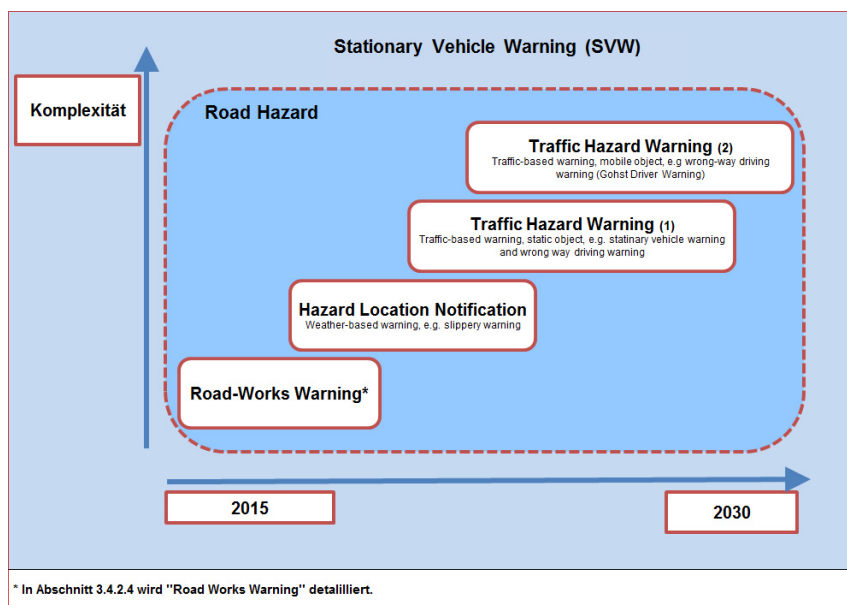


Abbildung 48 „Stationary Vehicle Warning“: Rollout-Horizont

## 6.6 Red Light Violation Warning (RLVW)

### Profil

#### Definition

Die „Red Light Violation Warning“ ist eine spezifische C-ITS-Anwendung, die im Wesentlichen die Fahrer vor potentiellen Kollisionen durch Missachtung des Rotlichts an Knotenpunkten warnt. Die folgende Abbildung zeigt die Anwendungsfall-Kategorien basierend auf unterschiedlichen Quellen.

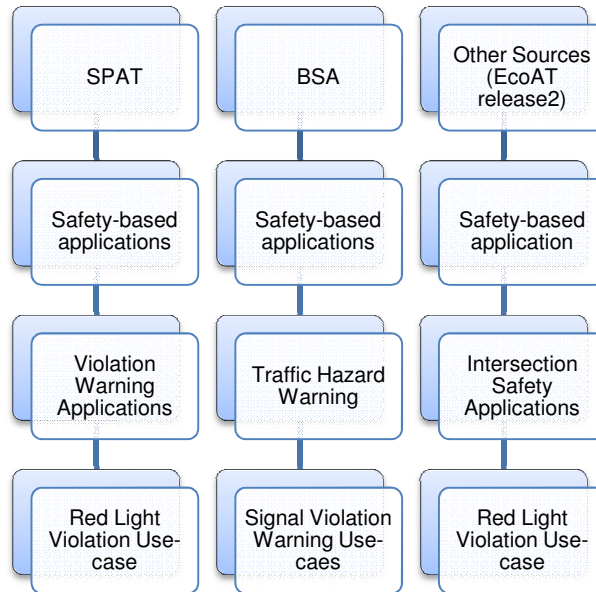


Abbildung 49 Anwendungsfall-Kategorien basierend auf unterschiedlichen Quellen.

*Einsatzbereich:*

- Bundesstraßen

*Vision (Fernziel)*

Die „Red Light Violation Warning“ ist eine klassischer SPAT/MAP-Anwendung in Bezug auf Sicherheit. Das Ziel ist es, das Risiko von Kollisionen zu verringern oder zumindest ihre Auswirkung abzumildern. Die Verkehrssicherheit wird deutlich erhöht.

*Missions (Probleme, Lösungen)*

Knotenpunkte sind der wichtigste Bestandteil der städtischen Straßenverkehrssteuerung und des Verkehrsmanagements. Dass das Sicherheitsrisiko an Knotenpunkten besonders hoch ist, ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass dort unterschiedliche Interessen von Verkehrsflüssen im Konflikt miteinander stehen. In diesem Zusammenhang ist eine der großen vier Unfallursachen in Europa die Missachtung des Rotlichtes. Daher sind solche Warnungen besonders hilfreich, um den entgegenkommenden Verkehr zu warnen und um die Geschwindigkeit zu reduzieren, damit potenzielle Unfälle vermieden oder zumindest deren Auswirkungen minimiert werden können.

*Service-Nutzen-Radar (Primärer Nutzen: Sicherheit)*

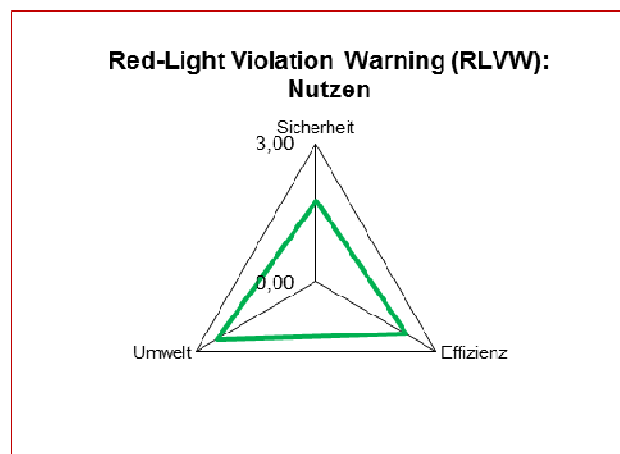


Abbildung 50 „Red-Light Violation Warning“: Service-Nutzen-Radar

Service-Hemmnis-Radar:

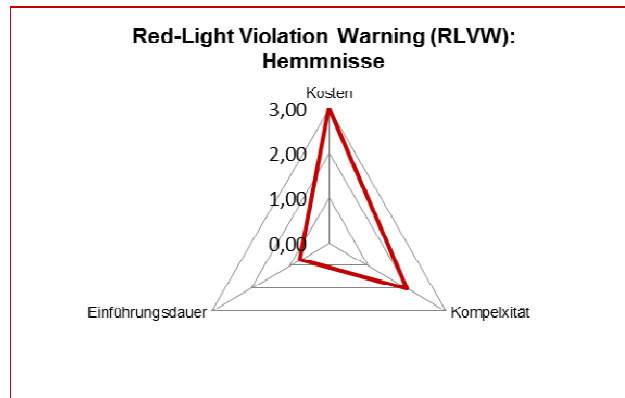


Abbildung 51 „Red-Light Violation Warning“: Service-Hemmnis-Radar

*Wichtige Literatur*

AG [1], BSA [12], Stephens, D.R [36] und Eco-AT [7].

### **Funktionale und technologische Aspekte**

IRSen erfassen den bevorstehenden Verkehr aus allen Richtungen mit Hilfe der CAM-Meldungen. Dies umfasst auch das Wissen über die Verkehrssteuerung und die Knotenpunktgeometrie mittels SPAT/MAP Meldungen. Dadurch sind die IRSen in der Lage, Fahrer vor potenziellen Unfällen, die durch Rotlichtmissachtung auftreten können, zu warnen.

Diese Lösung kann zentralisiert oder auf LSA-Ebene dezentralisiert realisiert werden. Da als funktionale Voraussetzung die Kommunikation zwischen LSA-IRS und IVS erforderlich ist, muss hier zwingend ITS-G5 verwendet werden.

### **Rolle des Straßenbetreibers**

Die Rolle des Straßenbetreibers ergibt sich aus der Tatsache, dass er Eigentümer der Lichtsignalanlagen ist. Es wird erwartet, dass der Straßenbetreiber entsprechende IRSen mit einem minimalen Abdeckungsgrad von ca. 20% in der ersten Phase einsetzt [1].

Straßenbetreiber haben drei Rollen: Daten-Anbieter, Dienstleister und Anwender. Die Rolle als Anwender ist durch die Verwendung von Kollisionswarnungen vertreten, als Feedback für die weitere LSA-Optimierung aus sicherheitstechnischer Sicht.

### **Rollout-Horizont**

Laut Literatur ist es nicht klar, ob dieser Anwendungsfall in „Day-1“ auf Bundesstraßen eingesetzt wird. Es ist anzunehmen, dass dies ein klassischer städtischer Anwendungsfall ist und daher wird erwartet, dass er in „Day-2“ oder später in städtischen Gebieten eingesetzt wird.

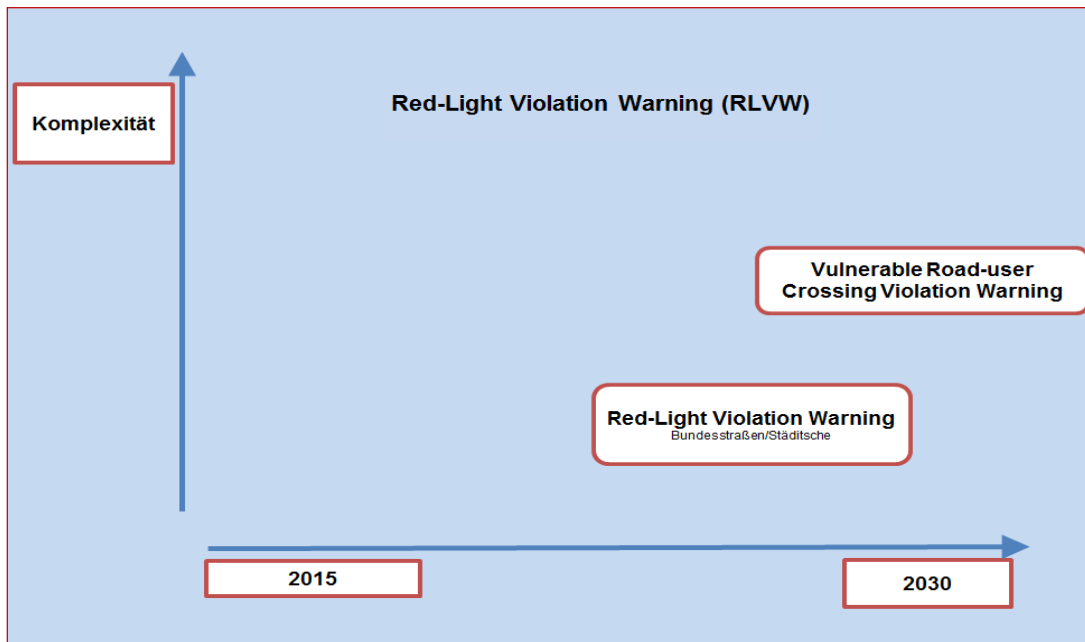


Abbildung 52 „Red-Light Violation Warning“: Rollout-Horizont

## 6.7 Vehicle Speed Harmonization / Traffic Light Optimal Speed Advisory (VSH/TLOSA)

### Profil

#### Definition

Dieser Anwendungsfall ermöglicht es, Lichtsignalanlagen über I2V Signalzeiten-Daten an sich nähernde Fahrzeuge zu übertragen, damit diese ihre Geschwindigkeit entsprechend anpassen können.

- Einsatzbereich:
- Bundesstraßen

#### Vision (Fernziel)

„Vehicle speed harmonization“ ist ein klassischer C-ITS-Anwendungsfall zur Verbesserung der Effizienz im urbanen Umfeld. Es hilft dem Fahrer, ein deutlich besseres Fahrgefühl, einen effizienten Kraftstoffverbrauch und mehr Komfort zu erreichen. Dieser Anwendungsfall hat Auswirkungen auf Sicherheit und Umwelt. Darüber hinaus wird die betriebliche Effizienz des Straßennetzes von mikroskopischen und makroskopischen Sichtweisen erfüllt. Diese Informationen über die herannahenden Fahrzeuge werden zurück an die Zentrale übermittelt, um die Signalzeiten-Daten zu optimieren.

#### Missions (Probleme, Lösungen)

Instabilität des Verkehrsflusses und Stop-and-Go-Verkehr sind häufige Probleme auf städtischen Straßen. Aufgrund von steigender Verkehrsnachfrage wird sich diese Situation immer weiter zuspitzen. Das Ziel ist es, die Fahrer über die zu erwartenden Signalzeiten der LSA zuverlässig zu informieren, damit sie ihre Geschwindigkeit optimal anpassen können.

Service-Nutzen-Radar (Primärer Nutzen: Effizienz)

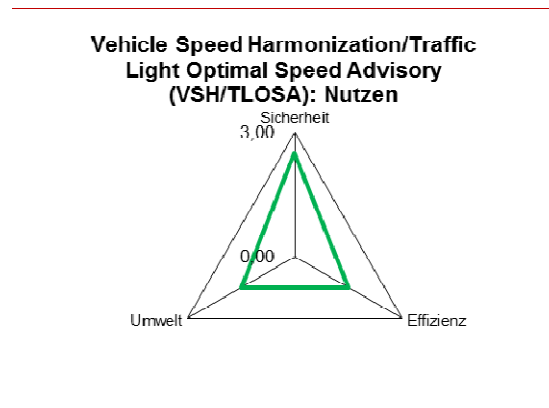


Abbildung 53 „Vehicle Speed Harmonization“: Service-Nutzen-Radar

Service-Hemmnis-Radar:

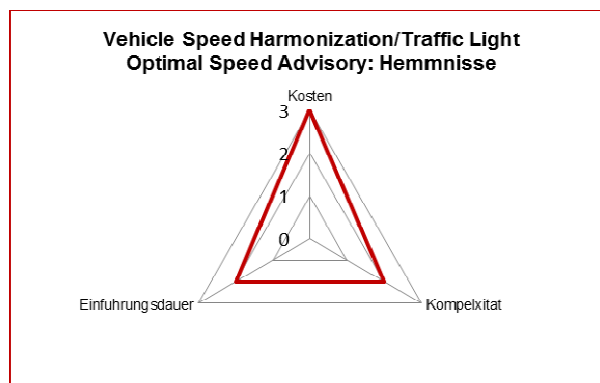


Abbildung 54 „Vehicle Speed Harmonization“: Service-Hemmnis Radar

Wichtige Literatur

AG [1], BSA [12], Eco-AT [7] und Riegelhurth [21].

### Funktionale und technologische Aspekte

Die Funktionalität kann zentralisiert oder dezentralisiert ausgeführt werden. Da als funktionale Voraussetzung die Kommunikation zwischen LSA-IRS und IVS erforderlich ist, muss hier zwingend ITS-G5 verwendet werden.

### Rolle des Straßenbetreibers

Die Rolle des Straßenbetreibers ergibt sich aus der Tatsache, dass er Eigentümer der Lichtsignalanlagen ist. In diesem Zusammenhang wird erwartet, dass der Straßenbetreiber die IRS mit einem minimalen Abdeckungsgrad von ca. 20% in der ersten Phase einsetzt [1].

Straßenbetreiber haben drei Rollen: Daten-Anbieter, Dienstleister und Anwender. Die Rolle als Anwender ergibt sich aus der Verwendung der aufgetretenen Kollisionswarnungen als Feedback für die weitere LSA-Optimierung aus sicherheitstechnischer Sicht.

### Rollout-Horizont

Es wird erwartet, dass „Vehicle speed harmonization“ in Day-1 umgesetzt wird. „Traffic light optimal speed advisory“ ist ein anderer Name für diesen Anwendungsfall. Der Unterschied besteht darin, dass statt der Übermittlung der Signalzeiten vorgeschlagene Geschwindigkeiten übermittelt werden.

Hauptthemen unabhängig von Anwendungsfalltyp sind sowohl der Abdeckungsgrad der ausgestatteten Fahrzeuge (sollte 5-20% betragen) als auch die Investitionen in R-ITS-S (IRS) an Knotenpunkten.



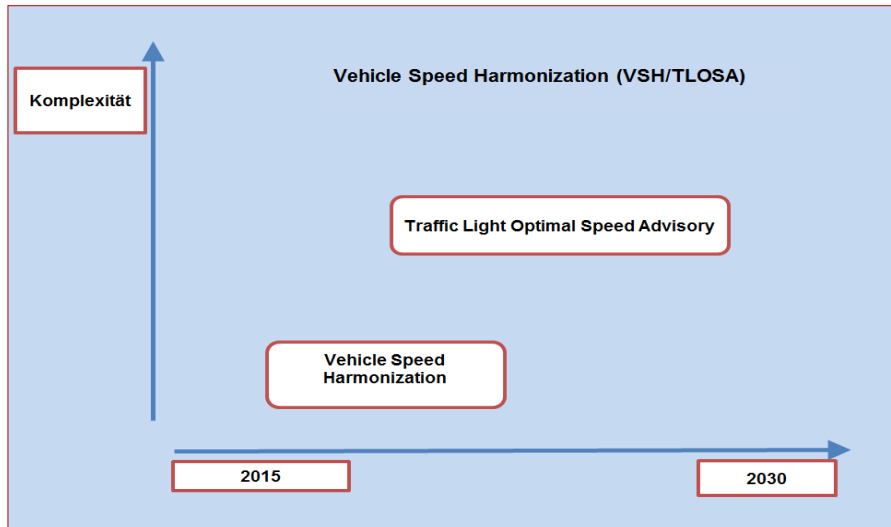


Abbildung 55 „Vehicle Speed Harmonization“: Rollout-Horizont

## 6.8 Traffic Jam Warning (TJW)

### Profil

#### Definition

Der „Traffic Jam Warning“ ist eine C-ITS-Anwendung, die Verkehrsteilnehmer vor einem Stau-Ende warnt.

#### Einsatzbereich:

- Autobahn
- Bundesstraßen

#### Vision (Fernziel)

Dieser Anwendungsfall zielt vor allem darauf ab, das Risiko von möglichen Unfällen bei Stau zu reduzieren. Es stellt auch sicher, dass Umweltauswirkungen infolge von Staus minimiert werden.

#### Missions (Probleme, Lösungen)

Pendlerverkehr ist ein tägliches Problem, bei dem immer wiederkehrende Staus<sup>9</sup> entstehen, weil die vorhandene Infrastruktur vor allem in Spitzenzeiten den Verkehr nicht aufnehmen kann. Dies verursacht nicht nur Zeitverluste und möglicherweise Unfälle, sondern erhöht auch den Kraftstoffverbrauch. Dieser Anwendungsfall kann Staus rechtzeitig und effizient erkennen und die verkehrsstromaufwärts vor einem Stau befindlichen Verkehrsteilnehmer rechtzeitig warnen, damit diese richtig und angemessen reagieren, wie z.B. durch Reduzierung der Geschwindigkeit und Erhöhung des Abstands zum Vordermann.

<sup>9</sup> „Non-recurrent congestion“ ist ein Stau, der durch Unfall und nicht Pendlerverkehr verursacht wird.

Service-Nutzen-Radar: (Primärer Nutzen: Sicherheit)

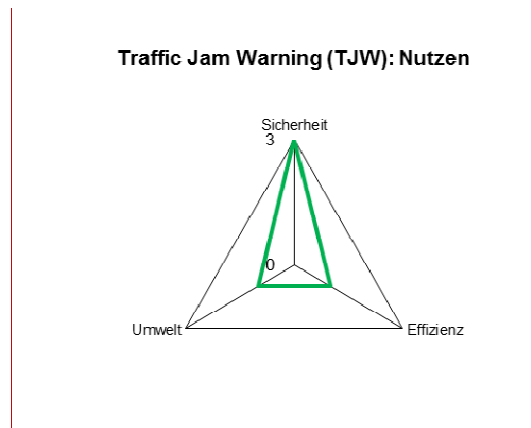


Abbildung 56: „Traffic Jam Warning“: Service-Nutzen-Radar

Service-Hemmnis-Radar:

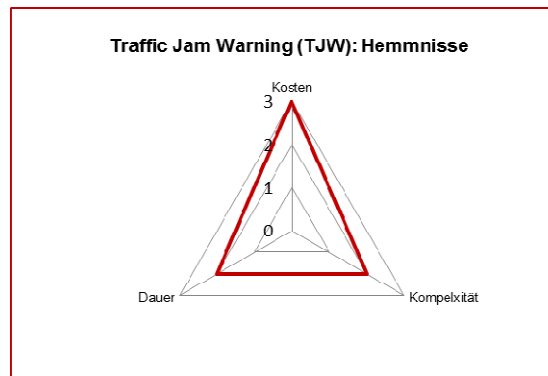


Abbildung 57: „Traffic Jam Warning“: Service-Hemmnis-Radar

*Wichtige Literatur*

BSA [12] und Schindhelm (BASt) [25].

### **Funktionale und technologische Aspekte**

Es wird von IRS und IVS erwartet, Stauursachen zu erkennen. Wiederkehrende Staus die vom Pendlerverkehr verursacht sind, können von Infrastruktur-basierten Detektionssystemen logisch und schneller erkannt werden, während dies bei nicht wiederkehrenden Staus nicht der Fall ist. Daher ist es von Vorteil, wenn Staus über mehreren Quellen erfasst werden.

In diesem Zusammenhang wird über eine V2V-Warnung in der Nähe von Fahrzeugen mit einem 1-Hop-Horizont vor Staus gewarnt, während die IRS über die VRZ (oder auch direkt) Warnmeldungen zum weiter entfernten Verkehr weiterleitet. Die Kooperative Zentrale kann diese Warnung über Mobilfunk, Radio und andere Informationskanäle weiterverbreiten.

„Traffic jam warning“ ist eine spezielle Ausbildung des „hazardous location warning“. Der Einsatz hybrider Kommunikation macht hierbei nur bedingt Sinn, da es bei dieser Warnung immer um die akut auftretende Situation innerhalb der nächsten paar hundert Meter geht. Somit ist ITS-G5 die zielführende Technologie.

### **Rolle des Straßenbetreibers**

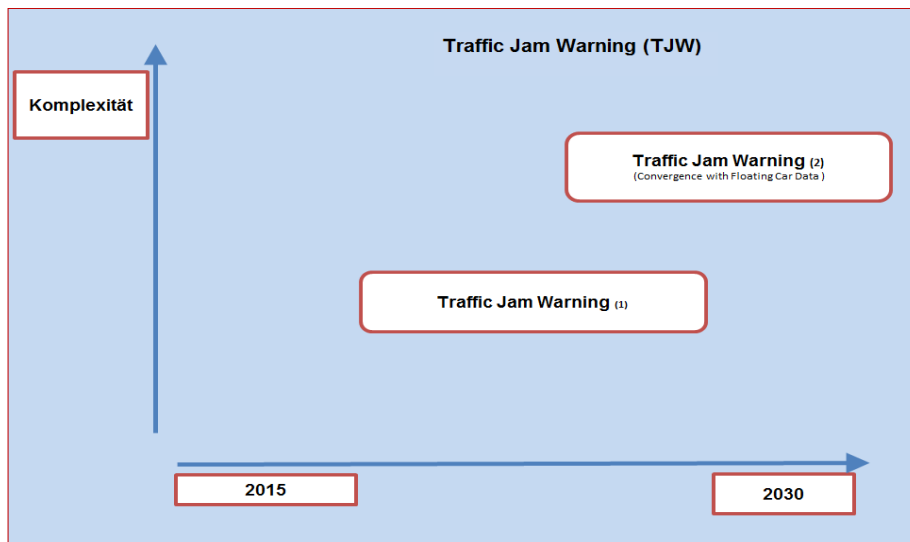
Hier sind die Straßenbetreiber mäßig aktiv, da sie teilweise Daten-Anbieter, Dienstleister und Anwender sind.

Straßenbetreiber sind teilweise Daten-Anbieter in dem Sinne, dass sie über die IRS Staus innerhalb deren Reichweite erkennen können. Die IRS werden voraussichtlich in Straßenabschnitten positioniert, wo wiederkehrende Staus auftreten. IVS ist auch ein Daten-Anbieter, der Staus mit Hilfe von CAM-

Meldungen erkennen kann. Straßenbetreiber sind teilweise Dienstleister, die den Verkehr warnen, z.B. über Mobilfunk. Eine weitere Aufgabe ist es, als Anwender, Daten für die Qualitätssicherung zu nutzen und Verkehrsmanagement-Maßnahmen im Falle von Staus und Unfällen in Echtzeit durchzuführen.

### Rollout-Horizont

Entsprechend der Profilbeschreibung und den empfohlenen Referenzen wird erwartet, dass dieser Anwendungsfall in Day-2 eingesetzt wird. Dieser Anwendungsfall wird weiter in Bezug auf eine Minimierung der Stau-Detektionszeit und die Optimierung der Zusammenarbeit mit anderen Dienstleistern weiterentwickelt. Die „Traffic jam warning“ kann ein Input für die „Traffic Information and Recommended Itinerary“



sein.

Abbildung 58 „Traffic Jam Warning“: Rollout-Horizont

## 6.9 Wrong Way Driving Warning

### Profil

#### Definition

Grundsätzlich warnt diese C-ITS Anwendung im relevanten geografischen Bereich vor Falschfahrern und wirkt damit schweren Unfällen entgegen. Der geografische Bereich ist ein anwendungsabhängiger Parameter, der die relevanten Entfernungen festlegt, innerhalb derer der Verkehr vor Falschfahrern gewarnt werden muss.

#### Einsatzbereich:

- Autobahn (schließt autobahnähnlich ausgebaute Bundesstraßen ein)

#### Vision (Fernziel)

Die „Wrong Way Driving Warning“ ist ein vollständig sicherheitsbasierter Anwendungsfall und zielt darauf, Fahrer vor kritischen Verkehrssituationen im Falle eines Falschfahrers zu warnen. Dies wirkt sich positiv auf die Sicherheit aus.

#### Missions (Probleme, Lösungen)

Eine besondere Gefahrensituation an Autobahnen bilden Falschfahrer, die absichtlich oder unabsichtlich auf der falschen Fahrbahn einer Autobahn fahren. Dies erhöht drastisch die Wahrscheinlichkeit eines schweren Unfalls und folglich von Personen- und Sachschäden. Besonders kritisch ist, wenn diese Situation in Tunneln auftritt, und keine oder nur geringe Ausweichmöglichkeiten bestehen, um Unfälle zu vermeiden.

Der Einsatz von C-ITS-Technologie ist in zwei Varianten möglich.

- Über an Anschlussstellen installierte IRSen können Falschfahrer schon bei der Auffahrt auf einer falschen Fahrbahn erkannt und sie selbst und das Umfeld gewarnt werden.
- Während der Fahrt auf der falschen Fahrbahn können Falschfahrer über die V2V-Kommunikation erkannt und gewarnt werden.

*Service-Nutzen-Radar (Primärer Nutzen: Sicherheit)*

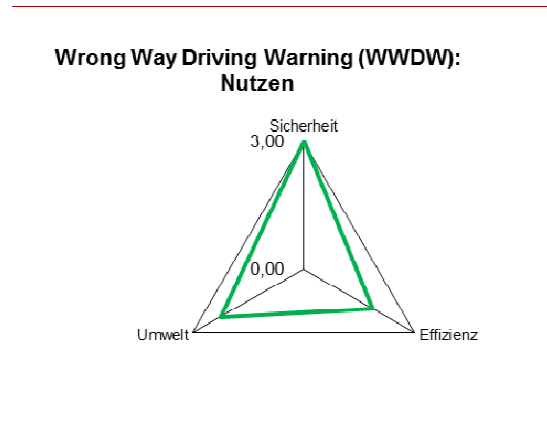


Abbildung 59 „Wrong Way Driving Warning“: Service-Nutzen-Radar

*Service-Hemmnis-Radar:*

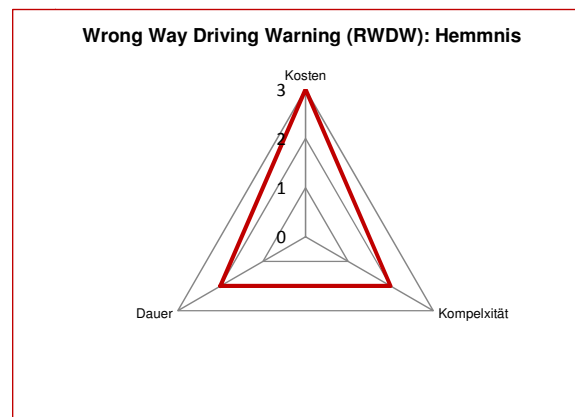


Abbildung 60 „Wrong Way Driving Warning“: Service-Hemmnis-Radar

#### WICHTIGE LITERATUR

BSA [12], Eco-AT [7], Converge [5] und Bechler [3].

#### **Funktionale und technologische Aspekte**

Bei „Wrong Way Driving Warning“ handelt es sich um eine zeitkritische C-ITS Anwendung. Der Einsatz von V2V-Kommunikation-Technologien ist hier besonders effektiv. Ein Falschfahrer löst eine Warnmeldung (DENM) aus und dieses wird als 1-Hop weitergeleitet.

IRSen können diese Anwendung unterstützen, aber es sind hohe Investitionen erforderlich, wenn dies flächendeckend erfolgen soll (hohe Dichte von IRS). Geringere Investitionen sind erforderlich, wenn IRSen an den Abfahrten der Anschlussstellen installiert werden. Die IRS kann direkt an der Anschlussstelle den Falschfahrer selbst und sein Umfeld warnen und indirekt über die VRZ weitere Warnmeldungen an den nachfolgenden Verkehr abgeben.

Die Kooperative Zentrale ist Nutzer der Informationen, indem Sie Verkehrsinformations- Verkehrssteuerungs- und Verkehrsmanagementmaßnahmen einleitet, um Abstände zu erhöhen oder vom Gefahrenpunkt sich weiter entfernt befindliche Fahrer zu informieren oder sogar umzuleiten. Als Kommunikations-

medium ist hier der hybride Ansatz sinnvoll („look ahead“) über Mobilfunk und DAB/TPEG).

### Rolle des Straßenbetreibers

Der Straßenbetreiber ist in der Rolle des Content Owners und Content Providers, wenn er selbst IRSen für diese Anwendung einsetzt. Straßenbetreiber sind in der Rolle des Anwenders in dem Sinne, dass Warnmeldungen über die IRS zur Kooperativen Zentrale weitergeleitet werden, die dort für andere Maßnahmen Verwendung finden, z.B.:

- für ein effektives „Incident Management“,
- für die Verbreitung von Verkehrsinformationen über verschiedene Kanäle,
- für Alternativrouten-Steuerung.

Das Fahrzeug ist Content Provider und Service Provider, da es das Ereignis erkennt und Warnmeldungen weiterleitet. Die Anwendung ähnelt der Anwendung „Stationary Vehicle Warning“ aus funktionaler Sicht.

### Rollout-Horizont

Entsprechend der Profilbeschreibung und der Literaturrecherche kann erwartet werden, dass dieser Anwendungsfall in Day 2 eingesetzt wird. Eine Weiterentwicklung zielt auf die Erfassung der Falschfahrer in sehr kurzer Zeit, um eine Weiterfahrt des Falschfahrers möglichst früh zu verhindern. Die Anwendung kann Input für die C-ITS Anwendung „Traffic Information and Recommended Itinerary“ sein.

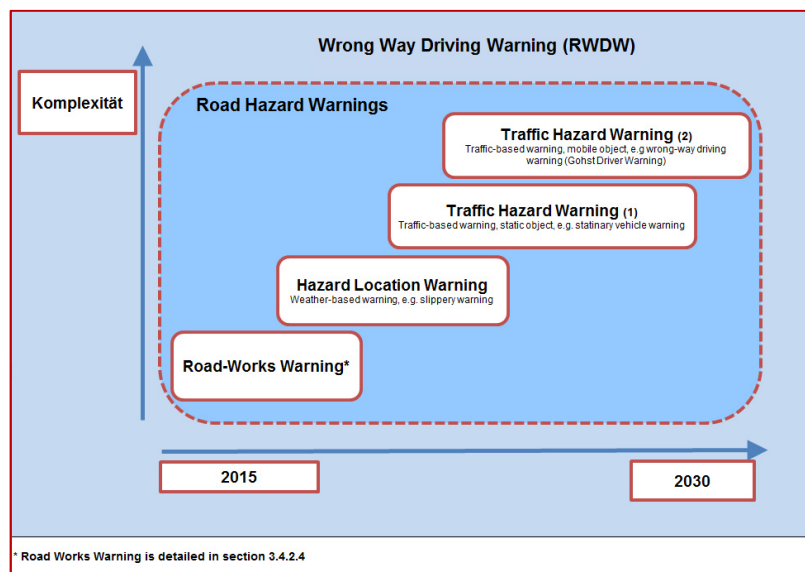


Abbildung 61 „Wrong Way Driving Warning“: Rollout-Horizont

### 6.10 Weitere Rollenmatrizen

Marktphase: Marktdesign Einführungsphase																3 6 0 . A s s e s s m e n t	
C-ITS Application / Use Case																	
In-Vehicle Signage																	
M e t a - R o l l e n	Business Management	2	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC
		2	2	2	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	IERC
		2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM
	Service-Angebot	0	0	0	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC
		0	0	1	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	TUM
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC
		2	1	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	3	3	AC
		2	2	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	3	3	IERC
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM
	Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC
		3	3	2	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	IERC
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM
Erfassung (Content Collection)	0	0	3	2	3	1	0	3	2	1	1	2	2	1	0	AC	
	0	1	3	2	3	1	0	3	2	1	1	2	2	1	0	IERC	
	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Auswertung (Content Provision)	0	0	3	1	3	1	3	2	3	1	2	2	2	3	2	AC	
	0	1	3	1	3	1	2	2	3	1	2	2	2	3	2	IERC	
	0	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	2	TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	0	0	1	1	3	1	3	1	2	3	3	2	2	2	3	AC	
	0	0	1	1	3	1	2	1	2	3	3	2	2	2	3	IERC	
	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	2	2	2	0	TUM	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		Gesetzgeber	Baustraeger	oeffentlicher Straeßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	oeffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie	
		oeffentliche Institutionen					P/O		Private Institutionen								
		Institutionen															
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	
	Gesamtrelevanz	28%	44%	76%	31%	67%	22%	56%	42%	61%	56%	64%	50%	50%	53%	58%	Rollenrelevanz
S p e z i f i s c h e R e l e v a n z	Business Management	8%	10%	10%	3%	8%	3%	3%	8%	8%	8%	8%	6%	6%	8%	8%	56%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	10%	8%	6%	6%	8%	46%
	Human resources	6%	4%	13%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	55%
	Financial Management	6%	10%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	8%	6%	6%	8%	8%	55%
	Controlling	8%	13%	10%	6%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	58%
	Erfassung (Content Collection)	0%	4%	13%	6%	8%	3%	0%	8%	6%	3%	3%	6%	6%	3%	0%	36%
	Auswertung (Content Provision)	0%	4%	13%	3%	8%	3%	10%	6%	8%	3%	6%	6%	8%	8%	8%	50%
	Anzeige (Serviceprovider)	0%	0%	6%	3%	8%	3%	10%	3%	6%	8%	13%	8%	8%	8%	8%	49%



**Marktphase: Marktdesign Einführungsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**

**Floating Car Data**

<b>M</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>°</b>	<b>A</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>m</b>	<b>e</b>	<b>n</b>
		1	2	2	0	1	0	0	1	1	1	3	1	1	1	1	IERC											
	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM											
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC											
		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	IERC											
	Human resources	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM											
		2	0	3	0	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC											
	Financial Management	1	0	3	0	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	IERC											
		0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	TUM											
	Controlling	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC											
3		3	2	2	3	2	3	1	3	2	2	2	2	2	3	IERC												
Erfassung (Content Collection)	0	0	2	0	0	2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	TUM												
	3	3	3	2	2	2	2	3	2	1	3	3	3	1	2	AC												
Auswertung (Content Provision)	3	3	3	2	2	2	2	3	2	1	3	2	2	1	2	IERC												
	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	2	2	0	0	TUM												
Anzeige (Serviceprovider)	3	3	3	1	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	AC												
	3	3	3	1	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	IERC												
		0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	0	2	2	2	TUM												
		2	0	2	1	3	1	3	1	2	3	2	2	2	0	AC												
		2	0	2	1	3	1	3	1	2	3	2	2	2	0	IERC												
		0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	2	2	0	TUM												

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö		Private Institutionen							
	<b>Institutionen</b>														

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	43%	38%	75%	19%	44%	49%	46%	33%	44%	56%	76%	42%	46%	42%	40%	Rollenrelevanz	43%
	Business	4%	8%	10%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	13%	4%	4%	6%	6%	6%	
	Service-Angebot	0%	0%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	44%	
	Human resources	4%	0%	13%	0%	6%	10%	6%	4%	6%	10%	8%	4%	4%	4%	6%	46%	
	Financial Management	4%	4%	10%	0%	6%	10%	6%	4%	6%	10%	10%	4%	4%	4%	6%	61%	
	Controlling	8%	8%	10%	6%	8%	10%	8%	3%	8%	10%	10%	6%	6%	6%	8%	57%	
	Erfassung (Content Collection)	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	8%	6%	3%	13%	10%	10%	3%	6%	65%	
	Auswertung (Content Provision)	8%	8%	13%	3%	6%	10%	8%	6%	8%	6%	10%	8%	10%	10%	10%	47%	
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	0%	8%	3%	8%	3%	8%	3%	6%	13%	8%	6%	8%	10%	0%		



Marktphase: Marktdesign Einführungsphase

C-ITS Application / Use Case

Hazard Location Notification

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC	3 6 0 • A s s e s s m e n t
		1	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	IERC	
		2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC	
		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	IERC	
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM	
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	1	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM	
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	2	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		3	3	2	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Erfassung (Content Collection)	3	3	3	2	2	0	3	3	2	3	3	3	2	1	2	AC		
	3	3	3	2	2	0	2	3	2	3	2	2	2	1	2	IERC		
	0	0	3	2	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	0	TUM		
Auswertung (Content Provision)	3	2	2	1	3	0	3	2	3	3	2	2	3	3	3	AC		
	3	2	2	1	3	1	3	2	3	2	2	2	2	2	3	IERC		
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	TUM		
Anzeige (Serviceprovider)	3	1	2	1	3	0	3	1	2	3	2	2	1	3	0	AC		
	3	1	2	1	2	0	3	1	2	2	2	2	1	2	0	IERC		
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	TUM		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie		
		Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen										
		Institutionen																

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	49%	51%	81%	33%	57%	15%	54%	39%	53%	61%	60%	43%	46%	47%	47%	Rollenrelevanz
	Business	4%	8%	13%	3%	8%	3%	3%	8%	8%	8%	8%	6%	6%	8%	8%	55%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	7%
	Human resources	6%	4%	13%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	55%
	Financial Management	6%	10%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	53%
	Controlling	8%	13%	10%	6%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	56%
	Erfassung (Content Collection)	8%	8%	13%	8%	6%	0%	10%	8%	6%	8%	10%	10%	8%	3%	6%	59%
	Auswertung (Content Provision)	8%	6%	10%	3%	8%	4%	8%	6%	8%	10%	8%	6%	10%	10%	8%	60%
	Anzeige (Serviceprovider)	8%	3%	10%	3%	10%	0%	8%	3%	6%	10%	8%	6%	6%	10%	0%	47%

**Marktphase: Marktdesign Betriebsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Hazard Location Notification**

<b>M</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC
		0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	IERC
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC
		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	IERC
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC
		1	0	3	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	IERC
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC
1		1	2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	IERC	
0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC	
	3	3	2	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Erfassung (Content Collection)	2	3	3	2	2	0	2	3	2	2	3	3	2	1	2	AC	
	1	1	3	2	1	0	2	1	1	1	2	2	2	0	1	IERC	
	0	0	3	2	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	0	TUM	
Auswertung (Content Provision)	2	1	2	1	3	0	2	2	3	3	2	2	3	3	3	AC	
	1	0	2	0	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	IERC	
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	2	1	2	1	3	0	1	3	3	3	2	1	1	3	0	AC	
	1	0	2	0	2	0	0	0	1	2	2	0	1	2	0	IERC	
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	TUM	
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	
		<b>Gesetzgeber</b>	<b>Baulastträger</b>	<b>Öffentlicher Straßenbetreiber</b>	<b>Straßenverkehrsbehörde (Polizei)</b>	<b>Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)</b>	<b>Broker</b>	<b>Standardisierungsorganisation</b>	<b>Privater Content Owner</b>	<b>Privater Content Provider</b>	<b>Privater Service Provider</b>	<b>Automobilhersteller</b>	<b>Automobilzulieferer</b>	<b>IKT-Industrie</b>	<b>Kommunikationsnetzbetreiber</b>	<b>Verkehrstechnikindustrie</b>	
		<b>Öffentliche Institutionen</b>					<b>P/Ö</b>		<b>Private Institutionen</b>								
		<b>Institutionen</b>															

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	29%	26%	81%	28%	47%	13%	36%	31%	43%	51%	58%	35%	43%	43%	38%	<b>Rollenrelevanz</b>	
	Business	0%	6%	13%	3%	8%	3%	3%	8%	8%	8%	8%	6%	6%	8%	8%		51%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%		7%
	Human resources	4%	0%	13%	4%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	8%	4%	4%	4%	6%		40%
	Financial Management	4%	4%	10%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%		37%
	Controlling	8%	8%	10%	6%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		54%
	Erfassung (Content Collection)	4%	6%	13%	8%	4%	0%	8%	6%	4%	4%	10%	10%	8%	1%	4%		48%
	Auswertung (Content Provision)	4%	1%	10%	1%	6%	4%	4%	4%	6%	10%	8%	4%	10%	10%	6%		47%
	Anzeige (Serviceprovider)	4%	1%	10%	1%	10%	0%	1%	1%	6%	10%	8%	1%	6%	10%	0%		37%

**Marktphase: Marktdesign Einführungsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Road Works Warning**

Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	<b>360° Assessment</b>	
	1	2	2	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1			AC IERC TUM
	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM		
	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0			
Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM		
	2	1	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3			
	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM		
	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3			
	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM		
	3	2	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3			
	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Erfassung (Content Collection)	3	3	3	1	2	1	3	3	2	1	1	1	2	1	2	AC IERC TUM		
	3	2	3	1	2	1	2	3	2	1	1	1	2	1	2			
	0	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
Auswertung (Content Provision)	3	2	2	1	3	2	3	2	3	2	1	1	3	3	3	AC IERC TUM		
	3	2	2	1	3	2	3	2	3	2	1	1	3	3	3			
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0			
Anzeige (Serviceprovider)	3	1	2	1	3	1	3	1	2	3	3	3	1	3	3	AC IERC TUM		
	3	1	2	1	2	1	3	1	2	3	2	1	2	2	2			
	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	3	2	2	2	2			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö		Private Institutionen							
	<b>Institutionen</b>														

Gesamtrelevanz	49%	54%	83%	24%	54%	24%	53%	36%	50%	49%	47%	36%	40%	43%	54%	Rollenrelevanz
Business	4%	10%	10%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%	40%
Service-Angebot	0%	4%	6%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	9%
Human resources	6%	4%	13%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	52%
Financial Management	6%	8%	13%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	54%
Controlling	8%	10%	13%	6%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	56%
Erfassung (Content Collection)	8%	10%	13%	3%	6%	3%	10%	8%	6%	3%	3%	3%	6%	3%	6%	47%
Auswertung (Content Provision)	8%	6%	10%	3%	8%	8%	8%	6%	8%	6%	6%	3%	8%	8%	8%	56%
Anzeige (Serviceprovider)	8%	3%	8%	3%	10%	3%	8%	3%	6%	10%	13%	10%	6%	10%	10%	58%

Marktphase: Marktdesign Betriebsphase

C-ITS Application / Use Case

Road Works Warning

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	
	Service-Angebot	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		1	0	3	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		1	1	3	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		1	1	3	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	AC IERC TUM
0		0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	2	3	3	1	2	1	2	3	2	1	1	1	2	1	2	2	AC IERC TUM	
	1	1	3	0	1	0	2	1	1	1	0	0	1	0	1	1	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	2	1	2	1	3	2	2	3	2	1	1	3	3	3	3	3	AC IERC TUM	
	1	0	2	0	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	2	1	2	1	3	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	AC IERC TUM	
	1	0	2	0	2	0	0	0	1	2	3	2	1	2	2	2	AC IERC TUM	
	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	3	2	2	2	2	2	AC IERC TUM	

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen								
	<b>Institutionen</b>														

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	26%	22%	83%	14%	42%	17%	32%	26%	38%	38%	42%	29%	32%	35%	42%	<b>Rollenrelevanz</b>	
	Business	0%	4%	10%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%		35%
	Service-Angebot	0%	0%	6%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%		6%
	Human resources	4%	0%	13%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%		36%
	Financial Management	4%	4%	13%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%		39%
	Controlling	6%	6%	13%	4%	6%	1%	6%	1%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%		40%
	Erfassung (Content Collection)	4%	6%	13%	1%	4%	1%	8%	6%	4%	1%	1%	1%	4%	1%	4%		33%
	Auswertung (Content Provision)	4%	1%	10%	1%	6%	8%	4%	4%	6%	4%	6%	1%	6%	6%	6%		39%
	Anzeige (Serviceprovider)	4%	1%	8%	1%	10%	1%	1%	1%	6%	10%	13%	10%	6%	10%	10%		49%

Marktphase: Marktdesign Einführungsphase

C-ITS Application / Use Case

Vehicle Speed Harmonization /

Traffic Light Optimal Speed Advisory Vehicle Speed Harmonization /

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC	3 6 0 . A s s e s s m e n t
		1	2	3	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	IERC	
		2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM	
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC	
		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	IERC	
		0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM	
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	1	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM	
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	2	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Controlling	3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		3	3	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Erfassung (Content Collection)	0	0	3	1	3	1	0	3	2	0	1	1	2	1	0	AC		
	0	0	3	1	3	1	1	3	2	0	1	1	2	1	1	IERC		
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	2	TUM		
Auswertung (Content Provision)	0	0	3	1	3	1	3	2	3	0	1	1	2	3	2	AC		
	0	0	2	0	1	0	1	1	1	0	2	1	1	1	1	IERC		
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	TUM		
Anzeige (Serviceprovider)	3	0	1	1	3	1	3	1	2	0	3	3	2	2	3	AC		
	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	2	1	1	1	IERC		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	TUM		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie		
		Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen										
		<b>Institutionen</b>																

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	29%	39%	72%	18%	50%	15%	42%	33%	46%	31%	61%	42%	35%	35%	44%	Rollenrelevanz
	Business	4%	8%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	10%	4%	4%	6%	6%	43%
	Service-Angebot	0%	4%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	9%
	Human resources	6%	4%	13%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	53%
	Financial Management	6%	10%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	53%
	Controlling	8%	13%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	55%
	Erfassung (Content Collection)	0%	0%	13%	3%	8%	3%	4%	8%	6%	0%	6%	6%	6%	3%	4%	36%
	Auswertung (Content Provision)	0%	0%	10%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	0%	8%	6%	4%	6%	4%	33%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	0%	1%	1%	6%	1%	6%	1%	4%	0%	13%	10%	4%	4%	6%	33%

**Marktphase: Marktdesign Betriebsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Vehicle Speed Harmonization /**  
**Traffic Light Optimal Speed Advisory Vehicle Speed Harmonization /**

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM
	Service-Angebot	0	1	3	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	AC IERC TUM
		2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		1	0	3	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	AC IERC TUM
	Financial Management	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AC IERC TUM
		2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AC IERC TUM
	Controlling	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
1		1	2	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
	1	1	3	1	3	1	1	2	2	0	1	1	2	1	0	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	2	AC IERC TUM	
	3	1	3	1	3	1	1	2	3	0	2	2	2	3	2	AC IERC TUM	
	1	0	2	0	1	0	0	1	1	0	2	2	1	1	1	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	AC IERC TUM		
	0	1	1	1	3	1	1	1	2	0	3	3	2	2	3	AC IERC TUM	
	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	2	1	1	1	AC IERC TUM	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	TUM	

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen				P/Ö		Private Institutionen								
	<b>Institutionen</b>														

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	21%	18%	72%	11%	39%	10%	26%	25%	36%	22%	60%	40%	29%	29%	36%	<b>Rollenrelevanz</b>	
	Business	0%	4%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	10%	4%	4%	6%	6%		39%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%		6%
	Human resources	4%	0%	13%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	8%	4%	4%	4%	6%		39%
	Financial Management	4%	4%	10%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%		37%
	Controlling	6%	6%	10%	1%	6%	1%	6%	1%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%		37%
	Erfassung (Content Collection)	1%	1%	13%	1%	6%	1%	6%	4%	4%	0%	6%	6%	4%	1%	4%		31%
	Auswertung (Content Provision)	6%	1%	10%	1%	6%	1%	1%	4%	6%	0%	10%	8%	4%	6%	4%		36%
	Anzeige (Serviceprovider)	0%	1%	1%	1%	6%	1%	1%	1%	4%	0%	13%	10%	4%	4%	6%		29%

Marktphase: Marktdesign Einführungsphase

C-ITS Application / Use Case

Stationary Vehicle Warning

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC	3 6 0 . A s s e s s m e n t
		1	2	3	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	IERC	
		2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC	
		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	IERC	
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM	
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	IERC	
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM	
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	2	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		3	3	2	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Erfassung (Content Collection)	0	2	2	1	2	2	3	3	2	3	3	3	1	3	AC			
	0	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	2	1	3	IERC		
	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	3	2	2	0	0	TUM		
Auswertung (Content Provision)	0	2	3	1	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	AC			
	0	1	3	0	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	IERC			
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	0	TUM			
Anzeige (Serviceprovider)	3	1	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	AC			
	1	0	2	0	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	IERC			
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	TUM			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie		
		Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen										
		<b>Institutionen</b>																

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	29%	44%	75%	24%	46%	26%	43%	35%	42%	54%	58%	38%	46%	42%	44%	Rollenrelevanz
	Business	4%	8%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%	41%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	7%
	Human resources	6%	3%	8%	3%	4%	1%	4%	3%	4%	4%	6%	3%	3%	3%	4%	31%
	Financial Management	6%	10%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	53%
	Controlling	8%	13%	10%	6%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	56%
	Erfassung (Content Collection)	0%	6%	8%	6%	6%	6%	10%	8%	6%	8%	13%	10%	10%	3%	8%	56%
	Auswertung (Content Provision)	0%	4%	13%	1%	6%	8%	6%	6%	6%	10%	10%	6%	8%	10%	6%	52%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	1%	10%	1%	8%	4%	6%	4%	4%	10%	8%	4%	10%	10%	4%	48%

Marktphase: Marktdesign Betriebsphase

C-ITS Application / Use Case

Stationary Vehicle Warning

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM
	Service-Angebot	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		2	2	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Controlling	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		3	3	2	3	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	0	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	3	3	1	3	AC IERC TUM	
	0	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	2	1	3	AC IERC TUM	
	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	3	2	2	0	0	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	0	2	3	1	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	AC IERC TUM	
	0	2	3	1	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	3	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	AC IERC TUM	
	3	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	AC IERC TUM	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen								
	Institutionen														

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	28%	32%	79%	32%	53%	29%	46%	42%	50%	58%	61%	44%	49%	44%	53%	Rollenrelevanz	
	Business	0%	4%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%		36%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%		7%
	Human resources	6%	0%	13%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%		53%
	Financial Management	6%	6%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		51%
	Controlling	8%	8%	10%	8%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		56%
	Erfassung (Content Collection)	0%	6%	8%	6%	6%	6%	8%	8%	6%	8%	13%	10%	10%	3%	8%		56%
	Auswertung (Content Provision)	0%	6%	13%	3%	8%	8%	6%	8%	8%	10%	10%	8%	8%	10%	8%		61%
	Anzeige (Serviceprovider)	8%	3%	10%	3%	8%	6%	6%	6%	6%	10%	8%	6%	10%	10%	6%		55%



**Marktphase: Marktdesign Einführungsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Red Light Violation Warning**

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	2	2	3	3	AC	<b>3 6 0 0 • A s s e s s m e n t</b>	
		1	2	3	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1		IERC
		2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		TUM
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		AC
		0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		IERC
		0	2	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0		TUM
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3		AC
		1	1	3	1	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1		IERC
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		TUM
	Financial Management	2	2	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3		AC
		1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		IERC
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		TUM
	Controlling	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3		AC
		1	3	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1		IERC
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		TUM
Erfassung (Content Collection)	0	0	3	1	3	1	0	3	2	0	1	1	2	1	0	AC		
	0	0	3	1	3	1	1	3	2	0	1	1	2	1	1	IERC		
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	2	2	2	0	0	2	TUM		
Auswertung (Content Provision)	0	0	3	1	3	1	3	2	3	0	1	1	2	3	2	AC		
	0	0	2	1	3	1	3	2	3	0	2	1	2	3	2	IERC		
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	TUM		
Anzeige (Serviceprovider)	3	0	1	1	3	1	3	1	2	0	3	3	2	2	3	AC		
	3	0	1	1	3	1	3	1	2	0	3	2	2	2	3	IERC		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	TUM		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie			
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen											
	<b>Institutionen</b>																	

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	26%	39%	74%	25%	47%	14%	39%	32%	42%	22%	58%	38%	33%	35%	40%	Rollenrelevanz
	Business	4%	8%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	10%	4%	4%	6%	6%	43%
	Service-Angebot	0%	4%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	8%
	Human resources	4%	4%	13%	4%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	8%	4%	4%	4%	6%	42%
	Financial Management	4%	10%	10%	4%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	41%
	Controlling	6%	13%	10%	6%	6%	1%	6%	1%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	43%
	Erfassung (Content Collection)	0%	0%	13%	3%	8%	3%	4%	8%	6%	0%	6%	6%	6%	3%	4%	36%
	Auswertung (Content Provision)	0%	0%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	0%	8%	6%	6%	8%	6%	42%
	Anzeige (Serviceprovider)	8%	0%	3%	3%	8%	3%	8%	3%	6%	0%	13%	10%	6%	6%	8%	44%

Marktphase: Marktdesign Betriebsphase

C-ITS Application / Use Case

Red Light Violation Warning

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM
	Service-Angebot	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		2	0	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Financial Management	2	2	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		2	2	2	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Controlling	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		3	3	2	3	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	1	1	3	1	3	1	1	2	2	0	1	1	2	1	0	AC IERC TUM	
	1	1	3	1	3	1	1	2	2	0	1	1	2	1	1	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	2	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	3	1	3	1	3	1	1	2	3	0	2	2	2	3	2	AC IERC TUM	
	3	1	2	1	3	1	1	2	3	0	2	2	2	3	2	AC IERC TUM	
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	0	1	1	1	3	1	1	1	2	0	3	3	2	2	3	AC IERC TUM	
	0	1	1	1	3	1	1	1	2	0	3	2	2	2	3	AC IERC TUM	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	AC IERC TUM	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen								
	Institutionen														

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	31%	26%	74%	32%	56%	18%	38%	33%	50%	31%	63%	44%	38%	39%	49%	Rollenrelevanz
	Business	0%	4%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	10%	4%	4%	6%	6%	39%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	7%
	Human resources	6%	0%	13%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	53%
	Financial Management	6%	6%	10%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	53%
	Controlling	8%	8%	10%	8%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	56%
	Erfassung (Content Collection)	3%	3%	13%	3%	8%	3%	6%	6%	6%	0%	6%	6%	6%	3%	4%	39%
	Auswertung (Content Provision)	8%	3%	10%	3%	8%	3%	3%	6%	8%	0%	10%	8%	6%	8%	6%	47%
	Anzeige (Serviceprovider)	0%	3%	3%	3%	8%	3%	3%	3%	6%	0%	13%	10%	6%	6%	8%	39%

**Marktphase: Marktdesign Einführungsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Cooperative Vehicle-highway Automation System (Platooning)**

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC	<b>360° Assessment</b>		
		1	2	2	0	1	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1		IERC	
		2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		TUM	
	Service-Angebot	0	0	0	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		AC	
		0	1	1	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		IERC	
		0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		TUM	
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		AC	
		2	1	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3		IERC	
		0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		TUM	
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3		AC	
		2	2	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3		IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		TUM	
	Controlling	3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3		AC	
		3	3	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3		IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		TUM	
Erfassung (Content Collection)	3	3	3	1	2	2	2	3	2	1	3	3	3	1	2	2	AC			
	3	3	2	1	2	2	2	3	2	1	3	2	2	1	2	2	IERC			
	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	3	2	2	0	2	TUM			
Auswertung (Content Provision)	3	3	3	1	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	AC			
	3	3	2	1	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	IERC			
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	TUM			
Anzeige (Serviceprovider)	2	0	2	1	3	1	3	1	2	3	2	2	2	3	0	0	AC			
	2	0	2	1	3	1	3	1	2	3	2	2	2	3	0	0	IERC			
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	TUM			
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>				
		<b>Gesetzgeber</b>	<b>Baulastträger</b>	<b>Öffentlicher Straßenbetreiber</b>	<b>Straßenverkehrsbehörde (Polizei)</b>	<b>Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)</b>	<b>Broker</b>	<b>Standardisierungsorganisation</b>	<b>Privater Content Owner</b>	<b>Privater Content Provider</b>	<b>Privater Service Provider</b>	<b>Automobilhersteller</b>	<b>Automobilzulieferer</b>	<b>IKT-Industrie</b>	<b>Kommunikationsnetzbetreiber</b>	<b>Verkehrstechnikindustrie</b>				
		<b>Öffentliche Institutionen</b>					<b>P/Ö</b>	<b>Private Institutionen</b>												
		<b>Institutionen</b>																		

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	46%	57%	71%	21%	58%	29%	60%	39%	58%	56%	81%	54%	51%	47%	56%	Rollenrelevanz
	Business	4%	10%	10%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	10%	4%	4%	6%	6%	42%
	Service-Angebot	0%	4%	4%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	10%	6%	6%	6%	8%	47%
	Human resources	6%	4%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	10%	6%	6%	6%	8%	53%
	Financial Management	6%	10%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	53%
	Controlling	8%	13%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%	56%
	Erfassung (Content Collection)	8%	8%	10%	3%	6%	6%	8%	8%	6%	3%	13%	10%	10%	3%	8%	58%
	Auswertung (Content Provision)	8%	8%	10%	3%	6%	8%	8%	6%	8%	6%	13%	10%	10%	8%	8%	64%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	0%	8%	3%	8%	3%	8%	3%	6%	8%	10%	8%	6%	8%	0%	45%

**Marktphase: Marktdesign Betriebsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Cooperative Vehicle-highway Automation System (Platooning)**

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	
	Service-Angebot	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	0	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		2	0	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Financial Management	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		2	0	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Controlling	3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
		3	3	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM
0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	3	3	3	1	2	2	2	3	2	1	3	3	3	1	2	2	AC IERC TUM	
	3	3	2	1	2	2	2	3	2	1	3	2	2	1	2	2	AC IERC TUM	
	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	3	2	2	0	2	2	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	3	3	3	1	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	AC IERC TUM	
	3	3	2	1	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	AC IERC TUM	
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	2	0	2	1	3	1	1	1	2	3	3	3	3	3	0	0	AC IERC TUM	
	2	0	2	1	3	1	1	1	2	3	3	2	3	3	0	0	AC IERC TUM	
	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	AC IERC TUM	

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen								
	<b>Institutionen</b>														

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	42%	31%	71%	22%	61%	31%	53%	44%	61%	58%	83%	57%	56%	50%	58%	<b>Rollenrelevanz</b>	
	Business	0%	6%	10%	3%	8%	3%	3%	8%	8%	8%	10%	6%	6%	8%	8%		50%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	10%	6%	6%	6%	8%		44%
	Human resources	6%	0%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	10%	6%	6%	6%	8%		50%
	Financial Management	6%	0%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%		50%
	Controlling	8%	8%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%		54%
	Erfassung (Content Collection)	8%	8%	10%	3%	6%	6%	8%	8%	6%	3%	13%	10%	10%	3%	8%		58%
	Auswertung (Content Provision)	8%	8%	10%	3%	6%	8%	6%	6%	8%	6%	13%	10%	10%	8%	8%		62%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	0%	8%	3%	8%	3%	3%	3%	6%	8%	13%	10%	8%	8%	0%		46%

Marktphase: Marktdesign Einführungsphase

C-ITS Application / Use Case

Traffic Information and Recommended Itinerary

Metrolen	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
		0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	2	1	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3			
Financial Management	0	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Controlling	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	2	3			
Erfassung (Content Collection)	1	3	2	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Auswertung (Content Provision)	3	3	3	1	2	3	3	3	3	2	3	0	3	3	3	3	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	3	3	3	1	2	2	2	3	3	2	2	0	3	2	3	3			
Anzeige (Serviceprovider)	0	0	3	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	2	0	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	2	0	2	1	3	1	3	1	2	3	2	0	2	3	0	0			
	2	0	2	1	2	1	2	1	2	2	2	0	2	2	0	0	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	0	0	0	0	2	0	2	0	2	3	0	0	2	2	0	0	AC IERC TUM	3 6 0 .	A s s e s s m e n t
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie				
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen												
	Institutionen																		

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rollenrelevanz
Gesamtrelevanz	35%	49%	79%	18%	44%	24%	49%	33%	43%	42%	54%	18%	38%	40%	38%	39%	
Business	0%	8%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%	6%	
Service-Angebot	0%	0%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	6%	
Human resources	6%	4%	13%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	52%	
Financial Management	4%	10%	10%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	40%	
Controlling	6%	13%	10%	1%	6%	1%	6%	1%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	41%	
Erfassung (Content Collection)	6%	6%	13%	4%	4%	4%	8%	6%	4%	1%	10%	0%	6%	1%	4%	41%	
Auswertung (Content Provision)	8%	8%	13%	3%	6%	10%	10%	8%	8%	6%	10%	0%	8%	10%	8%	61%	
Anzeige (Serviceprovider)	6%	0%	6%	3%	10%	3%	10%	3%	6%	10%	10%	0%	6%	10%	0%	42%	

Marktphase: Marktdesign Betriebsphase

C-ITS Application / Use Case

Traffic Information and Recommended Itinerary

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	
	Service-Angebot	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		2	2	2	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Controlling	3	3	3	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		3	3	2	1	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	3	3	3	2	2	2	2	3	2	1	3	0	3	1	2	2	AC IERC TUM	
	3	3	3	2	2	2	2	3	2	1	2	0	3	1	2	2	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	3	3	3	1	2	3	2	2	3	2	3	0	3	3	3	3	AC IERC TUM	
	3	3	3	1	2	2	2	2	3	2	2	0	3	2	3	3	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	2	0	2	1	3	1	1	1	2	3	3	0	3	3	0	0	AC IERC TUM	
	2	0	2	1	2	1	1	1	2	2	3	0	3	2	0	0	AC IERC TUM	
	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2	3	0	0	2	0	0	AC IERC TUM	

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen								
	<b>Institutionen</b>														

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	42%	35%	79%	24%	51%	28%	49%	36%	50%	49%	60%	21%	46%	44%	44%	<b>Rollenrelevanz</b>	
	Business	0%	4%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%		36%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%		7%
	Human resources	6%	0%	13%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		50%
	Financial Management	6%	6%	10%	3%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		51%
	Controlling	8%	8%	10%	3%	8%	3%	8%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		53%
	Erfassung (Content Collection)	8%	8%	13%	6%	6%	6%	8%	8%	6%	3%	10%	0%	8%	3%	6%		52%
	Auswertung (Content Provision)	8%	8%	13%	3%	6%	10%	8%	6%	8%	6%	10%	0%	8%	10%	8%		59%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	0%	6%	3%	10%	3%	6%	3%	6%	10%	13%	0%	8%	10%	0%		43%

**Marktphase: Marktdesign Einführungsphase**  
**C-ITS Application / Use Case**  
**Traffic Jam Warning**

<b>M e t a - R o l l e n</b>	Business Management	0	2	3	1	3	1	1	3	3	3	2	2	3	3	AC	<b>360° Assessment</b>
		1	2	3	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	IERC	
		2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Service-Angebot	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC	
		0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	IERC	
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM	
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	3	AC	
		1	1	3	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	IERC	
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	TUM	
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	3	AC	
		1	2	2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	3	AC	
		1	3	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Erfassung (Content Collection)	3	3	3	2	2	0	3	3	2	3	3	2	1	2	AC		
	1	1	3	1	1	0	2	1	1	1	2	2	2	1	IERC		
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	TUM		
Auswertung (Content Provision)	3	2	2	1	3	0	3	2	3	3	2	3	3	3	AC		
	1	1	2	0	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	IERC		
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	0	TUM		
Anzeige (Serviceprovider)	3	1	2	1	3	1	3	1	2	3	2	2	1	3	AC		
	1	0	2	0	2	0	1	0	1	2	2	1	1	2	IERC		
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	TUM		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>		
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie		
	Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen										
	<b>Institutionen</b>																

<b>Spezifische Relevanz</b>	Gesamtrelevanz	35%	46%	81%	17%	42%	11%	39%	26%	36%	47%	54%	35%	40%	39%	32%	Rollenrelevanz
	Business	4%	8%	13%	1%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%	41%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	6%
	Human resources	4%	4%	13%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	8%	4%	4%	4%	6%	41%
	Financial Management	4%	10%	10%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	40%
	Controlling	6%	13%	10%	4%	6%	1%	6%	1%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	42%
	Erfassung (Content Collection)	6%	6%	13%	4%	4%	0%	10%	6%	4%	6%	10%	10%	8%	1%	4%	48%
	Auswertung (Content Provision)	6%	4%	10%	1%	6%	4%	6%	4%	6%	10%	8%	4%	10%	10%	6%	50%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	1%	10%	1%	10%	1%	6%	1%	4%	10%	8%	4%	6%	10%	0%	41%

Marktphase: Marktdesign Betriebsphase

C-ITS Application / Use Case

Traffic Jam Warning

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	1	3	1	3	3	3	3	3	2	2	3	3	AC IERC TUM	
	Service-Angebot	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Human resources	2	0	3	1	3	1	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		2	0	3	1	3	1	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Financial Management	2	2	3	1	3	1	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		2	2	2	1	3	1	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM
	Controlling	3	3	3	2	3	1	1	1	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
		3	3	2	2	3	1	1	1	3	3	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM
0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC IERC TUM	
Erfassung (Content Collection)	2	3	3	2	2	0	3	3	2	2	3	3	2	1	2	2	AC IERC TUM	
	2	3	3	2	2	0	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	AC IERC TUM	
Auswertung (Content Provision)	2	1	2	1	3	0	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	AC IERC TUM	
	2	1	2	1	3	1	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0	AC IERC TUM	
Anzeige (Serviceprovider)	2	1	2	1	3	1	1	1	3	3	2	1	1	3	0	0	AC IERC TUM	
	2	1	2	1	2	1	1	1	3	2	2	1	1	2	0	0	AC IERC TUM	
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0	AC IERC TUM	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie
	Öffentliche Institutionen				P/Ö	Private Institutionen									
	Institutionen														

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	36%	32%	81%	25%	54%	17%	38%	36%	53%	56%	57%	39%	44%	44%	44%	Rollenrelevanz	
	Business	0%	4%	13%	1%	6%	1%	6%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%		39%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%		6%
	Human resources	6%	0%	13%	3%	8%	3%	6%	6%	8%	8%	8%	6%	6%	6%	8%		50%
	Financial Management	6%	6%	10%	3%	8%	3%	6%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		50%
	Controlling	8%	8%	10%	6%	8%	3%	3%	3%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%		51%
	Erfassung (Content Collection)	6%	8%	13%	6%	6%	0%	10%	8%	6%	6%	10%	10%	8%	3%	6%		55%
	Auswertung (Content Provision)	6%	3%	10%	3%	8%	4%	6%	6%	8%	10%	8%	6%	10%	10%	8%		56%
	Anzeige (Serviceprovider)	6%	3%	10%	3%	10%	3%	3%	3%	8%	10%	8%	3%	6%	10%	0%		44%



Marktphase: Marktdesign Einführungsphase

C-ITS Application / Use Case

Wrong-Way Driver Warning

M e t a - R o l l e n	Business Management	0	2	3	2	3	1	1	3	3	3	3	2	2	3	3	AC	3 6 0 . A s s e s s m e n t
		1	2	3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	IERC	
		2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Service-Angebot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	AC	
		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	IERC	
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	TUM	
	Human resources	2	0	3	1	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		1	1	3	0	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	IERC	
		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	TUM	
	Financial Management	2	2	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		2	2	2	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	2	3	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
	Controlling	3	3	3	2	3	1	3	1	3	3	2	2	2	2	3	AC	
		1	3	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	IERC	
		0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TUM	
Erfassung (Content Collection)	0	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	1	3	AC			
	0	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	3	IERC		
	0	0	3	2	0	0	0	2	0	0	2	2	2	0	0	TUM		
Auswertung (Content Provision)	0	2	3	1	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	AC			
	0	1	3	0	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	IERC		
	0	0	3	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	TUM		
Anzeige (Serviceprovider)	3	1	2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	AC			
	3	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	IERC			
	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	TUM		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		Gesetzgeber	Baulastträger	Öffentlicher Straßenbetreiber	Straßenverkehrsbehörde (Polizei)	Öffentlicher Service Provider (Rundfunk, Wetterdienst)	Broker	Standardisierungsorganisation	Privater Content Owner	Privater Content Provider	Privater Service Provider	Automobilhersteller	Automobilzulieferer	IKT-Industrie	Kommunikationsnetzbetreiber	Verkehrstechnikindustrie		
		Öffentliche Institutionen					P/Ö	Private Institutionen										
		Institutionen																

Spezifische Relevanz	Gesamtrelevanz	28%	47%	81%	28%	44%	26%	44%	36%	42%	53%	57%	39%	46%	42%	44%	Rollenrelevanz
	Business	4%	8%	13%	4%	6%	1%	1%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	6%	6%	42%
	Service-Angebot	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	5%
	Human resources	4%	4%	13%	1%	6%	1%	6%	4%	6%	6%	8%	4%	4%	4%	6%	41%
	Financial Management	6%	10%	10%	6%	8%	3%	8%	6%	8%	8%	6%	6%	6%	6%	8%	55%
	Controlling	6%	13%	10%	4%	6%	1%	6%	1%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	6%	42%
	Erfassung (Content Collection)	0%	6%	10%	8%	6%	6%	10%	8%	6%	8%	10%	10%	10%	3%	8%	57%
	Auswertung (Content Provision)	0%	4%	13%	1%	6%	8%	6%	6%	6%	10%	10%	6%	8%	10%	6%	52%
	Anzeige (Serviceprovider)	8%	3%	10%	3%	8%	6%	8%	6%	6%	10%	8%	6%	10%	10%	6%	56%