

IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

**Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

bast

IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Projektnummer

03.0531

Hanfried Albrecht

AlbrechtConsult GmbH
Aachen

Jessica Rausch
Achim Reußwig
Susanne Schulz

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt/Main

Heiko Böhme

Amt für Verkehrsmanagement
Stadt Düsseldorf

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach

April 2022

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

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

**IVS-Referenzarchitektur
für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement**

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

**Projekt FE 03.0531/2011/IRB
Schlussbericht**

**Hanfried Albrecht
AlbrechtConsult GmbH, Aachen**

**Dr.-Ing. Jessica Rausch
Dr.-Ing. Achim Reußwig
Susanne Schulz**

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement, Frankfurt am Main

**Heiko Böhme
Amt für Verkehrsmanagement, Stadt Düsseldorf**

30.09.2018

Version 01-00-00

Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	Problemstellung	3
1.2	Ziel	3
1.2.1	Entwicklung einer IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	3
1.2.2	Schwerpunkt	5
1.3	Bestandsaufnahme und -analyse für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement (Bottom-Up-Analyse)	5
1.3.1	Politikhintergrund	5
1.3.2	Aktuelles Kernwissen über bestehende Realisierungen und Darstellungsformen zu zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement (Bottom Up-Analyse)	5
1.3.3	Typisierung von zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement (Entwicklung von Profilen relevanter Domänen und Anwendungsfelder)	6
1.4	Vorgehen	6
1.5	Aufbau des Dokuments	6
2	Das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste als Grundlage	7
2.1	Einführung	7
2.2	RAIM-Konzepte, Begriffe und Erläuterungen	7
2.3	Anwendung von RAIM	8
3	Vorbereitungsphase	11
3.1	Steuerungs- und Unterstützungsframeworks	11
3.2	IVS-Glossar	12
3.3	Architekturprinzipien	13
4	Phase A - Architektur Vision	14
4.1	Aufsetzen eines IVS-Architekturprojekts für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	14
4.1.1	Einführung	14
4.1.2	IVS-Domäne zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	14
4.1.3	IVS-Dienste(-kategorien) für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	14
4.1.4	Allgemeine Beschreibung	15
4.2	Erfassen und Beschreibung von IVS-Rollen	20
4.2.1	Einführung	20
4.2.2	IVS-Rollen-Map und IVS-Rollen Power-Grid für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	20
4.2.3	IVS-Business Szenarios und IVS-Anforderungen an IVS-Rollen für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	22
4.3	IVS-Leitbilder	24
4.4	IVS-Geschäftsziele	24
4.5	IVS-Capabilities	25
4.6	Erstellen der IVS-Architektur Vision	25
4.7	Wertbeitrag und KPI's von IVS-Architektur	26
4.8	Risiken der Einführung einer IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	26
4.8.1	Einführung	26
4.8.2	Darstellung der Risiken	27
5	Phase B - Geschäftsarchitektur	28
5.1	Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Geschäftsarchitektur	28

5.1.1	Einleitung	28
5.1.2	Darstellung der IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	28
5.2	Ausgangssituation der IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	28
5.2.1	Einführung	28
5.2.2	Ausgangssituation - Sicht Wertschöpfungsnetzwerk	29
5.2.3	Ausgangssituation - Sicht Governance	30
5.2.4	Ausgangssituation - Sicht Geschäftsprozesse	31
5.3	Zielsituation der IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	33
5.3.1	Einführung	33
5.3.2	Zielsituation - Sicht Wertschöpfungsnetzwerk	33
5.3.3	Zielsituation - Sicht Governance	34
5.3.4	Zielsituation - Sicht Geschäftsprozesse	35
5.4	Gap-Analyse für die IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	37
5.5	IVS-Geschäftsarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap	37
6	Phase C.1 - IVS-Datenarchitektur	40
6.1	Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Datenarchitektur	40
6.1.1	Einführung	40
6.1.2	Zuständigkeitsübergreifende Elemente im Szenario Stadt - Fernstraße	41
6.1.3	Zuständigkeitsübergreifende Elemente im Szenario Fernstraße - Fernstraße	41
6.2	Ausgangssituation der IVS-Datenarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	43
6.2.1	Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - IVS-Informationsobjekte	43
6.2.2	Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - IVS-Datenmodelle	44
6.2.3	Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - IVS-Ortsreferenzierungen	45
6.2.4	Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - Matrix IVS-Informationsobjekte/Datenmodelle	45
6.2.5	Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - Matrix IVS-Datenmodelle/IVS-Ortsreferenzierungen	46
6.3	Zielsituation und Gap-Analyse der IVS-Datenarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	46
6.4	IVS-Datenarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	48
7	Phase C.2 - IVS-Anwendungsarchitektur	49
7.1	Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Anwendungsarchitektur	49
7.2	Ausgangssituation der IVS-Anwendungsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	49
7.3	Zielsituation und Gap-Analyse der IVS-Anwendungsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement	51
7.4	IVS-Anwendungsarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap	53
8	Ausblick auf die Phasen D bis H und das Anforderungsmanagement	55
9	Zusammenfassung	56
10	Abbildungsverzeichnis	58
11	Tabellenverzeichnis	59
12	Literaturverzeichnis	0

Anhang: englische Version

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Intelligente Verkehrssystem-Dienste (IVS-Dienste) bilden heute in den verschiedensten Anwendungsbereichen des Straßenverkehrs eine wichtige technologische und organisatorische Basis. Die durch die zunehmende Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnik getriebene Vernetzung dieser Systeme stellen neue Herausforderungen an die Einführung neuer und Integration bestehender IVS-Dienste. Zur Sicherstellung einer intelligenten Mobilität in Deutschland und Europa ist die Durchgängigkeit von Informationen und eine einhergehende Integration der entsprechenden Systeme eine wichtige Voraussetzung. Neben der oftmals im Vordergrund stehenden technischen Sichtweise sind vor allem auch die inhaltliche und organisatorische Kooperation zwischen den mit der Erbringung von Mobilitätsdienstleistungen befassten Akteuren zu betrachten.

Intelligente Mobilität mit für die Reisenden durchgängigen Angeboten erfordert insbesondere, dass die beteiligten Akteure gemeinsame inhaltliche Zielsetzungen formulieren. Hierzu ist ein gegenseitiges Verständnis der jeweiligen Aufgaben sowie der für die Aufgabenerbringung etablierten Prozesse notwendig. Auf der Basis eines gemeinsamen Verständnisses gilt es dann, die erforderlichen Schnittstellen und Prozesse inhaltlich, organisatorisch und technisch festzulegen und zu implementieren.

Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement ist die Beeinflussung des Verkehrsgeschehens durch vorab abgestimmte Strategien zur räumlichen, zeitlichen und modalen Verlagerung des Verkehrs über die Grenzen von Zuständigkeiten hinweg. Dabei kann eine Strategie als zuständigkeitsübergreifend bezeichnet werden, wenn diese ohne Partner und dessen Zuständigkeit bspw. bezüglich der Aktorik und/oder der Sensorik und/oder der Alternativrouten oder Teile davon nicht angeboten werden kann. Dieses Verständnis beschränkt sich nicht nur auf die Kooperationen zwischen öffentlichen Straßenbetreibern, sondern bezieht auch die Möglichkeit von Kooperationen zwischen verschiedenen Verkehrsträgern mit ein. Darüber hinaus können auch Schnittstellen zu privaten Akteuren im Verkehrsmanagement bestehen. Eine unverzichtbare Voraussetzung für das Zustandekommen eines zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements ist der Kooperationswille der beteiligten Organisationen bzw. Institutionen.

1.2 Ziel

1.2.1 Entwicklung einer IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer national verbindlich eingeführten IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement zur Sicherstellung eines koordinierten und harmonisierten Vorgehens bei der Einführung und Nutzung neuer und der Vernetzung bestehender IVS-Dienste im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement.

Wesentliche Aufgaben sind dabei die Entwicklung grundlegender Festlegungen

- für Begriffe, Normen, Mechanismen und Technologien, die erforderlich sind, um die Interoperabilität der auf verschiedenen Ebenen arbeitenden, verteilt kommunizierenden Anwendungen und Komponenten zu sichern und
- für Geschäftsmodelle und Organisationsformen (Rollenmodelle) und daraus resultierenden Anforderungen an die Geschäftsprozessmodellierung im Gestaltungsbereich des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements.

Mit einer nationalen IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement soll ein Modell für regionale und überregionale Kooperationen und Kollaborationen öffentlicher Straßenbetreiber und Service-Provider verbindlich eingeführt werden. Sie unterstützt nicht nur den harmonisierten Aufbau hoheitsspezifischer IVS-Verkehrsmanagement-Dienste mit verbesserter

Interoperabilität und Kontinuität, sie formuliert auch die Anforderungen an die IVS-Architektur von grenzüberschreitendem Verkehrsmanagement aus deutscher Sicht.

Folgende Erwartungen werden an die IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement gestellt:

- Schaffung eines allseits akzeptierten Verständnisses von Verkehrsmanagement (Semantik) als Voraussetzung für zuständigkeitsübergreifende und für den Verkehrsteilnehmer durchgängige IVS-Verkehrsmanagement-Dienste/Dienstprofile sowie zur Erleichterung der Entwicklung und Einführung von IVS-Diensten im zuständigkeitsübergreifenden Kontext.
- Entwicklung von funktionalen, organisatorischen und technischen Anforderungsprofilen für die Harmonisierung der Kooperation und Kollaboration öffentlicher Straßenbetreiber und Service-Provider und für die Interoperabilität ihrer Systeme.
- Schaffung eines für den Verkehrsteilnehmer wahrnehmbaren zusätzlichen Nutzens durch die Überwindung von zuständigkeitsbedingten Brüchen in der Bereitstellung von IVS-Verkehrsmanagement-Diensten und in deren Wahrnehmung durch den Verkehrsteilnehmer (sog. Common Look & Feel).

Basierend darauf bedeutet eine Verankerung der zuständigkeitsübergreifenden Anforderungen als Bestandteil von Ausschreibungen eine Erhöhung der Planungs- und Investitionssicherheit für Straßenbetreiber und Service-Provider, sowie die Industrie zur Vermeidung technologischer „Insellösungen“.

Generell sind alle Stakeholder und Akteure, die am Zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement beteiligt sind, die Schnittstellen dazu haben oder sich in sonstiger Weise damit befassen, von der IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement betroffen:

- Stakeholder und Akteure, die die Rolle und Sicht hoheitlich souveräner Straßenbetreiber einnehmen und für den Betrieb des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements verantwortlich sind.
- Stakeholder und Akteure, die beim zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement Schnittstellen zu souveränen Straßenbetreibern haben.
- Sonstige Stakeholder und Akteure, die sich mit dem Wissensgebiet des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements befassen.

Externe Stakeholder sollten im Rahmen des Daten-, Informations- und Strategieaustausches in den Prozess des Verkehrsmanagements integriert werden. Dieser Austausch sollte über den nationalen Zugangspunkt, den Mobilitätsdaten Marktplatz des Bundes (MDM), erfolgen. Besonderer Fokus wird hierbei auf private Navigationsdienstleister gelegt.

Zudem kann festgehalten werden, dass mit einer „IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ den beteiligten Akteuren der Aufbau von Organisationsstrukturen der Zusammenarbeit unter Rückgriff auf bewährte Modelle sowie ein angemessener technischer Verbund ihrer Systeme unter Nutzung von Interoperabilitäts-Standards wesentlich erleichtert werden. Durch die Nutzung einheitlicher Definitionen und Begriffsbestimmungen (siehe auch [IVS-Glossar - Begriffsdefinitionen „Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“](#)) wird das gemeinsame Verständnis verschiedener Stakeholder und Akteure gefördert.

Dies führt insgesamt dazu, dass die Entwicklung und Anwendung zuständigkeitsübergreifender Strategien gefördert und die Qualität der darin enthaltenen Maßnahmen erheblich gesteigert werden kann, insbesondere durch:

- Erhöhung der Leistungsfähigkeit mittels besserer Ausnutzung der Kapazitäten regionaler bzw. überregionaler Verkehrsnetze und Korridore.
- Verringerung der volkswirtschaftlichen Verluste und Umweltbelastungen durch Reduzierung von Staus.

- Erhöhung der Verkehrssicherheit, indem durch abgestimmte großräumige Maßnahmen die Verfügbarkeit des Verkehrsnetzes optimiert und der Verkehrsfluss aufrechterhalten werden kann.

1.2.2 Schwerpunkt

Die im Zuge des Nationalen Projekts IVS-Architektur Straße betrachteten IVS-Dienste des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements wurden aus Sicht des öffentlichen Straßenbetreibers (Stadt und Fernstraßen) betrachtet. So ist das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement die Verkehrsbeeinflussung durch Strategien mit dem Ziel, die Verkehrsnachfrage und das Angebot an Verkehrssystemen über die Grenzen von hoheitlich eigenständigen Baulasträgern und Betreibern hinweg optimal aufeinander abzustimmen. Der Betrachtungsschwerpunkt der IVS Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement ist in Bild 1 dargestellt.

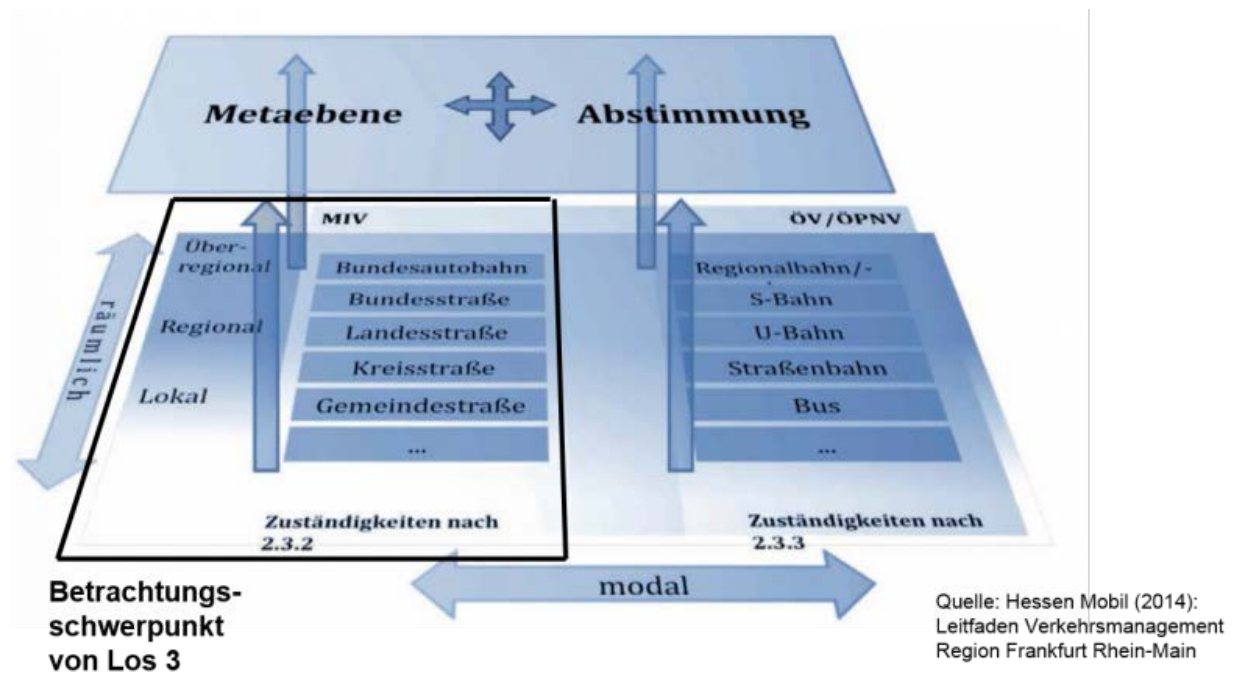


Bild 1: Eingrenzung der Betrachtung der IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

1.3 Bestandsaufnahme und -analyse für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement (Bottom-Up-Analyse)

1.3.1 Politik hintergrund

Der erste Teil der Bestandsaufnahme und -analyse widmete sich der Analyse des [Politik hintergrund für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#) für die folgenden Ebenen:

- Europäische Ebene
- Nationale Ebene
- Politik hintergrund Fernstraße
- Politik hintergrund Stadt

1.3.2 Aktuelles Kernwissen über bestehende Realisierungen und Darstellungsformen zu zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement (Bottom Up-Analyse)

Im weiteren Verlauf der Bestandsaufnahme und -analyse wurden bestehende Architekturansätze von Realisierungen von Zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement unter die Lupe genommen und die Ergebnisse mit der „TOGAF-Brille“ den verschiedenen Architektur-Domänen zugeordnet:

- [Literatur und Standards im Kontext zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#)
- [Beispiele für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#)
- [Internationale Quellen mit Beispielen für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#)

1.3.3 Typisierung von zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement (Entwicklung von Profilen relevanter Domänen und Anwendungsfelder)

Als Ergebnis der Bestandsaufnahme und -analyse wurden mit Blick auf die zu erstellende IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement erste Typisierungen als Grundlagen erarbeitet. Im weiteren Verlauf wurden diese angepasst und vervollständigt:

- [Interpretation des IVS-Leitbild "Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement"](#)
- [Definition der IVS-Domäne "Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement"](#)
- [Erläuterung von IVS-Business-Szenarien "Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement"](#)
- [Analyse der IVS-Rollen "Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement"](#)
- [Grundlagen für das IVS-Glossar "Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement"](#)

1.4 Vorgehen

Im Zuge der Erstellung des Rahmenwerks für IVS-Architektur in Deutschland (RAIM) im Projekt FE 03.0483/2011/IRB wurde das RAIM-Vorgehensmodell für die Erstellung von IVS-Architekturen und IVS-Referenzarchitekturen entwickelt, das auf der Architecture Development Method (ADM) des The Open Group Architecture Framework (siehe TOGAF) basiert. Dabei wurden die Schritte der einzelnen TOGAF-ADM-Phasen auf die Gegebenheiten von organisationsübergreifenden Architekturen für IVS-Dienste angepasst. Parallel dazu wurde das RAIM-Vorgehensmodell mit der Erstellung dreier IVS-Referenzarchitekturen getestet. Durch wiederkehrende Optimierungen im RAIM-Vorgehensmodell während seiner Erstellung hin zur Version 1.0 kann es vorkommen, dass in der vorliegenden IVS-Referenzarchitektur auch trotz einiger Nacharbeiten Teile nicht absolut konform zur letzten Version des RAIM-Vorgehensmodells sind.

Dieses Dokument beschreibt die IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement ebenfalls in Version 1.0. Eine Fortschreibung und dynamische Weiterentwicklung der IVS-Referenzarchitektur basierend auf Erfahrungen aus weiteren Projekten, die die IVS-Referenzarchitektur anwenden, wird angestrebt. Das IVS-Architektur-Wiki, abrufbar unter www.its-architektur.de, macht die aktuelle Version immer zugänglich und ermöglicht eine Beteiligung aller Interessierten.

1.5 Aufbau des Dokuments

RAIM diente für die Erstellung dieser IVS-Referenzarchitektur als Grundlage. Für die Erstellung einer IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes im Bereich von Zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement bietet RAIM ebenso – zusammen mit der IVS-Referenzarchitektur – Unterstützung und Hilfestellung. Einen kurzen Überblick über RAIM gibt Kapitel 2. In den Kapiteln 3, 4, 5, 6 und 7 wird die IVS-Referenzarchitektur mit den Ergebnissen der bearbeiteten Phasen des RAIM-Vorgehensmodells (Vorbereitungsphase, Phasen A, B, C) beschrieben. Kapitel 8 gibt einen Ausblick auf die nicht bearbeiteten Phasen, die für eine IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes ebenfalls wichtig werden. Kapitel 9 fasst die wesentlichen Ergebnisse und die Bedeutung der IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement zusammen.

An vielen Stellen bietet dieses Dokument die Möglichkeit, mit Links auf das IVS-Architektur-Wiki direkt auf Erläuterungen und Informationen zuzugreifen. Es wird daher die elektronische Version des Dokuments empfohlen, um alle Möglichkeiten der Querverweise vollständig ausschöpfen zu können.

2 Das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste als Grundlage

2.1 Einführung

Das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste (RAIM) bietet umfassende Unterstützung bei der Erstellung einer IVS-Referenzarchitektur oder einer IVS-Architektur eines realen Dienstes. Die Erarbeitung der vorliegenden IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement wurde parallel zur Entwicklung von RAIM erarbeitet. Die Arbeit diente damit als Test der RAIM-Konzepte und des RAIM-Vorgehensmodells. Da die Erfahrungen direkt wieder in RAIM eingebracht wurden, wurden einige Aspekte der vorliegenden IVS-Referenzarchitektur nicht nach dem neuesten Stand von RAIM erarbeitet.

Dieses Kapitel bietet einen kurzen Überblick über RAIM in seiner aktuellen Version 1.0 und beschreibt, wie es für die Erarbeitung der vorliegenden IVS-Referenzarchitektur verwendet wurde. Eine umfassende Dokumentation von RAIM 1.0 ist in Albrecht et al. (2018) zu finden. Außerdem ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung von RAIM geplant, die online zugänglich im IVS-Architektur-Wiki dokumentiert wird, abrufbar unter www.its-architektur.de sowie auf der RAIM-Webseite www.raim-architektur.de.

RAIM umfasst neben einem umfassenden Repository von grundlegenden Betrachtungen, Konzepten und Definitionen für IVS-Architektur ein Vorgehensmodell für die Erstellung von IVS-Architekturen und IVS-Referenzarchitekturen. Dieses Vorgehensmodell und die dafür angebotenen IVS-Architekturbau- steine wurden für die Erarbeitung dieser IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement verwendet.

2.2 RAIM-Konzepte, Begriffe und Erläuterungen

Um das RAIM-Vorgehensmodell korrekt anwenden zu können, bietet RAIM umfassende Erläuterungen zu Konzepten und Begriffen an:

- Die IVS-Architekturpyramide:

Die IVS-Architekturpyramide (Bild 2) dient als geeignetes Metamodell zur Darstellung und Beschreibung von IVS-Diensten. Sie besteht aus fünf Schichten – der Leitbild-/Strategie-Ebene, der Prozessebene, der Informationsstrukturebene, der IT-Dienste- und IT-Infrastrukturebene –, die alle gemeinsam den potentiell möglichen Betrachtungs- und Darstellungsbereich einer IVS-Architektur aufspannen.

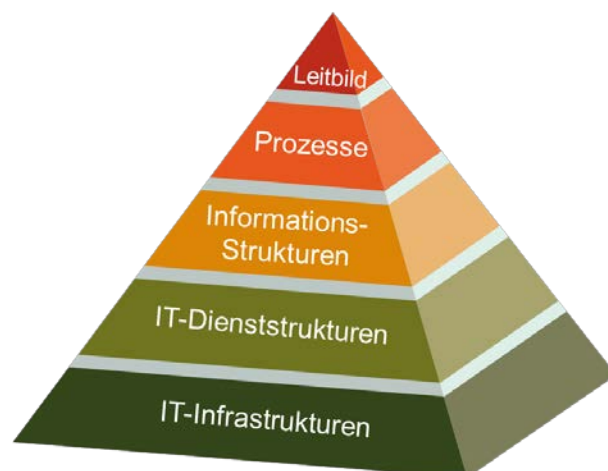


Bild 2: Die IVS-Architekturpyramide mit fünf Ebenen

- Das Instanziierungskonzept von IVS-Architektur und Einordnung der IVS-Referenzarchitektur:
Für die Entwicklung von IVS-Architekturen werden drei Instanziierungsebenen festgelegt, die in Bild 3 dargestellt sind. Die IVS-Rahmenarchitektur legt IVS-Gestaltungselemente als Architekturbausteine fest und definiert dafür Begriffe und Semantik. Außerdem legt sie Gestaltungsgrundsätze fest, nach denen der IVS-Architekt bei der Planung Realisierung von IVS-Diensten vorgehen soll. Eine IVS-Referenzarchitektur konkretisiert die von der IVS-Rahmenarchitektur vorgegebenen Konzepte für eine IVS-Dienstekategorie (IVS-Dienstefamilie) für den Gestaltungsraum einer spezifischen IVS-Domäne. Die IVS-Architektur realer IVS-Dienste ist schließlich die tatsächliche Umsetzung relevanter IVS-Referenzarchitekturen bis zur letzten Detaillierungsebene in einem konkreten Anwendungsfall.

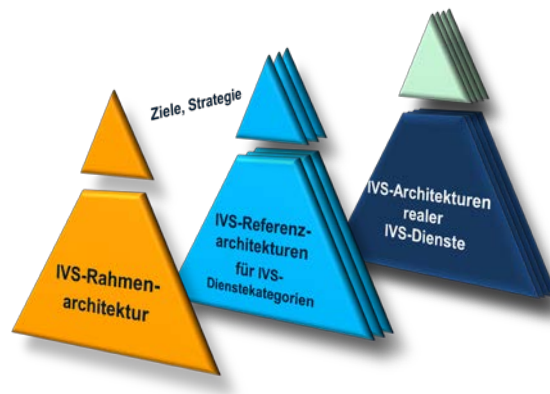


Bild 3: Instanzebenen von IVS-Architektur

- Die Basiskonzepte für IVS-Architektur:
Die Basiskonzepte bieten eine ausführliche Erläuterung des RAIM-Ansatzes und der Bedeutung der IVS-Architekturbausteine und Artefakte. In RAIM 1.0 existieren sieben Basiskonzepte:
 - Das IVS-Dienste- und IVS-Wertschöpfungskonzept
 - Das IVS-Rollen- und IVS-Akteurskonzept
 - Das Konzept zur Formulierung von IVS-Zielen und IVS-Realisierungsvorstellungen
 - Das IVS-Capability- und Zusammenarbeitskonzept
 - Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Geschäftsarchitektur
 - IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge für IVS-Datenarchitektur
 - IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge für IVS-Anwendungsarchitektur
- Begriffe und Definitionen:
Um das richtige Verständnis der in RAIM verwendeten Begriffe sicher zu stellen, werden alle Schlüsselbegriffe sowie Begriffe, die in den einzelnen Phasen des RAIM-Vorgehensmodells verwendet werden, ausführlich erläutert. Neben einer textuellen Erklärung werden häufig auch UML-Diagramme verwendet, um die Zusammenhänge der Begriffe visuell aufzuzeigen.

2.3 Anwendung von RAIM

Das Ergebnis von RAIM 1.0, das von einem IVS-Architekten direkt Anwendung finden kann, ist das TOGAF-basierte RAIM-Vorgehensmodell zusammen mit den Templates für Artefakte und IVS-Architekturbausteine:

- Das RAIM-Vorgehensmodell:

Für die Erstellung einer IVS-Architektur oder einer IVS-Referenzarchitektur bietet das RAIM-Vorgehensmodell eine Schritt-für-Schritt-Anleitung. Als methodischer Ausgangspunkt zur Entwicklung von RAIM dienen der internationale Standard ISO/IEC/IEEE 42010 2011 sowie das etablierte Architekturrahmenwerk The Open Group Architecture Framework (TOGAF). TOGAF ist als weltweit verbreitetes Rahmenwerk zur Entwicklung von Unternehmensarchitekturen angesehen. Es bietet als zentrales Element ein Vorgehensmodell zur Entwicklung von Unternehmensarchitekturen, die sogenannte Architecture Development Method (ADM). Da IVS-Architektur nicht nur auf ein einzelnes Unternehmen fokussiert ist, wurde dieses Vorgehensmodell an die Gegebenheiten von organisationsübergreifenden Architekturen für IVS-Dienste angepasst („getailort“). Dabei wurde der Schwerpunkt auf die Vorbereitungsphase und die Phasen A bis C (Architekturvision, Geschäftsarchitektur sowie Informations- und Systemarchitektur) gelegt, die inhaltlich zu den oberen Schichten der IVS-Architekturpyramide passen, wie in Bild 4 dargestellt.

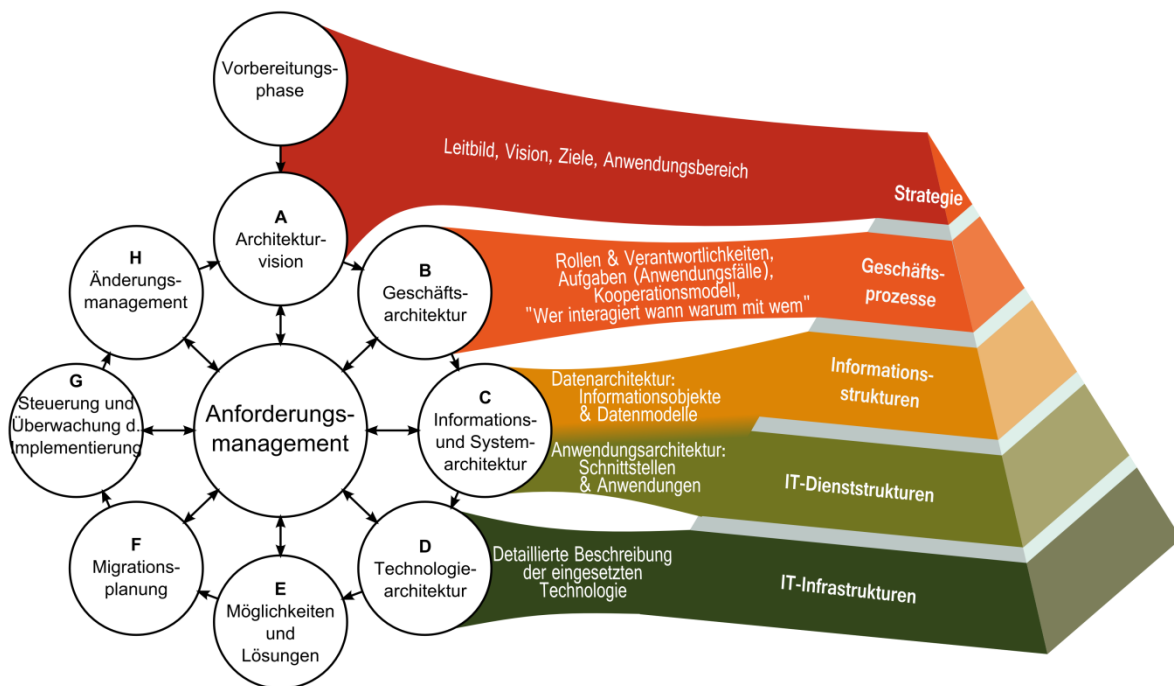


Bild 4: Darstellung der Phasen der TOGAF-ADM (links) und inhaltlicher Abgleich mit den Ebenen der IVS-Architekturpyramide

In der Vorbereitungsphase wird die Einbindung zugrundeliegender Modelle geklärt, Modellanpassungen definiert sowie wichtige Prinzipien für die Architekturentwicklung festgelegt. In Phase A werden die Ziele der Architekturentwicklung und die daran Beteiligten festgelegt. Die Ergebnisse der Phasen B, C und D stellen die eigentliche IVS-Architektur dar. In Phase B werden der aktuelle und der gewünschte Zustand der Geschäftsarchitektur beschrieben. Dafür werden die Unterschiede herausgearbeitet und unter anderem mit Hilfe von Geschäftsprozessdiagrammen dokumentiert. In Phase C werden der aktuelle sowie der gewünschte Zustand der Daten- und Anwendungsarchitektur beschrieben. Phase D liefert die Technologiearchitektur. Da die verwendete Technologie in der vorliegenden IVS-Referenzarchitektur nicht vorgegeben werden soll, wird diese Phase nicht bearbeitet. Die weiteren Phasen E bis H beschäftigen sich mit der Planung des Übergangs vom derzeitigen in den gewünschten Zustand sowie mit der Steuerung und weiteren Verwendung der IVS-Architektur. Diese Phasen werden in der aktuellen Fassung dieser IVS-Referenzarchitektur ebenfalls nicht betrachtet, da sie erst für eine IVS-Architektur eines realen Dienstes relevant werden.

Jede Phase ist wiederum in mehrere Schritte unterteilt. Damit wird ein methodisches und umfassendes Vorgehen bei der Entwicklung einer IVS-Architektur sichergestellt. Außerdem steht das Anforderungsmanagement im Zentrum und treibt den Entwicklungsprozess der IVS-Architektur jederzeit.

- Artefakte und IVS-Architekturbausteine:

Die Ergebnisse der einzelnen Schritte der Phasen des RAIM-Vorgehensmodells sind Artefakte oder andere Deliverables. Artefakte sind entweder Kataloge, Matrizen oder Diagramme und bestehen aus einzelnen IVS-Architekturbausteinen. Ein Katalog besteht immer aus einem Bausteintyp. So können z. B. einzelne Rollenbeschreibungen als IVS-Architekturbausteine zu einem Katalog von Rollen zusammengefasst werden. Matrizen bestehen typischerweise aus zwei verschiedenen Bausteintypen und Diagramme aus mehreren. Für eine optimale Hilfestellung bei der Bearbeitung der einzelnen Schritte bietet RAIM für viele Artefakte und IVS-Architekturbausteine Templates an.

3 Vorbereitungsphase

3.1 Steuerungs- und Unterstützungsframeworks

Mit den Steuerungs- und Unterstützungsframeworks für IVS-Architektur werden generell IVS-Architekturprojekte motiviert, begründet und gestützt. Der Inhalt dieser Frameworks bildet im Prinzip auch den Geist, in dem IVS-Architekturprojekte durchgeführt werden.

Für die IVS-Rahmenarchitektur bilden der Europäische IVS-Aktionsplan und die IVS-Direktive sowie auf nationaler Ebene das IVS-Gesetz und der Nationale IVS-Aktionsplan StraÙe die wesentlichen Frameworks. Für die IVS-Referenzarchitektur zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement setzen neben den rechtlichen Vorgaben auch interne Vorgaben der einzelnen Stakeholder und Akteure den rechtlichen Handlungsrahmen.

Rechtliche Vorgaben

Für die Konzeption einer Organisationsstruktur für das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement einschließlich des Zusammenwirkens der am Verkehrsmanagement beteiligten öffentlichen und privaten Institutionen ist der gültige Rechtsrahmen maßgebend. Die in Tab. 1 aufgelisteten Gesetze, Verordnungen und sonstige Vorgaben im Straßenverkehr und im Verkehrswarndienst geben diesen Rechtsrahmen vor. Soweit es sich um Landesvorgaben handelt, sind beispielhaft Hessische Vorgaben referenziert. Des Weiteren enthält Tab. 1 sonstige rechtliche Vorgaben mit bindender Wirkung, die bei der Planung und dem Betrieb von Verkehrsmanagementmaßnahmen berücksichtigt werden müssen.

Neben den rechtlichen Rahmenbedingungen sind in den betroffenen Organisationen ebenso die internen Vorgaben zum zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement von Bedeutung. Diese Vorgaben können sowohl Festlegungen zur Bildung und Umsetzung der abgestimmten IVS-Dienste als auch verwaltungsinterne Prozesse umfassen.

Titel	Inhalt
Straßenverkehr	
Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 05.03.2003 (BGBl. I S. 310, 919), zuletzt geändert durch Art. 6 des Gesetzes vom 17.08.2017 ((BGBl. I S. 3202))	regelt u. a. die Zuständigkeit für entstehende Kosten.
Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 06.03.2013 (BGBl. I S. 367), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 06.10.2017 (BGBl. I S. 3549)	legt die Regeln für sämtliche Teilnehmer am Straßenverkehr fest.
BundesfernstraÙengesetz (FStrG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28.06.2007 (BGBl. I S. 1206), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585)	regelt u. a. die Baulastträgerchaft.
Hessisches StraÙengesetz (HStrG) in der Fassung vom 08.06.2003, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16.12.2011 (GVBl. I S. 817)	regelt die Rechtsverhältnisse der öffentlichen Straßen in Hessen ohne BundesfernstraÙen.
Hessisches Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung (HSOG) in der Fassung vom 14.01.2005 (GVBl. I S. 14), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 14.12.2009 (GVBl. I S. 635)	regelt u. a. Aufgaben und Zuständigkeiten der Polizeibehörden.
Verordnung zur Bestimmung von verkehrsrechtlichen Zuständigkeiten vom 22.04.2015 (GVBl. I S. 800) – StVRZustV HE 2007	regelt die verkehrsrechtlichen Zuständigkeiten auf Straßen in Hessen.
Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und BundesstraÙen (BundesfernstraÙenmautgesetz - BFStrMG) vom 12.07.2011 (BGBl. I S. 1378), zuletzt geändert durch Artikel 21 vom 14.08.2017 (BGBl. I S. 3122)	regelt die Mauterhebung im Zuge der Benutzung der BundesfernstraÙen mit Kraftfahrzeugen oder Fahrzeugkombinationen.
Allgemeine Geschäftsbedingungen/Nutzungsbedingungen des Mobilitäts Daten Marktplatzes (MDM) (Stand: 18.03.2015)	legen die Pflichten und Verantwortung des Plattformbetreibers, der Datengeber

	und Datennehmer, das Urheberrecht im Hinblick auf die Inhalte der Plattform sowie Datenschutzrechte fest.
Mustervertrag zur Datenüberlassung (MDM)	dient als Grundlage zur Ausgestaltung des individuell zu vereinbarenden Vertragsverhältnisses zwischen Datengeber und Datennehmer.
Verkehrswarndienst	
Rahmenrichtlinie für den Verkehrswarndienst (RVWD) des BMVBS vom 9. November 2000	
Gesetz über den Hessischen Rundfunk vom 25.01.1995, (GVBl. I S. 87), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 23.08.2011 (GVBl. I S. 382)	
Sonstige rechtliche Vorgaben	
Betriebsrelevante Gesetze der Verkehrsträger, z. B. Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG), Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO), Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab)	
Hessisches Datenschutzgesetz (HDSG) in der Fassung vom 7.1.1999 (GVBl. I S. 98), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 20.05.2011 (GVBl. I S. 208)	
Informationsweiterverwendungsgesetz vom 13. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2913), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. Juli 2015 (BGBl. I S. 1162)	
Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG vom 26.9.2002 (BGBl. I S. 3830) mit rechtlich bindenden Immissionsgrenzwerten z. B. für Luftschadstoffe und Lärm, behandelt die Aufstellung von Lärmaktionsplänen und Luftreinhalteplänen	
Raumordnungsgesetz vom 22.12.2008 (BGBl. I S. 2986), Hessisches Landesplanungsgesetz vom 6.9.2002 (GVBl. I S. 548) mit verkehrspolitischen Leitbildern, behandelt die Aufstellung von Landesentwicklungsplänen und Regionalplänen	

Tab. 1: Rechtliche Vorgaben für das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement

3.2 IVS-Glossar

Das IVS-Glossar ist ein IVS-Architekturdeliverable, mit dem die "Grundlage für gemeinsames Verstehen" in einem IVS-Architekturprojekt gelegt wird und welches folgende Bestandteile hat:

- "Begriffsbestimmungen für IVS-Architektur", über die ein allgemeines Verständnis von IVS-Architektur hergestellt werden soll und
- "Allgemeine Begriffe aus Verkehr, Transport und Mobilität", die keine spezifische IVS-Architektur-Semantik repräsentieren.

Für das [Glossar für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#) gilt:

- Die Begriffsbestimmungen für IVS-Architektur (siehe [Was ist IVS-Architektur? - Schlüsselbegriffe und Begriffe für die IVS-Gestaltungsmerkmale von IVS-Architektur](#)) werden auf zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement übertragen.
- [Allgemeine Begriffe aus Verkehr, Transport und Mobilität](#), die keine spezifische IVS-Architektur-Semantik repräsentieren, werden für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement ergänzt.

3.3 Architekturprinzipien

Prinzipien stellen Grundsätze dar, die nicht nur dauerhaft gelten, sondern auch selten geändert werden sollten. Sie beschreiben die Art und Weise, wie eine davon betroffene Organisation ihre Aufgaben zu erfüllen hat. Prinzipien können für verschiedene Ebenen entwickelt und definiert werden.

Zur Detaillierung werden [IVS-Architekturprinzipien für die Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße](#) gemäß den Ebenen der IVS-Rahmenarchitektur in folgende Untergruppen aufgeteilt:

- Geschäftsprinzip
- Daten-/Informationsprinzip
- Anwendungsprinzip
- Technologieprinzip

4 Phase A - Architektur Vision

4.1 Aufsetzen eines IVS-Architekturprojekts für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

4.1.1 Einführung

Zu Beginn eines IVS-Architekturprojekts für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement muss der eigentliche IVS-Betrachtungsgegenstand, für den spezifisches IVS-Architekturwissen entwickelt und zur Anwendung gebracht werden soll, in für alle Beteiligten verständlicher und nachvollziehbarer Weise festgelegt und umrissen werden. Dabei besteht die wesentliche Aufgabe darin,

- den IVS-Betrachtungsgegenstand "zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" semantisch zu beschreiben (was ist der IVS-Betrachtungsgegenstand zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement) und
- klare Grenzen zu ähnlichen bzw. angrenzenden IVS-Betrachtungsgegenständen des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements zu ziehen und festzulegen (was ist drin, was ist nicht drin).

In Abhängigkeit davon, ob eine generische IVS-Referenzarchitektur für eine IVS-Dienstekategorie des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements oder eine IVS-Architektur für einen realen IVS-Dienst des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements entwickelt werden soll, kann der IVS-Betrachtungsgegenstand gröber oder muss detaillierter beschrieben und abgegrenzt werden.

- Eine IVS-Referenzarchitektur soll verschiedene Gestaltungskonzepte für eine IVS-Dienstekategorie vorweisen.
- Bei der IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes müssen verschiedene Implementierungskonzepte für einen spezifischen IVS-Dienst erstellt werden.

Im vorliegenden Falle wurden Gestaltungskonzepte für die Entwicklung einer IVS-Architektur für einen realen IVS-Dienst in der IVS-Dienstekategorie "zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" erstellt.

4.1.2 IVS-Domäne zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

- Verkehrsnetz: Straße (geerbt von der IVS-Rahmenarchitektur)
- Dienst-Typ: zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement
- Sicht: IVS-Architektur (Referenzmodell-Ebene)
- Perspektive: Politik, Staat, Öffentliche Straßenbetreiber
- Fokus: Geschäftsarchitektur und Informationssystemarchitektur (geerbt von der IVS-Rahmenarchitektur)

4.1.3 IVS-Dienste(-kategorien) für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement ist in Anlehnung an FGSV (2012) die "Beeinflussung des Verkehrsgeschehens durch ein Bündel von Maßnahmen mit dem Ziel, die Verkehrsnachfrage und das Angebot an Verkehrssystemen [über die Grenzen von hoheitlich eigenständigen Baulastträger und Betreibern hinweg] optimal aufeinander abzustimmen". Diese Strategien beinhalten Maßnahmen zur räumlichen, zeitlichen und modalen Verlagerung des Verkehrs. Neben den allgemeinen Zielgrößen des Verkehrsmanagements gilt es, dem Verkehrsteilnehmer Informationen über die einzelnen zuständigkeitsgrenzen hinaus bereitzustellen.

Im Zuge des Nationalen Projekts IVS-Architektur Straße werden jedoch IVS-Dienste des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements lediglich aus Sicht des öffentlichen Straßenbetreibers betrachtet, woraus die Szenarien bzw. [Dienstekategorien](#) mit den Zuständigkeitsgrenzen Stadt-Fernstraße und

Fernstraße-Fernstraße resultieren (Betrachtungsschwerpunkt siehe Bild 1). So ist das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement die Verkehrsbeeinflussung durch vorab abgestimmte Strategien mit dem Ziel, die Verkehrsnachfrage und das Angebot an Verkehrssystemen über die Grenzen von hoheitlich eigenständigen Baulastträgern und Betreibern hinweg optimal aufeinander abzustimmen.

4.1.4 Allgemeine Beschreibung

Verkehrsmanagement ist die "Beeinflussung des Verkehrsgeschehens durch ein Bündel von Maßnahmen mit dem Ziel, die Verkehrsnachfrage und das Angebot an Verkehrssystemen optimal aufeinander abzustimmen". In technischer Hinsicht basiert das Verkehrsmanagement auf dem Prinzip des Regelkreises (siehe Wikipedia Artikel 2017, <https://de.wikipedia.org/wiki/Regelkreis>), der seinen Ursprung in den Theorien der Steuerung von technischen Prozessen hat und dazu dient, den durch äußere Störgrößen verursachten Sollwertabweichungen der vom Regelkreis geregelten "Regelstrecke" auf der Grundlage von vorher festgelegten Regeln ständig entgegenzuwirken. Dazu wird einerseits der Zustand der "Regelstrecke" permanent beobachtet und gemessen und andererseits beeinflusst der "Regler" die Regelstrecke in einer Art und Weise, dass sie sich in Übereinstimmung mit den vorgegebenen Regeln verhält, wenn Abweichungen registriert werden.

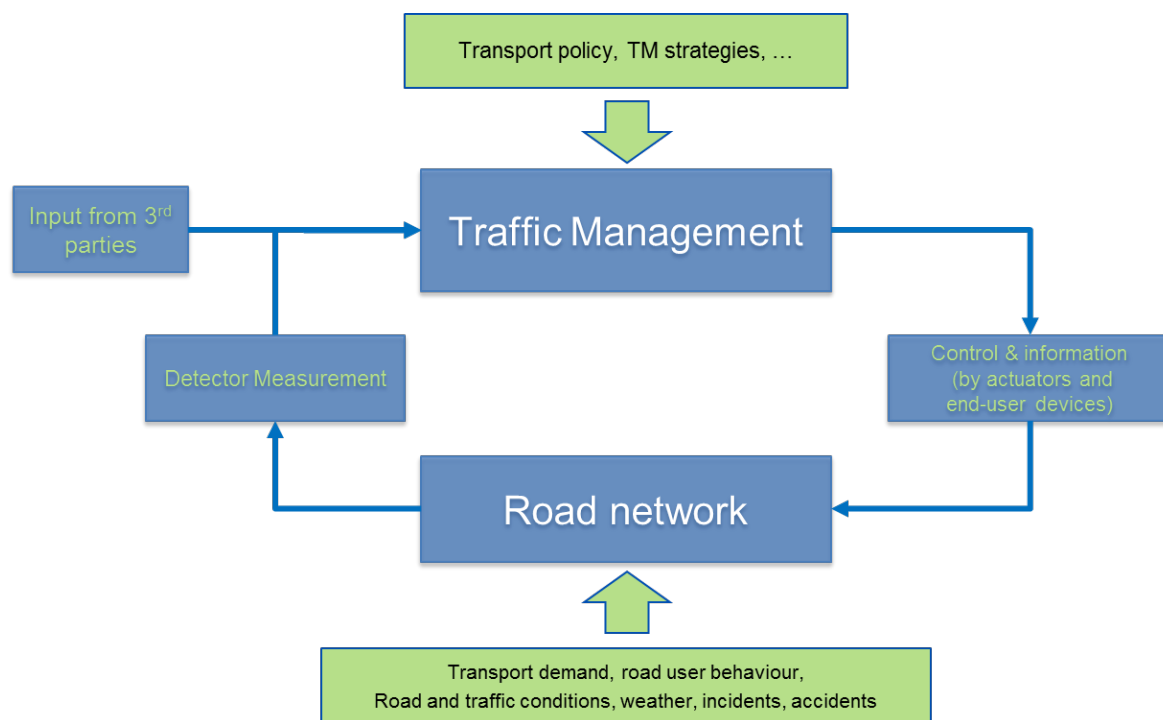


Bild 5: Regelkreis Verkehrsmanagement (CEN (2016))

Überträgt man dieses Prinzip auf das Verkehrsmanagement (Bild 5), ist die Regelstrecke das Straßennetz und der darauf fließende Verkehr (Road Network) und der Regler ist der Verkehrsmanager (Traffic Management), der durch voll- oder halbautomatische, verkehrsabhängige entscheidungsunterstützende bzw. selbst vollautomatisch arbeitende Intelligente Verkehrs-Systeme (IVS) unterstützt wird.

Für die Regelung benutzt der Verkehrsmanager Systeme und Technologien, die in der Lage sind das Verhalten der Verkehrsteilnehmer zu beeinflussen. Dazu benötigt er eine Bandbreite von Feldgeräten (Detektoren/Sensoren – Detector measurement), um den tatsächlichen Verkehrszustand auf der Regelstrecke zu messen, einen software-basierten Prozess (zentralisiert oder verteilt), der die Übermittlung von Informationen und die Verkehrsteilnehmer mit Hilfe von Signalen, Verkehrszeichen und auch Schranken einbezieht (Control & Information).

Historische Entwicklung

Die Anfänge intelligenter Verkehrssysteme gehen auf die Einführung der Computer in den späten 1960er und 1970er Jahren zurück. Als eines der ursprünglichen Bestandteile von IVS, dessen Begriff in den frühen 1990er Jahren erstmals verwendet wurde, hatte das Verkehrsmanagement seither zahlreiche Entwicklungen im Bereich der Technologie erfahren. So wurden bspw. neue Methoden zur Verkehrs- und Umweltdatenerfassung berücksichtigt und Informationen konnten nun mittels geeigneter Geräte am Straßenrand für die Verkehrsteilnehmer bereitgestellt werden. Weiterhin wurde ein Abwägungsprozess bei der Entwicklung und Umsetzung von Strategien integriert, um Verkehrsstaus auch während der Priorisierung von bestimmten Verkehrsteilnehmergruppen, wie bspw. für öffentliche Verkehrsmittel und für Einsatzfahrzeuge, zu minimieren.

Während dieser Entwicklung stellte unter dem Druck der stetig wachsenden Verkehrsnachfrage und dem damit verbundenen steigenden Verkehrsaufkommen die Integration der einzelnen unabhängigen Systeme eine große Herausforderung dar, woraus weitere Handlungsfelder resultieren:

- Integration von Daten und Informationen aus verschiedenen Datenquellen (z. B. durch unterschiedliche Detektionstechnologien und -geräte).
- Erweiterung der eher einfachen Verkehrssteuerungsmethoden zu umfassenden, leistungsfähigen und auf der strategischen sowie taktischen Ebene arbeitenden Strategien des Verkehrsmanagements, welche die Verkehrssteuerung und die Reiseinformationen zur Beeinflussung des Verkehrsteilnehmers nutzen.
- Austausch von Daten mit externen Stakeholdern, z. B. Polizei, weiteren Informationsdienstleistern oder Anbietern von Navigationssystemen.
- Einbindung von neuen Technologien, wie bspw. Internet, GNSS, Smartphones und C-ITS.
- Integration von aufkommenden Technologienentwicklungen in bestehende proprietäre Verkehrsmanagementsysteme.
- ...

Generelle Zielsetzung

Das Straßen- und Verkehrswesen bzw. das Verkehrsmanagement kann einen Beitrag dazu leisten, die Lebensqualität der einzelnen Individuen zu steigern. In AS&P (1993) wird diese Forderung durch Definition der vier Oberziele des Verkehrs bekräftigt:

- Erhöhung der Sicherheit,
- Befriedigung des Mobilitätsbedürfnisses,
- Schonung der Umwelt und
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Handlungsbereiche und -optionen

Das Verkehrsmanagement setzt an den obengenannten Zielen an. Durch gezielte Maßnahmen oder Maßnahmenbündel, die den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Verkehrssysteme und -mittel (multimodal) oder den Wechsel der Verkehrssysteme (intermodal) berücksichtigen, sollen Probleme oder bestimmte Situationen (Summe von definierten Ereignissen, Problemen und weiteren relevanten Zuständen) im Verkehrssystem reduziert bzw. verbessert werden.

Nach FGSV (2003) können die Probleme und Ereignisse grundsätzlich in folgende Kategorien unterteilt werden:

- Überlastung im Straßennetz (z. B. alltäglicher Verkehrsstau durch Berufsverkehr),
- Überlastung im ÖV-Netz,
- Überlastung oder Ausfall von Stellplätzen,

- Engstellen im Straßennetz (z. B. Baustellen, Unfälle),
- Engstellen im ÖV-Netz (z. B. Ausfälle oder Störungen),
- Notfallsituationen (z. B. Feuer, Bombenfund, Wasserrohrbruch),
- Energie-/Systemausfall (z. B. LSA, Straßenbahn, U-Bahn),
- veranstaltungs- und freizeitbedingte Probleme (z. B. Fußballspiele, Messe),
- witterungsbedingte Probleme (Regen, Schnee, Glatteis).

Diese angeführten Probleme und Ereignisse können noch um umweltbedingte Probleme wie hohe Lärm- und Luftschadstoffbelastungen ergänzt werden.

Für die IVS-Referenzarchitektur „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ ist nur ein Teil der Kategorien relevant.

Handlungsmuster (Strategien und Taktiken)

Im Rahmen des Verkehrsmanagements sollen die Wirkungen des Verkehrs optimiert werden, wofür zum einen Instrumente zur Beeinflussung des Verkehrsangebots und zum anderen zur Beeinflussung der Verkehrsnachfrage genutzt werden können. Dabei umfasst das Verkehrsmanagement gemäß FGSV (2003) kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen, welche für die Strategiebildung in den folgenden Handlungsfeldern liegen:

- Verkehrslenkung,
- Verkehrsverlagerung (räumlich, zeitlich, modal) und
- Verkehrsvermeidung.

Die Handlungsfelder "Verkehrsvermeidung" und "Verkehrsverlagerung" können überwiegend dem statischen Verkehrsmanagement zugeordnet werden, welches mittel- bis langfristige Maßnahmen beinhaltet. Daneben ist die Verkehrslenkung ein Teil des dynamischen Verkehrsmanagements, welches durch Maßnahmen zur Verkehrsbeeinflussung und auch durch Verkehrsinformation kurzfristig auf bestimmte Probleme bzw. Situationen reagiert.

Mögliche Maßnahmen zur Lösung oder Minderung der auftretenden Probleme können in die folgenden Kategorien eingeteilt werden:

- Maßnahmenkategorien des MIV (z. B. Alternativroutensteuerung, Zuflussregelung),
- Maßnahmenkategorien des ÖV (z. B. Umleitung von ÖV-Fahrzeugen, Anschlusssicherung im ÖV),
- Intermodale/multimodale Maßnahmenkategorien (z. B. Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl, finanzielle Maßnahmen, Verlagerung des Zeitpunkts des Fahrtantrittes, Freigabe von Verkehrsflächen).

In der Regel ist eine Kombination der verschiedenen Maßnahmen aus den genannten Kategorien sinnvoll oder sogar erforderlich, da bestimmte Probleme bzw. Situationen meist mehrere Verkehrsteilnehmer oder Nutzergruppen betreffen.

Somit stehen den einzelnen Behörden verschiedene Maßnahmen bzw. Strategien zur Verfügung, welche sich über die Jahre weiterentwickelt und bewährt haben.

Um das Verkehrsmanagement in einem definierten Planungsraum wirkungsvoll und effizient betreiben zu können, sind Strategien zu planen und beim Vorliegen einer definierten Problemlage umzusetzen. Diese Strategien stellen nach FGSV (2003) und FGSV (2011) "ein vorab festgelegtes Handlungskonzept für das Ergreifen von Maßnahmen(-bündeln) zur Verbesserung einer definierten (Ausgangs-) Situation" dar, mit dessen Hilfe den erkannten Problemen bzw. Situationen entgegengewirkt werden kann.

Die Planung und Umsetzung von Strategien im Verkehrsmanagement erfolgt nach FGSV (2003) in mehreren Stufen, die in ständiger Wechselwirkung miteinander stehen. Basierend auf einer Detektion werden Probleme bzw. Situationen erkannt, zu denen Maßnahmen ausgewählt werden, deren grundsätzliche Eignung zur Problemlösung im Strategienplanungsprozess überprüft wurde. Die Maßnahmen werden schließlich über Leit-, Steuerungs- und Informationssysteme umgesetzt, wozu der Austausch und die Bereitstellung von Daten und Informationen mit externen Stakeholdern (z. B. Polizei, ÖV-Betreibern, Service Providern etc.) berücksichtigt werden sollten. Besteht das auslösende Problem nicht mehr, so wird die Maßnahme aufgehoben.

IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk

Für die Darstellung von IVS-Wertschöpfungsketten/IVS-Wertschöpfungsnetzwerken gibt es keine festen Regeln. Beispiele zeigen Bild 6 und Bild 7.

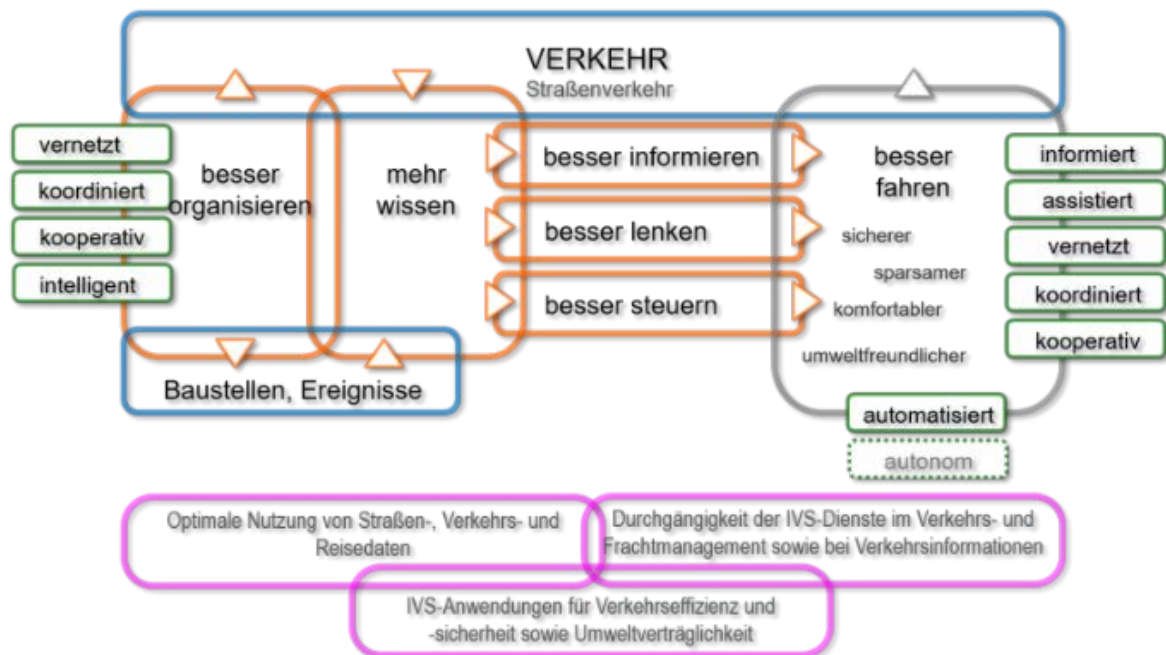


Bild 6: System Straße (Hessen Mobil)

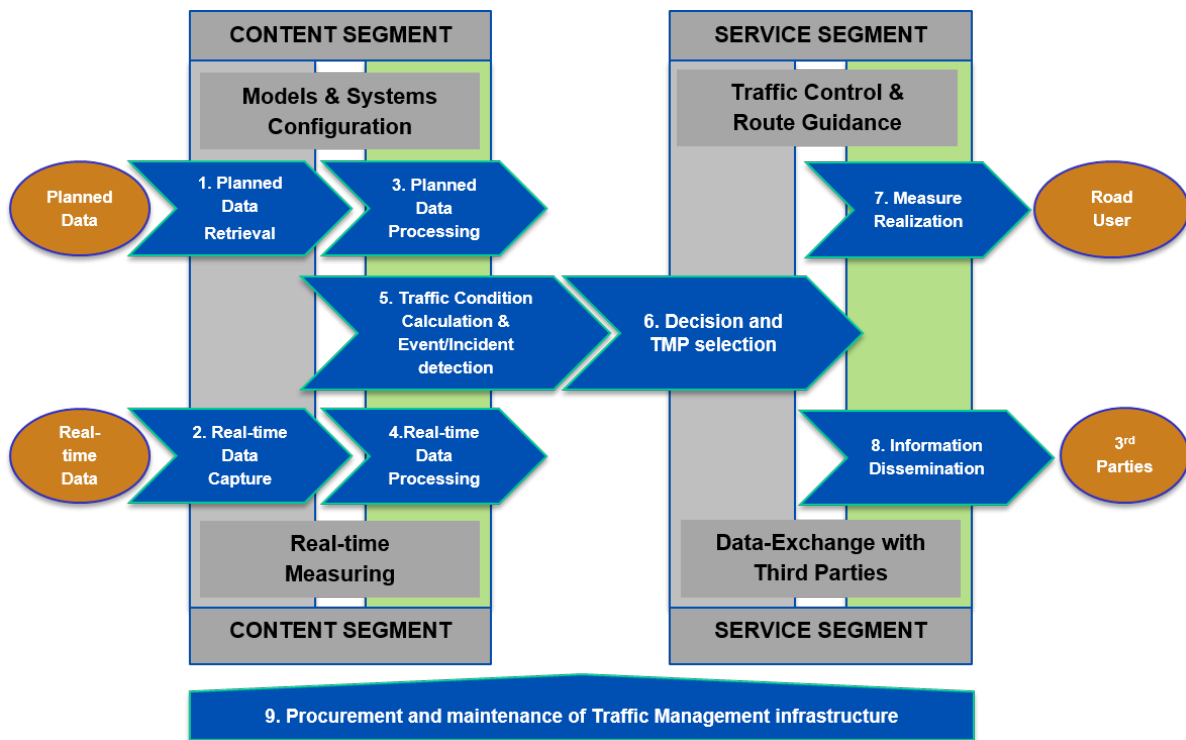


Bild 7: Wertschöpfungskette „Verkehrsmanagement“ (CEN (2016))

IVS-Stakeholder und IVS-Akteure

Die IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement soll einen harmonisierten Aufbau hoheitsspezifischer IVS-Verkehrsmanagement-Dienste unterstützen und Anforderungen an die IVS-Architektur von grenzüberschreitendem Verkehrsmanagement formulieren. Betroffen sind generell alle IVS-Akteure, die am zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement beteiligt sind, Schnittstellen dazu haben oder IVS-Stakeholder, die sich in sonstiger Weise damit befassen:

- IVS-Akteure, die die Rolle und Sicht hoheitlich tätiger, öffentlicher Straßenbetreiber einnehmen und für den Betrieb des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements verantwortlich sind (einschließlich deren jeweilige Schnittstelle zu der zuständigen Straßenverkehrsbehörde),
- IVS-Akteure, die beim zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement Schnittstellen zu Straßenbetreibern haben,
- IVS-Akteure, die Straßenbetreiber in ihrer Aufgabenwahrnehmung unterstützen,
- Sonstige IVS-Stakeholder, die sich mit dem Wissensgebiet des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements befassen (z. B. Standardisierungsorganisationen).

Private IVS-Akteure sollten im Rahmen des Daten-, Informations- und Strategieaustausches in den Prozess des Verkehrsmanagements integriert werden. Dieser Austausch sollte über den nationalen Zugangspunkt, den Mobilitätsdaten Marktplatz (MDM), erfolgen. Besonderer Fokus wird hierbei auf private Navigationsdienstleister gelegt. Ein strategischer Ansatz für eine Kooperation zwischen Verkehrsmanagement und Navigationsdienstleistern wurde im Projekt Lena4ITS (FE 03.0484/2011/IRB Maßnahmen zur Gewährleistung der Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten) erarbeitet und evaluiert.

In Tab. 2 sind die von den IVS-Diensten des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements betroffenen IVS-Stakeholder und IVS-Akteure aufgeführt.

Organisation	Zuständigkeiten	Beispiel
Öffentliche Institutionen	Gesetzgeber	
	Baulastträger Fernstraße	Hessen, Hessen Mobil als Auftragsverwaltung für den Baulastträger Bund
	Baulastträger Stadt	Stadt Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement
	Straßenbetreiber Fernstraße	Hessen, Hessen Mobil
	Straßenbetreiber Stadt	Stadt Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement
	Straßenverkehrsbehörde Fernstraße	Hessen, Hessen Mobil
	Straßenverkehrsbehörde Stadt	Stadt Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement
	Öffentlicher Service Provider Fernstraße	Landesmeldestelle Hessen
Öffentliche/Private Institutionen	Daten- und Informations-Broker	MDM (Mobility Data Market Place)
	Standardisierungsorganisationen	CEN (DIN ...)
Private Institutionen	Privater Content Owner	Parkhausbetreiber
	Privater Content Provider	Datendienstanbieter
	Privater Service Provider	Navigationsdienstanbieter
	Kommunikationsnetzbetreiber	Mobilfunkanbieter

Tab. 2: Betroffene IVS-Stakeholder und IVS-Akteure

4.2 Erfassen und Beschreibung von IVS-Rollen

4.2.1 Einführung

Für die Entwicklung einer IVS-Referenzarchitektur oder der IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes müssen in diesem Schritt die IVS-Rollen sowie die in die IVS-Wertschöpfung zu involvierenden IVS-Akteure und die zu beteiligenden IVS-Stakeholder erfasst und beschrieben werden.

Dazu ist es nützlich - in Vorbereitung für den Schritt "Entwicklung einer IVS-Architekturvision" - eine erste Vorstellung für den IVS-Dienst/die IVS-Dienstekategorie zugrunde zu legen und darüber die erforderlichen IVS-Rollen in der IVS-Wertschöpfungskette/im IVS-Wertschöpfungsnetzwerk zu veranschaulichen.

Zur Ergebnisdarstellung werden zwei IVS-Bausteine verwendet:

- Der Baustein IVS-Rollen-Map, mit dem Stereotype von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern deklariert, mit ihren Geschäftsanliegen und IVS-Rollen beschrieben und die Bedeutung von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern gemäß "Power-Grid" klassifiziert werden.
- Der Baustein IVS-Rolle, mit dem Stereotype von IVS-Fähigkeiten und IVS-Verantwortlichkeiten, die für die Bereitstellung und den Betrieb von IVS-Diensten typisch und erforderlich sind, bezeichnet und semantisch beschrieben werden.

4.2.2 IVS-Rollen-Map und IVS-Rollen Power-Grid für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Generell können zwei Arten von IVS-Rollen mit ganz unterschiedlicher Ausprägung unterschieden werden:

- **Ökonomische IVS-Rollen:**

- Entwicklung der notwendigen ökonomischen Rahmenbedingungen (rechtliche Grundlagen, Regeln, Finanzierung ...) und Bereitstellen der administrativen Ressourcen für das Zustandekommen eines IVS-Dienstes.
 - Administratives und ökonomisches Management (Governance) des IVS-Dienstes während des Betriebs.
- Technische IVS-Rollen:
 - Entwicklung der notwendigen technischen Rahmenbedingungen (technische Standards, notwendige IT und Infrastruktur ...) und Bereitstellung der betrieblichen Ressourcen für das Zustandekommen eines IVS-Dienstes.
 - Durchführung des technischen Betriebs des IVS-Dienstes.

Die verschiedenen IVS-Rollen der Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße sind in der [IVS-Rollen-Map für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#) beschrieben. Sie haben unterschiedliche Wertigkeiten in Bezug auf das Zustandekommen und für den Betrieb des IVS-Dienstes "zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement". Gemäß dem Rollen-Power-Grid Modell der IVS-Rahmenarchitektur können für die identifizierten IVS-Rollen dabei vier unterschiedliche Wertigkeiten (Key Player, Keep Satisfied, Keep Informed, Minimal Effort) unterschieden werden (siehe Bild 8 für das Szenario Stadt-Fernstraße und Bild 9 für das Szenario Fernstraße-Fernstraße).

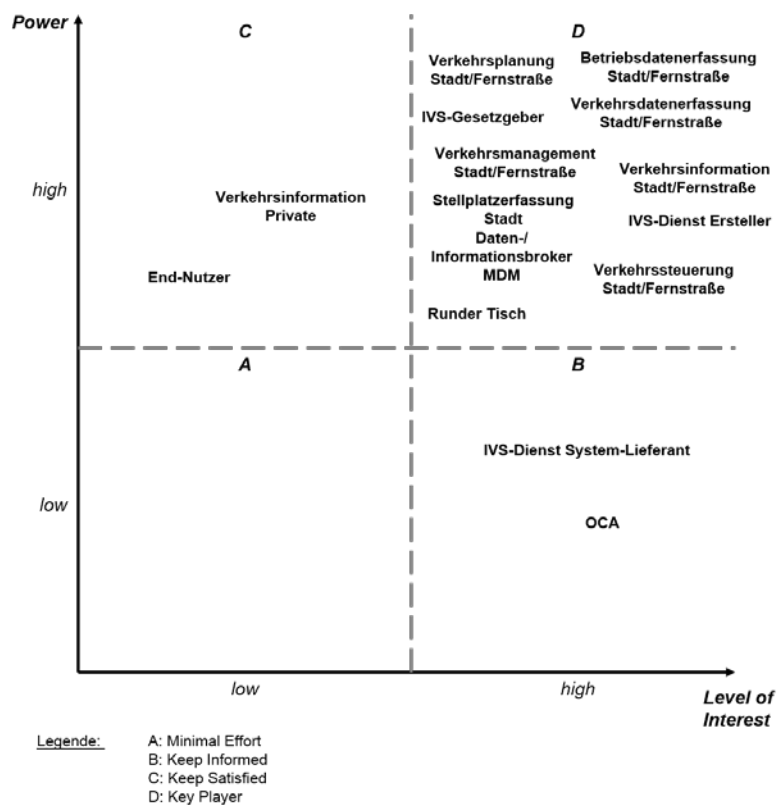


Bild 8: IVS-Rollen Power Grid für das Szenario Stadt Fernstraße

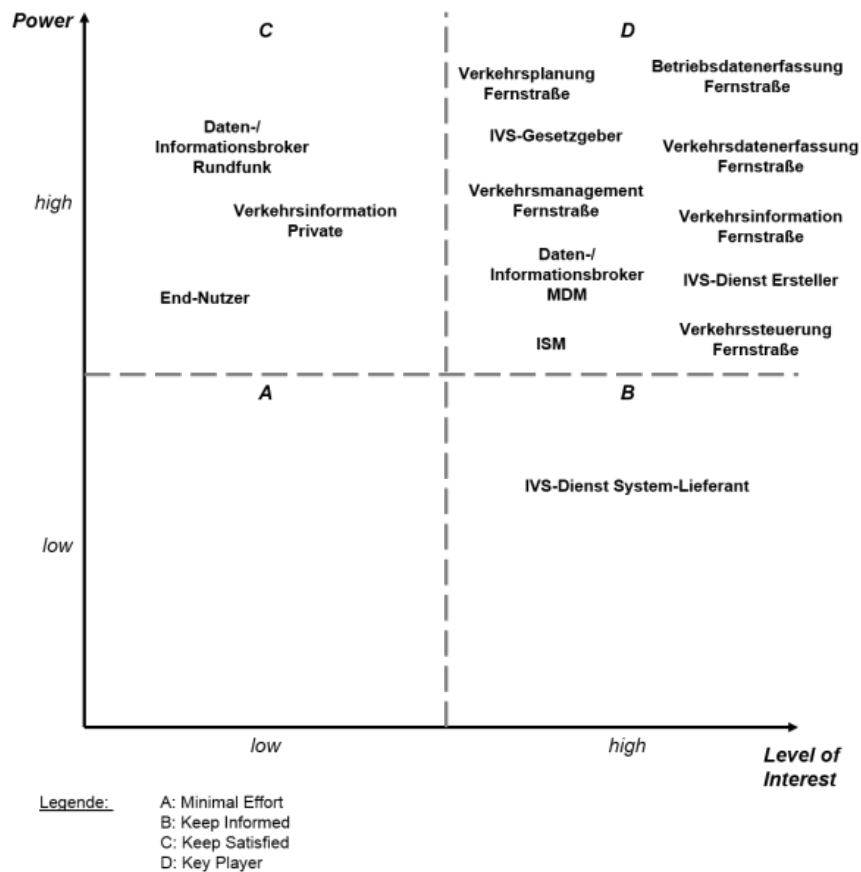


Bild 9: IVS-Rollen Power Grid für das Szenario Fernstraße - Fernstraße

4.2.3 IVS-Business Szenarios und IVS-Anforderungen an IVS-Rollen für zuständigkeitübergreifendes Verkehrsmanagement

Zur Identifikation von Anforderungen, Stakeholdern, IVS-Rollen, IVS-Akteuren oder der IVS-Architekturvision können Business-Szenarien entwickelt werden, welche ein größeres Problem und seine Lösung beschreiben, unter Beachtung, dass die Beschreibung aus Sicht der Anforderungen erfolgt und noch nicht konkret aus Lösungen einhergeht.

Das Business-Szenario beschreibt in der TOGAF-Phase A ein End-to-End-Szenario, welches in der TOGAF-Phase B weiter detailliert wird. Als relevantes Beispiel wurde das Business-Szenario "Routenempfehlung im zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagement" erstellt (Tab. 3).

Einleitung	
Zusammenfassung	-
Dokumentationsroadmap	-
Name Business Szenario	
Business Szenario Übersicht (Beschreibung des Szenarios)	Routenempfehlung im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement.
Hintergrund des Szenarios; warum ist das Szenario wichtig?	Gewährleistung der Durchgängigkeit der Verkehrsinformationen für den Verkehrsteilnehmer; Harmonisierung der Kooperationen von Straßenbetreibern, anderen Verkehrsträgern und Service Providern; Erhöhung der Akzeptanz von Maßnahmen des Verkehrsmanagements seitens der Verkehrsteilnehmer.
Zweck des Szenarios; welches Problem soll gelöst werden?	Dauerhafte Erhaltung der Mobilität zwischen grenz- bzw. zuständigkeitsübergreifenden Zielen für alle Reisenden, um unerwünschte Wirkungen des Verkehrs spürbar zu verringern.
Definition der benutzten Begriffe (siehe IVS-Glossar)	Siehe die Tabellen: IVS-Glossar. Allgemeine Begriffe aus Verkehr, Transport und Mobilität und IVS-Glossar. Begriffsdefinitionen „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“.
Bedingungen und Voraussetzungen, damit das Szenario überhaupt möglich wird	Kooperationsbereitschaft der Akteure, Schnittstellen zur Zusammenarbeit.
Angeleitete Anforderungen aus dem Business Szenario	
Aktuelle Probleme und Hindernisse; was steht der Umsetzung des Szenarios im Wege?	
Benötigte Prozesse (Benennung der Prozesse und der Prozessmodelle in BPMN 2.0)	Planung von zuständigkeitsübergreifenden Strategien, Einsatz von zuständigkeitsübergreifenden Strategien.
Benötigte Capabilities (Fähigkeiten) zur Umsetzung des Szenarios	Gewinnung von Planungsdaten, Erfassung und Sammlung von Echtzeit-Daten und -Informationen, Erfassung von Ereignissen und Erkennung von Störungen, Verarbeitung von Planungsdaten, Aufbereitung und Verarbeitung von Echtzeit-Daten und -Informationen, Entscheidungsfindung und Strategieauswahl, Umsetzung von Maßnahmen, Informationsverbreitung
Technische Umgebung (beteiligte IT-Systeme und sonstige technische Ressourcen)	Datenerfassungssysteme, Verkehrsmodellierung, Intermodaler Strategie-Manager (ISM), Netzbeeinflussungsanlagen (dWiSta, substitutive Wegweisung)
Benötigte Akteure, Rollen und Verantwortlichkeiten; menschliche und maschinelle Akteure und deren Rollen	Datenerfassung Fernstraße, Verkehrsmanagement Fernstraße, Verkehrsinformation Fernstraße, Verkehrssteuerung Fernstraße, Polizei, LMSt, Daten-/Informationsbroker Rundfunk, MDM, Private, End-Nutzer
Informationsflussanalyse	-
Roadmap und Vorgehen zur Beseitigung der Hindernisse	
Planung der Problemlösung; wie soll vorgegangen werden, welche Schritte sind zu ergreifen und welche Projekte bei welchem Akteur umzusetzen?	
Anhang	
...	-

Tab. 3: Business-Szenario "Routenempfehlung im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement"

4.3 IVS-Leitbilder

Die Akzeptanz von Maßnahmen des Verkehrsmanagements beim Verkehrsteilnehmer wird erhöht, wenn sich der Betrieb an seinen Mobilitätsbedürfnissen und tatsächlichen Wegen orientiert und nicht an Zuständigkeitsgrenzen endet oder das Erscheinungsbild wechselt. Bei den indirekt beteiligten IVS-Stakeholdern und IVS-Akteuren wird eine hohe Akzeptanz erwartet, weil die "IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" die Planungs- und Investitionssicherheit verbessert (Vermeidung von Insellösungen) und interoperable, betrieblich effiziente Lösungen begünstigt.

Die [IVS-Leitbilder im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement](#) können für die Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße grundsätzlich als identisch betrachtet werden. Unterschiede ergeben sich allerdings aus dem räumlichen Bezug, den die jeweiligen zuständigkeitsübergreifenden Strategien haben. Strategien im Szenario Stadt-Fernstraße betreffen meist städtische Routen, die die einzelnen Städte mit dem Umland verbinden, und weisen daher vorrangig einen regionalen Bezug auf. Strategien im Szenario Fernstraße-Fernstraße betreffen hingegen grenzüberschreitende Routen, die verschiedene Länder oder auch Bundesländer miteinander verbinden und weisen folglich einen überregionalen Bezug auf. Folgende IVS-Leitbilder wurden für das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement definiert:

- Erhöhung der Leistungsfähigkeit mittels besserer Ausnutzung der Kapazitäten überregionaler bzw. regionaler Verkehrsnetze und Korridore.
- Verringerung der Umweltbelastungen durch Reduzierung von Staus.
- Erhöhung der Verkehrssicherheit, indem durch abgestimmte großräumige Maßnahmen die Verfügbarkeit des Verkehrsnetzes optimiert und der Verkehrsfluss aufrecht erhalten werden kann.
- Entwicklung und Betrieb von Anlagen, Systemen und Diensten für die Umsetzung zuständigkeitsübergreifender Strategien unter Bezugnahme auf eine Referenzarchitektur.

4.4 IVS-Geschäftsziele

Das Straßen- und Verkehrswesen kann einen Beitrag dazu leisten, die Lebensqualität der einzelnen Individuen zu steigern. Diese Forderung wird durch Definition der vier Oberziele des Verkehrs bekräftigt:

- Erhöhung der Sicherheit,
- Befriedigung des Mobilitätsbedürfnisses,
- Schonung der Umwelt und
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement setzt an dieser Stelle an. Durch gezielte Maßnahmen oder Maßnahmenbündel, die den gleichzeitigen Einsatz mehrerer Verkehrssysteme und -mittel (multimodal) oder den Wechsel der Verkehrssysteme (intermodal) innerhalb und außerhalb des eigenen Zuständigkeitsbereichs berücksichtigen, sollen Probleme oder bestimmte Situationen im regionalen und/oder überregionalen Verkehrssystem reduziert bzw. verbessert werden.

Die Zielfelder des Verkehrsmanagements können auf die IVS-Domäne "zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" übertragen und in qualitative sowie quantitative IVS-Ziele unterteilt werden. Die [IVS-Ziele im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement](#) können dabei für die Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße grundsätzlich weitestgehend als identisch betrachtet werden. Unterschiede ergeben sich allerdings aus dem räumlichen Bezug, den die jeweiligen zuständigkeitsübergreifenden Strategien haben. Strategien und damit auch die mit ihnen verfolgten Ziele im Szenario Stadt-Fernstraße betreffen meist städtische Routen, die die einzelnen Städte mit dem Um-

land verbinden und weisen daher vorrangig einen regionalen Bezug auf. Strategien im Szenario Fernstraße-Fernstraße betreffen hingegen grenzüberschreitende Routen, die verschiedene Länder oder auch Bundesländer miteinander verbinden und weisen folglich einen überregionalen Bezug auf.

Um der mit der Vision formulierten Zielvorstellung näher zu kommen, können unterschiedliche [IVS-Handlungsoptionen](#) (IVS-Mission) verfolgt werden, die zum Ausdruck bringen, auf welche Art von IVS-Diensten in welcher Kombination man grundsätzlich zurückgreifen kann bzw. welche Art von IVS-Diensten in welcher Kombination am besten geeignet ist.

Daneben geben [IVS-Handlungsmuster](#) vor, wie bei der Wahl einer IVS-Mission/IVS-Handlungsoption am besten vorgegangen wird. Dabei wird zwischen IVS-Strategien und IVS-Taktiken unterschieden.

4.5 IVS-Capabilities

Im Sinne von IVS repräsentiert eine IVS-Capability einen Satz von Fähigkeiten, die ein IVS-Akteur als Bestandteil einer IVS-Prozesskette (IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk) mitbringen muss, damit am Ende der potentielle Nutzen des IVS-Dienstes verwirklicht werden kann.

Dabei werden Anforderungen der End-Nutzer an den Nutzen von IVS-Diensten immer umfangreicher und komplexer. Daraus resultiert, dass die meisten IVS-Dienste nur über Kooperation, d.h. die Vernetzung und das Zusammenwirken verschiedener IVS-Akteure mit ganz spezifischen Fähigkeiten und Nutzenbeiträgen entstehen können. Alle Lösungen im Bereich von IVS, d.h. technische Produkte oder Dienstangebote etc., müssen dem Anspruch genügen, dass sie auch als Bestandteil einer Wertschöpfungskette bzw. eines Wertschöpfungsnetzwerks darstellbar sind (siehe z. B. Bild 6 und Bild 7).

Vor diesem Hintergrund muss sich jeder einzelne IVS-Akteur, der sich an einer IVS-Wertschöpfungskette/einem IVS-Wertschöpfungsnetzwerk beteiligen will, die Frage stellen

- über welche Capabilities (Fähigkeiten) er verfügen oder welche er noch entwickeln muss, damit eine erfolgreiche Kooperation und Wertschöpfung zustande kommen kann und
- welche Dimensionen die Entwicklung der Capabilities auf Menschen, Organisation, Prozesse und Technologien seiner Institution/seines Unternehmens haben werden.

[IVS-Capabilities im zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#) wurden für die Meta-Rollen IVS-Inhalteanbieter, IVS-Dienstebetreiber und IVS-Diensteanbieter (Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße) erstellt.

4.6 Erstellen der IVS-Architektur Vision

Mit dem Schritt der Erstellung der [IVS-Architekturvision für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement](#) sollen im Hinblick auf das Geschäftsmodell sowie der erforderlichen Informationssysteme und Technologien die ersten high-level Ausstattungsmerkmale für den IVS-Dienst festgelegt werden. In dieser Phase kommt es vor allem darauf an, sich auf wesentliche Grundsätze und Prinzipien, die sich eher selten ändern, zu fokussieren.

Insofern sind die wesentlichen inhaltlichen Bestandteile einer IVS-Architektur-Vision:

- die Idee für den IVS-Dienst, die die Kernaufgabe, die Nutzung und die Schnittstellen, das heißt den Kontext des zu erstellenden IVS-Dienstes aufzeigt
- Einflussfaktoren und Randbedingungen wie funktionale und nicht-funktionale Anforderungen, organisatorische und technische Einflüsse.
- Lösungsstrategien, die erste Entscheidungen, wesentliche Architektur-Muster und Konzepte festhalten. Dabei können bereits erste Architektursichten entstehen, um die Lösungsstrategien zu verdeutlichen.

4.7 Wertbeitrag und KPI's von IVS-Architektur

Um den IVS-Dienst "zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" realisieren zu können, müssen verschiedene IVS-Akteure zusammenarbeiten, sobald für eine Routenempfehlung die Aktorik, die Sensorik und/oder die Alternativroute oder Teile davon benötigt werden, die nicht in den eigenen Zuständigkeitsbereich fallen. Somit hängt die Interoperabilität von IVS-Akteuren im IVS-Dienst "zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" im Wesentlichen davon ab, wie nahtlos diese zusammenarbeiten bzw. wie interoperabel diese ihre IVS-Geschäftsfähigkeiten gestalten können. Interoperabilität wird somit in den Mittelpunkt der architekturellen Bemühungen gestellt und die Bereitstellung von Interoperabilitäts-Bausteinen zum Kernziel von IVS-Architektur.

Um den [Wertbeitrag der Interoperabilität zwischen IVS-Akteuren im IVS-Dienst „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“](#) definieren zu können, werden die einzelnen IVS-Architekturbausteine hinsichtlich des Werts bzw. des Nutzens für die einzelnen Beteiligten bewertet sowie die Messkriterien bzw. Key Performance Indicators (KPIs) festgelegt.

Die Interoperabilität im IVS-Dienst „Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ weist zudem mehrere Dimensionen auf, welche im Sinne der IVS-Pyramide auch nach Ebenen geordnet werden können.

4.8 Risiken der Einführung einer IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

4.8.1 Einführung

Die Einführung einer IVS-Architektur birgt auch Risiken. Das Risikomanagement soll genutzt werden, um die Risiken bei der Einführung einer IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement zu erkennen, zu beurteilen und handzuhaben. Hierfür wird das Rahmenwerk COBIT 5 (ISACA), welches Risikomanagement beinhaltet, genutzt.

COBIT 5 (ISACA) erfordert dazu die Definition von sog. "Enablern" (dt. Ermöglichern), mit deren Hilfe die Ziele erreicht werden sollen. Diese sind in folgende sieben Kategorien eingeteilt:

- Prinzipien, Richtlinien und Rahmenwerke sind das Vehikel für die Umsetzung des erwünschten Verhaltens in einem praktischen Leitfaden für das tagtägliche Management.
- Prozesse beschreiben einen strukturierten Satz mit Praktiken und Aktivitäten zur Erreichung bestimmter Ziele und liefern einen Satz mit Ergebnissen, die zur Erreichung allgemeiner IT-bezogener Ziele beitragen.
- Organisationsstrukturen sind die wichtigsten Entitäten der Entscheidungsfindung im Unternehmen.
- Kultur, Ethik und Verhalten der Mitarbeiter und des Unternehmens werden als Erfolgsfaktoren für Governance- und Managementaktivitäten häufig unterschätzt.
- Informationen sind in jeder Organisation allgegenwärtig. Zu ihnen gehören sämtliche vom Unternehmen produzierten und verwendeten Informationen. Informationen sind für die Aufrechterhaltung des Betriebs der Organisation und deren ordnungsgemäße Governance unverzichtbar. Auf operativer Ebene sind Informationen häufig sogar das wichtigste Produkt des Unternehmens überhaupt.
- Services, Infrastruktur und Anwendungen umfassen die Infrastruktur, die Technologie und die Anwendungen, die innerhalb des Unternehmens die IT-Verarbeitung und IT-Services sicherstellen.
- Mitarbeiter, Fähigkeiten und Kompetenzen beziehen sich auf das Personal und sind für die erfolgreiche Durchführung aller Aktivitäten, das Treffen der richtigen Entscheidungen und die Umsetzung korrekiver Maßnahmen erforderlich.

Auf diese Enabler bezieht sich das Risikomanagement. Auch beim Risikomanagement unterscheidet COBIT 5 (ISACA) zwischen der strategischen (Risk Function Perspective) und der Managementsicht (Risk Management Perspective).

4.8.2 Darstellung der Risiken

Im Rahmen des Risikomanagements können Risiken vor und nach der Umsetzung der IVS-Architektur des zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagements identifiziert und in Bezug auf Eintrittswahrscheinlichkeit und Schwere bewertet werden. Zudem werden die Schritte für Identifikation und Bewertung und damit mögliche Gegenmaßnahmen für kritische Risiken (Risikomanagement) festgelegt, was in einer [Zusammenstellung der identifizierten Risiken](#) bei der Einführung einer IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitübergreifendes Verkehrsmanagement resultiert.

5 Phase B - Geschäftsarchitektur

5.1 Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Geschäftsarchitektur

5.1.1 Einleitung

Für die Beschreibung und Visualisierung der IVS-Geschäftsarchitektur macht die IVS-Rahmenarchitektur keinerlei formatgebundene Vorgaben. In Abhängigkeit des fachlichen Hintergrunds und der an der Architekturarbeit Beteiligten eignet sich jede Art von:

- Textlichen Beschreibungen,
- Tabellen,
- Grafiken und
- Artefakten, die mit Hilfe spezieller Tools erstellt werden.

Dennoch gibt es bereits bewährte Beschreibungs- und Visualisierungsmuster, die von der IVS-Rahmenarchitektur empfohlen werden:

- für die Sicht „IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk“:
 - Darstellung als [IVS-Rollenmatrix](#), wie sie im Projekt „Entwicklung einer ÖV-IVS-Rahmenarchitektur in Deutschland unter Einbindung Europäischer IVS-Richtlinien mit ÖV-Relevanz“ (Kieslich et al. 2014) entwickelt wurde.
 - Darstellung als Rollen/Capability-Diagramm.
- für die Sicht „IVS-Governance“:
 - [Darstellung als Textdokument](#) wird empfohlen.
- für die Sicht „IVS-Geschäftsprozesse“:
 - Darstellung und Visualisierung der IVS-Geschäftsprozessarchitektur erfolgt grundsätzlich über einen Prozessmodellierungs-Ansatz. Durch das Aufschlüsseln von Geschäftsfunktionen und Geschäftsdiensten mit Hilfe der Prozessmodellierung wird die Identifizierung der Schlüsselprozesse und der nachgeordneten Dienste und Funktionen ermöglicht (siehe [Template zur Beschreibung von Geschäftsprozessen](#)).
- Zur Modellierung von Geschäftsprozessen und Geschäftsfunktionen wird die Spezifikationsprache [Business Process Model and Notation \(BPMN\)](#) verwendet.

5.1.2 Darstellung der IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Für die Entwicklung der Geschäftsarchitektur für „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ wurden folgende Sichten auf „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ entwickelt:

- die Sicht „IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk“ dargestellt als Rollen/Capability-Diagramm,
- die Sicht „IVS-Governance“, dargestellt als Collaboration-Diagramm,
- die Sicht „IVS-Geschäftsprozesse“, dargestellt als BPMN-Diagramm.

5.2 Ausgangssituation der IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

5.2.1 Einführung

Als Ausgangszustand wird eine Bestandsaufnahme der aktuellen Situation mit Schwerpunkt auf der Identifikation und Beschreibung von Sachverhalten, die eine Umsetzung der IVS-Geschäftsarchitektur behindern, durchgeführt.

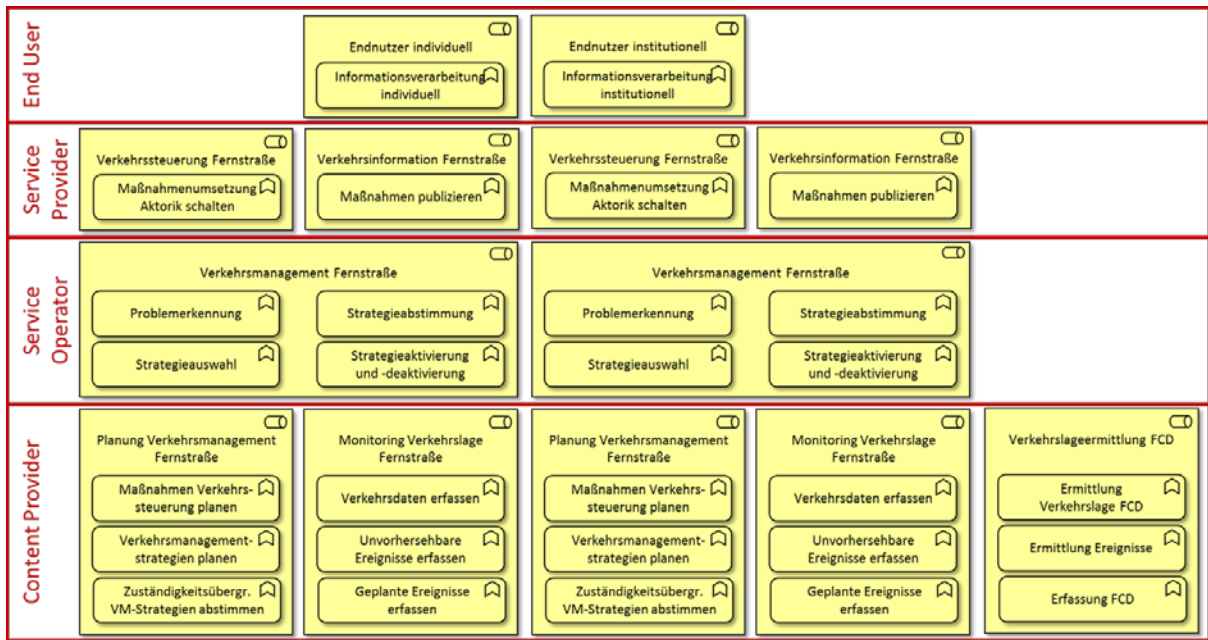


Bild 11: Wertschöpfungsnetzwerk Ausgangssituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße (Beispiel LISA)

5.2.3 Ausgangssituation - Sicht Governance

Die IVS-Dienste im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement kommen nur zustande, wenn mehrere IVS-Akteure sich zu IVS-Wertschöpfungsnetzwerken dauerhaft zusammenschließen. Dabei scheint "Management" als das klassische Instrument zur Unternehmensführung für die Steuerung, das Controlling und die Bewertung nicht geeignet, für die Zielerreichung heterogener IVS-Wertschöpfungsketten Sorge zu tragen. An dieser Stelle setzt das Governance-Prinzip und -Konzept an, das auf die Kooperation unabhängig gemanagter Institutionen, die in IVS-Geschäftsprozessen mit jeweils "lose gekoppelten" Aktivitäten zusammenarbeiten, ausgerichtet ist. Bild 12 und Bild 13 zeigen die IVS-Governance als Collaboration-Diagramm für die Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement.

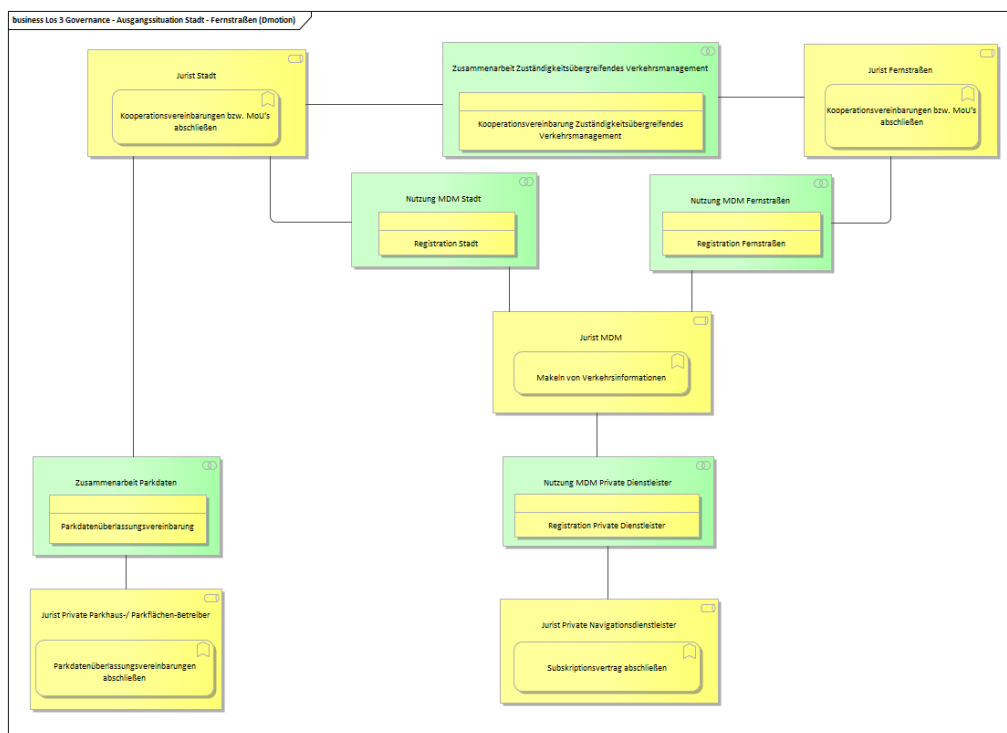


Bild 12: Governance-Diagramm für das Szenario Stadt-Fernstraße; Ausgangssituation (am Beispiel Dmotion)

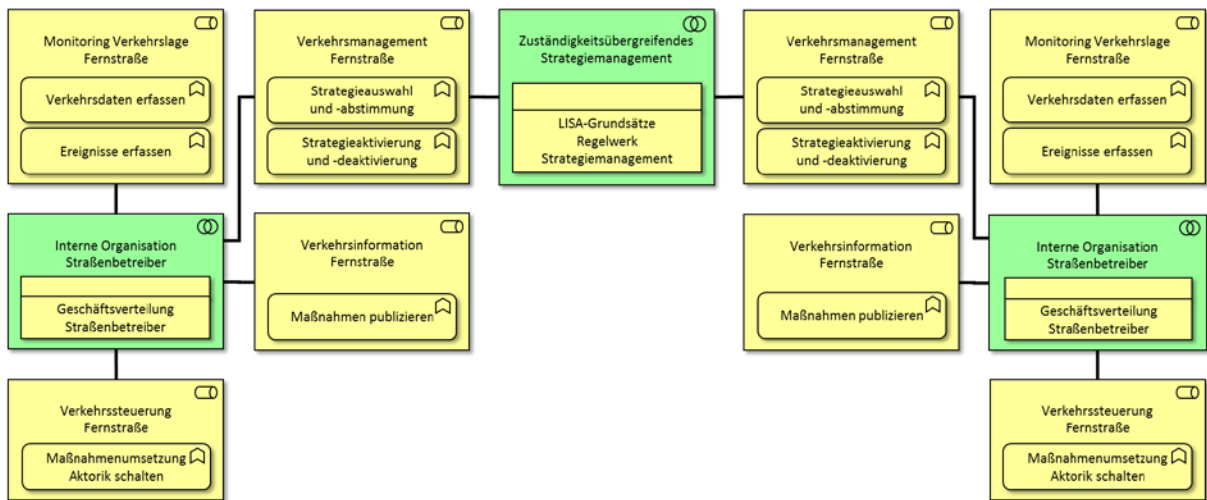


Bild 13: Governance-Diagramm für das Szenario Fernstraße-Fernstraße; Ausgangssituation (am Beispiel LISA)

5.2.4 Ausgangssituation - Sicht Geschäftsprozesse

[IVS-Geschäftsprozesse](#) operationalisieren ein IVS-Wertschöpfungsnetzwerk. Dazu werden die Reihenfolge, in der die IVS-Dienste verwendet werden, die Ereignisse, die den Geschäftsprozess auslösen, beeinflussen oder beenden, sowie die IVS-Informationsobjekte, die zwischen den IVS-Diensten ausgetauscht werden, festgelegt.

IVS-Wertschöpfungsketten/-netzwerke, die auf der Geschäftsprozessebene auf Grund fehlender Kern- oder Supportprozesse nicht in der erforderlichen Qualität operationalisiert werden können, sind häufig Ursache für eine fehlende Umsetzbarkeit der IVS-Geschäftsarchitekturvision.

Die Geschäftsprozesse werden getrennt nach Planung und Betrieb dargestellt. Bild 14 und Bild 15 geben die Geschäftsprozess-Diagramme Planung und Betrieb für das Szenario Stadt-Fernstraße, Bild 16 und Bild 17: die Geschäftsprozess-Diagramme für Planung und Betrieb für das Szenario Fernstraße-Fernstraße wieder.

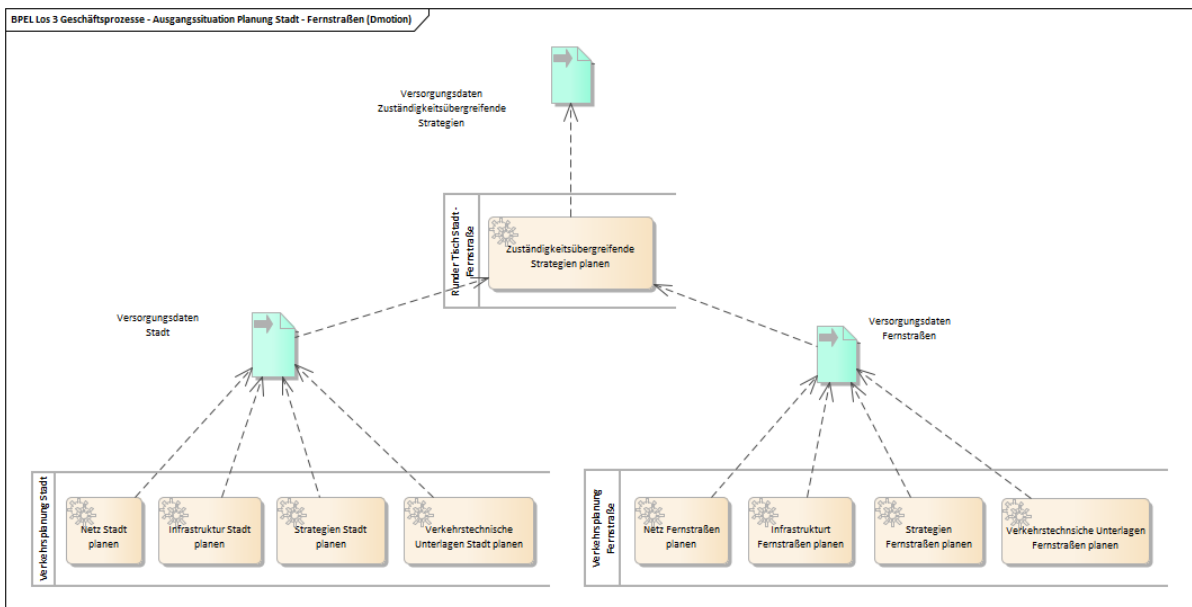


Bild 14: Geschäftsprozess-Diagramm - Ausgangssituation "Planung" für das Szenario Stadt-Fernstraße

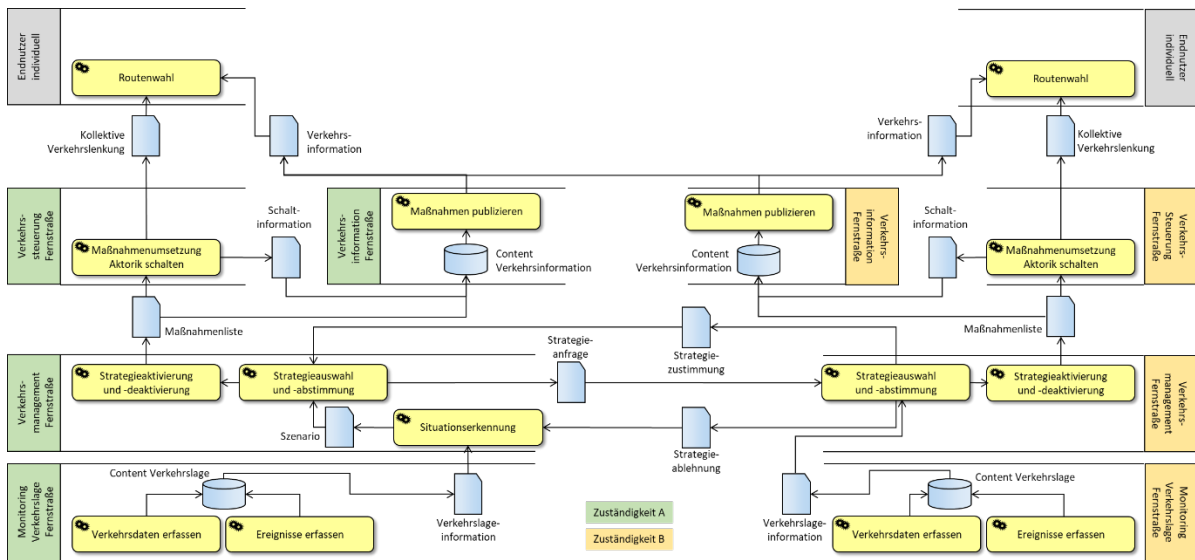


Bild 17: Geschäftsprozess-Diagramm - Ausgangssituation "Betrieb" für das Szenario Fernstraße-Fernstraße

5.3 Zielsituation der IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

5.3.1 Einführung

Die Beschreibung der Ziel-IVS-Geschäftsarchitektur erfolgt über den Aufbau von Sichten auf die Zusammenarbeit der IVS-Akteure, die einen IVS-Dienst als "Geschäft" betreiben. "Sichten auf geschäftliche Aspekte eines IVS-Dienstes" dienen der Strukturierung und Darstellung/Beschreibung der Zusammenarbeitsbeziehungen von IVS-Akteuren:

- Sicht „IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk“

Identifizierung, Darstellung und Beschreibung, über welche Bestandteile (Teildienste) der IVS-Dienst gebildet wird, welche IVS-Rollen daran beteiligt sein müssen und welche Anforderungen (IVS-Capabilities) an diese gestellt werden.

- Sicht „IVS-Governance“

Beschreibung, auf welcher gesetzlichen, rechtlichen und vertraglichen Grundlage der IVS-Dienst und die Zusammenarbeit der IVS-Akteure zustande kommen und wie letztere operativ geführt und gesteuert wird.

- Sicht „IVS-Geschäftsprozesse“

Darstellung und Beschreibung, über welche Schlüssel-Geschäftsprozesse der IVS-Dienst operationalisiert wird.

Weitere Sichten können projektspezifisch aufgebaut und beschrieben werden.

5.3.2 Zielsituation - Sicht Wertschöpfungsnetzwerk

Da die Ausgangssituation bezüglich der IVS- Wertschöpfungsketten und -netzwerke bereits alle erforderlichen IVS-Rollen im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement für das Szenario Stadt-Fernstraße aufweist, entfällt hier die Darstellung einer Zielsituation. Bild 18 zeigt die Zielsituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße.

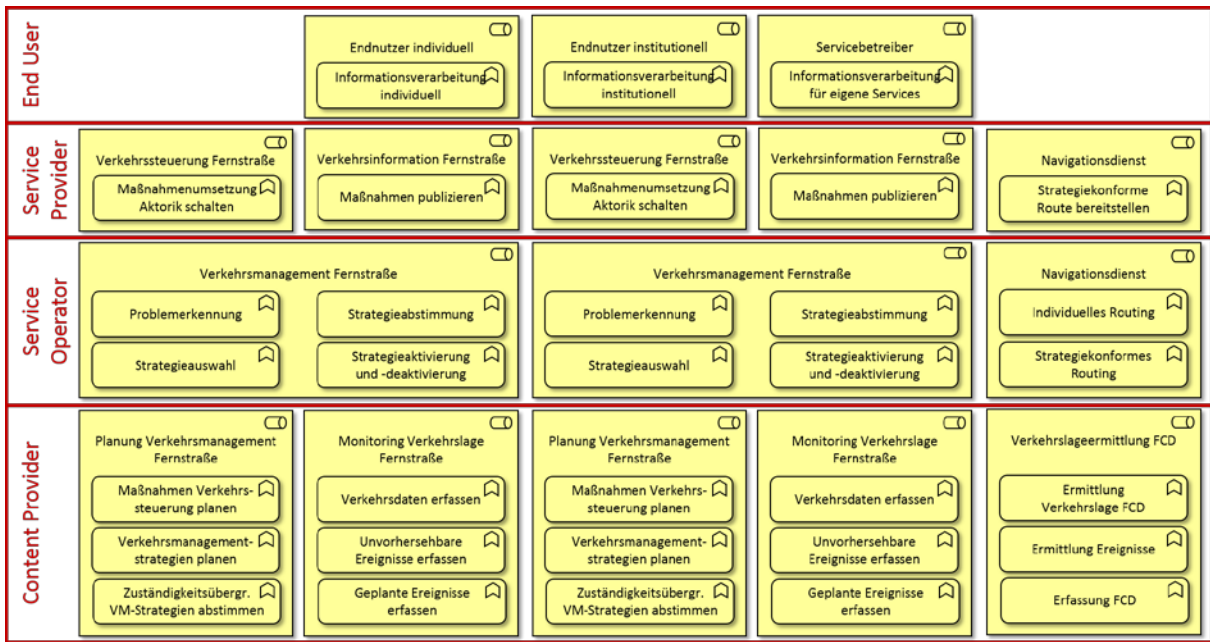


Bild 18: Wertschöpfungsnetzwerk Zielsituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße (am Beispiel LISA)

5.3.3 Zielsituation - Sicht Governance

Die Sicht „IVS-Governance für die Zielsituation“ für die Szenarien Stadt-Fernstraße (Bild 19) und Fernstraße-Fernstraße (Bild 20) beschreibt, auf welcher gesetzlichen, rechtlichen und vertraglichen Grundlage der IVS-Dienst und die Zusammenarbeit der IVS-Akteure zustande kommen und wie letztere operativ geführt und gesteuert wird.

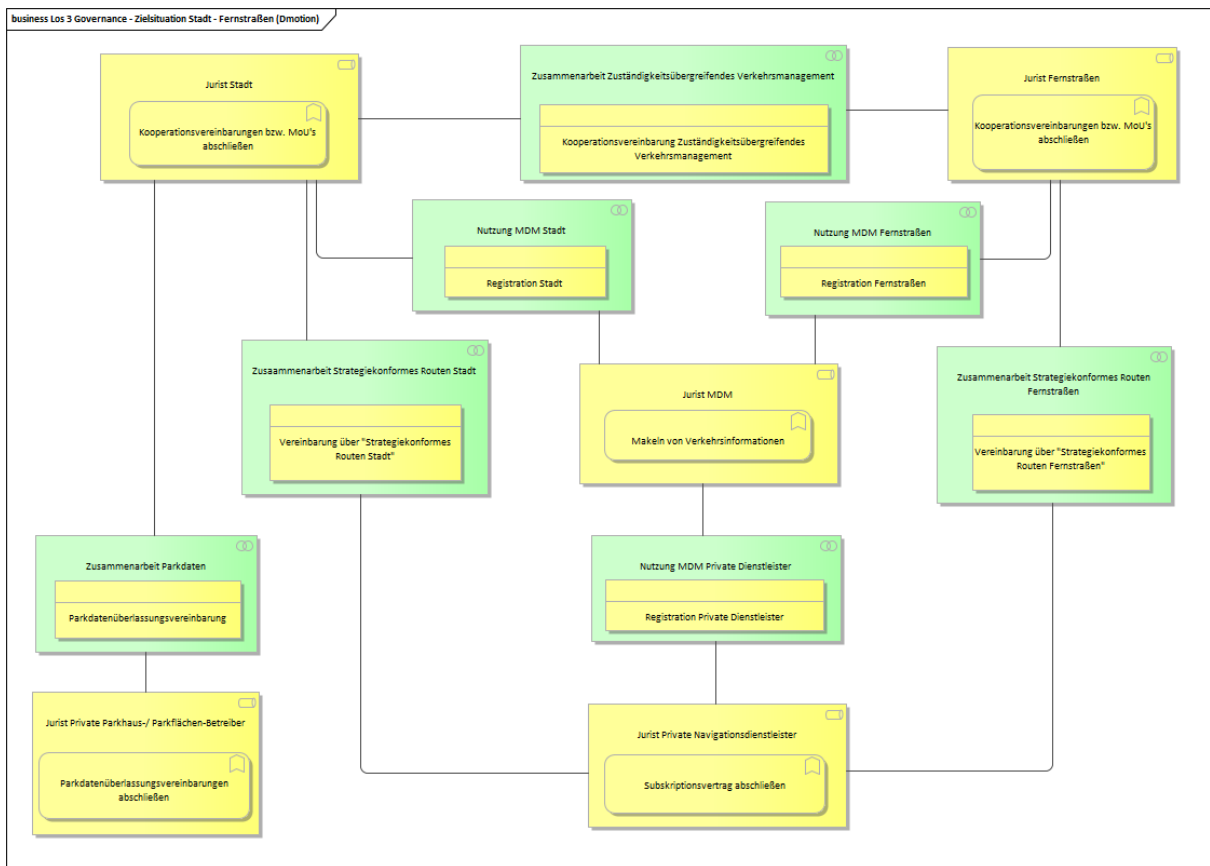


Bild 19: Governance-Diagramm - Zielsituation für das Szenario Stadt-Fernstraße



Bild 20: Governance-Diagramm – Zielsituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße

5.3.4 Zielsituation - Sicht Geschäftsprozesse

Die [IVS-Geschäftsprozesse für die Zielsituation](#) in der Planung und im Betrieb beschreiben, über welche Schlüssel-Geschäftsprozesse der IVS-Dienst operationalisiert wird. Bild 21 und Bild 22 geben die Geschäftsprozess-Diagramme für Planung und Betrieb für das Szenario Stadt-Fernstraße, Bild 23 und Bild 24 die Geschäftsprozess-Diagramme für Planung und Betrieb für das Szenario Fernstraße-Fernstraße wieder.

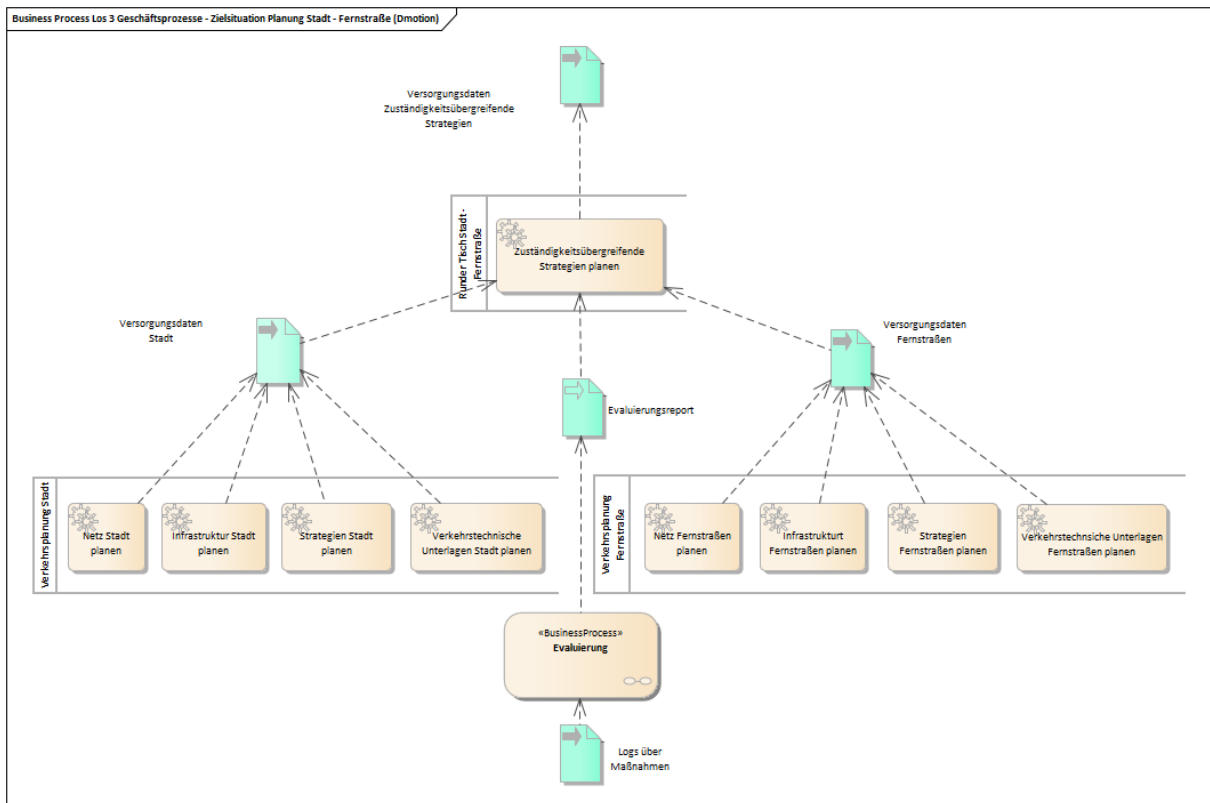


Bild 21: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Planung für das Szenario Stadt - Fernstraße

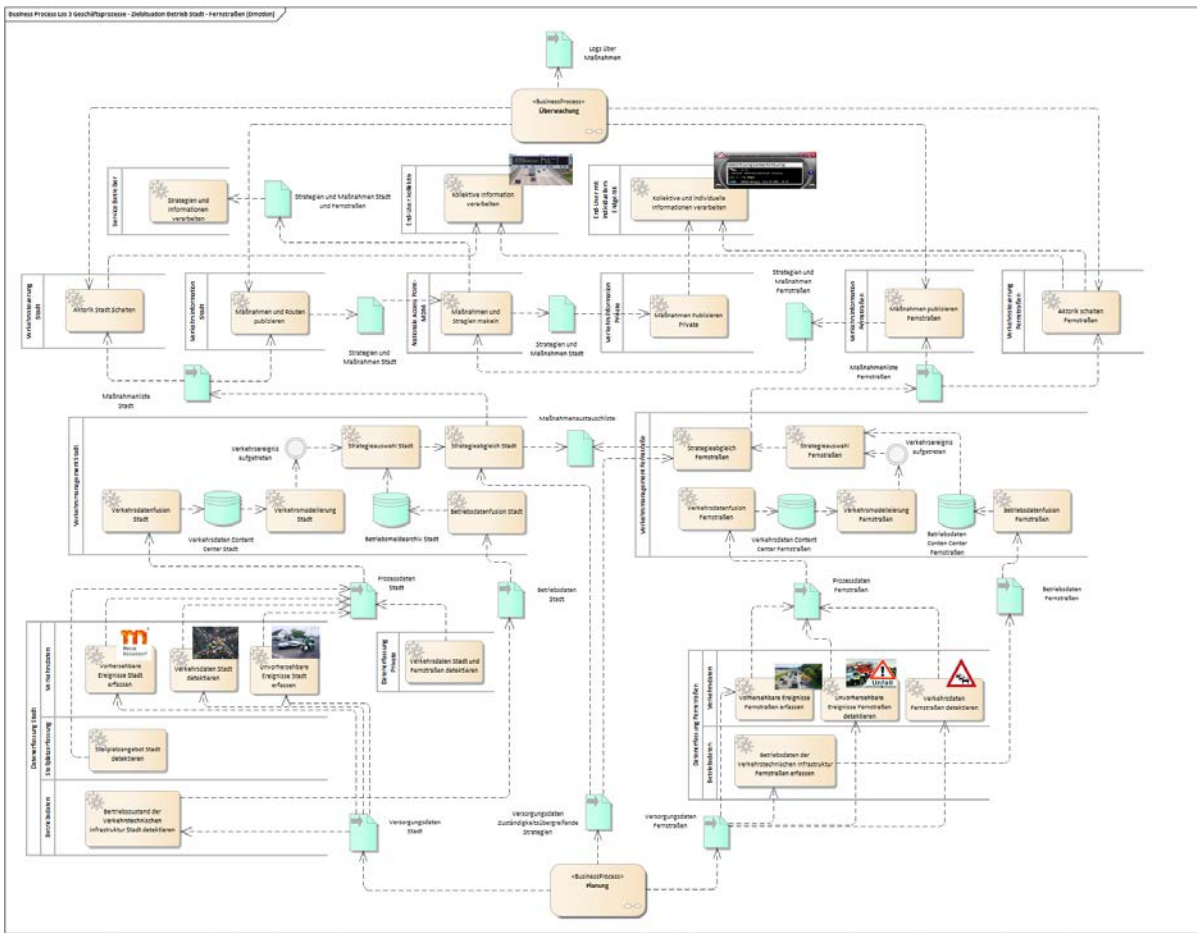


Bild 22: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Betrieb für das Szenario Stadt - Fernstraße

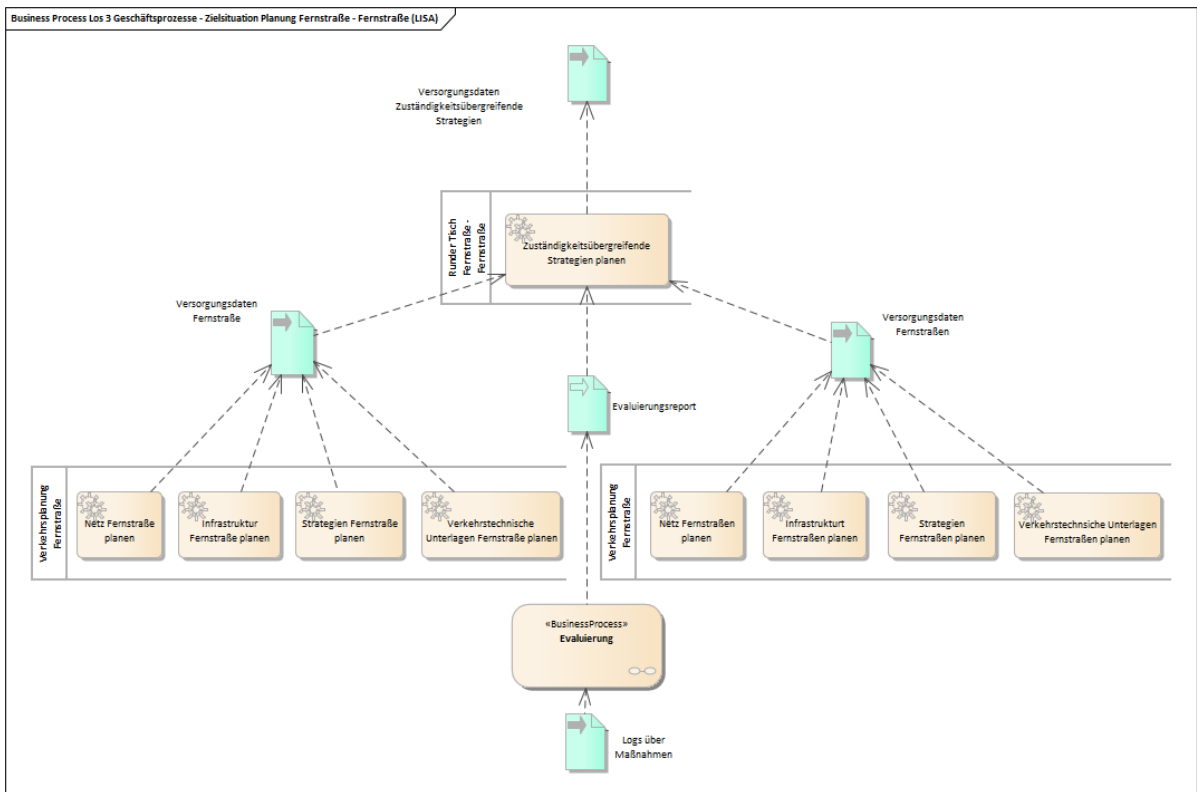


Bild 23: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Planung für das Szenario Fernstraße - Fernstraße

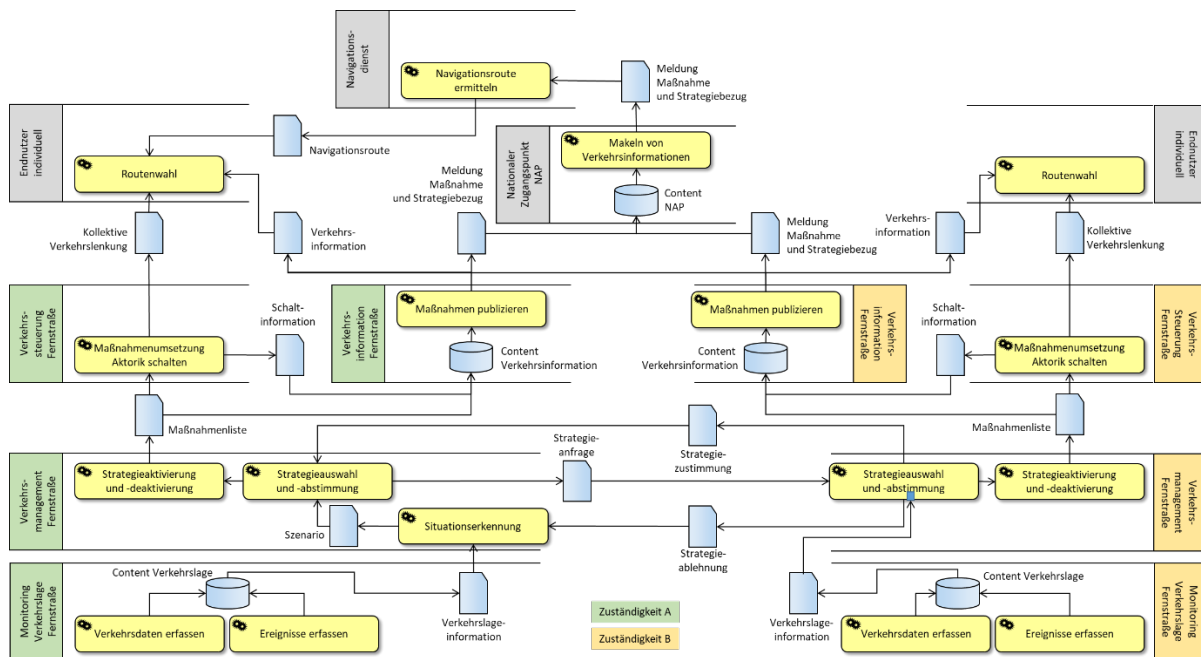


Bild 24: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Betrieb für das Szenario Fernstraße – Fernstraße

5.4 Gap-Analyse für die IVS-Geschäftsarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Über eine Gap-Analyse werden die Unterschiede zwischen der bestehenden und der gewünschten IVS-Geschäftsarchitektur herausgearbeitet.

Die IVS-Rahmenarchitektur macht für die Gap-Analyse keine formatgebundenen Vorgaben. Es empfiehlt sich allerdings diejenigen Darstellungsmittel zu verwenden, die für die Beschreibung der Ausgangssituation der IVS-Geschäftsarchitektur und der Ziel-IVS-Geschäftsarchitektur verwendet wurden.

Ergebnisse der Gap-Analyse sind mögliche IVS-Geschäftsarchitekturkandidaten, die im nächsten Schritt in die IVS-Architektur-Roadmap Eingang finden.

- [Gap-Analyse – Sicht Wertschöpfungsnetzwerk](#)
- [Gap-Analyse – Sicht Governance](#)
- [Gap-Analyse – Sicht Geschäftsprozesse](#)

5.5 IVS-Geschäftsarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap

Zur Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte sowie zur Festlegung von zeitlichen und inhaltlichen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Arbeitsschritten wird der Katalog Architektur-Roadmap verwendet.

Aus der Gap-Analyse innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke, der Governance und der Geschäftsprozesse resultieren IVS-Geschäftsarchitekturbausteine, die als IVS-Geschäftsarchitektur-Kandidaten (siehe Tab. 4 und Tab. 5) für die IVS-Architektur-Roadmap aufgefasst und deklariert sowie deren Umsetzungsarbeitsschritte über die IVS-Architektur-Roadmap beschrieben und geplant werden können.

Mit der Roadmap für die IVS-Architektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement werden zunächst die aus den vorherigen Schritten abgeleiteten Kandidaten für die IVS-Architektur beschrieben und zeitlich geplant, die durchgeführt werden müssen, um die Zielarchitektur zu erreichen. Zudem wird ein Zeitplan für die angegebenen Änderungen erstellt. Dabei werden die Priorisierungen der Änderungen sowie die Abhängigkeiten zwischen den Änderungen berücksichtigt.

Sicht	Änderung	Beschreibung der Änderung	Abhängigkeiten	Kosten
Governance	Zusammenarbeit Strategiekonformes Routen Stadt	Die Planung von Strategien soll in Abstimmung zwischen der Stadt und den privaten Navigationsdienstleistern erfolgen.	Zusammenarbeit von Straßenbetreiber und privaten Navigationsdienstleistern.	
Governance	Zusammenarbeit Strategiekonformes Routen Fernstraße	Die Planung von Strategien soll in Abstimmung zwischen dem Straßenbetreiber und den privaten Navigationsdienstleistern erfolgen.	Zusammenarbeit von Stadt und privaten Navigationsdienstleistern.	
Geschäftsprozesse Planung	Evaluierungsreport	Die Ergebnisse der Evaluierung der Maßnahmen sind im Rahmen eines Evaluierungsreports festzuhalten.	Evaluierung	
Geschäftsprozesse Planung	Evaluierung	Die Maßnahmen bzw. Strategien sind zu evaluieren.	Logs über Maßnahmen.	
Geschäftsprozesse Planung	Logs über Maßnahmen	Die im Betrieb erstellten Ereignisprotokolle (Logs) bzw. die Erkenntnisse daraus werden im Rahmen der Strategieplanung berücksichtigt.	Logs über Maßnahmen aus Betrieb.	
Geschäftsprozesse Betrieb	Überwachung	Die Maßnahmen bzw. Strategien sind hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu überwachen.	Aktorik Stadt schalten, Actorik Fernstraße schalten.	
Geschäftsprozesse Betrieb	Logs über Maßnahmen	Die Ergebnisse der Überwachung der Maßnahmen bzw. Strategien sind in Ereignisprotokollen (Logs) festzuhalten.	Überwachung	
Geschäftsprozesse Betrieb	Verkehrereignis aufgetreten			

Tab. 4: IVS-Geschäftsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Stadt-Fernstraße

Sicht	Änderung	Beschreibung der Änderung	Abhängigkeiten	Kosten
Governance	Zusammenarbeit Strategiekonformes Routen Fernstraße	Die Kooperation mit Navigationsdienstleistern ist bei der Planung der Strategien zu berücksichtigen.	Zusammenarbeit zwischen Straßenbetreiber und privaten Navigationsdienstleistern	
Geschäftsprozesse Planung	Evaluierungsreport	Die Ergebnisse der Evaluierung der Maßnahmen sind im Rahmen eines Evaluierungsreports festzuhalten.	Evaluierung	
Geschäftsprozesse Planung	Evaluierung	Die Maßnahmen bzw. Strategien sind zu evaluieren.	Logs über Maßnahmen	
Geschäftsprozesse Planung	Logs über Maßnahmen	Die im Betrieb erstellten Ereignisprotokolle (Logs) bzw. die Erkenntnisse daraus werden im Rahmen der Strategieplanung berücksichtigt.	Logs über Maßnahmen aus Betrieb	
Geschäftsprozesse Betrieb	Überwachung	Die Maßnahmen bzw. Strategien sind hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu überwachen.	Aktorik Stadt schalten, Aktorik Fernstraße schalten	
Geschäftsprozesse Betrieb	Logs über Maßnahmen	Die Ergebnisse der Überwachung der Maßnahmen bzw. Strategien sind in Ereignisprotokollen (Logs) festzuhalten.	Überwachung	
Geschäftsprozesse Betrieb	Verkehrereignis aufgetreten			

Tab. 5: IVS-Geschäftsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Fernstraße-Fernstraße

6 Phase C.1 - IVS-Datenarchitektur

6.1 Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Datenarchitektur

6.1.1 Einführung

In der Datenarchitektur werden die Daten zusammen mit ihren Beziehungen, die für die Durchführung der Geschäftsprozesse benötigt werden, identifiziert und beschrieben. Dies soll in einem Modell und einer Darstellungsform erfolgen, die stabil, vollständig, konsistent und für alle Beteiligten verständlich ist.

Bei der Festlegung von Hilfsmitteln und Werkzeugen muss beachtet werden, dass derzeit viele unterschiedliche, domänenspezifische IVS-Datenmodelle existieren, und daher eine Vereinheitlichung nur schwer zu erreichen ist. Somit wurden seitens der IVS-Rahmenarchitektur keine konkreten Vorgaben gemacht. Für die Festlegung von Hilfsmitteln und Werkzeugen der IVS-Datenarchitektur im Rahmen des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements wurde eine projektspezifische Lösung entwickelt und auf die bereits verwendeten Modelle und Darstellungsformen zurückgegriffen.

Grundsätzlich werden in der IVS-Datenarchitektur für das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement folgende Bausteine verwendet:

- IVS-Informationsobjekt: Information mit einer festgelegten Bedeutung,
- IVS-Datenmodell: Darstellungsform von IVS-Informationsobjekten und Festlegung von deren Format,
- IVS-Ortsreferenzierung: Verfahren zur Beschreibung von geografischen Orten (soweit relevant).

Als Ausgangszustand wird eine Bestandsaufnahme der aktuellen Situation mit Schwerpunkt auf der Identifikation und Beschreibung von Sachverhalten, die eine Einführung der Architektur behindern, durchgeführt. Die Sachverhalte sollen dabei so detailliert beschrieben werden, dass die gewünschten Änderungen in späteren Schritten geplant werden können.

Im Fall des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements wird das Verkehrsgeschehen durch vorab abgestimmte Strategien zur räumlichen, zeitlichen und modalen Verkehrsverlagerung beeinflusst. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Empfehlungen für Verkehrsteilnehmer für Routen, die über Zuständigkeitsgrenzen von Straßenbetreibern hinweg verlaufen. Bei den zugrundeliegenden Szenarien wird dabei grundsätzlich ein dezentraler Ansatz zur Strategieanforderung und -umsetzung verfolgt. Jeder Straßenbetreiber bewertet die Verkehrslage und kontrolliert die Störungen in seinem eigenen Netz. Beim Eingang einer Strategieanfrage prüft er, ob die aktuelle Verkehrslage in seinem Zuständigkeitsbereich eine Umsetzung der Strategie erlaubt. Ein direkter Austausch von Verkehrs- und Prozessdaten erfolgt im Rahmen des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements nicht. Zur Strategieaktivierung und zur Umsetzung der dazugehörigen Maßnahmen werden lediglich Strategieanfragen verschickt bzw. Strategiemaßnahmenlisten ausgetauscht.

Die Bestandsaufnahme der aktuellen Situation der IVS-Datenarchitektur wurde für die beiden betrachteten Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße durchgeführt.

Um die zuständigkeitsübergreifenden Elemente in der IVS-Referenzarchitektur zu verdeutlichen, werden diese im Nachfolgenden anhand eines ausgewählten Beispiels je Szenario beschrieben. Dabei wird für das Szenario Stadt - Fernstraße das Beispiel Dmotion der Stadt Düsseldorf und des Landes NRW und für das Szenario Fernstraße - Fernstraße der Intermodale Strategie-Manager von Hessen Mobil, welcher für die Strategieentwicklung und -abstimmung eingesetzt wird, aufgegriffen.

6.1.2 Zuständigkeitsübergreifende Elemente im Szenario Stadt - Fernstraße

Folgende Punkte geben das Grundkonzept und die Rollenverteilung wieder:

- Verbund zweier gleichberechtigter Baulasträger ohne Einschränkung von hoheitlichen Kompetenzen.
- Symmetrisches Grundkonzept mit „aktiver“ und „passiver“ Rollenverteilung auf Basis der Verkehrslageerfassung auf den Streckennetzen in beiden Hoheitsbereichen.
- Vorfilterung von netzübergreifenden Maßnahmenanforderungen durch kontinuierlichen Informationsaustausch über die Schaltbarkeit und den Schaltzustand der kollektiven Aktorik.

Grundsätzlich verfügen die Stadt Düsseldorf und das Land NRW über eine eigene Leitzentrale und einen eigenen Strategiemanager, der mit dem Strategiemanager des jeweiligen anderen Partners über eine sog. Maßnahmenaustauschliste kommunizieren kann, über die die Abstimmung der zuständigkeitübergreifenden Strategien erfolgt (Bild 25).

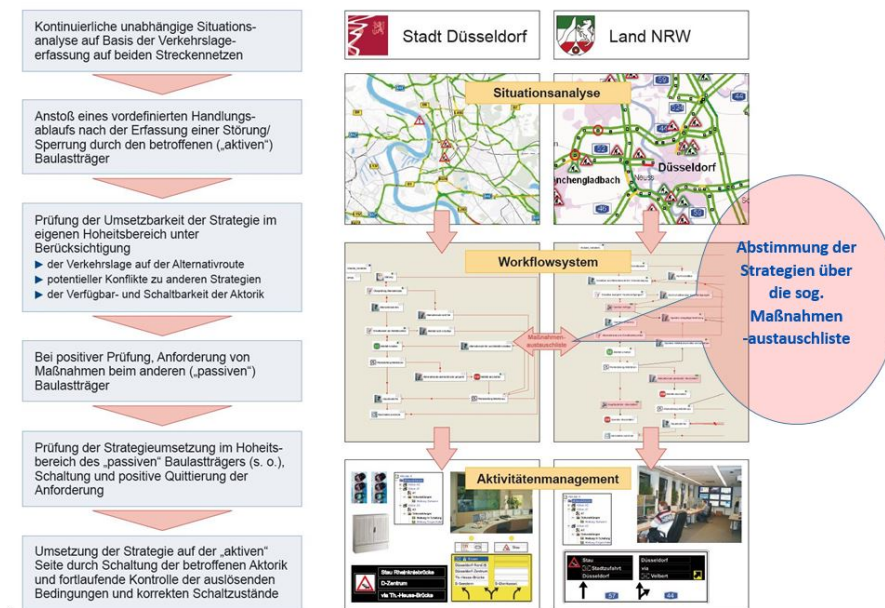


Bild 25: Abstimmungsprozesse und Handlungsablauf (Quelle: Dmotion)

6.1.3 Zuständigkeitsübergreifende Elemente im Szenario Fernstraße - Fernstraße

Die Anforderung einer zuständigkeitübergreifenden Strategie sowie deren Umsetzung bzw. Aktivierung erfolgt im Szenario Fernstraße - Fernstraße auf Basis eines dezentralen Ansatzes (Bild 26), in dessen Rahmen kein automatisierter Datenaustausch stattfindet.

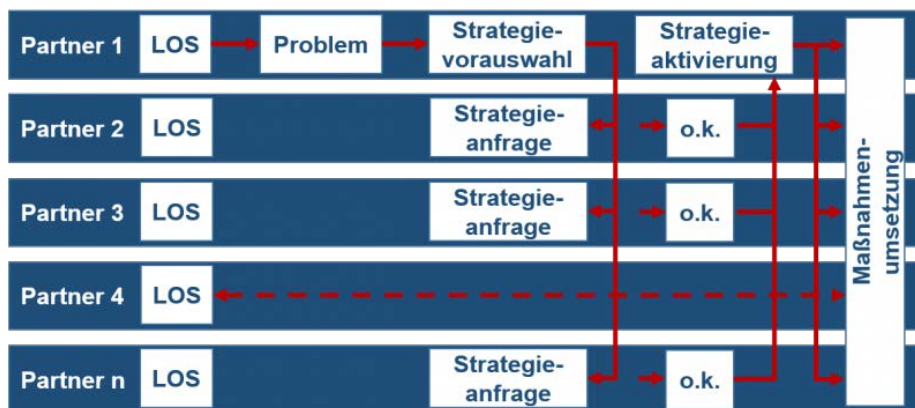


Bild 26: Dezentrale Strategieumsetzung Fernstraße-Fernstraße (Quelle: Hessen Mobil)

Aufgrund der kurzfristig geforderten Maßnahmenaktivierung ist eine weitgehende Automatisierung der Prozesse zur Strategieumsetzung erforderlich. Hessen Mobil hat zu diesem Zweck den Intermodalen Strategiemanager (ISM) entwickelt, der über einen Web-Client oder über definierte Schnittstellen zu entsprechenden Systemen anderer Akteure bzw. Straßenbetreiber die einzelnen Prozesse von der Strategiedefinition bis hin zur Strategieumsetzung unterstützen kann.

Der ISM setzt sich gemäß (Kirschfink und Kochs 2006) sowie (Riegelhuth et al. 2010) aus den folgenden drei Komponenten (Bild 27) zusammen:

- Strategischer Netzmanager: Auswahl von Strategien und Analyse der Online-Verkehrslage im strategischen Netz.
- Strategiemakler: Abwicklung der Abstimmungsprozesse mit den Partnern.
- Strategieadministrator: Verwaltung von Strategien und Verkehrsdaten, Entscheidungsunterstützung bei Strategiedefinition und -optimierung.



Bild 27: Komponenten des ISM (Quelle: Hessen Mobil)

Grundsätzlich hat jeder Straßenbetreiber mit einer eigenen Leitzentrale einen eigenen Strategiemakler, der mit anderen Strategiemaklern über ein XML-basiertes Protokoll („Strategy XML“) kommunizieren kann. So erfolgt die Abstimmung der zuständigkeitsübergreifenden Strategien über XML-Protokolle (Bild 28).

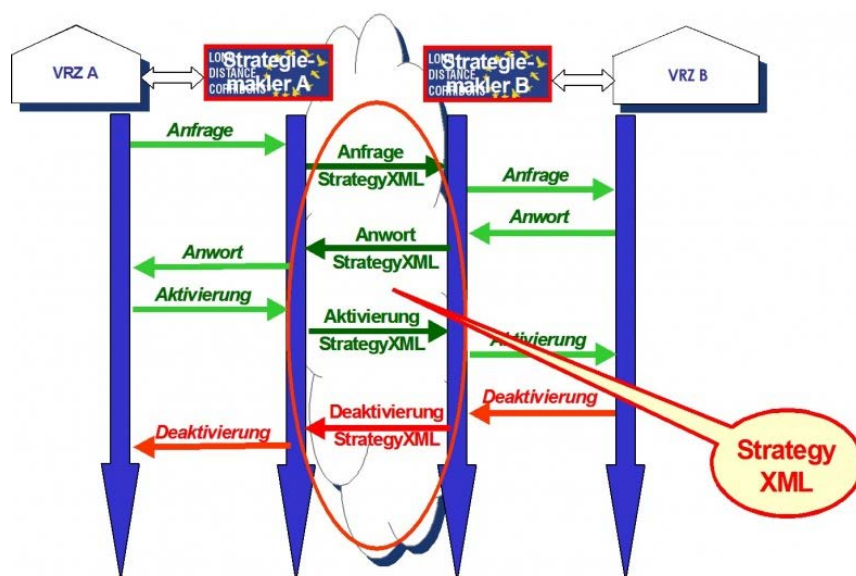


Bild 28: Inhalte des Strategieprotokolls (Quelle: Hessen Mobil)

6.2 Ausgangssituation der IVS-Datenarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

6.2.1 Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - IVS-Informationsobjekte

IVS-Informationsobjekte sind IVS-Architekturbausteine, die die semantische Bedeutung inhaltlich zusammengehöriger Informationen beschreiben. Sie werden als Input bzw. Output in IVS-Geschäftsprozessen verwendet sowie mit IVS-Datenmodellen beschrieben. Die für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement benötigten IVS-Informationsobjekte werden aus dem Katalog der benötigten Geschäftsprozesse ermittelt. Darauf basierend kann eine Matrix erstellt werden, die die Zuordnung zwischen den IVS-Informationsobjekten und den IVS-Datenmodellen zeigt.

Den eigentlichen Kern und das Wesen des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements von hoheitlich unabhängigen Partnern (Stadt - Fernstraße, Fernstraße - Fernstraße) machen die sog. "zuständigkeitsübergreifenden Strategien" aus. Eine Strategie ist ein vorab festgelegtes Handlungskonzept für das Ergreifen von Maßnahmen(-bündeln) zur Verbesserung einer definierten (Ausgangs-)Situation. Eine zuständigkeitsübergreifende Strategie ist somit ein von den beteiligten Partnern vorab festgelegtes Handlungskonzept für das Ergreifen von Maßnahmen(-bündeln) zur Verbesserung einer definierten (Ausgangs-)Situation, die von den beteiligten Partnern nur durch ein gemeinsam abgestimmtes, koordiniertes Handeln verbessert werden kann. Hat einer der Partner eine Störung im eigenen Netz detektiert, auf die er eine Strategie anwenden möchte, die nur mit Hilfe eines anderen Partners zum Tragen kommen kann, fordert er die Umsetzung dieser Strategie beim Partner an. Wird die Strategie vom Partner bestätigt, leitet jeder der betroffenen Partner in seinem eigenen Zuständigkeitsbereich alle Maßnahmen ein, die dieser Strategie entsprechen.

Informationstechnisch sind zuständigkeitsübergreifende Strategien in den Geschäftsprozessen für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement an verschiedenen Stellen repräsentiert:

- im Geschäftsprozess Planung als:
 - Versorgungsdaten für zuständigkeitsübergreifende Strategien (auch) zur Versorgung der Systeme von Stadt und Fernstraße
- Im Geschäftsprozess Betrieb als:
 - Maßnahmenauschliste zur Anfrage einer bestimmten Strategie beim jeweiligen Partner.

Flankierend gibt es im Geschäftsprozess Betrieb noch weitere Strategien betreffende IVS-Informationsobjekte, die mit mittelbar beteiligten Partnern (z. B. privaten Akteuren) ausgetauscht werden.

Die Geschäftsprozesse Planung und Betrieb für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement beinhalten zahlreiche IVS-Informationsobjekte, die teilweise in den internen Teilprozessen der Partner selbst (Stadt, Fernstraße), aber auch als Schnittstelle zwischen zuständigkeitsübergreifenden Prozessbestandteilen angesiedelt sind. Dazu werden die IVS-Informationsobjekte in folgende Kategorien unterteilt:

- Kern-Informationsobjekte Planung und Betrieb: Informationsobjekte, welche zwischen zuständigkeitsübergreifenden Prozessbestandteilen angesiedelt sind und
- Flankierende Informationsobjekte Planung und Betrieb: Informationsobjekte, welche in den internen Teilprozessen der einzelnen Akteure angesiedelt sind.

Tab. 6 und Tab. 7 zeigen Beispiele für sich aus dem IVS-Geschäftsprozess Planung ergebenden Ausgangssituation der IVS-Informationsobjekte für das Szenario Fernstraße-Fernstraße. Weitere [IVS-Informationsobjekte](#) finden sich im Wiki.

Name	Domäne (Anwendungsgebiet: Verkehrsmanagement, Straßenverkehrstechnik, Öffentlicher Verkehr ...)	Beschreibung
Strategiebibliothek (Versorgungsdaten) zuständigkeitsübergreifende Strategien	Verkehrsmanagement, Verkehrsinformation	Daten und Informationen zu vorab abgestimmten zuständigkeitsübergreifenden Strategien, die bei der jeweiligen Aktivierung den einzelnen Partner zur Verfügung stehen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ zum Strategischen Netz ▪ zur Infrastruktur ▪ zu Strategien ▪ über verkehrstechnische Unterlagen (bspw. Steuerungsprogramme)

Tab. 6: Beispiel eines Kern-IVS-Informationsobjekts aus dem IVS-Geschäftsprozess Planung für das Szenario Fernstraße - Fernstraße

Name	Domäne (Anwendungsgebiet: Verkehrsmanagement, Straßenverkehrstechnik, Öffentlicher Verkehr ...)	Beschreibung
Versorgungsdaten Fernstraße	Verkehrsmanagement, Verkehrsinformation	Daten und Informationen, die bei der Planung von zuständigkeitsübergreifenden Strategien bei den einzelnen Partnern zur Verfügung stehen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ zum Strategischen Netz ▪ zur Infrastruktur ▪ zu Strategien ▪ über verkehrstechnische Unterlagen (bspw. Steuerungsprogramme)

Tab. 7: Beispiel eines flankierenden IVS-Informationsobjekts aus dem IVS-Geschäftsprozess Planung für das Szenario Fernstraße - Fernstraße

6.2.2 Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - IVS-Datenmodelle

IVS-Datenmodelle sind IVS-Architekturbausteine, die IVS-Informationsobjekte enthalten und - soweit erforderlich - Referenzierungen zur Beschreibung von Orten verwenden. IVS-Datenmodelle werden für eine Domäne entwickelt und in IVS-Schnittstellen verwendet. Zur Erstellung eines Katalogs von IVS-Datenmodellen für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement kann der von der IVS-Rahmenarchitektur vorausgefüllte Katalog der IVS-Datenmodelle als Basis verwendet und entsprechend um die im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement benötigten IVS-Datenmodelle erweitert bzw. reduziert werden. Die IVS-Datenmodelle für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement sind für die beiden Szenarien Stadt-Fernstraße sowie Fernstraße-Fernstraße in folgende Kategorien unterteilt:

- Kern-Datenmodelle: Datenmodelle, welche zwischen zuständigkeitsübergreifenden Prozessbestandteilen angesiedelt sind (z. B. Datex II).
- Flankierende Datenmodelle: Datenmodelle, welche in den internen Teilprozessen der einzelnen Akteure angesiedelt sind (z. B. RDS-TMC).

Tab. 8 zeigt Beispiele für die Ausgangssituation der IVS-Datenmodelle für das Szenario Stadt-Fernstraße. Weitere [IVS-Datenmodelle](#) finden sich im Wiki.

Name	Link zur Definition des Datenmodells	Domäne (Anwendungsgebiet: Verkehrsmanagement, Straßenverkehrstechnik, Öffentlicher Verkehr ...)	Beschreibung
OTS2	http://www.ocit.org/downloadOCIT-I.htm	Verkehrsmanagement	Standard für Prozessdaten und Objekte für Verkehrsmanagement.
OCIT-Instations	http://www.ocit.org/downloadOCIT-I.htm	Verkehrsinformation, Verkehrsmanagement	Standard für Prozess- und Versorgungsdaten für Lichtsignalsteuerung.
DATEX II	http://www.datex2.eu/	Verkehrsmanagement	DATEX II ist ein Standard, der zum Austausch von Daten und Informationen zwischen Verkehrsmanagementzentralen.

Tab. 8: Beispiel eines Kern-IVS-Kerndatenmodells für das Szenario Stadt - Fernstraße

6.2.3 Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - IVS-Ortsreferenzierungen

IVS-Ortsreferenzierungen sind IVS-Architekturbausteine, die verwendet werden, um geographische Orte zu beschreiben. Ortsreferenzierungen werden in einer Domäne entwickelt und in IVS-Datenmodellen verwendet, um den Ort, an dem ein oder für den ein IVS-Informationsobjekt gilt, zu erläutern.

Zur Erstellung eines Katalogs von benötigten IVS-Ortsreferenzierungen im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement kann der von RAIM bereitgestellte Katalog der [IVS-Ortsreferenzierungen](#) verwendet und entsprechend der für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement benötigten IVS-Ortsreferenzierungen erweitert bzw. reduziert werden.

6.2.4 Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - Matrix IVS-Informationsobjekte/Datenmodelle

Auf der Grundlage der erarbeiteten Kataloge der notwendigen IVS-Informationsobjekte sowie IVS-Datenmodelle wurden Matrizen erstellt, die die Zuordnung zwischen den identifizierten IVS-Informationsobjekten und IVS-Datenmodellen im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement anhand der Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße beschreiben.

Tab. 9 zeigt ein Beispiel für die Ausgangssituation der Matrix IVS-Informationsobjekt/IVS-Datenmodelle für das Szenario Stadt-Fernstraße. Weitere [Matrizen](#) finden sich im Wiki.

Informationsobjekt/Datenmodell	OTS2	OCIT-Instations	DATEX II
Versorgungsdaten zuständigkeitsübergreifende Strategien		X	
Versorgungsdaten zuständigkeitsübergreifende Strategien	X		
Versorgungsdaten zuständigkeitsübergreifende Strategien	X		X

Tab. 9: Beispiel eines Matrix IVS-Informationsobjekte/IVS-Datenmodell für das Szenario Stadt - Fernstraße

6.2.5 Ausgangssituation IVS-Datenarchitektur - Matrix IVS-Datenmodelle/IVS-Ortsreferenzierungen

Auf der Grundlage der erarbeiteten Kataloge der notwendigen IVS-Datenmodelle sowie IVS-Ortsreferenzierungen wurde eine [Matrix](#) erstellt, die die Zuordnung zwischen den identifizierten IVS-Datenmodellen und IVS-Ortsreferenzierungen im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement für beide Szenarien (Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße) beschreibt.

Datenmodell/Ortsreferenzierung	Alert-C	Lineare Referenzierung	OpenLR	Traces
DATEX II	X	X	X	X
Proprietär (ISM)		X		
Sonstige (OCIT ...)		X		

Tab. 10: Matrix IVS-Datenmodell/IVS-Ortsreferenzierungen

6.3 Zielsituation und Gap-Analyse der IVS-Datenarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Im Rahmen der Darstellung der Zielsituation der IVS-Datenarchitektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement wurde ein Katalog von zukünftig notwendigen IVS-Informationsobjekten, IVS-Datenmodellen und IVS-Ortsreferenzierungen erstellt. Dazu kann aus dem Katalog der zukünftig benötigten Geschäftsprozesse im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement jeweils ermittelt werden, welcher Input bzw. Output, welche Datenmodelle bzw. Ortsreferenzierungen zur Umsetzung dieser Geschäftsprozesse benötigt werden.

Basierend auf diesen Katalogen können dann Matrizen, die die Zuordnung zwischen den IVS-Informationsobjekten und IVS-Datenmodellen bzw. IVS-Datenmodellen und IVS-Ortsreferenzierungen beschreiben, erstellt werden.

Ziel der Gap-Analyse der Datenarchitektur ist es, die Änderungen an den IVS-Informationsobjekten, den IVS-Datenmodellen und den IVS-Ortsreferenzierungen herauszuarbeiten, die für die Umsetzung der IVS-Ziel-Datenarchitektur benötigt werden.

Ausgehend von der oben beschriebenen Ausgangssituation und der im Projekt entwickelten und im Wiki dargestellten Beispiele für eine [Zielsituation der IVS-Datenarchitektur](#) und [Gapanalyse der IVS-Datenarchitektur](#) zeigt Tab. 11 zusammenfassend die im vorliegenden Projekt beispielhaft identifizierten im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement relevanten IVS-Informationsobjekte in der Ausgangs- und Zielsituation sowie GAP-Analyse (die Bedeutung der einzelnen IVS-Informationsobjekte findet sich im Wiki):

	Ausgangssituation	Zielsituation	Gap-Analyse
Kern-IVS-Informationsobjekte im Geschäftsprozess Planung	Stadt-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten zuständigkeitsübergreifende Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten zuständigkeitsübergreifende Strategien ▪ Logs über Maßnahmen ▪ Evaluierungsreport 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logs über Maßnahmen ▪ Evaluierungsreport
	Fernstraße-Fernstraße		

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategiebibliothek (Versorgungsdaten) zuständigkeitsübergreifende Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten zuständigkeitsübergreifende Strategien ▪ Logs über Maßnahmen ▪ Evaluierungsreport 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logs über Maßnahmen ▪ Evaluierungsreport
Flankierende IVS-Informationenobjekte im Geschäftsprozess Planung	Stadt-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten Stadt ▪ Versorgungsdaten Fernstraße 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten Stadt ▪ Versorgungsdaten Fernstraße 	
	Fernstraße-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten Fernstraße 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten Fernstraße 	
Kern-IVS-Informationenobjekte im Geschäftsprozess Betrieb	Stadt-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenauschliste 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenauschliste ▪ Logs über Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logs über Maßnahmen
	Fernstraße-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategiebibliothek (Versorgungsdaten) zuständigkeitsübergreifende Strategien ▪ Strategienliste Fernstraße ▪ Maßnahmenliste Fernstraße ▪ Strategien und Maßnahmen Fernstraße & Fernstraße 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategiebibliothek (Versorgungsdaten) zuständigkeitsübergreifende Strategien ▪ Strategienliste Fernstraße ▪ Maßnahmenliste Fernstraße ▪ Strategien und Maßnahmen Fernstraße & Fernstraße ▪ Logs über Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logs über Maßnahmen
Flankierende IVS-Informationenobjekte im Geschäftsprozess Betrieb	Stadt-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenliste Stadt ▪ Maßnahmenliste Fernstraße ▪ Strategien und Maßnahmen Stadt ▪ Strategien und Maßnahmen Fernstraße 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenliste Stadt ▪ Maßnahmenliste Fernstraße ▪ Strategien und Maßnahmen Stadt ▪ Strategien und Maßnahmen Fernstraße 	
	Fernstraße-Fernstraße		
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten Fernstraße ▪ Prozessdaten Fernstraße ▪ Betriebsdaten Fernstraße ▪ Content Center Verkehrsdaten Fernstraße ▪ Content Center Betriebsdaten Fernstraße ▪ Strategien und Maßnahmen Fernstraße ▪ Information Rundfunk 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versorgungsdaten Fernstraße ▪ Prozessdaten Fernstraße ▪ Betriebsdaten Fernstraße ▪ Content Center Verkehrsdaten Fernstraße ▪ Content Center Betriebsdaten Fernstraße ▪ Strategien und Maßnahmen Fernstraße ▪ Information Rundfunk

Tab. 11: Zusammenfassende Darstellung der IVS-Datenarchitektur in der Ausgangs- und Zielsituation sowie Gap-Analyse

6.4 IVS-Datenarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Aus der Gap-Analyse resultieren IVS-Informationsobjekte, IVS-Datenmodelle und IVS-Ortsreferenzierungen, die als IVS-Datenarchitekturkandidaten (Tab. 12 und Tab. 13) für die IVS-Architektur-Roadmap deklariert und deren Umsetzungsarbeitsschritte über die Roadmap beschrieben sowie geplant werden können.

Mit der Roadmap für die IVS-Architektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement werden die aus den vorherigen Schritten abgeleiteten Kandidaten für IVS-Architektur beschrieben und zeitlich geplant, die durchgeführt werden müssen, um die Zielarchitektur zu erreichen. Darauf aufbauend muss dann ein Zeit- und Kostenplan für die angegebenen Änderungen erstellt werden. Dabei werden die Priorisierungen der Änderungen sowie die Abhängigkeiten zwischen den Änderungen berücksichtigt.

Baustein	Änderung	Beschreibung der Änderung	Abhängigkeiten
IVS-Informationsobjekt Planung	Evaluierungsreport	Die Ergebnisse der Evaluierung der Maßnahmen sind im Rahmen eines Evaluierungsreports festzuhalten.	Evaluierung
IVS-Informationsobjekt Planung	Logs über Maßnahmen	Die im Betrieb erstellten Ereignisprotokolle (Logs) bzw. die Erkenntnisse daraus werden im Rahmen der Strategieplanung berücksichtigt.	Logs über Maßnahmen aus Betrieb
IVS-Informationsobjekt Betrieb	Logs über Maßnahmen	Die Ergebnisse der Überwachung der Maßnahmen bzw. Strategien sind in Ereignisprotokollen (Logs) festzuhalten.	Überwachung

Tab. 12: Beschreibung der IVS-Datenarchitektur-Kandidaten für das Szenario Stadt-Fernstraße

Baustein	Änderung	Beschreibung der Änderung	Abhängigkeiten
IVS-Informationsobjekt Planung	Evaluierungsreport	Die Ergebnisse der Evaluierung der Maßnahmen sind im Rahmen eines Evaluierungsreports festzuhalten.	Evaluierung
IVS-Informationsobjekt Planung	Logs über Maßnahmen	Die im Betrieb erstellten Ereignisprotokolle (Logs) bzw. die Erkenntnisse daraus werden im Rahmen der Strategieplanung berücksichtigt.	Logs über Maßnahmen aus Betrieb
IVS-Informationsobjekt Betrieb	Logs über Maßnahmen	Die Ergebnisse der Überwachung der Maßnahmen bzw. Strategien sind in Ereignisprotokollen (Logs) festzuhalten.	Überwachung

Tab. 13: Beschreibung der IVS-Datenarchitektur-Kandidaten für das Szenario Fernstraße-Fernstraße

7 Phase C.2 - IVS-Anwendungsarchitektur

7.1 Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Anwendungsarchitektur

Die IVS-Anwendungsarchitektur fokussiert IVS-Anwendungen und deren IVS-Schnittstellen im zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagement, die für die Ausführung der zuständigkeitübergreifenden IVS-Geschäftsprozesse erforderlich sind.

- IVS-Anwendungen sind Computeranwendungen oder IT-Services, die genutzt werden, um Anwendungsfunktionen zu automatisieren bzw. computergestützt umzusetzen. Die technischen Aktivitäten eines IVS-Geschäftsprozesses werden in IVS-Anwendungen realisiert.
- Über IVS-Schnittstellen kommunizieren IVS-Anwendungen. IVS-Schnittstellen beinhalten das mit Hilfe der IVS-Datenmodelle kodierte IVS-Informationsobjekt und das Schnittstellenprotokoll zum Datenaustausch.

Für die Darstellung der Anwendungsarchitektur im zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagement schlägt die IVS-Rahmenarchitektur folgende Modellierungsprinzipien bzw. -werkzeuge vor:

- Verwendung von Standards als IVS-Schnittstellen,
- Verwendung einer serviceorientierten Architektur (SOA),
- Modellierung mittels Komponentendiagrammen in UML.

In der Anwendungsarchitektur geht es um die IVS-Schnittstellen sowie die IVS-Anwendungen. Da die IVS-Schnittstellen, genauso wie die IVS-Datenmodelle in verschiedenen Domänen historisch gewachsen sind, kommt es zu inhaltlichen Überlappungen der verschiedenen IVS-Schnittstellen. So kann es vorkommen, dass der Austausch von verschiedenen IVS-Informationsobjekten in verschiedenen IVS-Schnittstellen enthalten ist. Diese Überlappungen können dann zu Problemen führen, wenn mehrere verschiedene IVS-Schnittstellen in einem IVS-Geschäftsprozess verwendet werden, und wenn sich die Informationen nicht verlustfrei, widerspruchsfrei und vollständig zwischen den Datenmodellen konvertieren lassen. Zudem kann es auch vorkommen, dass die benötigten IVS-Schnittstellen noch gar nicht existieren.

Im zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagement kommen Anwendungen zum Einsatz, die zur Automatisierung von bestimmten Funktionen in den einzelnen Geschäftsprozessen beitragen. Dies können bspw. Anwendungen zur Verkehrsanalyse und Verkehrsmodellierung sein, mit deren Hilfe die aktuelle Verkehrssituation im eigenen Zuständigkeitsbereich automatisiert ermittelt und somit Störungs- oder Ereignisfälle erkannt werden können.

7.2 Ausgangssituation der IVS-Anwendungsarchitektur für zuständigkeitübergreifendes Verkehrsmanagement

Ziel der Beschreibung der Ausgangssituation der IVS-Anwendungsarchitektur ist es, Sachverhalte, die eine Einführung der Architektur behindern, zu benennen und so detailliert zu beschreiben, sodass die gewünschten Änderungen in späteren Schritten geplant werden können.

Für die Beschreibung der Ausgangssituation wurden die IVS-Anwendungen und IVS-Schnittstellen mit zuständigkeitübergreifendem Bezug für die Szenarien Stadt-Fernstraße und Fernstraße-Fernstraße dargestellt sowie in einer Matrix gegenübergestellt. Tab. 14 und Tab. 15 zeigen die Ausgangssituation für das Szenario Stadt-Fernstraße. Die Ausgangssituation für das [Szenario Fernstraße-Fernstraße](#) findet sich im Wiki.

Bezeichnung der Anwendung	Service ja/nein	Erläuterung der Anwendung
Strategieabgleich Stadt	*	Über ein sowohl auf Seiten der Stadt als auch auf Fernstraßen-Seite symmetrisch implementiertes Workflowsystem erfolgt der Strategie- und Maßnahmenabgleich zwischen Stadt und Fernstraße
Strategieabgleich Fernstraße	*	Über ein sowohl auf Seiten der Stadt als auch auf Fernstraßen-Seite symmetrisch implementiertes Workflowsystem erfolgt der Strategie- und Maßnahmenabgleich zwischen Stadt und Fernstraße.
Maßnahmen und Routen publizieren Stadt	*	Verkehrsinformationen können in Deutschland über den MDM zum Abruf bereitgestellt werden, welche zudem definierte Daten- und Qualitätsstandards für Angebote und den Datentransfer zu Verfügung stellen. Die Stadt bietet ihre Maßnahmen und Routen am MDM an zur Verwendung durch Dritte
Maßnahmen und Routen publizieren Fernstraße	*	Verkehrsinformationen können in Deutschland über den MDM zum Abruf bereitgestellt werden, welche zudem definierte Daten- und Qualitätsstandards für Angebote und den Datentransfer zu Verfügung stellen. Die Fernstraße bietet ihre Maßnahmen und Routen am MDM an zur Verwendung durch Dritte
Maßnahmen und Routen makeln	*	Verkehrsinformationen können in Deutschland über den MDM zum Abruf bereitgestellt werden, welche zudem definierte Daten- und Qualitätsstandards für Angebote und den Datentransfer zu Verfügung stellen. Der MDM hat dabei zwei Funktionsebenen: die Portal-Funktion als interaktive Website zum Anbieten, Recherchieren und Abonnieren von Daten und die Broker-Funktion für den sicheren Datenaustausch. Siehe http://www.mdm-portal.de/ .

Tab. 14: IVS-Anwendungen im Szenario Stadt-Fernstraße

Name der Schnittstelle	Art der 'Schnittstelle'	Standard	Kurzbeschreibung
Maßnahmenaustauschliste		OTS2	Stadt und Fernstraße tauschen Strategien aus und fordern Schaltmaßnahmen an.
Publikation von Maßnahmen und Routen Stadt		DATEX II	Die Stadt publiziert ihre Maßnahmen und die darüber geschalteten Routen via MDM.
Publikation von Maßnahmen und Routen Fernstraße		DATEX II	Die Fernstraße publiziert ihre Maßnahmen und die darüber geschalteten Routen via MDM.

Tab. 15: IVS-Schnittstellen im Szenario Stadt-Fernstraße

Legende:

- OTS2: definiert eine standardisierte, formale Struktur für den Datenaustausch zwischen Verkehrszentralen.
- DATEX II: DATEX II-Profil dienen der Harmonisierung der Datenbereitstellung auf dem MDM und vereinfachen somit die Implementierung von MDM-Schnittstellen seitens der Datenlieferanten und -abnehmer.

IVS-Schnittstelle/IVS-Anwendung	Strategieabgleich Stadt	Strategieabgleich Fernstraße	Maßnahmen und Routen publizieren Stadt	Maßnahmen und Routen publizieren Fernstraße	Maßnahmen und Routen makeln (MDM)
Strategieabgleich Stadt		Maßnahmenaus-tauschliste			
Strategieabgleich Fernstraße	Maßnahmen-austauschliste				
Maßnahmen und Routen publizieren Stadt					Publikation von Maßnahmen und Routen Stadt
Maßnahmen und Routen publizieren Fernstraße					Publikation von Maßnahmen und Routen Fernstraße
Maßnahmen und Routen makeln (MDM)			Publikation von Maßnahmen und Routen Stadt	Publikation von Maßnahmen und Routen Fernstraße	

Tab. 16: Zuordnung IVS-Schnittstellen zu IVS-Anwendungen im Szenario Stadt-Fernstraße

7.3 Zielsituation und Gap-Analyse der IVS-Anwendungsarchitektur für zuständigkeit-übergreifendes Verkehrsmanagement

Im Rahmen der Darstellung der Zielsituation der IVS-Anwendungsarchitektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement wird ein Katalog von zukünftig notwendigen IVS-Anwendungen und IVS-Schnittstellen erstellt. Dazu kann im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement auf den von Los 1 bereitgestellten Katalogen aufgebaut und um weitere notwendige IVS-Anwendungen und IVS-Schnittstellen ergänzt werden.

Basierend auf diesen Katalogen kann dann eine Matrix, die die Zuordnung zwischen den IVS-Anwendungen und IVS-Schnittstellen beschreibt, erstellt werden.

Ziel der Gap-Analyse der Anwendungsarchitektur ist es, die Änderungen an den IVS-Anwendungen sowie IVS-Schnittstellen herauszuarbeiten, die für die Umsetzung der IVS-Ziel-Anwendungsarchitektur benötigt werden.

Über eine Gap-Analyse werden die Unterschiede zwischen der Ausgangssituation und der Zielsituation der IVS-Anwendungsarchitektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement herausgearbeitet. Dazu werden die Darstellungsmittel verwendet, die für die Beschreibung der Ausgangssituation der IVS-Anwendungsarchitektur und der Ziel-IVS-Anwendungsarchitektur verwendet wurden.

Ergebnisse der Gap-Analyse sind mögliche IVS-Anwendungsarchitekturkandidaten, die im nächsten Schritt in die IVS-Architektur-Roadmap Eingang finden. Ausgehend von der oben beschriebenen Ausgangssituation und der im Projekt entwickelten und im Wiki dargestellten Beispiele für eine [Zielsituation der IVS-Anwendungsarchitektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement](#) und [Gap-Analyse der Anwendungsarchitektur](#) zeigt Tab. 17 zusammenfassend die im vorliegenden Projekt

beispielhaft identifizierten im zuständigkeitübergreifenden Verkehrsmanagement relevanten IVS-Informationenobjekte in der Ausgangs- und Zielsituation sowie GAP-Analyse (die Bedeutung der einzelnen IVS-Informationenobjekte findet sich im Wiki):

	Ausgangssituation	Zielsituation	Gap-Analyse
IVS-Anwendungen	Stadt-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategieabgleich Stadt ▪ Strategieabgleich Fernstraße ▪ Maßnahmen und Routen publizieren Stadt ▪ Maßnahmen und Routen publizieren Fernstraße ▪ Maßnahmen und Routen makeln (MDM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategieabgleich Stadt ▪ Strategieabgleich Fernstraße ▪ Maßnahmen und Routen publizieren Stadt ▪ Maßnahmen und Routen publizieren Fernstraße ▪ Maßnahmen und Routen makeln (MDM) ▪ Überwachung von Strategien ▪ Evaluierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überwachung von Strategien ▪ Evaluierung
	Fernstraße-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategieauswahl (ISM) ▪ Strategieaktivierung ▪ Maßnahmenpublikation ▪ Maßnahmenbereitstellung (MDM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategieauswahl (ISM) ▪ Strategieaktivierung ▪ Maßnahmenpublikation ▪ Maßnahmenbereitstellung (MDM) ▪ Strategieüberwachung ▪ Strategieevaluierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategieüberwachung ▪ Strategieevaluierung
IVS-Schnittstellen	Stadt-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenaustauschliste (OTS2) ▪ Publikation von Maßnahmen und Routen Stadt (DATEX II) ▪ Publikation von Maßnahmen und Routen Fernstraße (DATEX II) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenaustauschliste (OTS2) ▪ Publikation von Maßnahmen und Routen Stadt (DATEX II) ▪ Publikation von Maßnahmen und Routen Fernstraße (DATEX II) ▪ Logs über Maßnahmen (DATEX II) ▪ Evaluierungsreport 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logs über Maßnahmen (DATEX II) ▪ Evaluierungsreport
	Fernstraße-Fernstraße		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategienliste, ISM (XML) ▪ Maßnahmenliste, ISM (XML) ▪ MDM-Profil (DATEX II) ▪ MDM-Profil (SOAP) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategienliste, ISM (XML) ▪ Maßnahmenliste, ISM (XML) ▪ MDM-Profil (DATEX II) ▪ MDM-Profil (SOAP) ▪ Logs über Maßnahmen (DATEX II) ▪ Evaluierungsreport 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logs über Maßnahmen (DATEX II) ▪ Evaluierungsreport

Tab. 17: Zusammenfassende Darstellung der IVS-Anwendungsarchitektur in der Ausgangs- und Zielsituation sowie Gap-Analyse

7.4 IVS-Anwendungsarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap

Aus der Gap-Analyse resultieren IVS-Anwendungen und IVS-Schnittstellen, die als [IVS-Anwendungsarchitekturkandidaten für die IVS-Architektur-Roadmap](#) deklariert werden können und deren Umsetzungsschritte über die Roadmap beschrieben sowie geplant werden können.

Mit der Roadmap für die IVS-Architektur im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement werden die aus den vorherigen Schritten abgeleiteten Kandidaten für IVS-Architektur (Tab. 18 und Tab. 19) beschrieben und zeitlich geplant, die durchgeführt werden müssen, um die Zielarchitektur zu erreichen. Zudem wird ein Zeitplan für die angegebenen Änderungen erstellt. Dabei werden die Priorisierungen der Änderungen sowie die Abhängigkeiten zwischen den Änderungen berücksichtigt.

Baustein	Änderung	Beschreibung der Änderung	Abhängigkeiten
IVS-Anwendung Planung	Evaluierung (Wirkungsanalyse von Strategien/Strategiebewertung)	Im Rahmen der Wirkungsanalyse soll ermittelt werden, welchen Beitrag die entwickelten Strategien zur Lösung der jeweiligen verkehrlichen Probleme leisten. Dabei kann entweder eine Grobanalyse oder eine Detailanalyse bezüglich der verkehrlichen Wirkungspotenziale durchgeführt werden. Diese Erkenntnisse können dann schließlich im Zuge der Planung Berücksichtigung finden.	Evaluierung, Logs über Maßnahmen.
IVS-Anwendung Betrieb	Überwachung von Strategien	Im laufenden Betrieb der aktivierten Strategien sind diese hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Verkehr zu beobachten bzw. zu überwachen. Dazu werden die einzelnen Maßnahmen im jeweiligen Zuständigkeitsbereich überwacht und bei Eintreten von negativen Auswirkungen ggf. eine Deaktivierung angefordert.	Aktorik schalten, Maßnahmen und Routen publizieren.
IVS-Schnittstelle Betrieb	Maßnahmen Logbuch	Logbuch über die durchgeführten Maßnahmen.	Überwachung
IVS-Schnittstelle Planung	Evaluierungsbericht	Evaluierungsbericht über die durchgeführten Maßnahmen.	Evaluierung

Tab. 18: Beschreibung der IVS-Anwendungsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Stadt-Fernstraße

Baustein	Änderung	Beschreibung der Änderung	Abhängigkeiten
IVS-Anwendung Planung	Wirkungsanalyse von Strategien/Strategiebewertung	Im Rahmen der Wirkungsanalyse soll ermittelt werden, welchen Beitrag die entwickelten Strategien zur Lösung der jeweiligen verkehrlichen Probleme leisten. Dabei kann entweder eine Grobanalyse oder eine Detailanalyse bezüglich der verkehrlichen Wirkungspotenziale durchgeführt werden. Diese Erkenntnisse können dann schließlich im Zuge der Planung Berücksichtigung finden.	Evaluierung, Logs über Maßnahmen.
IVS-Anwendung Betrieb	Überwachung von Strategien	Im laufenden Betrieb der aktivierten Strategien sind diese hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Verkehr zu beobachten bzw. zu überwachen. Dazu werden die einzelnen Maßnahmen im jeweiligen Zuständigkeitsbereich überwacht und bei Eintreten von negativen Auswirkungen ggf. eine Deaktivierung angefordert.	Aktorik schalten, Maßnahmen und Routen publizieren.
IVS-Schnittstelle Planung	Logs über Maßnahmen	Die Ergebnisse der Überwachung sind in Ereignisprotokollen (Logs) festzuhalten.	Überwachung
IVS-Schnittstelle Betrieb	Evaluierungsbericht	Die Ergebnisse der Evaluierung sind in einem Evaluierungsbericht festzuhalten.	Evaluierung

Tab. 19: Beschreibung der IVS-Anwendungsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Fernstraße-Fernstraße

8 Ausblick auf die Phasen D bis H und das Anforderungsmanagement

Phase D liefert die Technologiearchitektur. Da die verwendete Technologie in der vorliegenden IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr nicht vorgegeben werden soll, wird diese Phase nicht bearbeitet. Bei der Entwicklung einer IVS-Architektur für einen realen IVS-Dienst ist diese Phase aber durchaus relevant. Ein Überblick über die einzelnen Schritte ist zu finden unter [Phase D](#).

Die weiteren Phasen E bis H beschäftigen sich mit der Planung des Übergangs vom derzeitigen in den gewünschten Zustand sowie mit der Steuerung und weiteren Verwendung der IVS-Architektur. Diese Phasen werden in der aktuellen Fassung dieser IVS-Referenzarchitektur ebenfalls nicht betrachtet, da sie erst für eine IVS-Architektur eines realen Dienstes individuell ausgearbeitet werden müssen. Weitere Informationen hierzu finden sich im Wiki unter den [Phasen E-H](#).

Das Anforderungsmanagement unterstreicht den dynamischen Ansatz des RAIM-Vorgehensmodells. Während jeder Phase können Anforderungen an die IVS-Architektur identifiziert werden und in den jeweiligen Phasen eingepflegt werden. Im IVS-Architektur-Wiki ist eine ausführlichere Anleitung für das [Anforderungsmanagement](#) zu finden.

9 Zusammenfassung

Im Zuge der Erstellung des Rahmenwerks für IVS-Architektur (auch [IVS-Rahmenarchitektur](#); siehe Projekt FE 03.0483/2011/IRB) wurde unter Zugrundelegung des TOGAF-Vorgehensmodells ADM das RAIM-Vorgehensmodell als generelles Modell zur Erstellung einer IVS-Architektur entwickelt. Dazu wurden die einzelnen Schritte (Steps) der Phasen des TOGAF-Vorgehensmodells (ADM) auf die Architektur Anforderungen intelligenter Verkehrssysteme zugeschnitten, womit ein methodisches und umfassendes Vorgehen für die Entwicklung einer IVS-Architektur sichergestellt werden konnte.

Im Rahmen der Erstellung der IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement wurden dann die einzelnen Phasen und Schritte des RAIM-Vorgehensmodells auf die spezifischen Gegebenheiten des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements übertragen und angewendet, dazu gehören:

- Vorbereitungsphase
- Phase A – Architekturvision
- Phase B – Geschäftsarchitektur
- Phase C.1 – IVS-Datenarchitektur
- Phase C.2 – IVS-Anwendungsarchitektur

In allen Phasen wurde ein Bottom-Up-Ansatz verfolgt, der vor allem bestehende Architekturansätze von Realisierungen von zuständigkeitsübergreifendem Verkehrsmanagement näher betrachtete und die Ergebnisse mit der "TOGAF-Brille" den verschiedenen Architektur-Domänen zuordnete. Zu den betrachteten Beispielen gehörten unter anderem der Leitfaden Verkehrsmanagement Region Frankfurt Rhein Main von Hessen Mobil (Hessen Mobil (Hg.) 2014) und das Beispiel Dmotion der Stadt Düsseldorf (Dmotion-Konsortium (DMOTION-09) 2009).

Da das reibungslose Zusammenwirken hoheitlich eigenständiger Akteure als der wesentliche Erfolgsfaktor für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement angesehen werden muss, wurde die Interoperabilität an den Schnittstellen der der Akteure in den Mittelpunkt der architekturellen Bemühungen gestellt. Im Ergebnis wurden als Kernbausteine einer IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement Interoperabilitäts-Bausteine für den notwendigen Daten- und Informationsaustausch zwischen Akteuren auf allen Ebenen der IVS-Pyramide von der Geschäftsarchitektur über die Datenarchitektur bis hin zur Anwendungsarchitektur identifiziert und dargestellt.

Um den Wertbeitrag der Interoperabilität zwischen IVS-Akteuren für den IVS-Dienst „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ definieren zu können, wurden die einzelnen IVS-Architekturbausteine hinsichtlich des Werts bzw. des Nutzens für die einzelnen Beteiligten bewertet sowie die Messkriterien bzw. Key Performance Indicators (KPIs) festgelegt.

Vor diesem Hintergrund weist im IVS-Dienst „zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ die Interoperabilität von Akteuren mehrere Dimensionen auf, welche den Ebenen der IVS-Pyramide zugeordnet werden können:

- Semantische Interoperabilität: Gemeinsames Verstehen und Verständnis für die IVS-Architektur bzw. die Belange des zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements durch
 - Begriffs- und Sprachkompatibilität,
 - Transparenz hinsichtlich Risiken,
 - Schnelle Einigkeit bei anfallenden Entscheidungen,
 - Sichergestellt durch die Erstellung des IVS-Glossars, der IVS-Architekturprinzipien, die Definition der IVS-Domäne sowie der IVS-Dienstekategorie.
- Strategische Interoperabilität: Gemeinsames Entwickeln einer IVS-Strategie für bestimmte Anwendungen durch

- Einsparung von Kosten,
 - Transparenz der IVS-Strategie,
 - Transparenz von Abstimmungsprozessen,
 - Sichergestellt durch die Definition der IVS-Leitbilder, IVS-Geschäftsziele, IVS-Architekturvision und IVS-Risiken.
- Prozess-Interoperabilität: Klare Rollendefinition mit Aufgaben und Verantwortlichkeiten stärkt die Handlungsfähigkeit auch bei hoher Anzahl von Akteuren und ermöglicht durchgängige Dienste von hoher Qualität, von denen die Reisenden profitieren durch
 - Verbesserte Dienstqualität und damit ggf. verbundener Verringerung der Reisezeit, Reduzierung der Verlustzeiten durch Stau, geringere Reisekosten,
 - Sichergestellt durch die Definition der IVS-Rollen-Map/IVS-Rollen, IVS-Rollen Power-Grid, IVS-Capabilities, IVS-Geschäftsprozesse, IVS-Anforderungen.
- Informationstechnische Interoperabilität: Aufwandsminimierung bei der Datenbeschaffung und Reduzierung der Komplexität von Infrastrukturen durch
 - Kosten für Datenbeschaffung,
 - Automatisierungsgrade,
 - Compliance mit Regularien/Standards,
 - Anzahl der Infrastruktursysteme,
 - Transparenz der IT-Infrastruktur für IVS-Akteure,
 - Sichergestellt durch die Ausarbeitung von IVS-Informationsobjekten, IVS-Datenmodellen, Darstellung der IVS-Ortsreferenzierungen, sowie IVS-Anwendungen und deren IVS-Schnittstellen.

Zusammenfassend betrachtet konnte die IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement gemäß der TOGAF-basierten Vorgaben der IVS-Rahmenarchitektur beispielhaft für die Problemstellung „Interoperabilität von Akteuren“ entwickelt werden. Sowohl das geteilte TOGAF-Vorgehensmodell ADM als auch die für die einzelnen Schritte vorgesehenen Templates konnten auf den Anwendungsfall "Entwicklung einer IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement" angewendet werden. Dabei konnten bewährte Strukturen und erfolgreich angewendete Prozesse in der IVS-Referenzarchitektur abgebildet werden, z. B. die Grundsätze der LISA-Zusammenarbeit (Länderübergreifende Initiative für Strategische Anwendungen im Verkehrsmanagement/auf Verkehrskorridoren) für das beim Verkehrsmanagement in Korridoren umgesetzte Strategiemanagement sowie die Mechanismen der Zusammenarbeit zwischen Fernstraßenbetreibern und Betreibern von städtischen Netzen. Insofern bilden die Ergebnisse des Projekts IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement eine gute Basis für die zukünftige Entwicklung weiterer IVS-Architekturbausteine bzw. ganzer IVS-Architekturen im Bereich Verkehrsmanagement.

10 Abbildungsverzeichnis

<i>Bild 1: Eingrenzung der Betrachtung der IVS-Referenzarchitektur für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement</i>	5
<i>Bild 2: Die IVS-Architekturpyramide mit fünf Ebenen</i>	7
<i>Bild 3: Instanzebenen von IVS-Architektur</i>	8
<i>Bild 4: Darstellung der Phasen der TOGAF-ADM (links) und inhaltlicher Abgleich mit den Ebenen der IVS-Architekturpyramide</i>	9
<i>Bild 5: Regelkreis Verkehrsmanagement (CEN (2016))</i>	15
<i>Bild 6: System Straße (Hessen Mobil)</i>	18
<i>Bild 7: Wertschöpfungskette „Verkehrsmanagement“ (CEN (2016))</i>	19
<i>Bild 8: IVS-Rollen Power Grid für das Szenario Stadt Fernstraße</i>	21
<i>Bild 9: IVS-Rollen Power Grid für das Szenario Fernstraße - Fernstraße</i>	22
<i>Bild 10: Wertschöpfungsnetzwerk Ausgangssituation für das Szenario Stadt-Fernstraße (Beispiel Dmotion)</i>	29
<i>Bild 11: Wertschöpfungsnetzwerk Ausgangssituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße (Beispiel LISA)</i> ...	30
<i>Bild 12: Governance-Diagramm für das Szenario Stadt-Fernstraße; Ausgangssituation (am Beispiel Dmotion)</i> .	30
<i>Bild 13: Governance-Diagramm für das Szenario Fernstraße-Fernstraße; Ausgangssituation (am Beispiel LISA)</i>	31
<i>Bild 14: Geschäftsprozess-Diagramm - Ausgangssituation "Planung" für das Szenario Stadt-Fernstraße</i>	31
<i>Bild 15: Geschäftsprozess-Diagramm – Ausgangssituation "Betrieb" für das Szenario Stadt-Fernstraße</i>	32
<i>Bild 16: Geschäftsprozess-Diagramm - Ausgangssituation "Planung" für das Szenario Fernstraße-Fernstraße</i> ..	32
<i>Bild 17: Geschäftsprozess-Diagramm - Ausgangssituation "Betrieb" für das Szenario Fernstraße-Fernstraße</i> ...	33
<i>Bild 18: Wertschöpfungsnetzwerk Zielsituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße (am Beispiel LISA)</i>	34
<i>Bild 19: Governance-Diagramm - Zielsituation für das Szenario Stadt-Fernstraße</i>	34
<i>Bild 20: Governance-Diagramm – Zielsituation für das Szenario Fernstraße-Fernstraße</i>	35
<i>Bild 21: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Planung für das Szenario Stadt - Fernstraße</i>	35
<i>Bild 22: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Betrieb für das Szenario Stadt - Fernstraße</i>	36
<i>Bild 23: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Planung für das Szenario Fernstraße - Fernstraße</i>	36
<i>Bild 24: Geschäftsprozess-Diagramm - Zielsituation Betrieb für das Szenario Fernstraße – Fernstraße</i>	37
<i>Bild 25: Abstimmungsprozesse und Handlungsablauf (Quelle: Dmotion)</i>	41
<i>Bild 26: Dezentrale Strategieumsetzung Fernstraße-Fernstraße (Quelle: Hessen Mobil)</i>	41
<i>Bild 27: Komponenten des ISM (Quelle: Hessen Mobil)</i>	42
<i>Bild 28: Inhalte des Strategieprotokolls (Quelle: Hessen Mobil)</i>	42

11 Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Rechtliche Vorgaben für das zuständigkeitsübergreifende Verkehrsmanagement.....</i>	<i>12</i>
<i>Tab. 2: Betroffene IVS-Stakeholder und IVS-Akteure</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 3: Business-Szenario "Routenempfehlung im zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement"</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 4: IVS-Geschäftsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Stadt-Fernstraße.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 5: IVS-Geschäftsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Fernstraße-Fernstraße.....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 6: Beispiel eines Kern-IVS-Informationsobjekts aus dem IVS-Geschäftsprozess Planung für das Szenario Fernstraße - Fernstraße</i>	<i>44</i>
<i>Tab. 7: Beispiel eines flankierenden IVS-Informationsobjekts aus dem IVS-Geschäftsprozess Planung für das Szenario Fernstraße - Fernstraße</i>	<i>44</i>
<i>Tab. 8: Beispiel eines Kern-IVS-Kerndatenmodells für das Szenario Stadt - Fernstraße.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 9: Beispiel eines Matrix IVS-Informationsobjekte/IVS-Datenmodell für das Szenario Stadt - Fernstraße</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 10: Matrix IVS-Datenmodell/IVS-Ortsreferenzierungen</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 11: Zusammenfassende Darstellung der IVS-Datenarchitektur in der Ausgangs- und Zielsituation sowie Gap-Analyse.....</i>	<i>47</i>
<i>Tab. 12: Beschreibung der IVS-Datenarchitektur-Kandidaten für das Szenario Stadt-Fernstraße.....</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 13: Beschreibung der IVS-Datenarchitektur-Kandidaten für das Szenario Fernstraße-Fernstraße</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 14: IVS-Anwendungen im Szenario Stadt-Fernstraße.....</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 15: IVS-Schnittstellen im Szenario Stadt-Fernstraße</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 16: Zuordnung IVS-Schnittstellen zu IVS-Anwendungen im Szenario Stadt-Fernstraße</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 17: Zusammenfassende Darstellung der IVS-Anwendungsarchitektur in der Ausgangs- und Zielsituation sowie Gap-Analyse</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 18: Beschreibung der IVS-Anwendungsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Stadt-Fernstraße.....</i>	<i>53</i>
<i>Tab. 19: Beschreibung der IVS-Anwendungsarchitektur-Kandidaten für das Szenario Fernstraße-Fernstraße ...</i>	<i>54</i>

12 Literaturverzeichnis

Albrecht, H.; Becker, W.; Scholtes, W.; Lachenmaier, J.; Pfähler, K. (2018): Schlussbericht zum FE-Vorhaben 03.0483/2011/IRB IVS-Rahmenarchitektur - Ein Rahmenwerk zur Entwicklung von IVS-Architekturen, Bergisch Gladbach

CEN 16157-7, 2016-01: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 7: Common data elements.

CEN 16157-03, 2016-03: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 3: Situation Publication.

CEN 16157-3, 2016-03: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 3: Situation Publication.

CEN 16157-2, 2016-05: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 2: Location referencing.

CEN 18317, 2016-12: Intelligent Transport Systems - Pre-emption of ITS communication networks for disaster and emergency communication - Use case scenarios.

Dmotion-Konsortium (DMOTION-09) (2009): Dmotion - Düsseldorf in Motion. Mehr Mobilität mit integriertem Strategiemangement.

FSGV (Hg.) (2003): Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement. Köln: FGSV (381).

FSGV (Hg.) (2011): Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement. Köln: FGSV (381/1).

FSGV (Hg.) (2012): Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland - Notwendigkeit und Methodik. Köln: FGSV.

Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement (Hg.) (2014): Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain. Leitfaden zur Anwendung. 2. Auflage. Online verfügbar unter https://mobil.hessen.de/sites/mobil.hessen.de/files/content-downloads/Leitfaden_Verkehrsmanagement_Frankfurt_RheinMain_0.pdf, zuletzt geprüft am 05.09.2016.

ISACA: Das COBIT 5 Prozess Referenzmodell. Online verfügbar unter <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/default.aspx>, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

ISO/IEC/IEEE 42010 (2011): Systems and software engineering. Architecture description. ISO/IEC. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/standard/50508.html>, zuletzt geprüft am 24.07.2018.

Kieslich, W.; Albrecht, H.; Dinkel, A. u.a. (2014): Entwicklung einer für ÖV-IVS-Architektur in Deutschland unter Einbindung Europäischer IVS-Richtlinien mit ÖPNV-Relevanz. Schlussbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. München.

Kochs, A; Kirschfink, Hg. (2006): Nutzung verteilter Systeme zum Aufbau einer Verkehrsdateninfrastruktur für das strategische Verkehrsmanagement. Teil 2: Zuständigkeitsübergreifendes Strategiemangement. In: Straßenverkehrstechnik. Köln.

Riegelhuth, G.; Kirschfink, H.; Dölger, R.; Stüben, G.; Bohlander, F. (2010): Technische Grundlagen und Anwendungserfahrungen beim Korridormanagement mit dem Intermodalen/Interregionalen Strategie-Manager. In: Straßenverkehrstechnik, S. 484–489. Köln.

von der Ruhren, S.; Kirschfink, H.; Reusswig, A.; Riegelhuth, G.; Karina-Wedrich, T.; Schopf, H. J.; Sparmann, J.; Wöbbeking, B.; Kannenberg, O. (2015): Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 108, Bergisch Gladbach.

TOGAF: Definitions. Online verfügbar unter <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/chap03.html>, zuletzt geprüft am 12.12.2017.

Wikipedia Artikel (2017): Regelkreis. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Regelkreis>, zuletzt aktualisiert am 03.10.2017, zuletzt geprüft am 12.12.2017.

Anhang: englische Version

IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement

Projektnummer

03.0531

Hanfried Albrecht

AlbrechtConsult GmbH
Aachen

Jessica Rausch
Achim Reußwig
Susanne Schulz

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement
Frankfurt/Main

Heiko Böhme

Amt für Verkehrsmanagement
Stadt Düsseldorf

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach

April 2022

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

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

ITS reference architecture for cross-competence traffic management

**Research and development projects
of the Federal Highway Research Institute**

Project FE 03.0531/2011/IRB

Final Report

**Hanfried Albrecht
AlbrechtConsult GmbH, Aachen**

Dr.-Ing. Jessica Rausch

Dr.-Ing. Achim Reußwig

Susanne Schulz

Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement, Frankfurt am Main

Heiko Böhme

Amt für Verkehrsmanagement, Stadt Düsseldorf

30.09.2018

Version 01-00-00

Content

1	Introduction	4
1.1	Problem Definition	4
1.2	Objective	4
1.2.1	Development of an ITS reference architecture for cross-competence traffic management	4
1.2.2	Main Focus	5
1.3	Survey and Analysis of cross-competence traffic management (Bottom-Up Analysis)	6
1.3.1	Political Background	6
1.3.2	Existing implementations and forms of presentation in cross-competence traffic management (Bottom-Up Analysis)	6
1.3.3	Categorisation of cross-competence traffic management (development of profiles of relevant domains and fields of application)	6
1.4	Approach	7
1.5	Structure of the Document	7
2	The ITS architecture framework as a foundation	8
2.1	Introduction	8
2.2	RAIM concepts, terms and definitions	8
2.3	Application of RAIM	9
3	Preliminary Phase	11
3.1	Control and Support Frameworks	11
	Legal Requirements	11
3.2	ITS Glossary	12
3.3	Architecture Principles	12
4	Phase A - Architecture Vision	14
4.1	Setting up an ITS architecture project for cross-competence traffic management	14
4.1.1	Introduction	14
4.1.2	ITS Domain cross-competence traffic management	14
4.1.3	ITS services (categories) for cross-competence traffic management	14
4.1.4	General Description	14
4.2	Identification and description of ITS roles	20
4.2.1	Introduction	20
4.2.2	ITS Role Map and ITS Roles Power Grid for cross-competence Traffic Management	20
4.2.3	ITS business scenarios and ITS requirements for ITS roles in cross-competence traffic management	22
4.3	ITS Models	23
4.4	ITS Business Objectives	24
4.5	ITS Capabilities	25
4.6	Creating the ITS Architecture Vision	25
4.7	Value contribution and KPIs of ITS architecture	25
4.8	Risks of implementing an ITS reference architecture for cross-competence traffic management	26
4.8.1	Introduction	26
		1

4.8.2	Representation of Risks	26
5	Phase B – Business Architecture	27
5.1	Tools, views and resources for ITS business architecture	27
5.1.1	Introduction	27
5.1.2	Presentation of ITS business architecture for cross-competence traffic management	27
5.2	Baseline situation of the ITS business architecture for cross-competence traffic management	27
5.2.1	Introduction	27
5.2.2	Baseline situation - view of the value-added network	28
5.2.3	Baseline situation - Governance View	29
5.2.4	Baseline Situation - Business Process View	30
5.3	Target situation of the ITS business architecture for cross-competence traffic management	32
5.3.1	Introduction	32
5.3.2	Target situation - View value-added network	32
5.3.3	Target situation – View Governance View	33
5.3.4	Target situation – ITS Business Process View	34
5.4	Gap analysis for the ITS business architecture for cross-competence traffic management	36
5.5	ITS business architecture candidates for the ITS architecture roadmap	36
6	Phase C.1 - ITS Data Architecture	39
6.1	Resources, views and tools for ITS data architecture	39
6.1.1	Introduction	39
6.1.2	Cross-competence elements (urban roads – trunk roads scenario)	39
6.1.3	Cross-competence elements (trunk roads – trunk roads scenario)	40
6.2	Baseline situation of the ITS data architecture for cross-competence traffic management	42
6.2.1	Baseline Situation ITS data architecture - ITS information objects	42
6.2.2	Baseline situation ITS Data Architecture - ITS Data Models	44
6.2.3	Baseline situation ITS Data Architecture - ITS Location Referencing	44
6.2.4	Baseline situation ITS Data Architecture - Matrix ITS information objects/data models	44
6.2.5	Baseline Situation ITS Data Architecture - Matrix ITS data models / ITS location referencing systems45	
6.3	Target situation of the ITS data architecture for cross-competence traffic management	45
6.4	ITS data architecture candidates for the ITS architecture roadmap for cross-competence traffic management	47
7	Phase C.2 - ITS application architecture	48
7.1	Resources, views and tools for ITS application architecture	48
7.2	Baseline situation of the ITS application architecture for cross-competence traffic management	48
7.3	Target situation and gap analysis of the ITS application architecture for cross-competence traffic management	50
7.4	ITS application architecture candidates for the ITS architecture roadmap	51
8	Outlook on Phases D to H and the Requirements Management	53
9	Summary	54
10	Table of Figures	56
11	Table of Tables	57

1 Introduction

1.1 Problem Definition

Today, intelligent transport system services (ITS services) form an important technological and organisational basis in a wide range of road transport applications. The networking of these systems, driven by the increasing importance of information and communication technology, presents new challenges for the introduction of new and the integration of existing ITS services. To ensure intelligent mobility in Germany and Europe, the consistency of information and integration of the corresponding systems is an important prerequisite. In addition to the technical perspective, which is often in the foreground, the cooperation in terms of content and organisation between the actors involved in the provision of mobility services has to be considered as well.

Intelligent mobility, offering consistent information for travellers, requires the formulation of common goals in terms of content from the actors involved. This requires a mutual understanding of the respective tasks and the processes established for the provision of tasks. Based on a common understanding, it is then necessary to define and implement the necessary interfaces and processes in terms of content, organization and technology.

Cross-competence traffic management is the influencing of traffic-related events by means of previously coordinated strategies for the spatial, temporal and modal shift of traffic across the boundaries of responsibilities. A strategy can be described as cross-competent if it cannot be offered without a partner and its competence, e.g. with regard to actuators and/or sensors and/or alternative routes or parts thereof. This understanding is not limited to cooperation between public road operators, but also includes the possibility of cooperation between different modes of transport. In addition, there may also be interfaces to private actors in traffic management. The willingness of the organisations and institutions involved to cooperate is a major requirement for the establishment of cross-competence traffic management.

1.2 Objective

1.2.1 Development of an ITS reference architecture for cross-competence traffic management

The objective of the project is to develop a nationally binding ITS-reference architecture for cross-competence traffic management to ensure a coordinated and harmonised approach for the deployment and use of new ITS services and the connection of existing ITS-services in cross-competence traffic management.

Essential tasks are the development of basic specifications

- for terms, standards, mechanisms and technologies that are required to ensure the interoperability of applications and components working and communicating at different levels, and
- for business models and organisational forms (role models) and the resulting requirements for business process modelling in the area of cross-competence traffic management.

The national ITS reference architecture for cross-competence traffic management will introduce a binding model for regional and cross-regional cooperation and collaboration between public road operators and service providers. It does not only support the harmonised development of state-specific ITS traffic management services with improved interoperability and continuity, but also formulates requirements for ITS-architecture of cross-competence traffic management from a German perspective.

The ITS reference architecture for cross-competence traffic management has to meet following expectations:

- Creation of a universally accepted understanding of traffic management (semantics) as a prerequisite for cross-competent and consistent ITS traffic management services/service profiles for road users and to facilitate the development and deployment of ITS services in a cross-competent context.
- Development of functional, organisational and technical requirement profiles for the harmonisation of cooperation and collaboration between public road operators and service providers and for the interoperability of their systems.
- To create added value for road users by overcoming competence gaps within the provision of ITS traffic management services and the perception by road users (so-called common look and feel).

Based on this, incorporating these requirements in tendering procedures increases planning and investment security for road operators and service providers, as well as industry to avoid technologically "isolated solutions".

In general, all stakeholders and actors involved in cross-competence traffic management or who have interfaces or are somehow dealing with it, are affected by the ITS reference architecture for cross-competence traffic management:

- Stakeholders and actors taking the role and view of sovereign road operators and being responsible for the operation of cross-competence traffic management.
- Stakeholders and actors having interfaces with sovereign road operators in cross-competence traffic management.
- Other stakeholders and actors involved somehow in cross-competence traffic management.

External stakeholders should be integrated into the traffic management process as part of the exchange of data, information and strategy. This exchange should take place via the national access point, the Federal Mobility Data Marketplace (MDM). Special focus is put on private navigation service providers.

Furthermore, an ITS reference architecture for cross-competence traffic management significantly facilitates the development of organisational structures for cooperation by providing reliable models and the possibility to set up appropriate technical interconnection of their systems. The use of uniform definitions and terminology (see also [ITS Glossary - Definitions "cross-competence traffic management"](#)) enhances a common understanding between different stakeholders and actors.

Overall, this means that the development and application of cross-competence strategies can be enhanced and the quality of the measures included can be significantly improved, in particular through:

- Increasing efficiency by making better use of the capacities of regional and trans-regional transport networks and corridors.
- Reduction of economic losses and environmental pollution by reducing congestion.
- Increasing road safety by optimising the availability of the transport network and maintaining traffic flow through coordinated large-scale measures.

1.2.2 Main Focus

ITS-services of cross-competence traffic management considered in the National ITS Road Architecture Project were assessed from the public road operator's point of view (for urban and trunk roads). Therefore cross-competence traffic management, is defined as influencing traffic through strategies with the aim of optimally coordinating traffic demand and the supply of transport systems across the borders of sovereign independent road operators. The focus of the ITS reference architecture for cross-competence traffic management is shown in Figure 1:

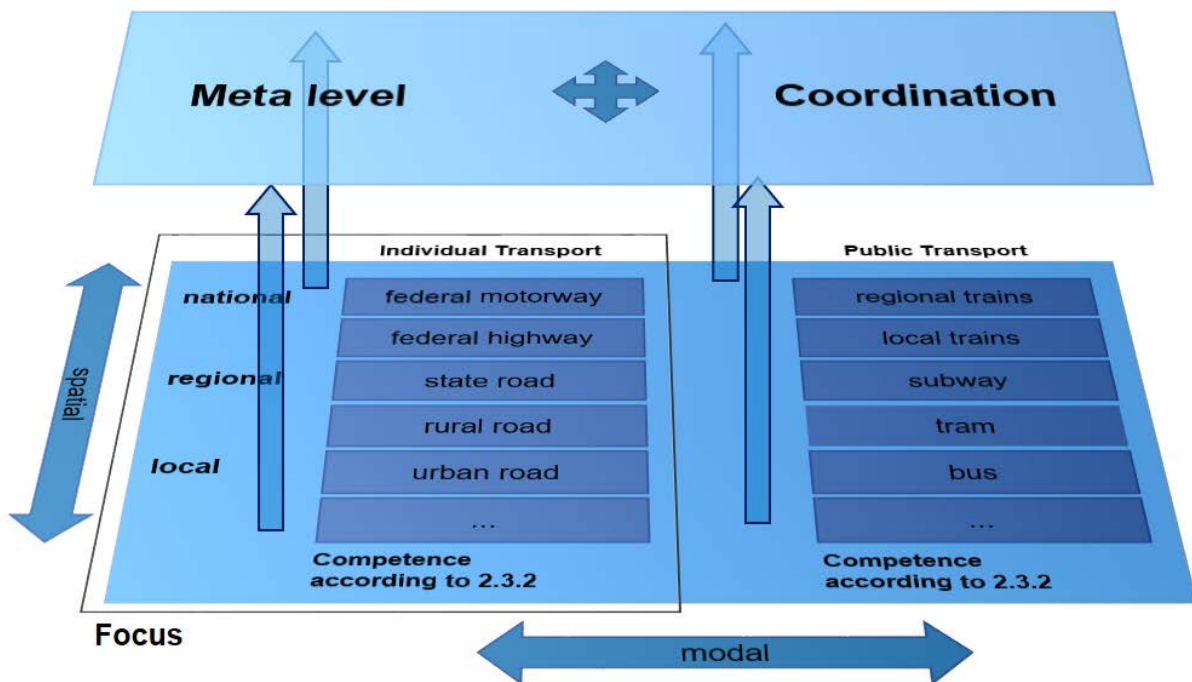


Figure 1: Limitation of consideration of the ITS reference architecture for Interdisciplinary Traffic Management according to Hessen Mobil (2014)

1.3 Survey and Analysis of cross-competence traffic management (Bottom-Up Analysis)

1.3.1 Political Background

The first part of the survey and analysis was devoted to the analysis of the [political background for cross-competence traffic management](#):

- on a european level
- on a national level
- Political background of trunk roads
- Political background of urban roads

1.3.2 Existing implementations and forms of presentation in cross-competence traffic management (Bottom-Up Analysis)

In the further course of the survey and analysis, existing architectural approaches for the implementation of cross-competence traffic management were examined and the results were assigned to the architectural domains using the "TOGAF Allocation Methodology":

- [Literature and standards in the context of cross-competence traffic management](#)
- [Examples of cross-competence traffic management](#)
- [International sources with examples of cross-competence traffic management](#)

1.3.3 Categorisation of cross-competence traffic management (development of profiles of relevant domains and fields of application)

As a result of the survey and analysis of cross-competence traffic management, initial categorisations were developed with regard to the future ITS reference architecture for cross-competence traffic management. In the further course, they were adapted and completed:

- [Interpretation of the ITS mission "cross-competence traffic management"](#)

- [Definition of the ITS domain "cross-competence traffic management"](#)
- [Explanation of ITS business scenarios "cross-competence traffic management"](#)
- [Analysis of the ITS roles "cross-competence traffic management"](#)
- [Basis for the ITS Glossary "cross-competence traffic management"](#)

1.4 Approach

The ITS Architecture Framework (RAIM) was developed in project FE 03.0483/2011/IRB. The RAIM procedure model for the creation of ITS architectures and ITS reference architectures was developed based on the Architecture Development Method (ADM) of The Open Group Architecture Framework (see TOGAF). The steps of the individual TOGAF ADM phases were adapted to the conditions of cross-organisational architectures for ITS services. In addition, the RAIM process model was tested with the creation of three ITS reference architectures. Due to recurring optimisations in the development of the RAIM procedure model, up to version 1.0, parts of the existing ITS reference architecture may not be absolutely conform to the last version of the RAIM procedure model.

This document describes the ITS reference architecture for cross-competence traffic management (version 1.0). An update and dynamic further development of the ITS reference architecture based on experiences from other projects applying the ITS reference architecture is aimed at. The ITS Architecture Wiki, available under www.its-architektur.de, makes the current version accessible and enables the participation of interested parties.

1.5 Structure of the Document

RAIM served as the basis for the development of this ITS reference architecture. RAIM also provides support and assistance, together with the ITS reference architecture, for the development of an ITS architecture for a real ITS service in the area of cross-competence traffic management. Chapter 2 gives a short overview of RAIM. Chapters 3, 4, 5, 6 and 7 describe the ITS reference architecture with the results of the processed phases of the RAIM process model (preparation phase, phases A, B, C). Chapter 8 provides an outlook on the unprocessed phases, which are also important for an ITS architecture of a real ITS service. Chapter 9 summarises the main findings and the importance of the ITS reference architecture for cross-competence traffic management.

In many places this document offers the possibility to access explanations and information directly with links to the ITS Architecture Wiki. The electronic version of the document is therefore recommended in order to make full use of all the possibilities of cross-references.

2 The ITS Architecture Framework as a foundation

2.1 Introduction

The ITS Architecture Framework (RAIM) provides comprehensive support for the creation of an ITS reference architecture or an ITS architecture of a real service. The development of the present ITS reference architecture for cross-competence traffic management was developed in conjunction with the development of RAIM. The work served as a test of the RAIM concepts and the RAIM procedure model. Since the experiences were reintroduced directly into RAIM, some aspects of the present ITS reference architecture have not been developed according to the latest RAIM standards.

This chapter provides a brief overview of RAIM in its current version 1.0 and describes how it was used in the development of this ITS reference architecture. A comprehensive documentation of RAIM 1.0 can be found in Albrecht et al. (2018). In addition, a continuous further development of RAIM is planned, which will be documented online in the ITS Architecture Wiki, available at www.its-architektur.de, and on the RAIM website, www.raim-architektur.de.

RAIM includes a comprehensive repository of fundamental considerations, concepts and definitions for ITS architecture, a process model for ITS architecture development and ITS reference architectures. This process model and the ITS architecture modules offered for it were used for the development of this ITS reference architecture for cross-competence traffic management.

2.2 RAIM concepts, terms and definitions

In order to apply the RAIM procedure model correctly, RAIM offers comprehensive explanations of concepts and terms:

- The ITS Architecture Pyramid:

The ITS architecture pyramid (Figure 2) serves as a suitable metamodel for the presentation and description of ITS services. It consists of five layers - the model/strategy level, the process level, the information structure level, the IT service and IT infrastructure level - which all together span the potentially possible viewing and presentation area of an ITS architecture.

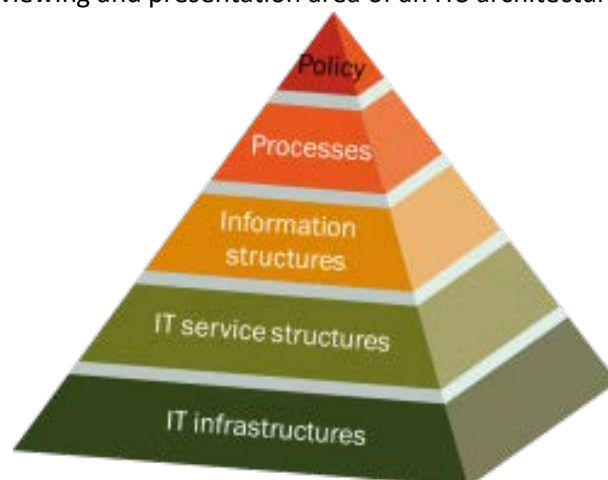


Figure 2: The ITS Architecture Pyramid with five layers

- The ITS architecture instantiation concept and classification of the IVS reference architecture:
Three instantiation levels are defined for the development of ITS architectures, as shown in Figure 3. The ITS architecture framework defines ITS design elements as architectural modules and defines terms and semantics for them. It also lays down design principles according to which the ITS architect should proceed in the planning of ITS service implementation. An ITS reference architecture specifies the concepts for an ITS service category (a subgroup of ITS services) for the design

space of a specific ITS domain as provided by the ITS architecture framework. Finally, the ITS architecture of real ITS services is the actual implementation of relevant ITS reference architectures down to the last level of detail in a concrete application case.

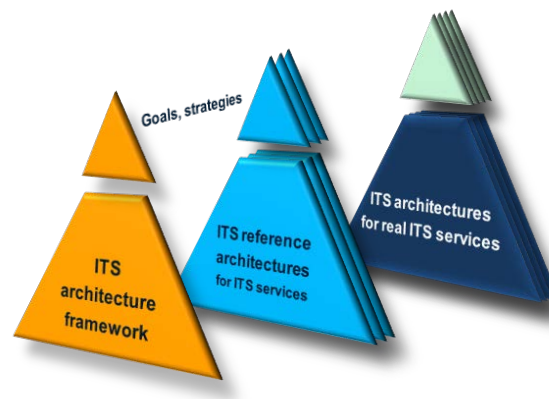


Figure 3: Instantiation levels of ITS architecture

- The basic concepts for ITS architecture:

The basic concepts provide a detailed explanation of the RAIM approach and the importance of ITS architecture modules and artifacts. Seven basic concepts exist in RAIM 1.0:

- The ITS service and ITS value-added concept
- The ITS Role and ITS Actor Concept
- The concept for the formulation of ITS objectives and ITS realisation concepts
- The ITS Capability and Collaboration Concept
- Resources, views and tools for ITS business architecture
- ITS reference models and tools for ITS data architecture
- ITS reference models and tools for ITS application architecture

- Terms and Definitions:

To ensure a correct understanding of the terms used in RAIM, all key terms and terms used in the individual phases of the RAIM procedure model are explained in detail. In addition to a textual explanation, UML diagrams are often used to visually illustrate the connections between the terms.

2.3 Application of RAIM

The TOGAF-based RAIM procedure model together with the templates for artifacts and ITS architecture modules is the result of RAIM 1.0, which can be applied directly by an ITS architect:

- The RAIM Procedure Model:

For the creation of an ITS architecture or an ITS reference architecture, the RAIM procedure model provides step-by-step guidance. The international standard ISO/IEC/IEEE 42010 2011 and the established architectural framework The Open Group Architecture Framework (TOGAF). They serve as a methodical starting point for the development of RAIM. TOGAF is regarded as a worldwide framework for the development of enterprise architectures. As a central element, it offers a process model for the development of enterprise architectures, the so-called Architecture Development Method (ADM). Since ITS architecture is not focused on a single company, this process model has been adapted ("tailored") to the conditions of cross-competence architectures for ITS services. The focus was on the preparatory phase and phases A to C (architecture vision, business

architecture, as well as information system architecture), which correspond in content to the upper layers of the ITS architecture pyramid, as shown in Figure 4.

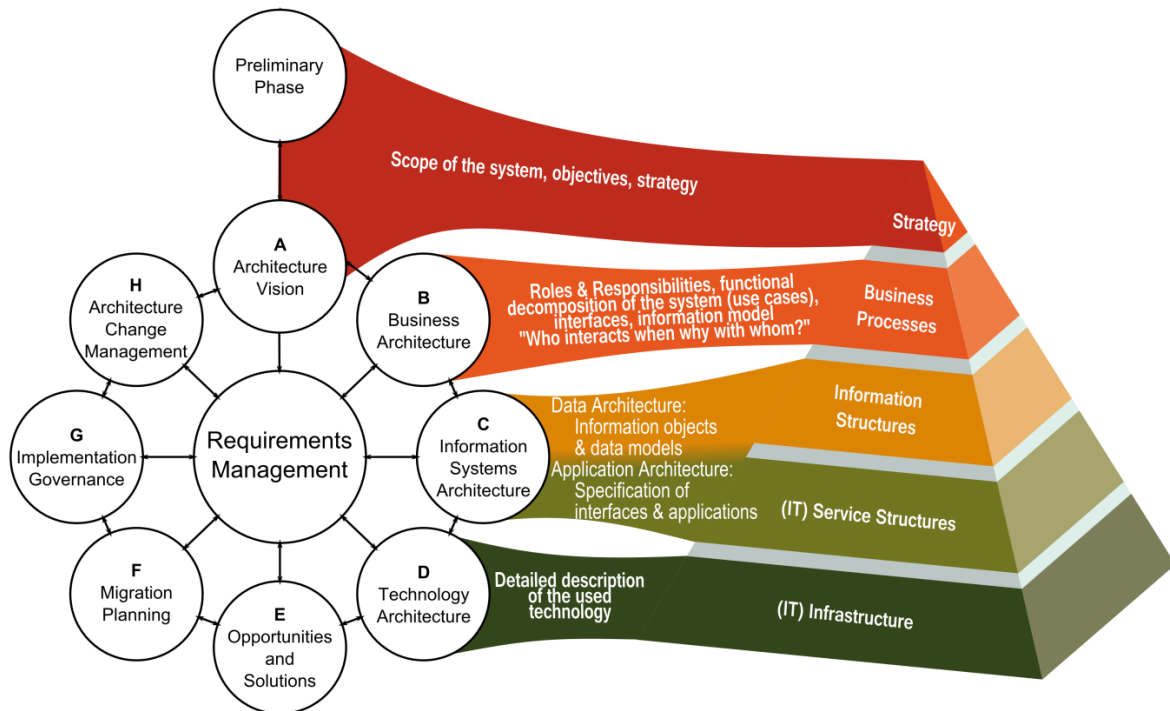


Figure 4: Representation of the phases of the TOGAF-ADM (left) and content comparison with the levels of the ITS architecture pyramid

In the preparatory phase, the integration of underlying models is clarified, model adaptations are defined and important principles for architectural development are defined. In phase A, the objectives of the architectural development and those involved are defined. The results of phases B, C and D represent the actual ITS architecture. Phase B describes the current and desired state of the business architecture. The differences are worked out and documented with the help of, among other things, business process diagrams. Phase C describes the current and desired state of the data and application architecture. Phase D delivers the technology architecture. Since the technology used is not to be specified in the existing ITS reference architecture, this phase is not processed. The other phases E to H deal with the planning of the transition from the current to the desired state and with the control and further use of the ITS architecture. These phases are also not considered in the current version of this ITS reference architecture, as they only become relevant for an ITS architecture of a real service.

Each phase is divided into several steps. This ensures a methodical and comprehensive approach in the development of an ITS architecture. In addition, requirements management is central and drives the development process of the ITS architecture at all times.

- Artifacts and ITS architecture modules:

The results of the individual steps of the phases of the RAIM procedure model are artifacts or other deliverables. Artifacts are either catalogs, matrices or diagrams and consist of individual ITS architecture modules. A catalog always consists of one module type. For example, individual role descriptions can be combined as ITS architecture modules to form a catalog of roles. Typically, matrices consist of two different module types and diagrams of several. RAIM offers templates for many artifacts and ITS architecture modules for optimal support in the processing of the individual steps.

3 Preliminary Phase

3.1 Control and Support Frameworks

The control and support frameworks for ITS architecture generally motivate, justify and support ITS architecture projects. In principle, the content of these frameworks also forms the spirit in which ITS architecture projects are carried out.

For the ITS architecture framework, the European ITS Action Plan, the ITS Directive and, at national level, the ITS Law and the National ITS Road Action Plan are the main frameworks. In addition to the legal requirements, internal guidelines of the individual stakeholders and actors set the legal framework for action for the ITS reference architecture cross-competence traffic management.

Legal Requirements

The valid legal framework is decisive for the design of an organisational structure for cross-competence traffic management, including the interaction of public and private institutions involved in traffic management. The laws, regulations and other requirements listed in Table 1 for road traffic and traffic warning services provide this legal framework. As far as state specifications are concerned, Hessian specifications are referenced as an example. Furthermore, Table 1 contains other legal requirements with binding effect that must be considered in the planning and operation of traffic management measures.

In addition to the legal framework, the internal guidelines for cross-competence traffic management are also important in the organisations concerned. These requirements may include definitions for the creation and implementation of coordinated ITS services as well as internal administrative processes.

Title	Content
Road Traffic	
Road Traffic Act ("Straßenverkehrsgesetz") in the version published at 05.03.2003 (BGBl. I p. 310, 919), last amended by Article 6 of the Act of 17.08.2017 ((BGBl. I p. 3202))	Regulates, among other things, the responsibility for costs.
Road Traffic Regulations ("Straßenverkehrsordnung (StVO)") of 06.03.2013 (BGBl. I p. 367), last amended by Article 1 of the Regulation of 06.10.2017 (BGBl. I p. 3549)	Sets the rules for all road users.
Federal Highway Act ("Bundesfernstraßengesetz (FStrG)") in the version published on 28.06.2007 (BGBl. I p. 1206), last amended by Article 6 of the Act of 31.07.2009 (BGBl. I p. 2585)	Regulates, among other things, the road authority obligations.
Hessian Road Act ("Hessisches Straßengesetz (HStrG)") in the version of 08.06.2003, last amended by Article 1 of the Act of 16.12.2011 (GVBl. I p. 817)	Regulates the legal relationships of public roads in Hessen without federal highways.
Hessian Law on Public Safety and Order ("Hessisches Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung (HSOG)") in the version of 14.01.2005 (GVBl. I p. 14), last amended by Article 1 of the Law of 14.12.2009 (GVBl. I p. 635)	Regulates, among other things, the tasks and responsibilities of the police authorities.
Ordinance on the Determination of legal transportation responsibilities ("Verordnung zur Bestimmung von verkehrsrechtlichen Zuständigkeiten") of 22.04.2015 (GVBl. I p. 800) - StVRZustV HE 2007	Regulates the legal responsibilities for roads in Hessen.
Act on route-related charges for the use of federal motorways and federal roads ("Bundesfernstraßenmautgesetz (BFStrMG)") of 12.07.2011 (BGBl. I p. 1378), last amended by Article 21 of 14.08.2017 (BGBl. I p. 3122)	Regulates toll collection in connection with the use of federal highways with motor vehicles or vehicle combinations.

General Terms and Conditions of Business / Terms of Use of the Mobility Data Marketplace (MDM) (Status: 18.03.2015)	Defines the duties and responsibilities of the platform operator, the data providers and data recipients, the copyright with regard to the contents of the platform and data protection rights.
Contract template for data transfer (MDM)	Serves as a basis for the individual design of the contractual relationship between data provider and data recipient.
Traffic warning service	
Framework Directive for the Traffic Warning Service (RVWD) of the BMVBS of 9 November 2000	
Hessian Broadcasting Act of 25.01.1995, (GVBl. I p. 87), last amended by Art. 2 of the Act of 23.08.2011 (GVBl. I p. 382)	
Other legal requirements	
Operational laws of the modes of transport, e.g. General Railway Act (AEG), Railway Construction and Operating Regulations (EBO), Ordinance on the Construction and Operation of Trams (BOStrab)	
Hessian Data Protection Act (HDSG) in the version of 7.1.1999 (GVBl. I p. 98), last amended by Art. 1 of the Act of 20.05.2011 (GVBl. I p. 208)	
Act of further use of information of 13 December 2006 (BGBl. I p. 2913), amended by Article 1 of the Act of 8 July 2015 (BGBl. I p. 1162)	
Federal Emission Control Act (BImSchG) of 26.9.2002 (BGBl. I p. 3830) with legally binding immission limit values, e.g. for air pollutants and noise, deals with the preparation of noise action plans and air pollution control plans.	
Regional Planning Act of 22.12.2008 (BGBl. I p. 2986), Hessian Regional Planning Act of 6.9.2002 (GVBl. I p. 548) with transport policy models, deals with the preparation of regional development plans and regional plans.	

Table 1: Legal requirements for cross-competence traffic management

3.2 ITS Glossary

The ITS Glossary is an ITS architecture deliverable that forms the "basis for common understanding" in an ITS architecture project and has the following components:

- "Definitions of ITS architecture", which are intended to provide a general understanding of ITS architecture, and
- "General terms within the field of traffic, transport and mobility" which do not represent specific ITS architecture semantics.

The [Glossary for cross-competence traffic management](#) includes:

- The definitions of ITS architecture (see "What is ITS Architecture?" - Key terms and definitions for ITS design characteristics of ITS architecture) are transferred to cross-competence traffic management.
- General terms within the field of traffic, transport and mobility, which do not represent specific ITS architecture semantics are added for cross-competence traffic management.

3.3 Architecture Principles

Architecture principles are permanent, rarely changing principles. They describe the way an organisation concerned has to fulfil its tasks and can be developed and defined for different levels.

For detailing purposes, [ITS architecture principles for the urban road – trunk road and trunk road – trunk road scenario](#) are split into the following subgroups according to the levels of RAIM:

- Business Principle
- Data/Information Principle
- Principle of Use
- Technological Principle

4 Phase A - Architecture Vision

4.1 Setting up an ITS architecture project for cross-competence traffic management

4.1.1 Introduction

At the beginning of an ITS architecture project for cross-competence traffic management, the actual ITS subject of consideration for which specific ITS architecture knowledge is to be developed and applied must be defined and outlined in a way that is understandable and comprehensible to all stakeholders. The main task here is

- to semantically describe the ITS subject "cross-competence traffic management" (what is the ITS subject "cross-competence traffic management") and
- to draw and define clear boundaries to similar or adjacent ITS issues of cross-competence traffic management (what is in it, what is not in it).

Depending on whether a generic ITS reference architecture is to be developed for an ITS cross-competence traffic management service category or an ITS architecture for a real cross-competence traffic management ITS service, the ITS subject has to be described roughly or in detail.

- An ITS reference architecture should provide different design concepts for an ITS service category.
- The ITS architecture of a real ITS service requires the development of different implementation concepts for a specific ITS service.

In the present case, design concepts for the development of an ITS architecture for a real ITS service in the ITS service category "cross-competence traffic management" were developed.

4.1.2 ITS Domain cross-competence traffic management

- Transport network: Road (inherited from RAIM)
- Service Type: Cross-competence traffic management
- View: ITS architecture (reference model level)
- Perspective: Politics, State, Public Road Operators
- Focus: Business architecture and information system architecture (inherited from RAIM)

4.1.3 ITS services (categories) for cross-competence traffic management

According to FGSV (2012), cross-competence traffic management is "the influencing of traffic events by a bundle of measures with the aim of optimally coordinating traffic demand and the supply of traffic systems [across the borders of sovereign independent road operators]". These strategies include measures to shift traffic spatially, temporally and modally. In addition to the general target values of traffic management, it is important to provide the road user with information beyond the individual limits of responsibility

However, in the course of the National ITS Road Architecture Project only services from the public road operator's point of view were considered, resulting in scenarios or [service categories](#) "urban road – trunk road" as well as "trunk road – trunk road" (see Figure 1). Cross-competence traffic management, for example, is the influencing of traffic through previously agreed strategies with the aim of optimally coordinating transport demand and the supply of transport systems across the borders of sovereign independent road operators.

4.1.4 General Description

Traffic management is the "influencing of traffic events by a bundle of measures with the aim of optimally coordinating traffic demand and the supply of traffic systems". From a technical point of view,

traffic management is based on the control-loop-principle (see Wikipedia Article 2017, <https://de.wikipedia.org/wiki/Regelkreis>). It has its origin in the theories of controlling technical processes and serves to constantly counteract deviations of the "controlled system" controlled by the control loop and based on previously defined rules.

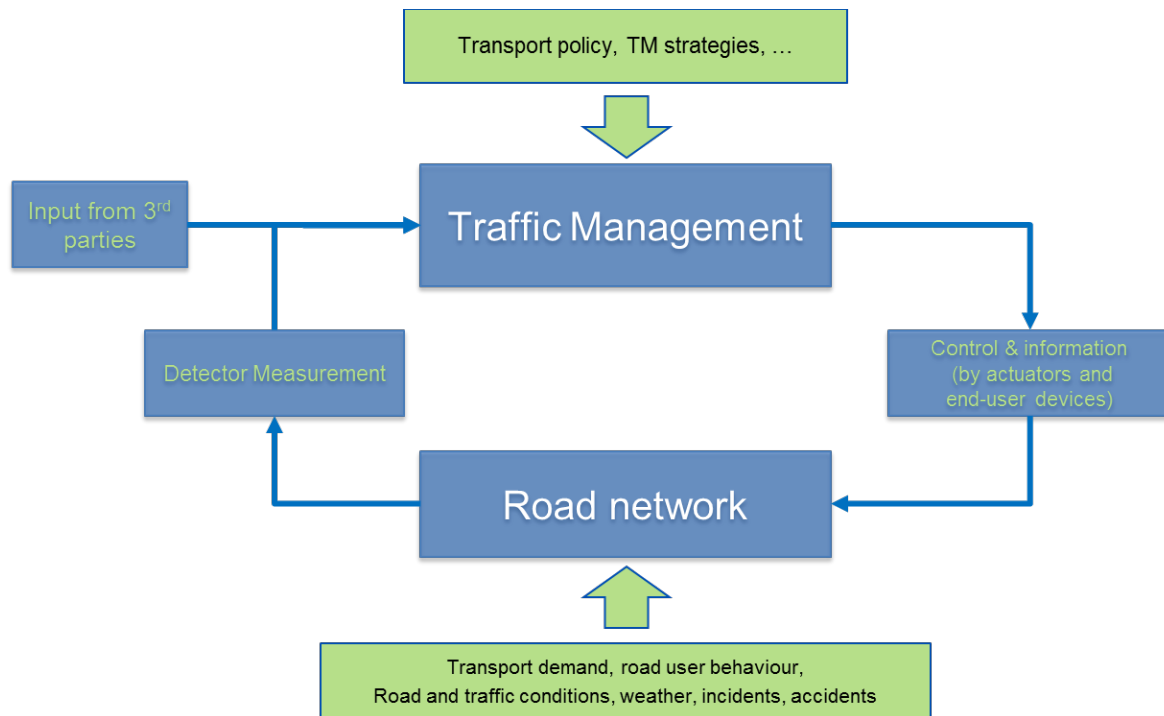


Figure 5: Control Loop Traffic Management (CEN (2016))

The state of the "controlled system" is constantly monitored and measured and the "controller (traffic management)" influences the controlled system (road network) in such a way that it behaves in accordance with the specified rules if deviations are registered. If this principle is applied to traffic management (See Figure 5), the controlled system is the "road network and the traffic flowing on it" and the controller is the "traffic manager", which is supported by fully or semi-automatic, traffic-dependent decision-supporting or even fully automatic Intelligent Transport Systems (ITS).

For regulation, the traffic manager uses systems and technologies that are able to influence the behaviour of road users. This requires field devices (detectors/sensors) to measure the actual traffic state on the controlled system, a software-based process (centralised or distributed) that includes the transmission of information and road users with the help of signals, traffic signs as well as gates.

Historical Development

The beginnings of intelligent transport systems date back to the introduction of computers in the late 1960s and 1970s. The term ITS was first used in the early 1990s. As one of the original components of ITS, traffic management has since experienced numerous technological developments. For example new methods for recording traffic and environmental data were taken into account and information could now be made available to road users by means of suitable devices at the roadside. Furthermore, a weighing process was integrated in the development and implementation of strategies to minimise traffic congestion even during the prioritisation of certain groups of road users, e.g. for public transport and emergency vehicles.

During this development, the integration of the individual independent systems represented a major challenge under the pressure of constantly growing traffic demand and the associated increase in traffic volume:

- Integration of data and information from different data sources (e.g. through different detection technologies and devices).
- Expanding the rather simple traffic control methods into comprehensive, efficient traffic management strategies that work on a strategic and tactical level and use traffic control and travel information to influence road users.
- Exchange of data with external stakeholders, e.g. police, other information service providers or navigation system providers.
- Integration of new technologies such as Internet, GNSS, smartphones and C-ITS.
- Integration of emerging technology developments into existing proprietary traffic management systems.
- ...

General Objective

Road, transport and traffic management can contribute to improving the quality of life of individuals. AS&P (1993) reaffirms this demand by defining the four overarching objectives of transport:

- Increased safety,
- Satisfying the need for mobility,
- Protection of the environment and
- Improvement of economic efficiency.

Areas and options for action

Traffic management is based on the above objectives. Specific measures or sets of measures, which take into account the simultaneous use of several transport systems and means (multimodal) or the change of transport systems (intermodal), are intended to reduce or improve problems or certain situations (sum of defined events, problems and other relevant conditions) in the transport system.

According to FGSV (2003), problems and events can basically be divided into the following categories:

- congestion on the road network (e.g. daily traffic jams caused by rush hour traffic),
- Congestion on the public transport network,
- Overload or shortage of parking spaces,
- Bottlenecks in the road network (e.g. construction sites, accidents),
- Bottlenecks in the public transport network (e.g. breakdowns or malfunctions),
- Emergency situations (e.g. fire, bomb discovery, bursted water pipe),
- Power/system failure (e.g. traffic lights, tram, metro),
- problems related to events and recreation (e.g. football matches, trade fairs),
- weather-related problems (rain, snow, black ice,...).

These problems and events can be extended by environmental problems such as high levels of noise and air pollution.

Only part of the categories is relevant for the ITS reference architecture "cross-competence Traffic Management".

Patterns of action (strategies and tactics)

The aim of traffic management is to optimise the effects of transport by using instruments to influence transport supply as well as transport demand. According to the FGSV (2003), traffic management comprises short-, medium- and long-term measures for strategy-formation in the following fields of action:

- Traffic control,
- Traffic relocation (spatial, temporal, modal) and
- Traffic reduction.

Traffic reduction/traffic relocation can mainly be assigned to static traffic management, which includes medium to long-term measures. In addition, traffic control is part of dynamic traffic management, which reacts to certain problems or situations at short notice by means of traffic control measures and traffic information.

Possible measures to solve or reduce the problems that arise can be divided into the following categories:

- Categories of measures in motorised personal transport (e.g. alternative route control, inflow control),
- Categories of public transport measures (e.g. diversion of public transport vehicles, securing connections in public transport),
- Intermodal/multimodal categories of measures (e.g. influencing the choice of transport means, financial measures, shifting departure time, opening of traffic areas).

As a rule, a combination of the various measures from the above categories is useful or even necessary, since certain problems or situations usually affect several road users or user groups.

Thus, the individual authorities have various measures or strategies at their disposal, which have developed and proven themselves over the years.

In order to carry out traffic management effectively and efficiently in a defined planning area, strategies must be planned and implemented for defined problems. According to FGSV (2003) and FGSV (2011), these strategies represent "a pre-defined concept of action for taking measures (bundles) to improve a defined (initial) situation", with which the problems or situations identified can be counteracted.

According to FGSV (2003), the planning and implementation of traffic management strategies takes place in several stages, which are in constant interaction with each other. Based on detection, problems or situations are identified for which measures are selected which basic suitability for problem solving was checked in the strategy planning process. Finally, the measures are implemented via control, management and information systems, taking into account the exchange and provision of data and information with external stakeholders (e.g. police, public transport operators, service providers, etc.). If the problem no longer exists, the measure will be cancelled.

ITS value chain / ITS value network

There are no fixed rules for the representation of ITS value chains/IVS value networks. Examples are shown in Figure 6 and Figure 7.

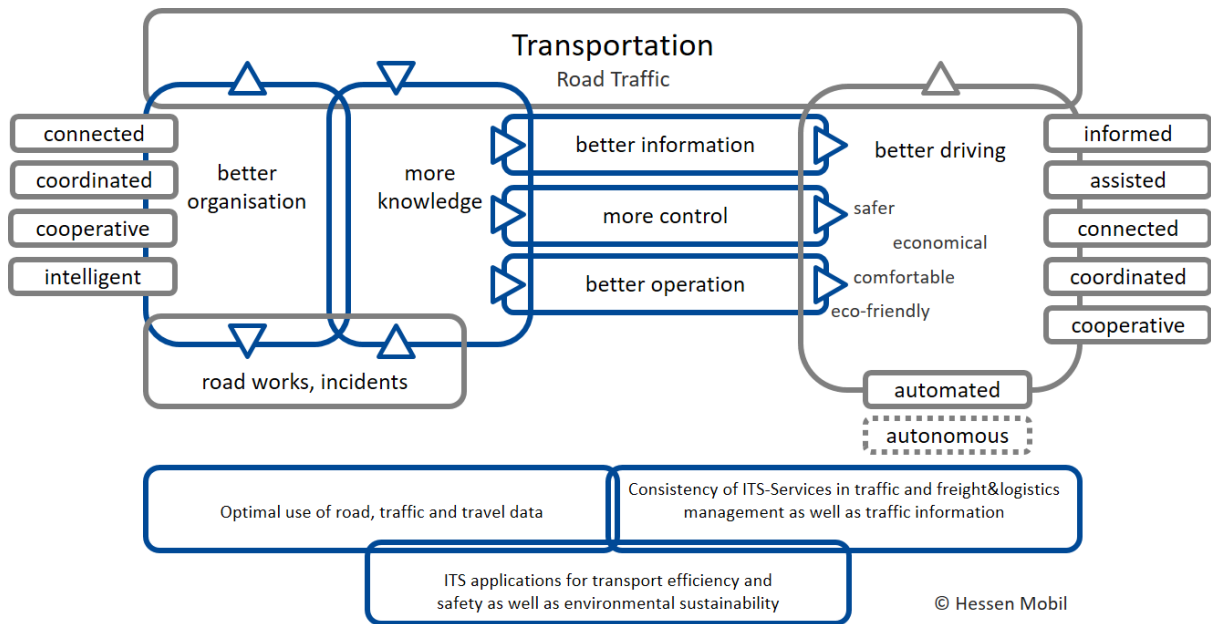


Figure 6: Road system (Hessen Mobil)

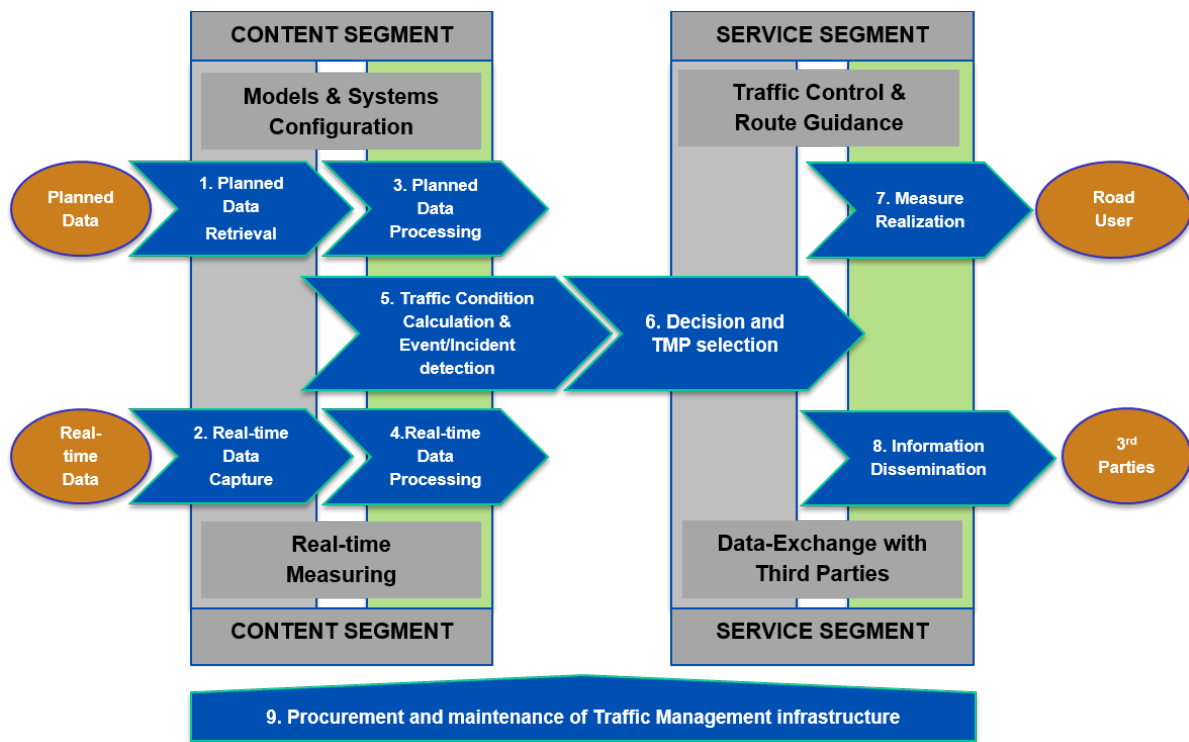


Figure 7: Value Chain "Traffic Management" (CEN (2016))

ITS Stakeholder and ITS Actors

The ITS reference architecture for cross-competence traffic management will support a harmonised development of sovereign ITS traffic management services and formulate requirements for the ITS architecture of cross-border traffic management. This generally applies to all ITS actors involved in cross-competence traffic management, actors that have interfaces with them or ITS stakeholders dealing with them in any other way:

- ITS actors taking the role and perspective of public road operators and being responsible for the operation of cross-competence traffic management (including their interfaces with the responsible road authority),
- ITS actors who have interfaces to road operators for cross-competence traffic management,
- ITS actors supporting road operators in their tasks,
- Other ITS stakeholders involved in the field of cross-competence transport management knowledge (e.g. standardisation organisations).

Private ITS actors should be integrated into the traffic management process through data, information and strategy exchange. This exchange should take place via the national access point, the Mobility Data Marketplace (MDM). Special focus is put on private navigation service providers. A strategic approach for cooperation between traffic management and navigation service providers was developed and evaluated in the Lena4ITS project (FE 03.0484/2011/IRB Measures to ensure interoperability between public transport management and individual navigation services).

Table 2 lists the ITS stakeholders and ITS actors affected by ITS cross-competence traffic management services.

Organisation	Responsibilities	Example
Public Institutions	Legislative authority	
	Road administration trunk roads	For Hestia: Hessen Mobil on behalf of the federal administration
	Urban road administration	City of Düsseldorf, Office for Traffic Management
	Road operator trunk roads	Hessen, Hessen Mobil
	Urban road operator	City of Düsseldorf, Office for Traffic Management
	Road traffic authority trunk roads	Hessen, Hessen Mobil
	Urban road traffic authority	City of Düsseldorf, Office for Traffic Management
	Public service provider trunk roads	Traffic reporting office Hessen
Public/Private Institutions	Data- and information broker	MDM (Mobility Data Market Place)
	Standardisation organisations	CEN (DIN ...)
Private Institutions	Private Content Owner	car park operator
	Private Content Provider	data service provider
	Private Service Provider	navigation service provider
	Communications network operator	mobile phone service operator

Table 2: Affected ITS stakeholders and actors

4.2 Identification and description of ITS roles

4.2.1 Introduction

For the development of an ITS reference architecture or ITS architecture of a real ITS service, ITS roles, ITS actors and ITS stakeholders to be involved in the ITS value creation must be identified and described in this step.

To this end, it is useful - in preparation for the step "Development of an ITS Architecture Vision" - to base an initial presentation for the ITS service/ ITS service category and to illustrate the required ITS roles in the ITS value chain/network.

Two ITS components are used to display the results:

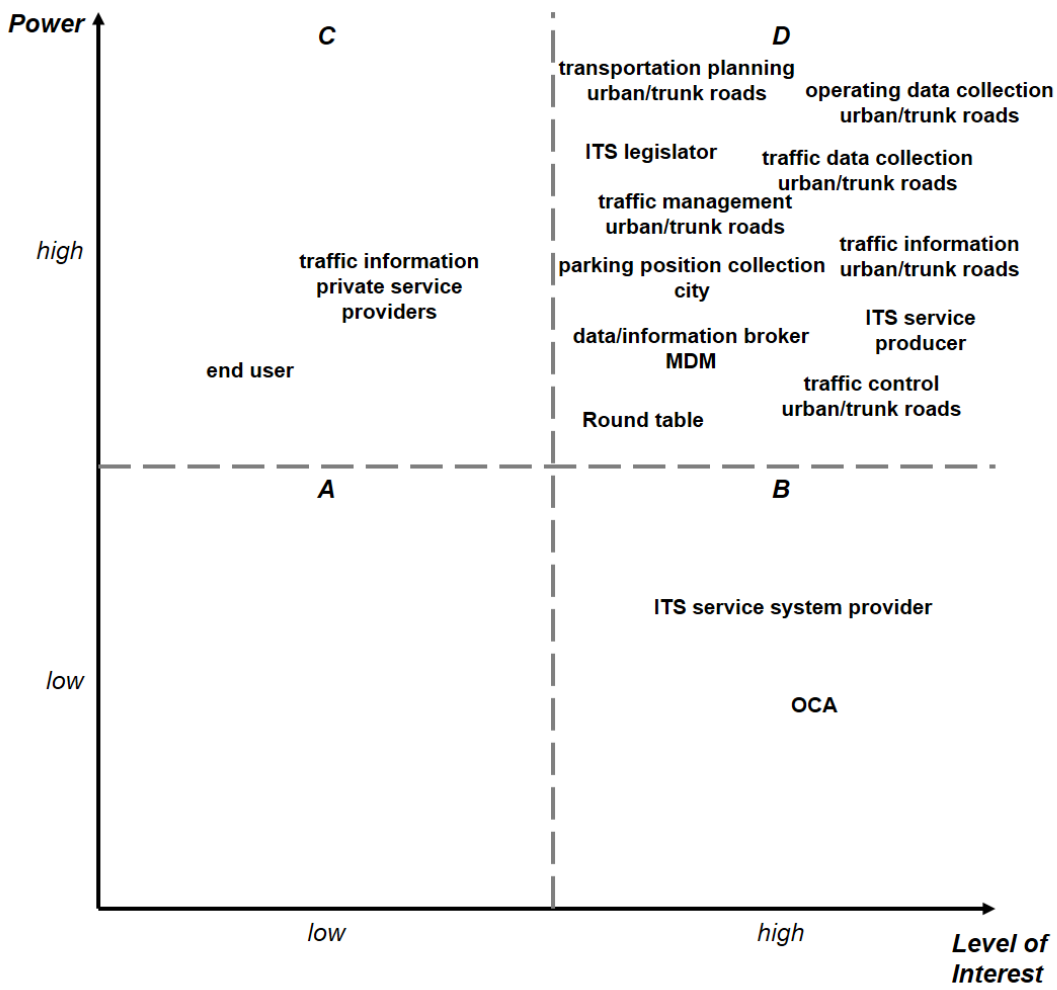
- The ITS Role Map building block declares stereotypes of ITS actors and stakeholders by describing their business concerns and ITS roles and classifying the importance of ITS actors and stakeholders according to "Power Grid".
- The ITS role building block names and semantically describes stereotypes of ITS capabilities and responsibilities that are typical and necessary for the provision and operation of ITS services.

4.2.2 ITS Role Map and ITS Roles Power Grid for cross-competence Traffic Management

In general, two types of ITS roles with very different characteristics can be distinguished:

- Economic ITS Roles:
 - Development of the necessary economic framework (legal basis, rules, financing...) and provision of administrative resources for the establishment of an ITS service.
 - Administrative and economic management (governance) of the ITS service during operation.
- Technical ITS Roles:
 - Development of the necessary technical framework conditions (technical standards, necessary IT and infrastructure...) and provision of operational resources for the establishment of an ITS service
 - Technical operation of an ITS service.

The different ITS roles of the urban roads – trunk roads and trunk roads – trunk roads scenarios are described in the [ITS Role Map for cross-competence traffic management](#). They have different priorities with regard to the establishment and operation of the ITS service "cross-competence traffic management. According to the role power grid model of the ITS architecture framework, four different priorities (Key Player, Keep Satisfied, Keep Informed, Minimal Effort) can be distinguished for the identified ITS roles (see Figure 8 for the urban roads – trunk roads scenario and Figure 9 for the trunk roads – trunk roads scenario).



Legend:
 A: Minimal Effort
 B: Keep Informed
 C: Keep Satisfied
 D: Key Player

Figure 8: ITS Roles Power Grid for the urban roads – trunk roads scenario

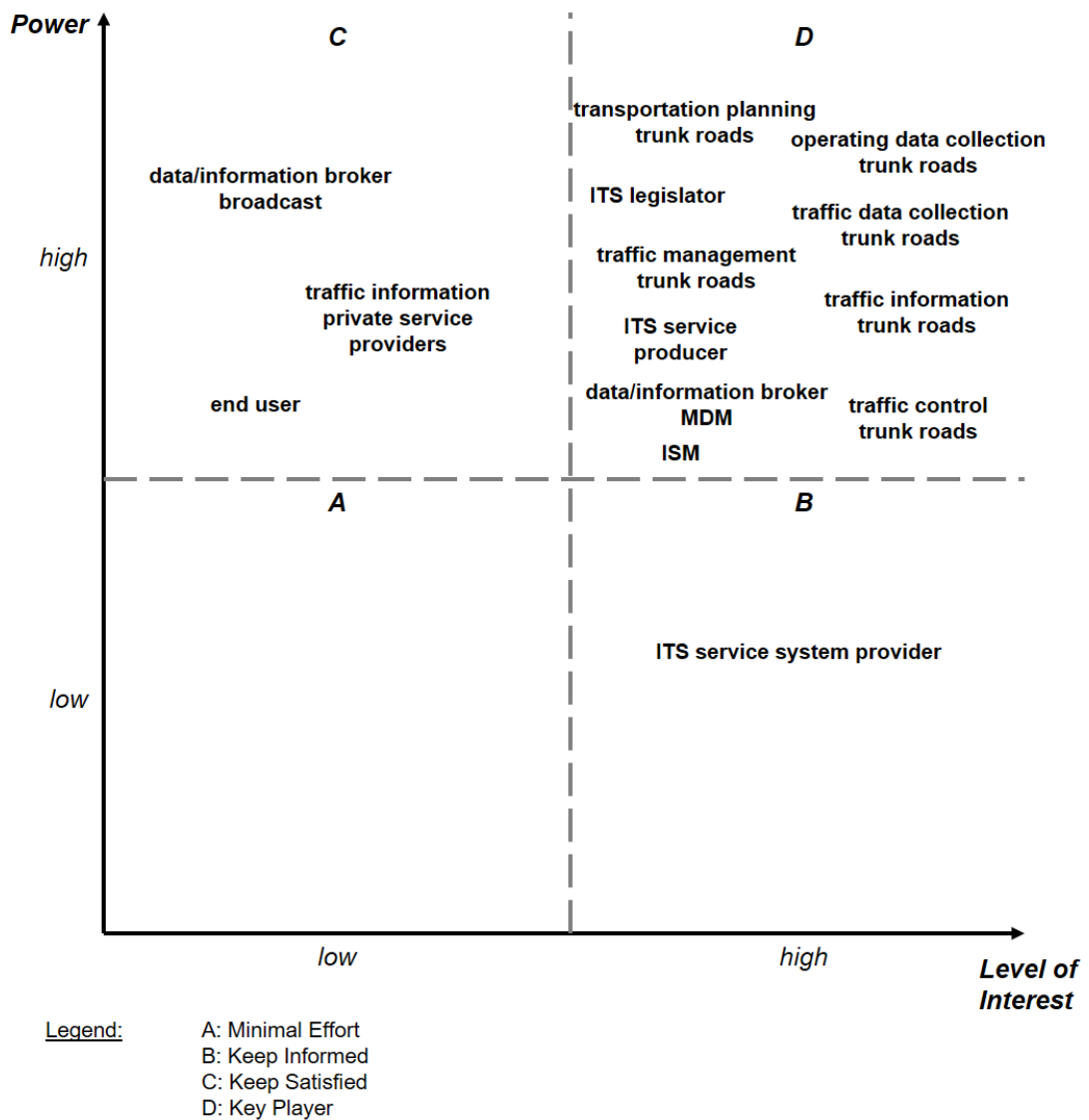


Figure 9: ITS Roles Power Grid for the trunk roads – trunk roads scenario

4.2.3 ITS business scenarios and ITS requirements for ITS roles in cross-competence traffic management

To identify requirements, stakeholders, ITS roles, ITS actors or the ITS architecture vision, business scenarios can be developed that describe a major problem and its solutions to it. They take into account that the description is based on requirements-perspective and does not yet include any solutions.

The business scenario describes an end-to-end scenario in TOGAF Phase A, which is described in more detail in TOGAF Phase B. As a relevant example, the business scenario "Route recommendation in cross-competence traffic management" was created (Table 3).

Introduction	
Summary	-
Documentation road map	-
Business scenario name	
Business Scenario Overview (description of the scenario)	Route recommendation in cross-competence traffic management
Background of the scenario; why is the scenario important?	Ensuring the consistency of traffic information for road users; harmonising cooperation between road operators, other modes of transport and service providers; increasing of acceptance of traffic management measures by road users.
Purpose of the scenario; which problem should be solved?	Maintaining sustainable mobility between cross-border and cross-competence destinations for all travellers in order to significantly reduce unwanted effects of traffic
Definition of terms used (see ITS Glossary)	See tables: ITS Glossary, general terms of traffic, transport and mobility and ITS Glossary. Definitions of terms "cross-competence traffic management".
Conditions and requirements for making the scenario possible	Willingness of actors to cooperate, interfaces of cooperation
Guided Requirements from the Business Scenario	
Current problems and obstructions; what interferes with the implementation of the scenario?	
Required processes (naming of processes and process models in BPMN 2.0)	Planning and use of cross-competence strategies
Capabilities required to implement the scenario	Production of planning data, acquisition and collection of real-time data and information, acquisition of events and detection of incidences, processing of planning data, preparation and processing of real-time data and information, decision-making and strategy selection, implementation of measures, dissemination of information.
Technical environment (involved IT systems and other technical resources)	Data acquisition systems, traffic modelling, intermodal strategy manager (ISM), network control systems
Required actors, roles and responsibilities; human and technical (automated) actors and their roles	Data acquisition trunk roads, traffic management trunk roads, traffic information trunk roads, traffic control trunk roads, police, traffic service reporting office, data/information broker broadcasting, MDM, private service providers, end user
Information flow analysis	-
Roadmap and approach to removing obstructions	
Planning of the problem solution; how to proceed, which steps to take and which projects to implement with which actor?	
Appendix	
...	-

Table 3: Business scenario "Route recommendation in cross-competence traffic management"

4.3 ITS Models

The acceptance of traffic management measures by road users increases if the operation is oriented towards their mobility needs and actual routes and does not end at boundaries of responsibility or by

changes in appearance. Indirectly involved ITS stakeholders and ITS actors are expected to highly accept the "ITS reference architecture for cross-competence traffic management" as it improves planning and investment security (avoidance of isolated solutions) and favours interoperable, operationally efficient solutions.

The [ITS models in cross-competence traffic management](#) can in principle be regarded as identical for the scenarios urban roads - trunk roads and trunk roads - trunk roads scenario. Differences, however, result from the spatial basis that the respective cross-competence strategies underlie. Strategies in the urban roads - trunk roads scenario mostly concern urban routes that connect individual cities with the surrounding countryside and therefore have a regional basis. Strategies in the trunk roads - trunk roads scenario, on the other hand, concern cross-border routes that connect different countries or federal states and therefore have a supra-regional basis. The following ITS models were defined for cross-competence traffic management:

- Increasing efficiency by making better use of capacities of supra-regional or regional transport networks and corridors.
- Reduction of environmental pollution by reducing congestion.
- Increasing road safety by optimising the availability of the transport network and maintaining the flow of traffic through coordinated large-scale measures.
- Development and operation of systems, schemes and services for the implementation of cross-competence strategies with reference to a reference architecture.

4.4 ITS Business Objectives

Transportation in general should contribute to improving the quality of life of individuals. This demand is confirmed by the definition of the four main objectives of transport:

- Increase of safety,
- Satisfying the need for mobility,
- Protection of the environment and
- Improvement of economic efficiency.

This is where cross-competence traffic management comes in. The aim is to reduce or improve problems or certain situations in the regional and/or interregional transport system through targeted measures, which take into account the use of several transport systems and means (multimodal) as well as changes within transport systems (intermodal) within and outside one's own area of responsibility.

The target fields of traffic management can be transferred to the ITS domain "cross-competence traffic management" and can be divided into qualitative and quantitative ITS objectives. The [ITS Objectives in cross-competence traffic management](#) can in principle be regarded as largely identical for the urban roads – trunk roads scenario as well as the trunk roads – trunk roads scenario. However, the differences result from the spatial reference that the respective cross-competence strategies underlie. Strategies and thus the goals pursued with them in the urban roads – trunk roads scenario usually concern urban routes that connect individual cities with the surrounding countryside and therefore primarily have a regional reference. Strategies in the trunk roads - trunk roads scenario, on the other hand, concern cross-border routes that link different countries or federal states and therefore have a supra-regional reference.

In order to move closer to the vision objective, different [ITS options for action](#) can be followed, expressing what type of ITS services in which combination can in principle be used or which type of ITS services in which combination suits best.

In addition, [ITS action patterns](#) provide the best approach for the choice of ITS option of action. A distinction is made between ITS strategies and ITS tactics.

4.5 ITS Capabilities

In ITS, an ITS capability represents a set of capabilities that an ITS actor must be able to conduct as part of an ITS value chain (ITS Value Chain/ Value Added Network) so that at the end the potential benefits of the ITS service can be realised..

End-user requirements for the benefits of ITS services are becoming increasingly extensive and complex. As a result, most ITS services can only be delivered through cooperation, i.e. the networking and interaction of different ITS actors with very specific capabilities and benefits. All solutions in the area of ITS, i.e. technical products or services etc., must meet the requirement that they can also be presented as part of a value chain or value added network (see Figure 6 and Figure 7).

Against this background, each ITS actor wishing to participate in an ITS value chain/value added network has to be clear about

- which capabilities (abilities) are already available have or which still have to be developed, so that a successful cooperation and added value can come about and
- which dimensions the development of the capabilities will have on the companys employees, organisation, processes and technologies.

[ITS capabilities in cross-competence traffic management](#) have been developed for the meta roles ITS content provider, ITS service operator and ITS service provider (urban roads - trunk roads and trunk roads - trunk roads).

4.6 Creating the ITS Architecture Vision

The first high-level features of the ITS service will be defined as part of the preparation of the [ITS Architecture Vision for cross-competence traffic management](#). With regard to the business model and the information systems and technologies required in this phase, it is particularly important to focus on fundamental principles and principles that rarely change.

In this respect, the essential content-related components of an ITS architecture vision are:

- The idea for the ITS service, identifying the core task, utilisation and interfaces, i.e. demonstrate the context of the ITS service to be developed.
- Influencing factors and boundary conditions such as functional and non-functional requirements, organisational and technical influences.
- Solution strategies that point out initial decisions, essential architectural patterns and concepts. Initial architectural views can already be created in order to illustrate the solution strategies.

4.7 Value contribution and KPIs of ITS architecture

In order to implement the service ITS cross-competence traffic management, different ITS actors must cooperate as soon as a route recommendation requires actuators, sensors and/or the alternative route or parts thereof, which do not fall within their own area of responsibility. Thus, the interoperability of ITS actors in the ITS service "cross-competence traffic management" depends essentially on how seamlessly they can work together and how interoperable they can design their ITS capabilities. Interoperability is thus placed at the centre of architectural efforts and the provision of interoperability building blocks is the core objective of ITS architecture.

In order to define the added [value to interoperability between ITS actors in the ITS cross-competence traffic management service](#), the individual ITS architecture building blocks are evaluated in terms of

value or benefit for the individual actors and the measurement criteria or Key Performance Indicators (KPIs) are defined.

Interoperability of the ITS service "cross-competence traffic management" has several dimensions, which can also be classified according to the levels of the ITS architecture pyramid.

4.8 Risks of implementing an ITS reference architecture for cross-competence traffic management

4.8.1 Introduction

The introduction of ITS architecture also carries risks. Risk management will be used to identify, assess and manage the risks associated with the implementation of an ITS reference architecture for cross-competence traffic management. The COBIT 5 (ISACA) framework, which includes risk management, was used for this purpose.

COBIT 5 (ISACA) requires the definition of so-called "enablers" to help achieve the goals. They are divided into the following seven categories:

- Principles, guidelines and frameworks are the vehicle for transfer the desired behaviour into a practical guide for day-to-day management.
- Processes describe a structured set of practices and activities to achieve specific goals and deliver a set of results that help achieve overall IT-related goals.
- Organisational structures are the most important entities of decision-making in the company.
- The culture, ethics and behaviour of employees and the company as success factors for governance and management activities are often underestimated.
- Information is omnipresent in every organisation. This includes all information produced and used by the company. Information is essential for maintaining the organisation's operations and proper governance. On an operational level, information is often even the most important product of the company.
- Services, infrastructure and applications include the infrastructure, technology and applications that ensure IT processing and services within the company.
- Employees, skills and competences refer to the personnel and are necessary for the successful execution of all activities, the making of the right decisions and the implementation of corrective measures.

COBIT 5 (ISACA) also distinguishes between the strategic (Risk Function Perspective) and the management view (Risk Management Perspective) in risk management.

4.8.2 Representation of Risks

Within the framework of risk management, risks before and after the implementation of the ITS architecture of cross-competence traffic management can be identified and evaluated in terms of probability of occurrence and severity. In addition, the steps for identification and evaluation and thus possible countermeasures for critical risks (risk management) are defined, resulting in [a compilation of the identified risks](#) when introducing an ITS reference architecture for cross-competence traffic management.

5 Phase B – Business Architecture

5.1 Tools, views and resources for ITS business architecture

5.1.1 Introduction

For the description and visualisation of the ITS business architecture, the ITS architecture framework does not make any format-related specifications. Depending on the professional background and those involved in the architectural work, any type of the following formats will be suitable:

- Textual Descriptions
- Tables
- Graphics
- Artifacts created using special tools

However, there are already proven description and visualisation patterns recommended by the ITS architecture framework:

- for the "ITS value chain/ITS value-added network" view
 - Presentation as ITS roles matrix, as defined in the project "Development of a public transportation ITS architecture framework in Germany with integration of European ITS guidelines with public transport relevance" (Kieslich et al. 2014).
 - Presentation as a roles/capability diagram.
- For the "ITS Governance" view
 - A text document is recommended.
- For the "ITS business process" view
 - Presentation and visualisation of the ITS business process architecture is carried out via a process modelling approach. By breaking down business functions and business services using process modelling, it is possible to identify key processes and downstream services and functions (see template for description of business processes).
 - The specification language Business Process Model and Notation (BPMN) is used to model business processes and business functions.

5.1.2 Presentation of ITS business architecture for cross-competence traffic management

For the development of the business architecture for "cross-competence traffic management" the following views on "cross-competence traffic management" were developed:

- The "ITS value chain/ITS value-added network" view (role/capability diagram)
- the ITS Governance view (collaboration diagram)
- the view "ITS business processes" (BPMN diagram)

5.2 Baseline situation of the ITS business architecture for cross-competence traffic management

5.2.1 Introduction

The baseline situation represents an inventory of the current situation with a focus on the identification and description of issues that interfere the implementation of the ITS business architecture vision.

- "ITS value chains and networks" view

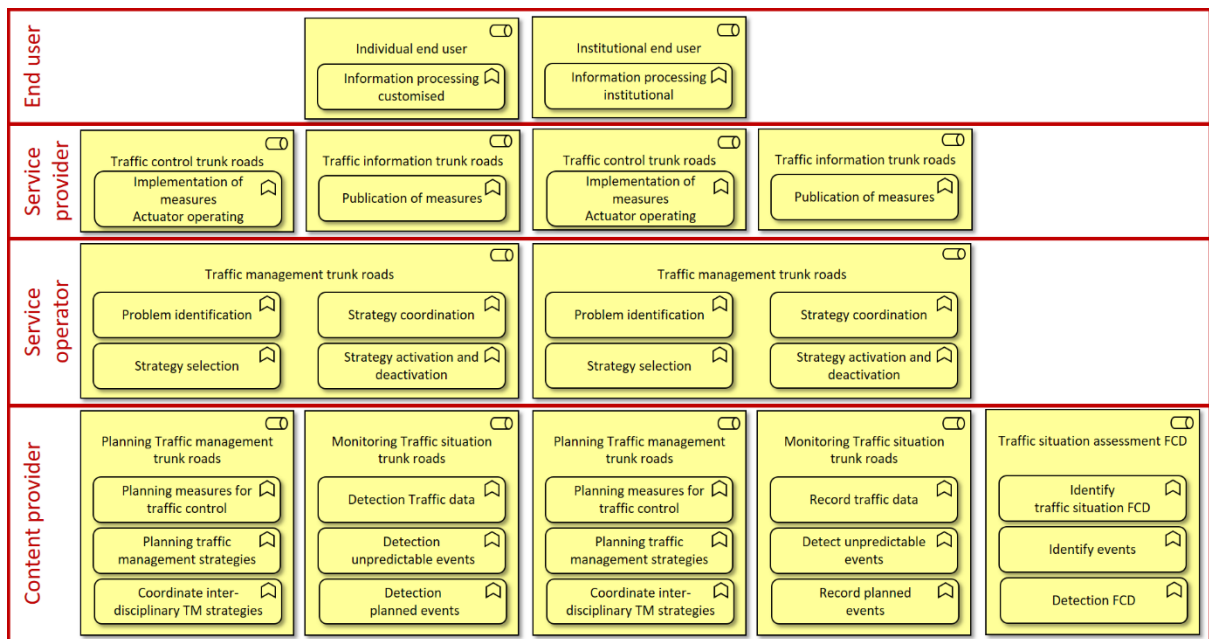


Figure 11: Baseline situation of value-added network for the trunk roads – trunk roads scenario (Example LISA)

5.2.3 Baseline situation - Governance View

ITS services of cross-competence traffic management can only take place if several ITS actors form ITS value-added networks on a permanent basis. Classical "management" for administration, controlling and evaluation, does not seem suitable, for achieving the objectives of heterogeneous ITS value chains. This is where the architecture governance comes in, which focusses on cooperation between independently managed institutions, working together in ITS business processes. Figure 12 and Figure 13 show the ITS governance as a collaboration diagram for the urban roads – trunk roads and trunk roads – trunk roads scenarios of cross-competence traffic management.

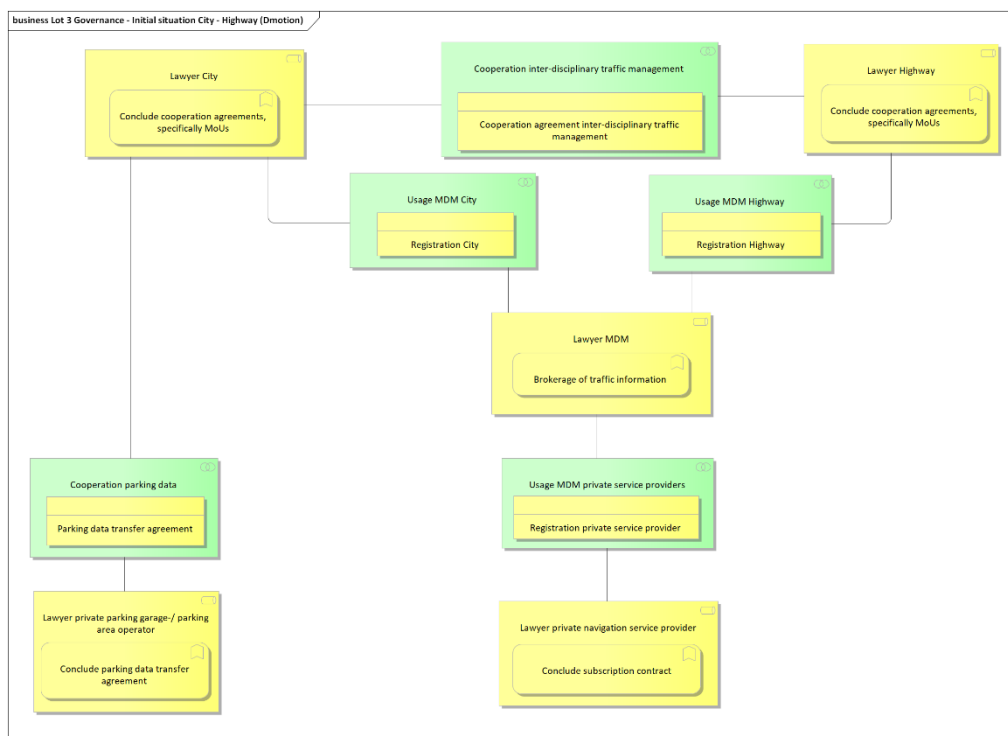


Figure 12: Governance-Diagram for the urban roads – trunk roads scenario; baseline situation (Example Dmotion)

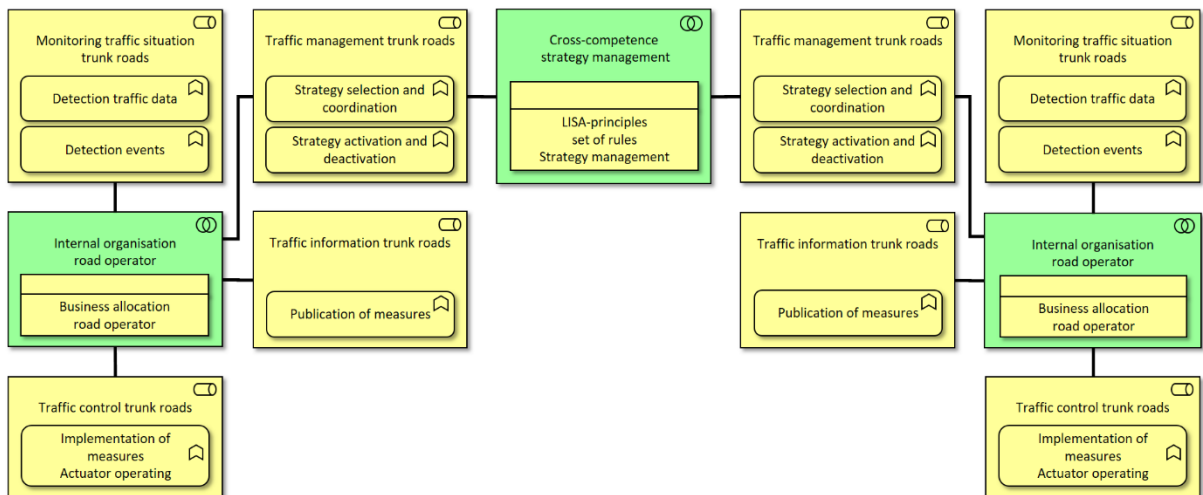


Figure 13: Governance-Diagram for the trunk roads – trunk roads scenario; baseline situation (Example LISA)

5.2.4 Baseline Situation - Business Process View

[ITS business processes](#) operationalise an ITS value-added network. To this end, the order in which ITS services are used, the events that trigger, influence or terminate the business process and the ITS information objects exchanged between ITS services, are defined.

ITS value chains/networks that cannot be operationalised at the business process level in the required quality, due to a lack of core or support processes, are often the cause for a lack of feasibility of the ITS business architecture vision.

The business processes are worked out separately concerning "planning" and "operation". Figure 14 and Figure 15 show the business process diagrams "planning" and "operation" for the urban roads – trunk roads scenario. Figure 16 and Figure 17 show the business process diagrams "planning" and "operation" for the trunk roads – trunk roads scenario.

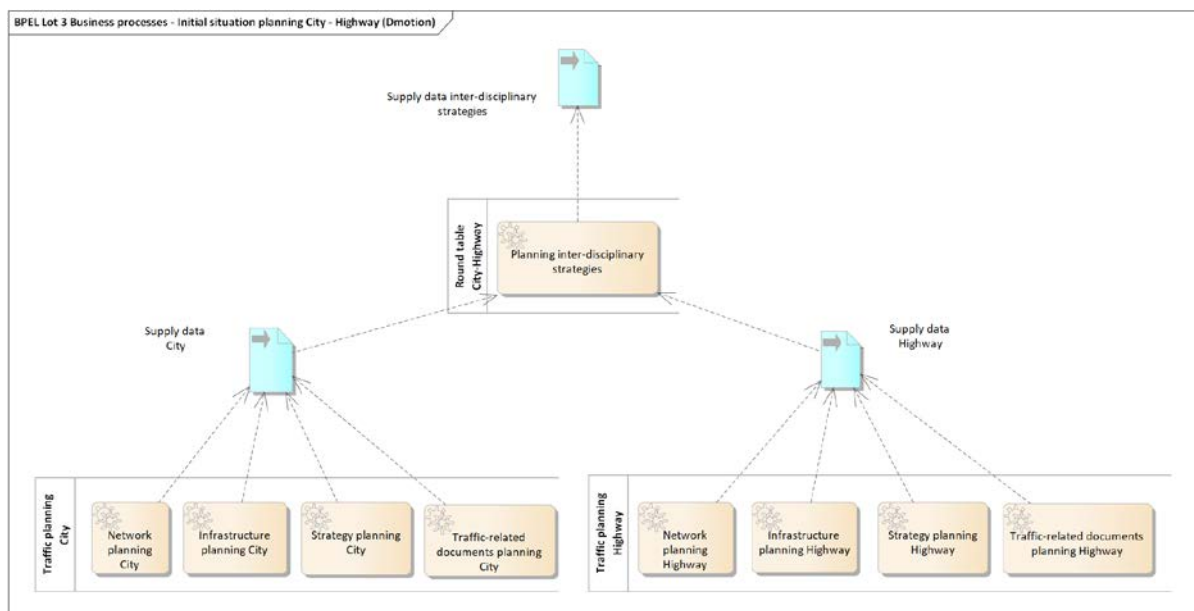


Figure 14: Business process diagram – baseline situation "planning" for the urban roads – trunk roads scenario

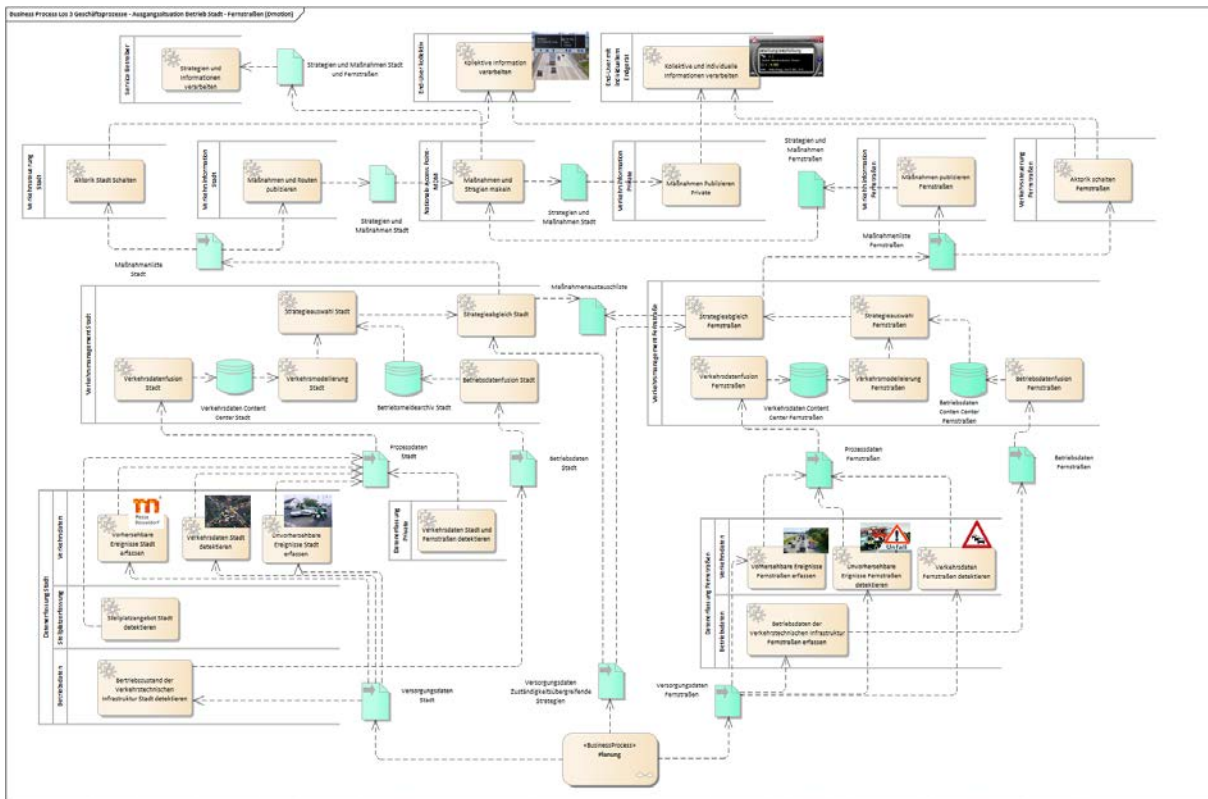


Figure 15: Business process diagram – baseline situation "operation" for the urban roads – trunk roads scenario

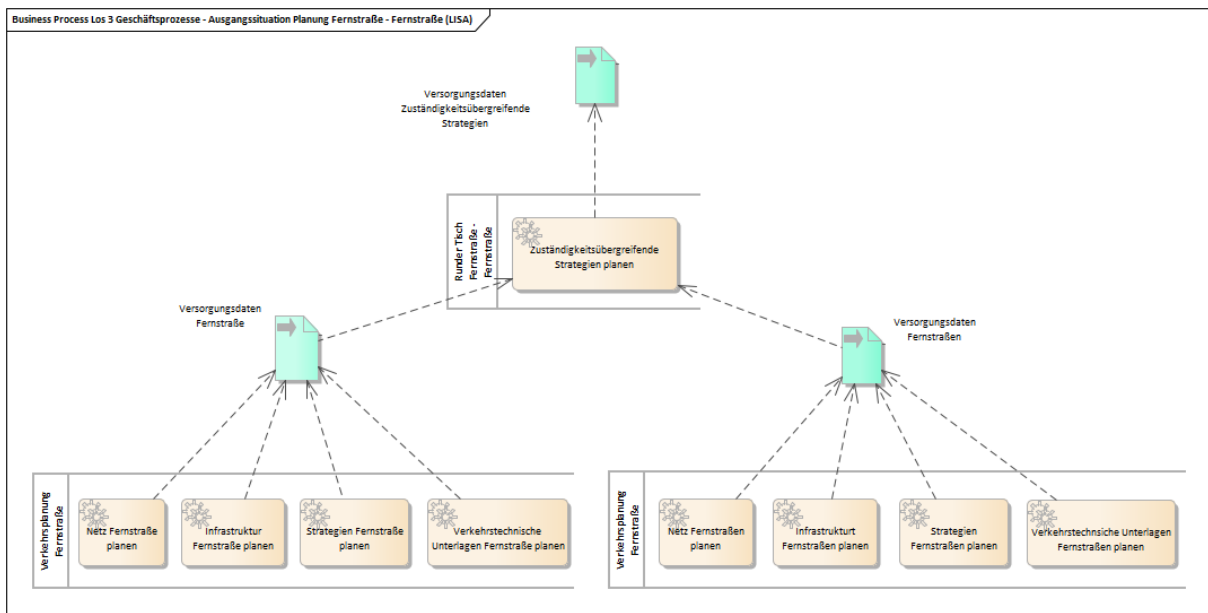


Figure 16: Business process diagram – baseline situation "planning" for the trunk roads – trunk roads scenario

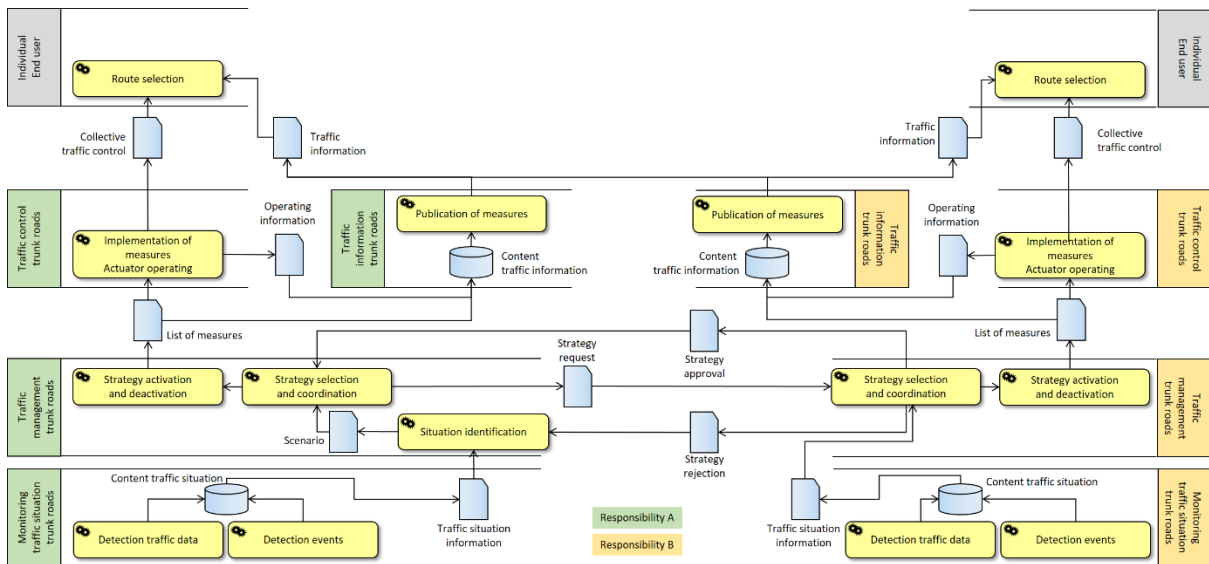


Figure 17: Business process diagram – baseline situation "operation" for trunk roads – trunk roads scenario

5.3 Target situation of the ITS business architecture for cross-competence traffic management

5.3.1 Introduction

The description of the target ITS business architecture is done by establishing views on the collaboration of ITS actors operating an ITS service as a "business". "Views on business aspects of an ITS service" serve to structure and present/describe the collaborative relationships of ITS actors:

- View "ITS value chain/ITS value-added network"

Identification, presentation and description of the components (subservices) of the ITS service, the ITS roles to be involved and the requirements (ITS capabilities) to be met.

- View "ITS Governance"

Description of the legal, judicial and contractual basis on which the ITS service and ITS actors' cooperation are based and how the latter is managed and controlled operationally.

- View "ITS Business Process"

Presentation and description of the key business processes used to operationalise the ITS service.

Additional views can be set up and described project-specifically.

5.3.2 Target situation - View value-added network

Since the baseline situation, with regard to ITS value chains and networks, already has all the necessary ITS roles in cross-competence traffic management for the urban roads – trunk roads scenario, no target situation is presented here. Figure 18 shows the target situation for the trunk roads – trunk roads scenario.

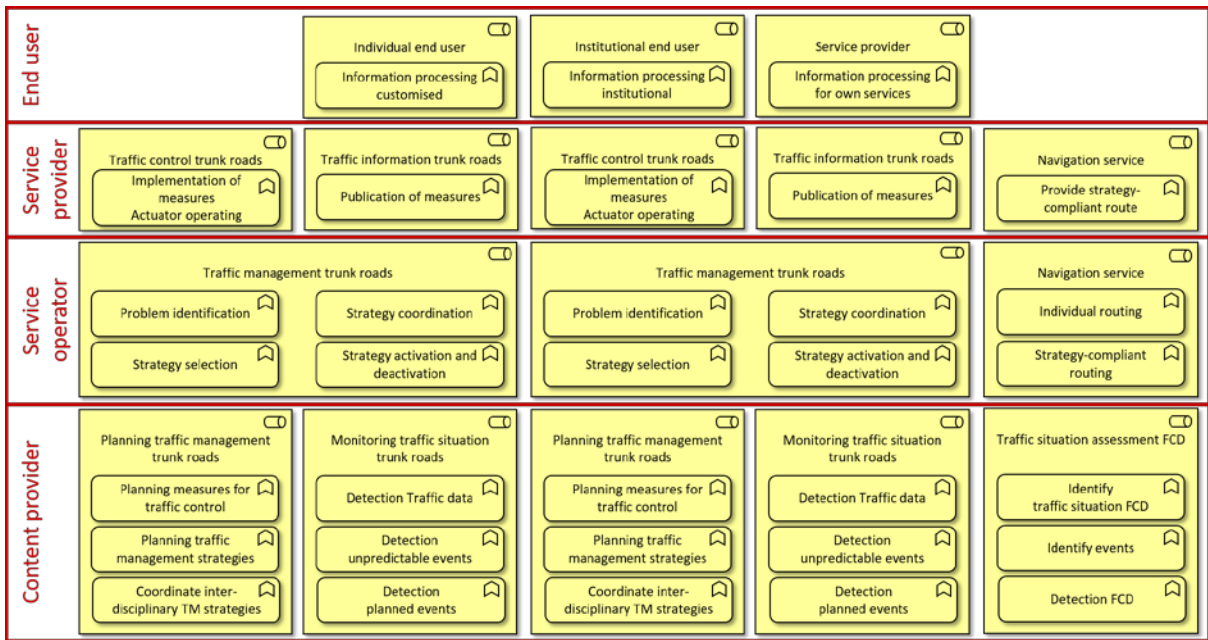


Figure 18: Value-added network for target situation; trunk roads – trunk roads scenario (Example LISA)

5.3.3 Target situation – View Governance View

The view "ITS governance for the target situation" for the urban roads – trunk roads (Figure 19) as well as trunk roads – trunk roads scenario (Figure 20) describes the legal, juridical and contractual basis on which the ITS service and ITS actors' cooperation are based on and how the latter is managed and controlled operationally.

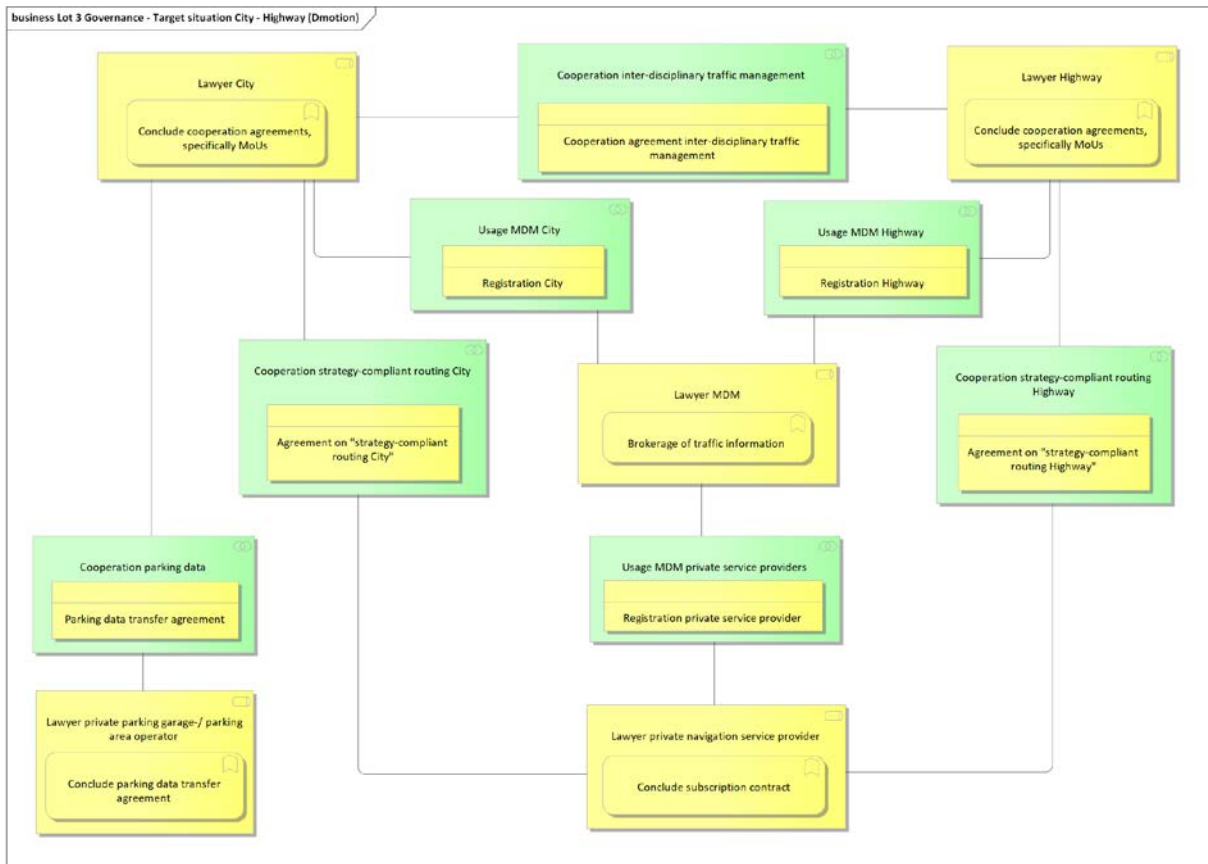


Figure 19: Governance diagram – Target situation for the urban roads – trunk roads scenario

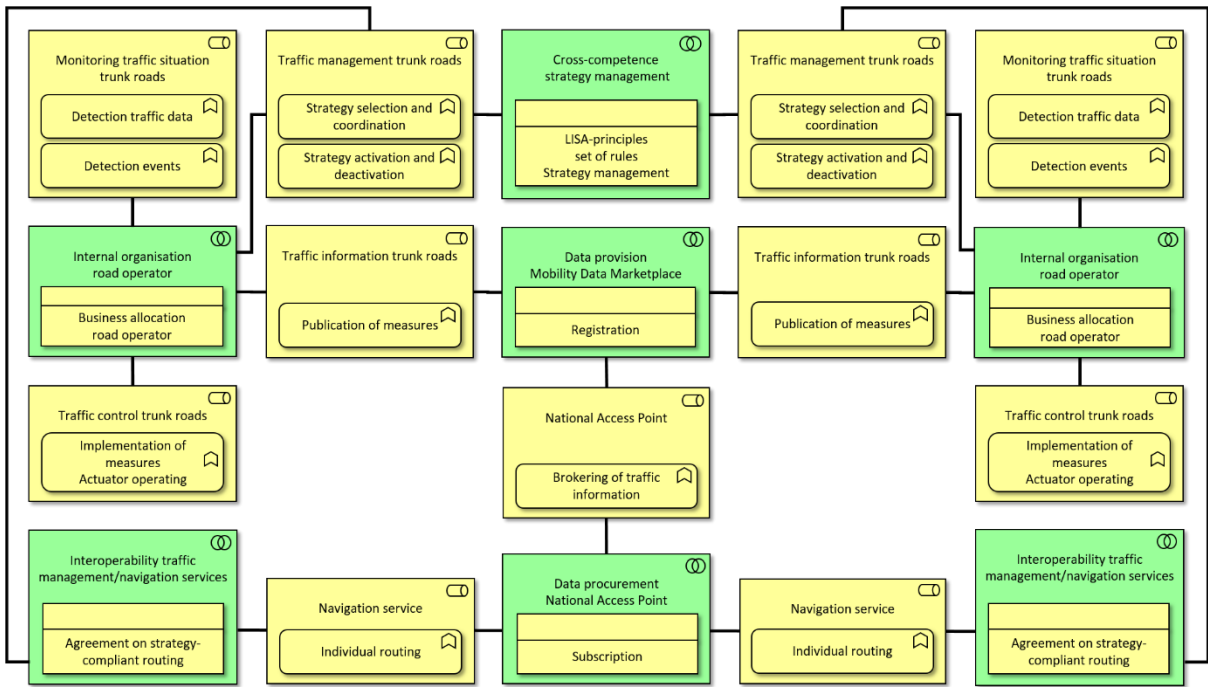


Figure 20: Governance diagram – Target situation for the trunk roads – trunk roads scenario

5.3.4 Target situation – ITS Business Process View

The [ITS business processes for the target situation](#) in planning and operation describe which key business processes are used to operationalise the ITS service. Figure 21 and Figure 22 show the business process diagrams "planning" and "operation" for the urban roads – trunk roads scenario. Figure 23 and Figure 24 show the business process diagrams "planning" and "operation" for the trunk roads – trunk roads scenario.

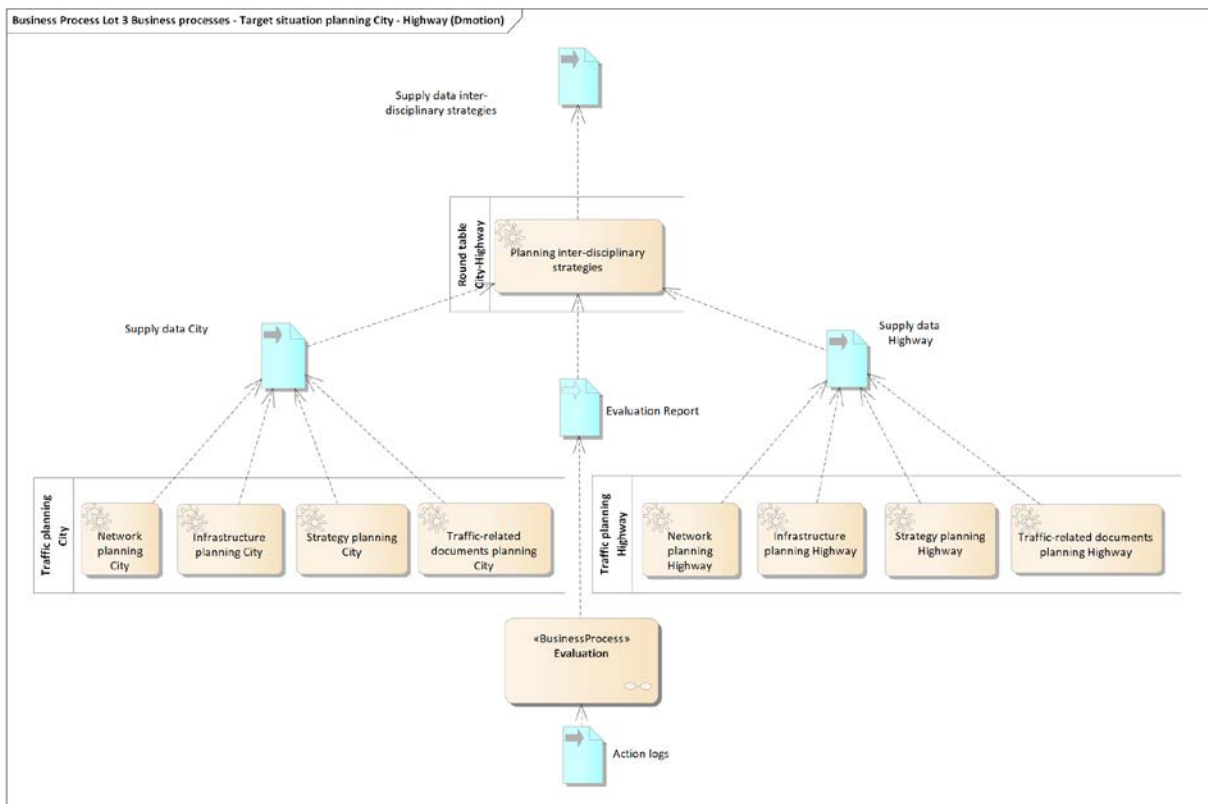


Figure 21: Business process diagram – target situation "planning" for the urban roads – trunk roads scenario

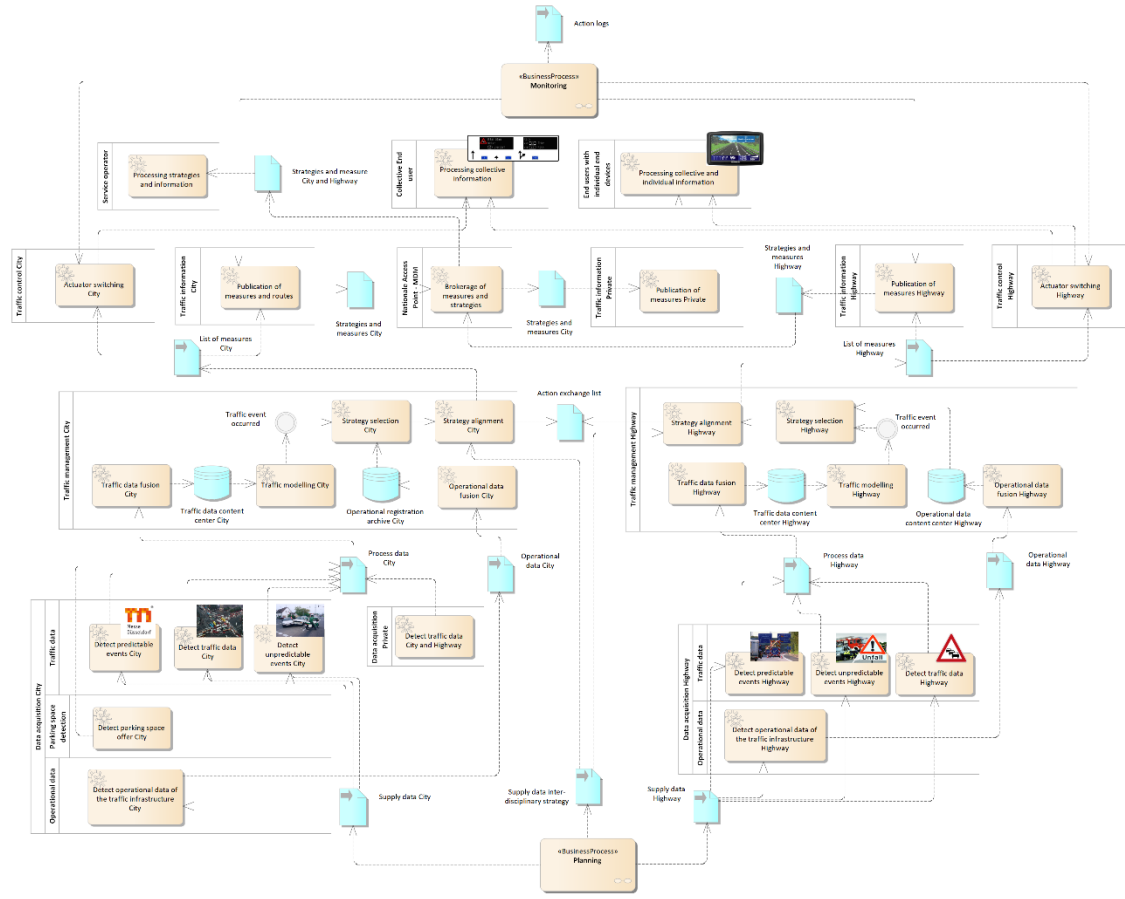


Figure 22: Business process diagram – target situation "operation" for the urban roads – trunk roads scenario

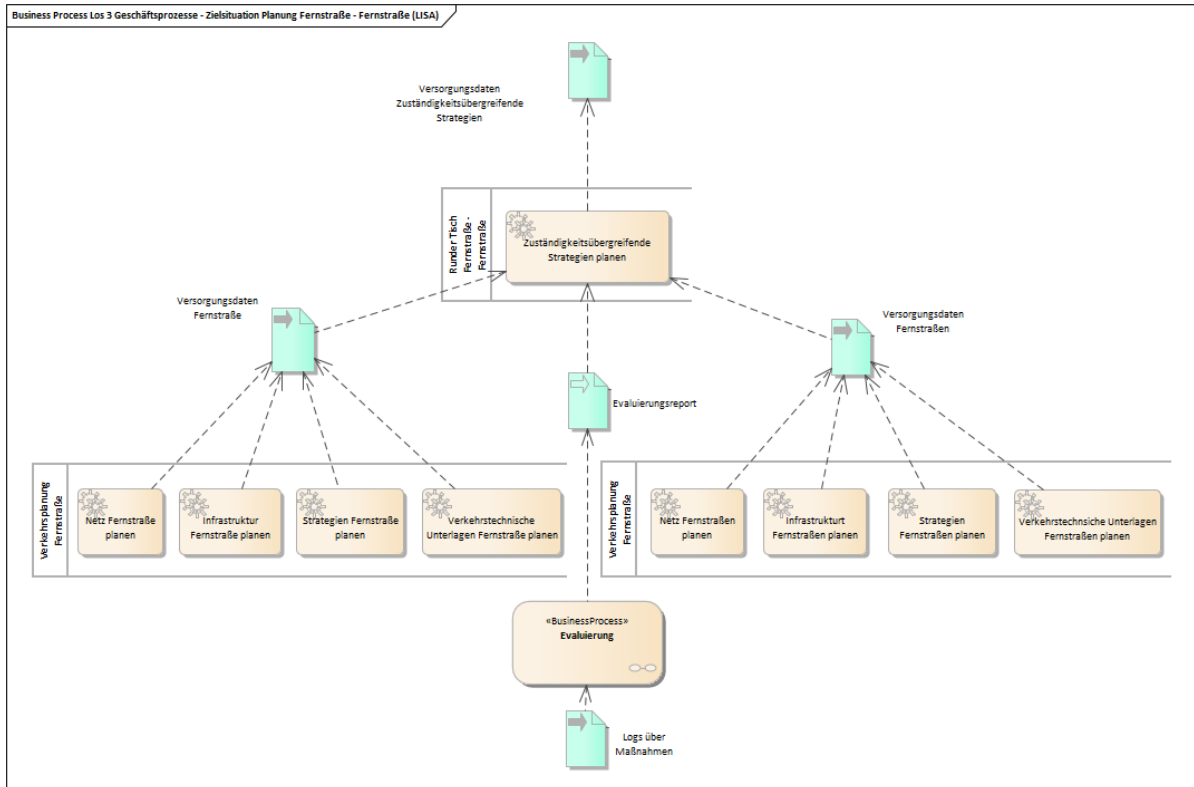


Figure 23: Business process diagram – target situation "planning" for the trunk roads – trunk roads scenario

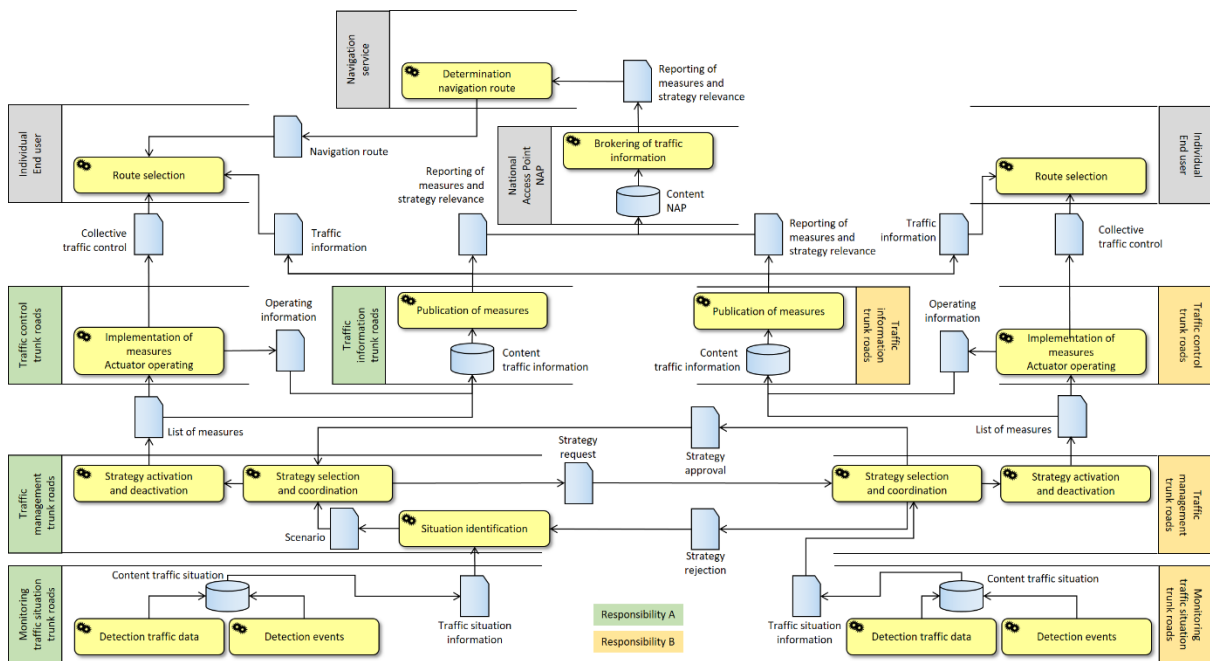


Figure 24: Business process diagram – target situation "operation" for the scenario trunk roads – trunk roads scenario

5.4 Gap analysis for the ITS business architecture for cross-competence traffic management

A gap analysis is used to identify the differences between the existing and desired ITS business architecture.

The ITS architecture framework does not set format-bound specifications for gap analysis. However, it is recommended to use the means of representation used to describe the baseline situation as well as the target ITS business architecture.

Results of the gap analysis are possible ITS business architecture candidates, which are included in the next step of the ITS architecture roadmap.

- [Gap Analysis – View “Value-Added Network”](#)
- [Gap Analysis – View Governance](#)
- [Gap Analysis – View Business Process](#)

5.5 ITS business architecture candidates for the ITS architecture roadmap

The architecture roadmap catalogue describes the individual work steps and to determine the time and content dependencies between the individual work steps.

The gap analysis within the value-added networks, governance and business processes result in ITS business architecture modules which can be understood and declared as ITS business architecture candidates (see Table 4 and Table 5) for the ITS architecture roadmap and which implementation steps can be described and planned via the ITS architecture roadmap.

The ITS architecture roadmap for cross-competence traffic management first describes and schedules the candidates for the ITS architecture derived from the previous steps that must be implemented to achieve the target architecture. A schedule for the specified changes was also created. The prioritisation of changes and dependencies between the changes were taken into account.

View	Modification	Descriptions of modification	Dependencies	Costs
Governance	Cooperation Strategy-compliant routing (urban roads)	The planning of strategies should take place between the city and the private navigation service providers.	Cooperation between road operator and private navigation service providers	
Governance	Cooperation Strategy-compliant routing (trunk roads)	The planning of strategies should take place between the road operator and the private navigation service providers.	Cooperation between city and private navigation service providers	
Business Processes Planning	Evaluation Report	The results of the evaluation of the measures have to be recorded in an evaluation report.	Evaluation	
Business Processes Planning	Evaluation	The measures or strategies have to be evaluated.	Action logs	
Business Processes Planning	Action logs	The event logs prepared during operation and the findings therefrom are taken into account within the framework of strategic planning.	Action logs from operation	
Business Processes Operation	Monitoring	The effectiveness of the measures or strategies must be monitored.	Use of actuator technology (urban and trunk roads)	
Business Processes Operation	Action logs	The results of the monitoring of the measures or strategies have to be recorded in event logs.	Monitoring	
Business Processes Operation	Traffic event occurred			

Table 4: ITS business architecture candidates for the urban roads – trunk roads scenario

View	Modification	Descriptions of modification	Dependencies	Costs
Governance	Cooperation strategy-compliant routing trunk roads	Cooperation with navigation service providers must be taken into account when planning strategies.	Cooperation between road operators and private navigation service providers	
Business Processes Planning	Evaluation Report	The results of the evaluation of the measures have to be recorded in an evaluation report.	Evaluation	
Business Processes Planning	Evaluation	The measures or strategies have to be evaluated.	Action logs	
Business Processes Planning	Action logs	The event logs prepared during operation and the findings therefrom are taken into account within the framework of strategic planning.	Action logs from operation	
Business Processes Operation	Monitoring	The effectiveness of the measures or strategies must be monitored.	Use of actuator technology (trunk roads)	
Business Processes Operation	Action logs	The results of the monitoring of the measures or strategies shall be recorded in event logs.	Monitoring	
Business Processes Operation	Traffic event occurred			

Table 5: ITS business architecture candidates for the trunk roads – trunk roads scenario

6 Phase C.1 - ITS Data Architecture

6.1 Resources, views and tools for ITS data architecture

6.1.1 Introduction

Within the data architecture, data including its relationships required for carrying out business processes, is identified and described. This has to be done with a model and a form of presentation that is stable, complete, consistent and comprehensible to all parties involved.

When defining tools and resources, it must be kept in mind that many different domain-specific ITS data models currently exist and standardisation is therefore difficult to achieve. Therefore, no concrete specifications are made on the part of the ITS architecture framework. A project-specific solution was developed for the definition of tools and tools of the ITS data architecture within the framework of cross-competence traffic management and the models and presentation forms already described will be used.

In principle, the following components are used in the ITS data architecture for cross-competence traffic management:

- ITS information object: Information with specified relevance
- ITS data model: Layout of ITS information object and determination of its format
- ITS location referencing: Procedure for describing geographical locations (where relevant)

As a starting point, an inventory of the current situation with focus on identifying and describing issues that interfere the introduction of the architecture was carried out. The facts should be described in such detail that the desired changes can be planned in later steps.

In the case of cross-competence traffic management, the road traffic is influenced by pre-agreed strategies for spatial, temporal and modal traffic relocation. The focus is on recommendations for road users on routes that cross the boundaries of responsibility of road operators. The underlying scenarios are based on a decentralised approach to strategy requirements and implementation. Each road operator assesses the traffic situation and monitors the disturbances in its own network. When receiving a strategy request, it needs to be checked, whether the current traffic situation within the area of responsibility allows the strategy to be implemented. There is no direct exchange of traffic- and process-data within the framework of cross-competence traffic management. To activate strategies and implement corresponding measures, only strategy requests are sent, or strategy action lists exchanged.

The inventory of the current situation of ITS data architecture was carried out for both, the urban roads – trunk roads as well as trunk roads – trunk roads scenario.

To illustrate cross-competence elements in the ITS reference architecture, these are described in the following using a selected example for each scenario. For the –urban roads – trunk roads scenario, the example “Dmotion” of the City of Düsseldorf and federal state North Rhine-Westphalia (NRW) is used. For the –trunk roads – trunk roads scenario, the Intermodal Strategy Manager of Hessen Mobil, used for strategy development and coordination, is described.

6.1.2 Cross-competence elements (urban roads – trunk roads scenario)

The following points reflect the basic concept and distribution of roles:

- Grouping of two authorities with equal rights without restriction to sovereign competences
- Symmetrical basic concept with "active" and "passive" role distribution on the basis of traffic detection on the road networks in both sovereign territories

- Pre-filtering of cross-network requests through continuous information exchange about possibility and status of display of the collective actuators

In principle, the City of Düsseldorf and the federal state of NRW each have their own control centre and their strategy manager, being able to communicate with the strategy manager of the other partner via so-called action exchange lists for coordination and cross-competence strategies (Figure 25).

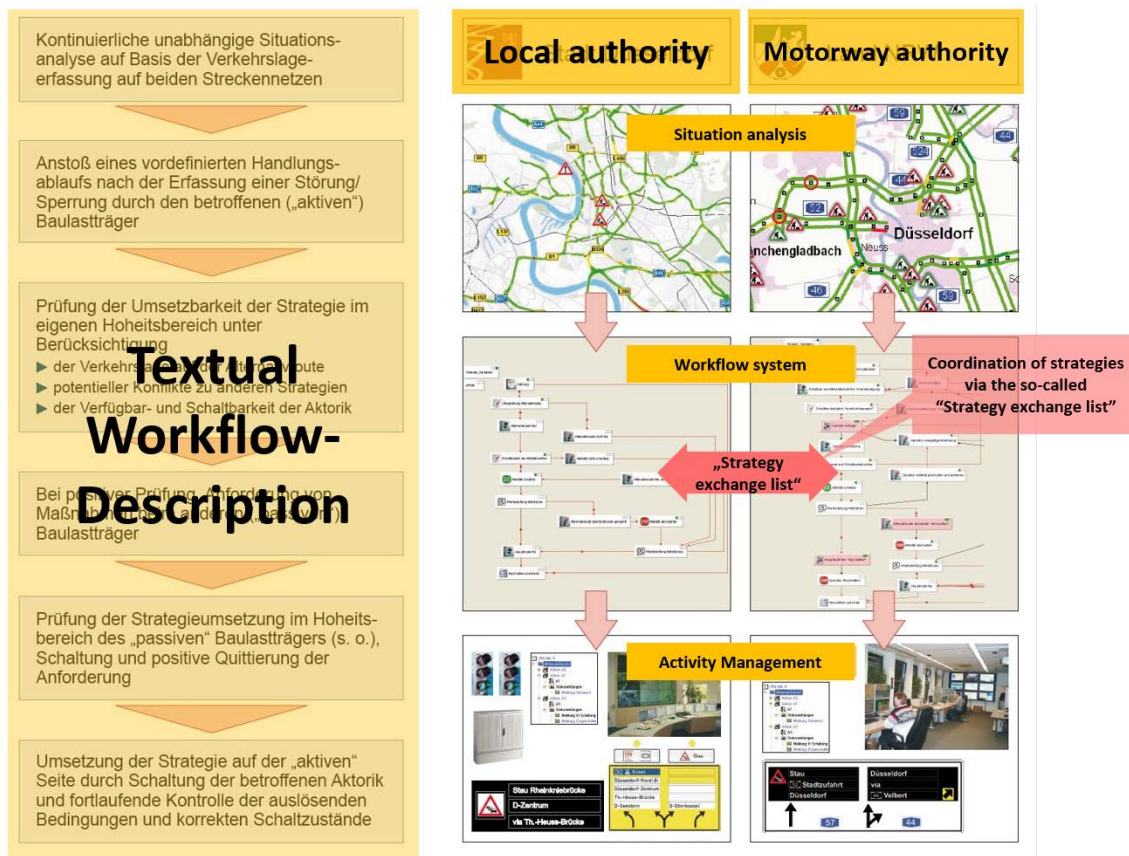


Figure 25: Coordination processes and procedure (Dmotion) (Source: Dmotion)

6.1.3 Cross-competence elements (trunk roads – trunk roads scenario)

A cross-competence strategy and its implementation or activation in the trunk roads – trunk roads scenario is requested on the basis of a decentralised approach (see Figure 26), in which no automatised data exchange takes place.

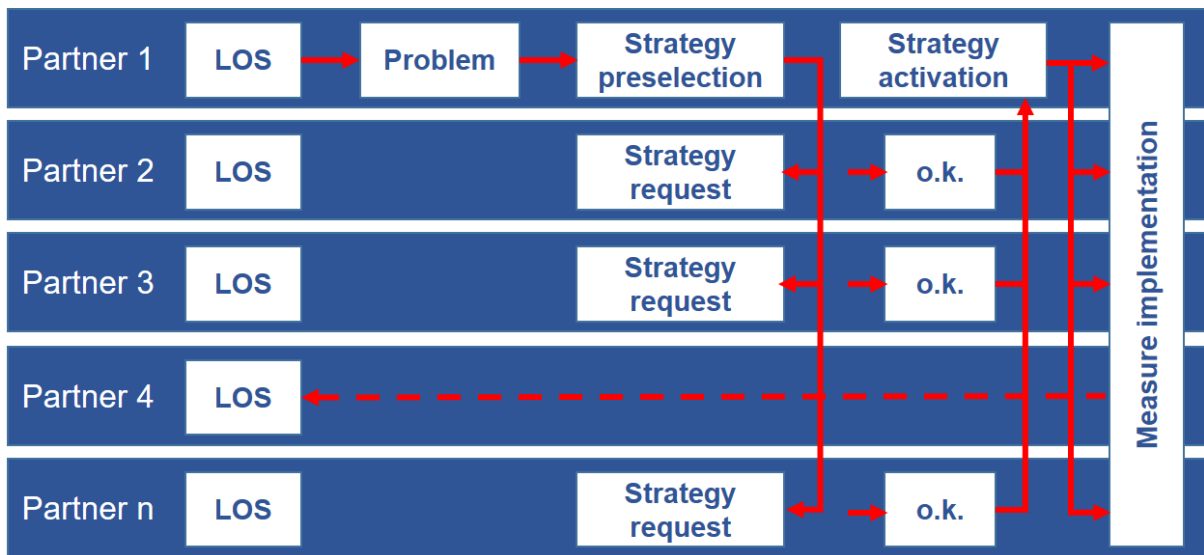


Figure 26: Decentralised strategy implementation trunk roads – trunk roads (Source: Hessen Mobil)

Due to the activation of measures required at short notice, extensive automation of the processes for strategy implementation is necessary. Hessen Mobil has developed the Intermodal Strategy Manager (ISM) for this purpose, which can support the individual processes from strategy definition to strategy implementation via web client or defined interfaces to corresponding systems of other actors or road operators.

According to (Kirschfink and Kochs 2006) and (Riegelhuth et al. 2010), the ISM is composed of the following three components (Figure 27):

- Strategic network manager: selection of strategies and analysis of the actual traffic situation in the strategic network.
- Strategy broker: handling of the coordination processes with the partners.
- Strategy Administrator: Management of strategies and traffic data, decision support in strategy definition and optimisation.

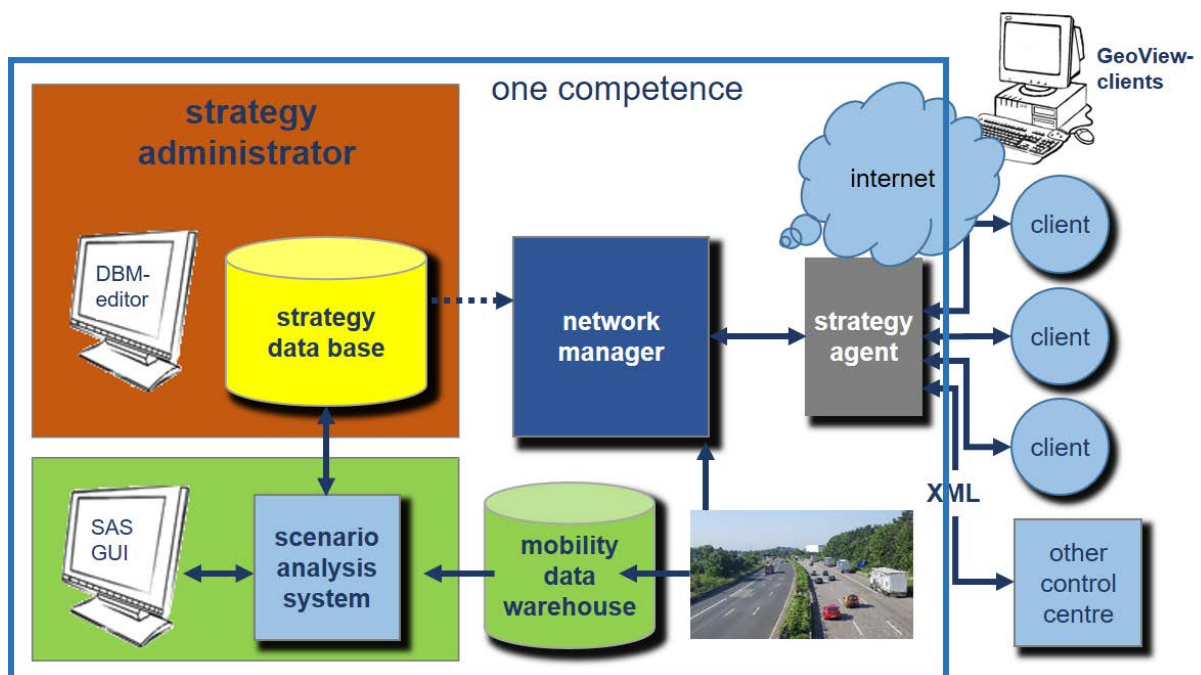


Figure 27: Components of the ISM (Source: Hessen Mobil)

Basically, every road operator with its own control centre has its own strategy broker being able to communicate with other strategy brokers via an XML-based protocol ("Strategy XML"). The coordination of cross-competence strategies takes place via XML protocols (Figure 28).

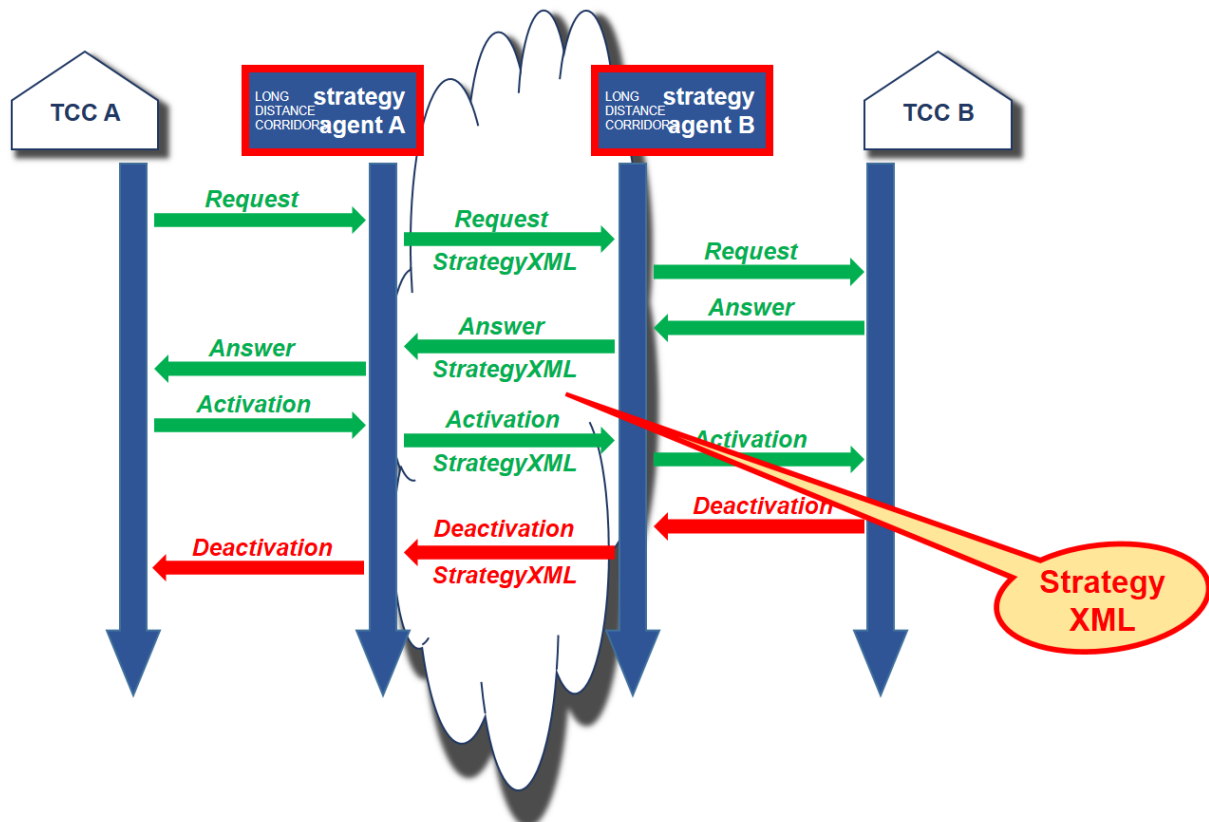


Figure 28: Content of the strategy protocol (Source: Hessen Mobil)

6.2 Baseline situation of the ITS data architecture for cross-competence traffic management

6.2.1 Baseline Situation ITS data architecture - ITS information objects

ITS information objects are ITS architecture modules that describe the semantic meaning of related information. They are used as input or output in ITS business processes and are described with ITS data models. The ITS information objects required for cross-competence traffic management are determined from the catalogue of the required business processes. Based on this, a matrix can be created showing the mapping between the ITS information objects and the ITS data models.

The actual core and the nature of cross-competence traffic management by sovereign independent partners (–urban roads – trunk roads– as well as trunk roads – trunk roads) are the so-called "cross-competence strategies". A strategy is a pre-defined concept for taking measures (bundles) to improve a defined (baseline) situation. A cross-competence strategy is therefore a concept of action and measures, defined in advance by the partners involved to improve a defined (baseline) situation, which can only be improved by the partners involved through jointly agreed, coordinated actions. If one of the partners has detected a fault in its own network to which it wishes to apply a strategy that can only be implemented with the help of another partner, it requests that the partner implements this strategy. If the strategy is approved by the partner, each of the partners initiates all measures that correspond to this strategy within their own area of responsibility. The (baseline situation can only be improved by the partners involved through jointly agreed, coordinated action.

Cross-competence strategies are represented in the business processes for cross-competence traffic management at various points in terms of information technology:

- in the Business Process “Planning” as:
 - Supply data for cross-competence strategies (also) for the supply of urban and trunk roads systems
- In the business process “operation” as:
 - Action exchange list to request a specific strategy from the respective partner.

In addition, there are other ITS information objects concerning strategies in the business process “operation”, which are exchanged with indirectly involved partners (e.g. private actors).

The business processes “planning” and “operation” for cross-competence traffic management contain numerous ITS information objects, which are partly located in the internal sub-processes of the partners themselves (urban roads, trunk roads), but also serve as an interface between linked process components. The ITS information objects are divided into the following categories:

- Core Information Objects “planning” and “operation”: Information objects that are located between linked process components and
- Accompanying information objects “planning” and “operation”: Information objects that are located in the internal sub-processes of the individual actors

Table 6 and Table 7 show examples for the baseline situation of the ITS information objects for the trunk roads – trunk roads scenario resulting from the ITS business process planning. Further [ITS information objects](#) can be found in the Wiki.

Name	Domain (Field of application: traffic management, road traffic technology, public transport ...)	Description
Strategy library (supply data) of cross-competence strategies	Traffic management, traffic information	Data and information on previously agreed cross-competence strategies, which are available for the individual partners during the respective activities: <ul style="list-style-type: none"> ▪ about the strategic network ▪ about infrastructure ▪ about strategies ▪ about traffic-related documents (e.g. control programs)

Table 6: Example of a core ITS information object from the ITS business process “planning” for the trunk roads – trunk roads scenario

Name	Domain (Field of application: traffic management, road traffic technology, public transport ...)	Description
Trunk roads supply data	Traffic management, traffic information	Data and information on previously agreed cross-competence strategies, which are available for the individual partners during the respective activities: <ul style="list-style-type: none"> ▪ about the strategic network ▪ about infrastructure

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ about strategies ▪ about traffic-related documents (e.g. control programs)
--	--	---

Table 7: Example of an accompanying ITS information object from the ITS business process “planning” for the – trunk roads – trunk roads scenario

6.2.2 Baseline situation ITS Data Architecture - ITS Data Models

ITS data models are ITS architecture building blocks that contain ITS information objects and, where necessary, use references to describe locations. ITS data models are developed for a domain and used in ITS interfaces. To create a catalogue of ITS data models for cross-competence traffic management, the ITS data model catalogue pre-filled by the ITS architecture framework can be used as a basis and be extended or reduced according to the ITS data models required for cross-competence traffic management. The ITS data models are presented below for the urban roads – trunk roads as well as trunk roads – trunk roads scenario and are divided into the following categories:

- Core data models: Data models that are located between cross-competence process components (eg. Datex II)
- Accompanying data models: Data models that are located in the internal sub-processes of the individual actors (eg. RDS-TMC)

Table 8 shows examples of the baseline situation of the ITS data models for the urban roads – trunk roads scenario. Further [ITS data models](#) can be found in the Wiki.

Name	Link to the definition of data model	Domain (application area: traffic management, road traffic technology, public transport ...)	Description
OTS2	http://www.ocit.org/downloadOCIT-I.htm	Traffic management	Standard for process data and objects for traffic management
OCIT-In-stations	http://www.ocit.org/downloadOCIT-I.htm	Traffic information, traffic management	Standard for process and supply data for traffic lights control
DATEX II	http://www.datex2.eu/	Traffic management	DATEX II is a standard developed for the exchange of data and information between traffic management centres.

Table 8: Example for core ITS data models for the urban roads – trunk roads scenario

6.2.3 Baseline situation ITS Data Architecture - ITS Location Referencing

ITS location referencing models are ITS architecture building blocks used to describe geographical locations. Location referencing models are developed in a domain and used in ITS data models to describe the location where or to which an ITS information object applies.

The catalogue of ITS location references provided by RAIM can be used to create a catalogue of required [ITS location references](#) in cross-competence traffic management and be extended or reduced according to the ITS location references required for cross-competence traffic management.

6.2.4 Baseline situation ITS Data Architecture - Matrix ITS information objects/data models

On the basis of the developed catalogues of the necessary ITS information objects and ITS data models, matrices were created, describing the assignment between identified ITS information objects and ITS data models of cross-competence traffic management.

Table 9 shows an example for the baseline situation of the matrix ITS information object/ITS data models for the urban roads – trunk roads scenario. Further matrices are listed in the Wiki.

Information object/data model	OTS2	OCIT-Instations	DATEX II
Supply data interdisciplinary strategies		X	
Supply data interdisciplinary strategies	X		
Supply data interdisciplinary strategies	X		X

Table 9: Example of a Matrix ITS Information Objects/ITS Data Model for the urban roads – trunk roads scenario

6.2.5 Baseline Situation ITS Data Architecture - Matrix ITS data models / ITS location referencing systems

On the basis of the developed catalogues of the necessary ITS data models and ITS location referencing, a [matrix](#) was created which describes the assignment between the identified ITS data models and ITS location referencing in cross-competence traffic management for both scenarios (urban roads – trunk roads as well as trunk roads – trunk roads).

Data model/Location referencing	Alert-C	Linear referencing	OpenLR	Traces
DATEX II	X	X	X	X
Proprietary (ISM)		X		
Others (OCIT ...)		X		

Table 10: Matrix ITS data model/ITS location referencing (both scenarios)

6.3 Target situation of the ITS data architecture for cross-competence traffic management

As part of the presentation of the target situation of the ITS data architecture of cross-competence traffic management, a catalogue of ITS information objects, ITS data models and ITS location referencing, that will be necessary in the future, was created. For this purpose, it can be determined from the catalogue of the business processes required in the future of cross-competence traffic management, which input or output, which data models or location referencing methods are required for the implementation of these business processes.

Based on these catalogues, matrices describing the mapping between ITS information objects and ITS data models or ITS data models and ITS location reference systems can then be created.

The aim of the gap analysis of the data architecture is to identify the changes to the ITS information objects, the ITS data models and the ITS location reference systems needed to implement the ITS target data architecture.

Based on the baseline situation described above and the examples for a [target situation of the ITS data architecture](#) and [gap analysis of the ITS data architecture](#) developed in the project and presented in the Wiki, Table 11 summarises the ITS information objects relevant in cross-competence traffic management (identified in the present project as examples in the baseline and target situation as well as gap analysis (the meaning of the individual ITS information objects can be found in the Wiki):

	Baseline situation	Target situation	Gap analysis
Core ITS information objects in the business process "planning"	urban roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data cross-competence strategies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data cross-competence strategies ▪ Action logs ▪ Evaluation report 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action logs ▪ Evaluation report
	trunk roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy library (supply data) cross-competence strategies 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data cross-competence strategies ▪ Action logs ▪ Evaluation report 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action logs ▪ Evaluation Report
Accompanying ITS information objects in the business process "planning"	urban roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data urban roads ▪ Supply data trunk roads 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data urban roads ▪ Supply data trunk roads 	
	trunk roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data trunk roads 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data trunk roads 	
Core ITS information objects in the business process "operation"	urban roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action exchange list 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action exchange list ▪ Action logs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action Logs
	trunk roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy library (supply data) cross-competence strategies ▪ List of strategies trunk roads ▪ List of measures trunk roads ▪ Strategies and measures trunk roads 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy library (supply data) cross-competence strategies ▪ List of strategies trunk roads ▪ List of measures trunk roads ▪ Strategies and measures trunk roads ▪ Action logs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action logs
Accompanying ITS information objects in the business process "operation"	urban roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ List of measures urban roads ▪ List of measures trunk roads ▪ Strategies and measures urban roads ▪ Strategies and measures trunk roads 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ List of measures urban roads ▪ List of measures trunk roads ▪ Strategies and measures urban roads ▪ Strategies and measures trunk roads 	
	trunk roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data trunk roads ▪ Process data trunk roads ▪ Operation data trunk roads ▪ Content Center traffic data trunk roads ▪ Content Center operation data trunk roads ▪ Strategies and measures trunk roads ▪ Information broadcasting 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supply data trunk roads ▪ Process data trunk roads ▪ Operation data trunk roads ▪ Content Center traffic data trunk roads ▪ Content Center operation data trunk roads ▪ Strategies and measures trunk roads ▪ Information broadcasting 	

Table 11: Summary of the ITS data architecture in the baseline and target situation as well as gap analysis

6.4 ITS data architecture candidates for the ITS architecture roadmap for cross-competence traffic management

The gap analysis results in ITS information objects, ITS data models and ITS location referencing that are declared as ITS data architecture candidates (Table 12 and Table 13) for the ITS architecture roadmap. Their implementation steps can be described and planned via the roadmap.

The ITS architecture roadmap of cross-competence traffic management describes and schedules ITS architecture candidates derived from the previous steps that must be implemented to achieve the target architecture. Based on this, a time and cost schedule for the specified changes must then be prepared. The prioritisations of the changes as well as the dependencies between the changes were taken into account.

Component	Modification	Description of modification	Dependencies
ITS information object "planning"	Evaluation report	The results of the evaluation of the measures shall be recorded in an evaluation report.	Evaluation
ITS information object "planning"	Action logs	The event logs prepared during operation and the findings therefrom are taken into account within the framework of strategic planning.	Action logs from operation
ITS information object "operation"	Action logs	The results of the monitoring of the measures or strategies shall be recorded in event logs.	Monitoring

Table 12: Description of the ITS data architecture candidates for the urban roads – trunk roads scenario

Component	Modification	Description of modification	Dependencies
ITS information object "planning"	Evaluation report	The results of the evaluation of the measures shall be recorded in an evaluation report.	Evaluation
ITS information object "planning"	Action logs	The event logs prepared during operation and the findings therefrom are taken into account within the framework of strategic planning.	Action logs from operation
ITS information object "operation"	Action logs	The results of the monitoring of the measures or strategies shall be recorded in event logs.	Monitoring

Table 13: Description of the ITS data architecture candidates for the trunk roads – trunk roads scenario

7 Phase C.2 - ITS application architecture

7.1 Resources, views and tools for ITS application architecture

The ITS application architecture focuses on ITS applications and their ITS interfaces in cross-competence traffic management required to run the cross-competence ITS business processes.

- ITS applications are computer applications or IT services used to automate or implement application functions. The technical activities of an ITS business process are realised in ITS applications.
- ITS applications communicate via ITS interfaces. ITS interfaces include the ITS information object coded by using the ITS data models as well as the interface protocol for data exchange.

The ITS architecture framework proposes the following modelling principles or tools for the representation of the application architecture in cross-competence traffic management:

- Use of standards as ITS interfaces
- Use of a service-oriented architecture (SOA)
- Modelling using component diagrams in UML

The application architecture describes ITS interfaces and applications. Since ITS interfaces, like the ITS data models, have been established in different domains, the contents of the different ITS interfaces overlap. It is possible that the exchange of different ITS information objects is contained in different ITS interfaces. These overlaps can cause problems if several different ITS interfaces are used in an ITS business process and if the information cannot be converted lossless, consistent and completely between the data models. In addition, it can also happen that the required ITS interfaces do not yet exist.

In cross-competence traffic management, applications are used that contribute to the automation of certain functions in the individual business processes. These can be, for example, applications for traffic analysis and traffic modelling, with the help of which the current traffic situation in one's own area of responsibility can be automatically determined and thus malfunctions or incidents can be detected.

7.2 Baseline situation of the ITS application architecture for cross-competence traffic management

The aim of the description of the baseline of the ITS application architecture is to name and describe in detail facts that interfere with the introduction of the architecture so that the desired changes can be planned in later steps.

For the description of the baseline, the ITS applications and ITS interfaces with cross-competence regard to the urban roads – trunk roads as well as trunk roads – trunk roads scenario were presented and compared in a matrix. Table 14 and Table 15 show the baseline situation for the urban roads – trunk roads scenario. The baseline situation for the trunk roads – trunk roads scenario is presented in the Wiki.

Name of application	Explanation of application
Strategy comparison urban roads	A workflow system implemented symmetrically on both sides (urban roads as well as trunk roads) is used to compare strategies and measures.
Strategy comparison trunk roads	A workflow system implemented symmetrically on both sides (urban roads as well as trunk roads) is used to compare strategies and measures.
Publish measures and routes urban roads	Traffic information can be made available in Germany via the MDM, which also provides defined data and quality standards for offers and data transfer. Measures and routes at the MDM will be offered for the use by third parties.

Publish measures and routes trunk roads	Traffic information can be made available in Germany via the MDM, which also provides defined data and quality standards for offers and data transfer. Measures and routes at the MDM will be offered for the use by third parties.
Measures and routes brokering	Traffic information can be made available in Germany via the MDM, which also provides defined data and quality standards for offers and data transfer. The MDM has two functional levels: the portal function as an interactive website for offering, researching and subscribing to data and the broker function for secure data exchange. See http://www.mdm-portal.de/ .

Table 14: ITS applications of the urban roads – trunk roads scenario

Name of Interface	Standard	Short description
Action exchange list	OTS2	Urban roads and trunk roads exchange strategies and request control measures.
Publication of measures and routes (urban roads)	DATEX II	Publishing of measures and the connected routes via MDM.
Publication of measures and routes (trunk roads)	DATEX II	Publishing of measures and the connected routes via MDM.

Table 15: ITS interfaces of the urban roads – trunk roads scenario

Legend:

- OTS2: defines a standardised, formal structure for data exchange between traffic computer centres.
- DATEX II: DATEX II profiles are used to harmonise data provision on the MDM and thus simplify the implementation of MDM interfaces on the part of data suppliers and recipients.

ITS interface/ ITS application	Strategy comparison urban roads	Strategy comparison trunk roads	Publication of measures and routes urban roads	Publication of measures and routes trunk roads	Measures and routes brokering (MDM)
Strategy comparison urban roads		Action exchange list			
Strategy comparison trunk roads	Action exchange list				
Publication of measures and routes urban roads					Publication of measures and routes urban roads
Publication of measures and routes trunk roads					Publication of measures and routes trunk roads
Measures and routes brokering (MDM)			Publication of measures and	Publication of measures and	

			routes urban roads	routes trunk roads	
--	--	--	--------------------	--------------------	--

Table 16: Assignment of ITS interfaces to ITS applications of the urban roads – trunk roads scenario

7.3 Target situation and gap analysis of the ITS application architecture for cross-competence traffic management

Within the framework of the presentation of the target situation of the ITS application architecture in cross-competence traffic management, a catalogue of future necessary ITS applications and interfaces will be compiled. For this purpose, cross-competence traffic management can be based on the catalogues provided by the architecture framework and further necessary ITS applications and ITS interfaces can be added.

Based on these catalogues, a matrix describing the allocation of ITS applications and ITS interfaces can then be created.

The aim of the gap analysis of the application architecture is to identify changes to the ITS applications and ITS interfaces required for the implementation of the ITS target application architecture.

Using a gap analysis, the differences between the baseline situation and the target situation of the ITS application architecture in cross-competence traffic management will be worked out. For this purpose, the presentation tools used to describe the baseline situation of the ITS application architecture and the target ITS application architecture are used.

Results of the gap analysis are possible ITS application architecture candidates, which are included in the ITS architecture roadmap in the next step. Based on the baseline situation described above and the examples for a [target situation of the ITS application architecture in cross-competence traffic management](#) as well as [gap analysis of the application architecture](#), developed in the project and presented in the wiki, Table 17 summarises the ITS information objects relevant in cross-competence traffic management:

	Baseline situation	Target situation	Gap analysis
ITS applications	urban roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy comparison urban roads ▪ Strategy comparison trunk roads ▪ Publication of measures and routes urban roads ▪ Publication of measures and routes trunk roads ▪ Measures and routes brokering (MDM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy comparison urban roads ▪ Strategy comparison trunk roads ▪ Publication of measures and routes urban roads ▪ Publication of measures and routes trunk road ▪ Measures and routes brokering (MDM) ▪ Monitoring of strategies ▪ Evaluation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoring of strategies ▪ Evaluation
	trunk roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy selection (ISM) ▪ Strategy activation ▪ Publication of measures ▪ Provision of measures (MDM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy selection (ISM) ▪ Strategy activation ▪ Publication of measures ▪ Provision of measures (MDM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy Monitoring ▪ Strategy evaluation

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy Monitoring ▪ Strategy evaluation 	
ITS interfaces	urban roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action exchange list (OTS2) ▪ Publication of measures and routes urban roads (DATEX II) ▪ Publication of measures and routes trunk roads (DATEX II) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aciton exchange logs (OTS2) ▪ Publication of measures and routes urban roads (DATEX II) ▪ Publication of measures and routes trunk roads (DATEX II) ▪ Action logs (DATEX II) ▪ Evaluation report 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action logs (DATEX II) ▪ Evaluation re- port
	trunk roads – trunk roads		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ List of strategies, ISM (XML) ▪ List of measures, ISM (XML) ▪ MDM-Profile (DATEX II) ▪ MDM-Profile (SOAP) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ List of strategies, ISM (XML) ▪ List of measures, ISM (XML) ▪ MDM-Profile (DATEX II) ▪ MDM-Profile (SOAP) ▪ Action logs (DATEX II) ▪ Evaluation report 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Action logs (DATEX II) ▪ Evaluation re- port

Table 17: Summary of the ITS application architecture in the baseline and target situation as well as gap analysis

7.4 ITS application architecture candidates for the ITS architecture roadmap

The gap analysis results in ITS applications and interfaces that can be declared as [ITS application architecture candidates for the ITS architecture roadmap](#). Their implementation steps can be described and planned via the roadmap.

The ITS architecture roadmap for cross-competence traffic management describes and schedules ITS architecture candidates (Table 18 and Table 19) derived from the previous steps that must be implemented to achieve the target architecture. A schedule for the specified changes is also created. The prioritisation of changes and dependencies between the changes are taken into account.

Component	Modification	Description of modification	Dependencies
ITS application "planning"	Evaluation (impact analysis of strategies/strategy evaluation)	The aim of the impact analysis is to determine what contribution the developed strategies make to solving the respective traffic problems. Either a rough or a detailed analysis of the traffic impact potentials can be carried out. These findings can then be taken into account in the course of planning.	Evaluation, action logs.
ITS application "operation"	Monitoring of strategies	During operation of the activated strategies, their effects on traffic must be monitored. For this purpose, the individual measures in the respective area of responsibility are	Actuator, publication of measures and routes.

		monitored and deactivation may be requested if negative effects occur.	
ITS interface "planning"	Action logs	Logbook of the measures carried out.	Monitoring
ITS interface "operation"	Evaluation Report	Evaluation report on the measures carried out.	Evaluation

Table 18: Description of the ITS application architecture candidates for the urban roads – trunk roads scenario

Component	Modification	Description of modification	Dependencies
ITS application "planning"	Evaluation (impact analysis of strategies/strategy evaluation)	The aim of the impact analysis is to determine what contribution the developed strategies make to solving the respective traffic problems. Either a rough or a detailed analysis of the traffic impact potentials can be carried out. These findings can then be taken into account in the course of planning.	Evaluation, action logs.
ITS application "operation"	Monitoring of strategies	During operation of the activated strategies, their effects on traffic must be monitored. For this purpose, the individual measures in the respective area of responsibility are monitored and deactivation may be requested if negative effects occur.	Actuator, publication of measures and routes.
ITS interface "planning"	Action logs	The results of the monitoring shall be recorded in event logs.	Monitoring
ITS interface "operation"	Evaluation Report	The results of the evaluation shall be recorded in an evaluation report.	Evaluation

Table 19: Description of the ITS application architecture candidates for the trunk roads – trunk roads scenario

8 Outlook on Phases D to H and the Requirements Management

Phase D provides the technology architecture. Since the technology used in the present ITS reference architecture for traffic information in individual traffic will not be established, this phase will not be executed. However, this phase is quite relevant for the development of an ITS architecture for a real ITS service. An overview of the individual steps can be found under [Phase D](#).

The further phases E to H deal with the planning of the transition from the current to the desired state as well as with the control and further use of the ITS architecture. These phases are also not considered in the current version of this ITS reference architecture, as they must first be individually elaborated for an ITS architecture of a real service. Further information on this can be found in the Wiki under [Phases E-H](#).

Requirements management underlines the dynamic approach of the RAIM process model. During each phase, requirements for the ITS architecture can be identified and maintained in the respective phases. The ITS Architecture Wiki provides more detailed guidance on [requirements management](#).

9 Summary

In the course of the creation of the framework for architectures of intelligent mobility services (also [ITS architecture framework](#); see project FE 03.0483/2011/IRB), the RAIM procedure model was developed as a general model for the creation of an ITS architecture on the basis of the TOGAF procedure model ADM. For this purpose, the individual steps of the phases of the TOGAF procedure model (ADM) were tailored to the architectural requirements of intelligent transport systems, thus ensuring a methodical and comprehensive procedure for the development of an ITS architecture.

As part of the development of the ITS Reference Architecture for cross-competence traffic management, the individual phases and steps of the RAIM process model were then transferred and applied to the specific conditions of cross-competence traffic management, including:

- Preliminary Phase
- Phase A – Architecture vision
- Phase B – Business architecture
- Phase C.1 – ITS data architecture
- Phase C.2 – ITS application architecture

In all phases, a bottom-up approach was used, taking a closer look at existing architectural approaches for the implementation of cross-competence traffic management and assigned the results to the various architectural domains using the "TOGAF approach". The examples included, among others, the guideline Traffic Management Region Frankfurt Rhein Main by Hessen Mobil (Hessen Mobil (Hg.) 2014) and the example Dmotion by the City of Düsseldorf (Dmotion-Konsortium (DMOTION-09) 2009).

Since the smooth interaction of sovereign independent actors must be regarded as the essential success factor for cross-competence traffic management, interoperability at the interfaces of the actors was placed at the centre of architectural efforts. As a result, interoperability building blocks for the necessary data and information exchange between actors at all levels of the ITS pyramid from business architecture to data architecture to application architecture were identified and presented as core building blocks of an ITS reference architecture for cross-competence traffic management.

In order to define the value proposition of interoperability between ITS actors for the ITS service "cross-competence traffic management", the individual ITS architecture modules were evaluated with regard to the value or benefit for the individual participants and measurement criteria, i.e. Key Performance Indicators (KPIs), were defined.

Against this background, the interoperability of actors in the ITS service "cross-competence traffic management" has several dimensions that can be assigned to the levels of the ITS pyramid:

- Semantic interoperability: Common understanding and understanding of the ITS architecture and cross-competence traffic management issues through:
 - Concept- and language compatibility,
 - Transparency with regard to risk,
 - Fast agreement on upcoming decisions,
 - Ensured by the creation of the ITS glossary, the ITS architecture principles, the definition of the ITS domain and the ITS service category.
- Strategic interoperability: Joint development of an ITS strategy for specific applications through:
 - Cost savings,
 - Transparency of the ITS strategy,
 - Transparency of the coordination process,

- Ensured by the definition of ITS mission statements, ITS business objectives, ITS architecture vision and ITS risks.
- Process interoperability: Clear definition of roles incl. tasks and responsibilities strengthens the capacity to act even with a large number of actors and enables high quality end-to-end services from which travelers benefit through:
 - Improved quality of service and associated reduction of travel time, reduction of time loss due to congestion, lower travel costs,
 - Ensured by the definition of the ITS role map/ITS roles, ITS role power grid, ITS capabilities, ITS business processes as well as ITS requirements.
- Information technology interoperability: minimising the effort involved in data collection and reducing the complexity of infrastructures through:
 - Costs for data procurement,
 - Degrees of automation,
 - Compliance with regulations and standards,
 - Number of infrastructure systems,
 - Transparency of the IT infrastructure for ITS actors,
 - Ensured by the development of ITS information objects, ITS data models, presentation of ITS location referencing, and ITS applications and their ITS interfaces.

In summary, the ITS reference architecture for cross-competence traffic management according to the TOGAF-based specifications of the ITS framework architecture was developed as an example for the problem of "interoperability of actors". Both, the tailor-made TOGAF procedure model ADM as well as the templates provided for the individual steps were applied to the application case "Development of an ITS reference architecture for cross-competence traffic management". In the process, proven structures and successfully applied processes were mapped in the ITS reference architecture, e.g. the principles of the LISA cooperation (Cross-Border Initiative for Strategic Applications in Traffic Management/on Transport Corridors) for the strategy management implemented in traffic management in corridors as well as the mechanisms of cooperation between trunk roads operators and operators of urban networks. In this respect, the results of the ITS Reference Architecture for cross-competence traffic management form a good basis for the future development of further ITS architecture modules or entire ITS architectures in the field of traffic management.

10 Table of Figures

Figure 1: Limitation of consideration of the ITS reference architecture for Interdisciplinary Traffic Management according to Hessen Mobil (2014).....	6
Figure 2: The ITS Architecture Pyramid with five layers	8
Figure 3: Instantiation levels of ITS architecture.....	9
Figure 4:Representation of the phases of the TOGAF-ADM (left) and content comparison with the levels of the ITS architecture pyramid	10
Figure 5: Control Loop Traffic Management (CEN (2016)).....	15
Figure 6: Road system (Hessen Mobil)	18
Figure 7: Value Chain “Traffic Management” (CEN (2016))	18
Figure 8: ITS Roles Power Grid for the urban roads – trunk roads scenario	21
Figure 9: ITS Roles Power Grid for the trunk roads – trunk roads scenario	22
Figure 10: Baseline situation of value-added network for the urban roads – trunk roads scenario (Example Dmotion).....	28
Figure 11: Baseline situation of value-added network for the trunk roads – trunk roads scenario (Example LISA)	29
Figure 12: Governance-Diagram for the urban roads – trunk roads scenario; baseline situation (Example Dmotion).....	29
Figure 13: Governance-Diagram for the trunk roads – trunk roads scenario; baseline situation (Example LISA)	30
Figure 14: Business process diagram – baseline situation "planning" for the urban roads – trunk roads scenario	30
Figure 15: Business process diagram – baseline situation "operation" for the urban roads – trunk roads scenario	31
Figure 16: Business process diagram – baseline situation "planning" for the trunk roads – trunk roads scenario	31
Figure 17: Business process diagram – baseline situation "operation" for trunk roads – trunk roads scenario..	32
Figure 18: Value-added network for target situation; trunk roads – trunk roads scenario (Example LISA).....	33
Figure 19: Governance diagram – Target situation for the urban roads – trunk roads scenario	33
Figure 20: Governance diagram – Target situation for the trunk roads – trunk roads scenario	34
Figure 21: Business process diagram – target situation "planning" for the urban roads – trunk roads scenario	34
Figure 22: Business process diagram – target situation "operation" for the urban roads – trunk roads scenario	35
Figure 23: Business process diagram – target situation "planning" for the trunk roads – trunk roads scenario .	35
Figure 24: Business process diagram – target situation "operation" for the scenario trunk roads – trunk roads scenario	36
Figure 25: Coordination processes and procedure (Dmotion) (Source: Dmotion).....	40
Figure 26: Decentralised strategy implementation trunk roads – trunk roads (Source: Hessen Mobil).....	41
Figure 27: Components of the ISM (Source: Hessen Mobil)	41
Figure 28: Content of the strategy protocol (Source: Hessen Mobil)	42

11 Table of Tables

Table 1: Legal requirements for cross-competence traffic management.....	12
Table 2: Affected ITS stakeholders and actors	19
Table 3: Business scenario "Route recommendation in cross-competence traffic management"	23
Table 4: ITS business architecture candidates for the urban roads – trunk roads scenario.....	37
Table 5: ITS business architecture candidates for the trunk roads – trunk roads scenario	38
Table 6: Example of a core ITS information object from the ITS business process “planning” for the trunk roads – trunk roads scenario	43
Table 7: Example of an accompanying ITS information object from the ITS business process “planning” for the – trunk roads – trunk roads scenario	44
Table 8: Example for core ITS data models for the urban roads – trunk roads scenario	44
Table 9: Example of a Matrix ITS Information Objects/ITS Data Model for the urban roads – trunk roads scenario	45
Table 10: Matrix ITS data model/ITS location referencing (both scenarios).....	45
Table 11: Summary of the ITS data architecture in the baseline and target situation as well as gap analysis	47
Table 12: Description of the ITS data architecture candidates for the urban roads – trunk roads scenario	47
Table 13: Description of the ITS data architecture candidates for the trunk roads – trunk roads scenario	47
Table 14: ITS applications of the urban roads – trunk roads scenario.....	49
Table 15: ITS interfaces of the urban roads – trunk roads scenario.....	49
Table 16: Assignment of ITS interfaces to ITS applications of the urban roads – trunk roads scenario	50
Table 17: Summary of the ITS application architecture in the baseline and target situation as well as gap analysis	51
Table 18: Description of the ITS application architecture candidates for the urban roads – trunk roads scenario	52
Table 19: Description of the ITS application architecture candidates for the trunk roads – trunk roads scenario	52

Bibliography

- Albrecht, H.; Becker, W.; Scholtes, W.; Lachenmaier, J.; Pfähler, K. (2018): Schlussbericht zum FE-Vorhaben 03.0483/2011/IRB IVS-Rahmenarchitektur - Ein Rahmenwerk zur Entwicklung von IVS-Architekturen, Bergisch Gladbach
- CEN 16157-7, 2016-01: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 7: Common data elements.
- CEN 16157-03, 2016-03: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 3: Situation Publication.
- CEN 16157-3, 2016-03: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 3: Situation Publication.
- CEN 16157-2, 2016-05: Intelligent transport systems - DATEX II data exchange specifications for traffic management and information - Part 2: Location referencing.
- CEN 18317, 2016-12: Intelligent Transport Systems - Pre-emption of ITS communication networks for disaster and emergency communication - Use case scenarios.
- Dmotion-Konsortium (DMOTION-09) (2009): Dmotion - Düsseldorf in Motion. Mehr Mobilität mit integriertem Strategiemangement.
- FSGV (Hg.) (2003): Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement. Köln: FGSV (381).
- FSGV (Hg.) (2011): Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement. Köln: FGSV (381/1).
- FSGV (Hg.) (2012): Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland - Notwendigkeit und Methodik. Köln: FGSV.
- Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement (Hg.) (2014): Verkehrsmanagement Region Frankfurt RheinMain. Leitfaden zur Anwendung. 2. Auflage. Online verfügbar unter https://mobil.hessen.de/sites/mobil.hessen.de/files/content-downloads/Leitfaden_Verkehrsmanagement_Frankfurt_RheinMain_0.pdf, zuletzt geprüft am 05.09.2016.
- ISACA: Das COBIT 5 Prozess Referenzmodell. Online verfügbar unter <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/default.aspx>, zuletzt geprüft am 08.11.2017.
- ISO/IEC/IEEE 42010 (2011): Systems and software engineering. Architecture description. ISO/IEC. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/standard/50508.html>, zuletzt geprüft am 24.07.2018.
- Kieslich, W.; Albrecht, H.; Dinkel, A. u.a. (2014): Entwicklung einer für ÖV-IVS-Architektur in Deutschland unter Einbindung Europäischer IVS-Richtlinien mit ÖPNV-Relevanz. Schlussbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. München.
- Kochs, A; Kirschfink, Hg. (2006): Nutzung verteilter Systeme zum Aufbau einer Verkehrsdateninfrastruktur für das strategische Verkehrsmanagement. Teil 2: Zuständigkeitsübergreifendes Strategiemangement. In: Straßenverkehrstechnik. Köln.
- Riegelhuth, G.; Kirschfink, H.; Dölger, R.; Stüben, G.; Bohlander, F. (2010): Technische Grundlagen und Anwendungserfahrungen beim Korridormanagement mit dem Intermodalen/Interregionalen Strategie-Manager. In: Straßenverkehrstechnik, S. 484–489. Köln.

von der Ruhren, S.; Kirschfink, H.; Reusswig, A.; Riegelhuth, G.; Karina-Wedrich, T.; Schopf, H. J.; Sparmann, J.; Wöbbeking, B.; Kannenberg, O. (2015): Interoperabilität zwischen öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 108, Bergisch Gladbach.

TOGAF: Definitions. Online verfügbar unter <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/chap03.html>, zuletzt geprüft am 12.12.2017.

Wikipedia Artikel (2017): Regelkreis. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Regelkreis>, zuletzt aktualisiert am 03.10.2017, zuletzt geprüft am 12.12.2017.