

RAIM
Rahmenwerk für
Architekturen intelligenter
Mobilitätsdienste

Ein Rahmenwerk zur Entwicklung von
IVS-Architekturen

Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für Straßenwesen

bast

RAIM

Rahmenwerk für Architekturen intelligenter Mobilitätsdienste

Ein Rahmenwerk zur Entwicklung von IVS- Architekturen

Projektnummer

03.0483

Hanfried Albrecht

Willi Becker

AlbrechtConsult GmbH

Aachen

Werner Scholtes

Werner Scholtes – IT-Beratung

Aachen

Jens Lachenmaier

Katrin Pfähler

Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik I

Universität Stuttgart

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-Rahmenarchitektur

Ein Rahmenwerk zur Entwicklung von IVS-Architekturen

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

**Projekt FE 03.0483/2011/IRB
Schlussbericht**

Hanfried Albrecht & Willi Becker: AlbrechtConsult GmbH, Aachen
Werner Scholtes: Werner Scholtes – IT-Beratung, Aachen
Jens Lachenmaier & Katrin Pfähler: Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik I der Universität
Stuttgart, Stuttgart

**22.06.2018
Version 05-00-00**

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Ziel	1
1.3	Vorgehen	1
1.4	Aufbau des vorliegenden Berichts	1
2	IVS-Architektur – Grundlagen	3
2.1	IVS-Architektur – Metamodelle und Architekturprinzipien	3
2.1.1	Intelligente Verkehrssysteme – Definition	3
2.1.2	IVS-Architektur - Architektur Intelligenter Verkehrssysteme	3
2.1.3	Die IVS-Architektur-Pyramide	3
2.1.4	Instanzen von IVS-Architektur	5
2.1.5	IVS-Architekturmerkmale zur Implementierung von IVS-Architektur	5
2.1.6	Konzeptinstanziierung zur Konkretisierung von IVS-Architektur	6
2.1.7	Qualität von IVS-Architektur	7
2.1.8	Verbindung von TOGAF-Konzepten mit Vorstellungen von IVS-Architektur	8
2.2	IVS-Architektur – Schlüsselbegriffe	10
2.2.1	IVS-Architektur - Definitionen	10
2.2.2	Verbindung von IVS- und TOGAF-Architekturkonzepten	12
3	Die sieben Basiskonzepte der IVS-Rahmenarchitektur	14
3.1	Das IVS-Dienste- und IVS-Wertschöpfungs-Konzept	14
3.1.1	Verwendete Architekturbausteine der IVS-Rahmenarchitektur	14
3.1.2	IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerke	14
3.1.2.1	IVS-Wertschöpfung	14
3.1.2.2	Zusammenarbeitfähigkeit von IVS-Rollen als Grundvoraussetzung	15
3.1.2.3	IVS-Leitbild als gemeinsames Aushängeschild	15
3.1.2.4	IVS-Geschäftsmodelle als unverzichtbare Basis für das Verständnis von Wertschöpfungsketten	16
3.2	Das IVS-Rollen- und IVS-Akteurskonzept	16
3.2.1	Verwendete Architekturbausteine der IVS-Rahmenarchitektur 1.0	16
3.2.2	TISA-Wertschöpfungskette als Einordnungshintergrund für IVS-Rollen	16
3.2.3	Metamodell für IVS-Rollen	17
3.2.3.1	Institutioneller Rollenmodell-Ansatz zur Verknüpfung von Akteurs-Stereotypen und Verhaltens-Stereotypen	17
3.2.3.2	Regelnde und handelnde Institutionen	18
3.2.3.3	Kategorien von IVS-Rollen	18

3.2.4	Wertigkeiten von IVS-Rollen (Power-Grid)	19
3.2.5	Stereotype von IVS-Akteuren bzw. IVS-Akteure als Instanzen von IVS-Rollen	20
3.2.6	IVS-Rollen in IVS-Wertschöpfungsketten/-netzwerken	20
3.2.6.1	Sichten als Grundlage für die Differenzierung von Rollen	20
3.2.6.2	IVS-Rollen mit hoheitlicher Sicht: Schaffung hoheitlicher IVS-Regeln und - Rahmenbedingungen.....	20
3.2.6.3	IVS-Rollen mit ökonomischer Sicht: Management von IVS-Wertschöpfungsstufen	21
3.2.6.4	IVS-Rollen mit technischer Sicht: Technischer Betrieb von IVS-Wertschöpfungsstufen und von IVS-Diensten.....	23
3.2.6.5	Weitere IVS-Rollen	24
3.2.7	Beispiel-Stereotype von IVS-Akteuren	24
3.2.8	Erfassung und Beschreibung von IVS-Rollen.....	25
3.2.8.1	Ziel der Erfassung von IVS-Rollen.....	25
3.2.8.2	Identifizierung der IVS-Rollen und ihre Beschreibung.....	25
3.2.8.3	Ergebnisdarstellung der Identifizierung der IVS-Rollen	25
3.2.8.4	Beispiel einer IVS-Rollenmap.....	26
3.2.8.5	Beispiel Rollenbeschreibung	28
3.2.8.6	Requirements Management als Hilfestellung zur Identifikation von Anforderungen an IVS- Rollen	30
3.3	Das Konzept zur Formulierung von IVS-Zielen und -Realisierungsvorstellungen	30
3.3.1	Einführung.....	30
3.3.2	Das Ends-Konzept (Formulierung von Zielvorstellungen)	32
3.3.2.1	Einführung.....	32
3.3.2.2	Ends-Kategorien.....	32
3.3.2.3	Übertragung des Ends-Konzepts auf IVS.....	33
3.3.3	Das Means-Konzept (Formulierung von Realisierungsvorstellungen)	34
3.3.3.1	Einführung.....	34
3.3.3.2	Hilfs-(Mittel)-Kategorien	35
3.3.3.3	Übertragung des Means-Konzepts auf IVS	36
3.4	Das IVS- Capability und -Zusammenarbeitskonzept	39
3.4.1	Geschäftsfähigkeiten (Capabilities) in TOGAF	39
3.4.1.1	Capability-Definition.....	39
3.4.1.2	Capability-Dimensionen	39
3.4.2	Übertragung des Capability-Konzepts auf IVS-Architektur.....	40
3.4.2.1	Einführung.....	40
3.4.2.2	Interoperabilität als Schlüsseldimension der Kooperationsfähigkeit.....	43
3.4.2.3	Formen von Interoperabilität.....	43
3.4.3	Interoperabilität als Anforderung - Beispiel.....	44
3.5	Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Geschäftsarchitektur	45

3.5.1	Einführung.....	45
3.5.2	Beleuchtung geschäftlicher Aspekte von IVS-Diensten (Sichten)	45
3.5.2.1	Einführung.....	45
3.5.2.2	Sichten auf geschäftliche Aspekte von IVS-Diensten.....	46
3.5.3	Werkzeuge für die Darstellung der IVS-Geschäftsarchitektur	46
3.5.4	Aufbau von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken	47
3.5.4.1	Vorbemerkung.....	47
3.5.4.2	IVS-Rollenmatrix.....	48
3.5.4.3	IVS-Vernetzungselemente	48
3.5.5	IVS-Governance.....	49
3.5.5.1	Herkunft und Verwendung des Governance-Begriffs.....	49
3.5.5.2	COBIT.....	50
3.5.5.3	Governance vs. Management	51
3.5.5.4	Übertragung des Governance-Konzepts auf IVS.....	51
3.5.5.5	Governance-Aktivitäten.....	53
3.5.5.6	Was gehört zu IVS-Governance	55
3.5.6	IVS-Geschäftsprozesse und Wertschöpfungsnetzwerke	56
3.5.6.1	Definition.....	56
3.5.6.2	Operationalisierung durch IVS-Geschäftsprozesse	57
3.5.6.3	Strategische und operative Geschäftsprozesse.....	58
3.5.6.4	Kern- und Supportprozesse	58
3.5.6.5	Beschreibung von IVS-Geschäftsprozessen	58
3.5.6.6	Modellierungsrichtlinien für IVS-Geschäftsprozesse.....	58
3.5.6.7	Beispiel	59
3.6	IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge - Datenarchitektur	60
3.6.1	IVS-Datenarchitektur	60
3.6.2	Historische Entwicklung.....	60
3.6.3	Begriffsdefinitionen der Datenarchitektur	61
3.6.4	Verwendung unterschiedlicher Werkzeuge	62
3.6.5	Modellierungsprinzipien.....	63
3.6.6	Datenmodellierungssprache	63
3.7	IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge - Anwendungsarchitektur	63
3.7.1	IVS-Anwendungsarchitektur	63
3.7.2	Historische Entwicklung.....	63
3.7.3	Begriffsdefinitionen der Anwendungsarchitektur.....	64
3.7.4	IVS-Schnittstellen	64
3.7.5	IVS-Anwendungen	64
3.7.6	Modellierungsprinzipien.....	65

4	Die IVS-Rahmenarchitektur 1.0	66
4.1	IVS-Architektur-Vorgehensmodell	66
4.1.1	Problemstellung	66
4.1.2	TOGAF - ein Überblick	67
4.1.3	Das TOGAF-basierte Rahmenwerk für IVS-Architektur	71
4.2	Die IVS-Architekturbausteine der IVS-Rahmenarchitektur 1.0	77
4.2.1	Vorbereitung der IVS-Architekturarbeit	77
4.2.2	Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase A - IVS-Architekturvision	79
4.2.2.1	IVS-Dienst und IVS-Dienstekategorie	79
4.2.2.2	Mechanismus der IVS-Wertschöpfung	81
4.2.2.3	Business-Szenarien zur Erfassung von Anforderungen	83
4.2.2.4	Ziele, Nutzen und Risiken von IVS-Architektur	84
4.2.3	Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase B - IVS-Geschäftsarchitektur	84
4.2.4	Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase C.1 - IVS-Datenarchitektur	86
4.2.5	Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase C.2 - IVS-Anwendungsarchitektur	87
5	Weiterentwicklung und Pflege der IVS-Rahmenarchitektur 1.0	88
5.1	Problemstellung	88
5.2	Der Prozess zur Weiterentwicklung und Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen	88
5.3	Aufgaben des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses	89
5.4	Organisation des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses	91
5.4.1	Überblick	91
5.4.2	Organe des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses und ihre Funktion	92
5.5	Finanzierung des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses	93
5.6	Zusammenfassung	94
6	Fazit und Ausblick	95
7	Tabellenverzeichnis	99
8	Abbildungsverzeichnis	100

Anhang: englische Version

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Intelligente Verkehrssysteme (IVS) bilden heute in den verschiedensten Anwendungsbereichen des Straßenverkehrs eine wichtige technologische wie organisatorische Basis. Die durch die zunehmende Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnik getriebene zunehmende Vernetzung dieser Systeme stellen neue Herausforderungen bei der Einführung neuer und Integration bestehender IVS. 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 ist 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 inhaltlichen, organisatorischen und technischen Schnittstellen und Prozesse festzulegen und zu implementieren.

1.2 Ziel

Zur Sicherstellung eines koordinierten und harmonisierten Vorgehens bei der Einführung und Nutzung neuer und der Vernetzung bestehender IVS wurde eine nationale IVS-Rahmenarchitektur – das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste (RAIM) – geschaffen. RAIM liefert den Umsetzungsrahmen für die Realisierung der IVS-Strategie bzw. des IVS-Leitbildes. Mit RAIM werden grundlegende Festlegungen für Begriffe, Normen und Mechanismen getroffen, die erforderlich sind, um die Interoperabilität der auf verschiedenen Ebenen arbeitenden, verteilt kommunizierenden Anwendungen und Komponenten zu sichern. RAIM definiert aber auch das Ordnungsprinzip, die Prozesse und Organisationsformen im Gestaltungsbereich Intelligenter Verkehrssysteme. In RAIM sind formale Definitionen zum gemeinsamen Verständnis sowie die erforderlichen Methoden und Voraussetzungen zur Zielerreichung festgelegt.

1.3 Vorgehen

Zusätzlich zum Rahmenwerk RAIM wurden gleichzeitig drei IVS-Referenzarchitekturen als Erstanwendungen der IVS-Rahmenarchitektur erarbeitet als Fachveröffentlichungen auf der BAST-Webseite veröffentlicht (IVS-Referenzarchitektur für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement, IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr und IVS-Referenzarchitektur für multimodale Reiseinformation). Eine IVS-Referenzarchitektur konkretisiert hierbei für einen spezifischen Anwendungsbereich von IVS die von RAIM abgeleiteten anwendungsspezifischen Konzepte in Richtung Realisierung. Die IVS-Referenzarchitektur ist somit die Grundlage zur Spezifikation, Entwicklung und Umsetzung von IVS-Architekturen für reale IVS-Dienste.

Als Ausgangspunkt für die einzusetzende Methode wurden der internationale Standard ISO/IEC/IEEE 42010 und das Architektur-Rahmenwerk TOGAF vorgegeben.

1.4 Aufbau des vorliegenden Berichts

In diesem Bericht wird das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste (RAIM, synonym wird der Begriff IVS-Rahmenarchitektur verwendet) beschrieben. Daneben dient das IVS-Architektur-Wiki als umfangreiches Repository für Informationen rund um IVS-Architektur,

abrufbar unter www.its-architektur.de. Die elektronische Version dieses Berichts enthält Links zu diesem Wiki, das die Inhalte dieses Berichts sowie tiefer gehende Informationen immer in der aktuellen Version enthält. Zur Anschauung werden teilweise die IVS-Referenzarchitekturen erwähnt bzw. referenziert, die ebenfalls über das Wiki abrufbar sind.

In Kapitel 2 werden mit den Metamodellen und Architekturprinzipien sowie den Schlüsselbegriffen die Grundlagen für IVS-Architektur und für die Entwicklung von IVS-Architektur-Konzepten dargestellt.

Anschließend werden in Kapitel 3 sieben Grundkonzepte für IVS-Architektur zum Verständnis und als semantischer Hintergrund der eigentlichen IVS-Rahmenarchitektur 1.0 beschrieben:

- Das IVS-Dienste- und IVS-Wertschöpfungs-Konzept,
- das IVS-Rollen- und IVS-Akteurskonzept,
- das Konzept zur Formulierung von IVS-Zielen und –Realisierungsvorstellungen,
- das IVS-Capability und –Zusammenarbeitkonzept,
- Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Geschäftsarchitektur,
- IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge – Datenarchitektur sowie
- IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge - Anwendungsarchitektur.

Darauf aufbauend wird in Kapitel 4 die eigentliche IVS-Rahmenarchitektur 1.0 beschrieben mit

- dem TOGAF-basierten IVS-Architektur-Vorgehensmodell und
- den IVS-Architekturbausteinen der IVS-Rahmenarchitektur 1.0.

Eine ausführliche Beschreibung der Phasen und Schritte zur Entwicklung einer IVS-Architektur ist außerdem im IVS-Wiki zu finden.

In Kapitel 5 werden Vorschläge gemacht, wie die IVS-Rahmenarchitektur 1.0 gepflegt und weiterentwickelt werden kann und in Kapitel 6 ein zusammenfassender Ausblick gegeben.

2 IVS-Architektur – Grundlagen

2.1 IVS-Architektur – Metamodelle und Architekturprinzipien

2.1.1 Intelligente Verkehrssysteme – Definition

- verstehen sich als intelligente Anwendungen im Bereich von Transport, Verkehr und Mobilität, die vom IVS-End-Nutzer als IVS-Dienst (engl. ITS service) genutzt werden können.
- betreiben IVS-Wertschöpfung, indem sie die IVS-End-Nutzer mit umfassenderen Informationen in die Lage versetzen, Verkehrsnetze auf sicherere, koordiniertere und “klügere“ Weise zu nutzen (siehe Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland 2010).
- setzen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) im Straßenverkehr und an den Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern ein, mit deren Hilfe verkehrsbezogene Daten und Informationen erfasst, übermittelt, verarbeitet und ausgetauscht werden können (siehe Das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH 2013).
- dürfen über ihren Wortanteil Intelligenz nicht im Sinne künstlicher Intelligenz (KI), sondern müssen im Sinne von Business Intelligence verstanden werden. Dabei ist Intelligenz ein Synonym für Informationen und Erkenntnisse, die durch das Sammeln und Auswerten von Daten und Informationen mit dem Ziel gewonnen werden, dem End-Nutzer von IVS im Hinblick auf seine Ziele bessere strategische und/oder operative Entscheidungen zu ermöglichen bzw. aus Betreibersicht auf End-Nutzer von IVS eine besondere Wirkung derart auszuüben, dass diese ihr Verhalten auf die Ziele des Betreibers ausrichten.

2.1.2 IVS-Architektur - Architektur Intelligenter Verkehrssysteme

IVS-Architektur befasst sich grundsätzlich neben der funktionalen, technischen und wirtschaftlichen Realisierung vor allem mit der gestalterischen Planung von IVS und IVS-Diensten. Dabei orientiert sich IVS-Architektur an übergeordneten Leitbildern und Zielvorstellungen des „Bauherrn“.

Insofern liegt die Kernkompetenz eines IVS-Architekten über das Wissen um Realisierung von IVS und IVS-Diensten hinaus vor allem in der Schaffung von IVS-Architektur mittels Vorschlägen und Ausprägen von IVS-Architekturmerkmalen, die den Leitbildern und Zielvorstellungen des Bauherrn entsprechen oder er entwickelt dazu eigene Vorstellungen.

2.1.3 Die IVS-Architektur-Pyramide

Als geeignetes Metamodell und methodisches Hilfsmittel zur überschaubaren und nachvollziehbaren Darstellung und Beschreibung von IVS-Diensten wird dem IVS-Architekten vom Arbeitskreis „ITS Systemarchitekturen“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) die beschriebene und begründete „IVS-Architektur-Pyramide“ (siehe Rittershaus et al. 2012) vorgeschlagen (siehe Abbildung 1).

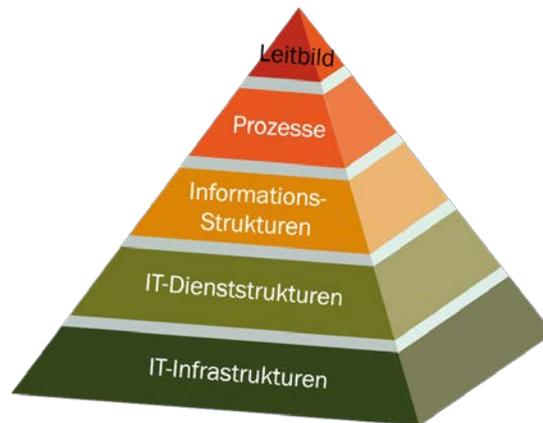


Abbildung 1 - Die IVS-Architektur-Pyramide mit 5 Ebenen (Schichten)

Die IVS-Architektur-Pyramide

- besteht aus fünf Ebenen (Schichten), die zusammen den potentiell möglichen Betrachtungs- und Darstellungsbereich einer IVS-Architektur aufspannen.
- repräsentiert den strukturellen Aufbau von IVS-Diensten, um darüber ihre Eigenschaften besser identifizieren, einordnen und miteinander in Beziehung setzen zu können.
- liefert für die Beschreibung von IVS-Diensten die für IVS-Geschäftsmodelle notwendige Semantik.

Die fünf Ebenen der IVS-Architektur-Pyramide sind:

- Die Leitbild-/Strategie-Ebene beschreibt
 - die Ziele von IVS bzw. IVS-Diensten (Schaffung von Mehrwert) in Form eines Leitbildes und
 - wie, d.h. auf welche Art und Weise, die IVS-Ziele erreicht werden sollen (Strategie).
- Die Prozesse-Ebene beschreibt und identifiziert,
 - welche IVS-Rollen an der Mehrwertbildung mit Hilfe von IVS beteiligt sind,
 - wie die IVS-Rollen IVS-Ziele und IVS-Strategie für sich als Business Case interpretieren und
 - wie über die Zusammenarbeit/Beziehung zwischen den IVS-Rollen der IVS-Mehrwert/IVS-Nutzen generiert und über IVS-Geschäftsprozesse operationalisiert wird.
- Die Informationsstruktur-Ebene beschreibt und identifiziert,
 - welche IVS-Informationen zur IVS-Mehrwertbildung beitragen und
 - wie diese strukturiert sind.
- Die IT-Dienste-Ebene und IT-Infrastruktur-Ebene beschreiben,
 - wie die IVS-Informationen generierbar sind und
 - wie/wo sie bereitgestellt werden.

Die IVS-Architektur-Pyramide kann in allen Phasen einer inhaltlichen Auseinandersetzung auf alle relevanten Aspekte von IVS und IVS-Diensten angewendet werden. Vor allem können Forderungen nach verändertem Rollenverständnis über die Anwendung der IVS-Architektur-Pyramide identifiziert und konkretisiert werden. Insbesondere wenn IVS-Dienste verteilt realisiert werden, kann die IVS-Architektur-Pyramide stets den logischen Zusammenhang vermitteln.

2.1.4 Instanzen von IVS-Architektur

In den Hinweisen zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik, FGSV-Nr. 305 (siehe Rittershaus et al. 2012) werden drei Instanz-Ebenen von IVS-Architekturen unterschieden (siehe Abbildung 2).

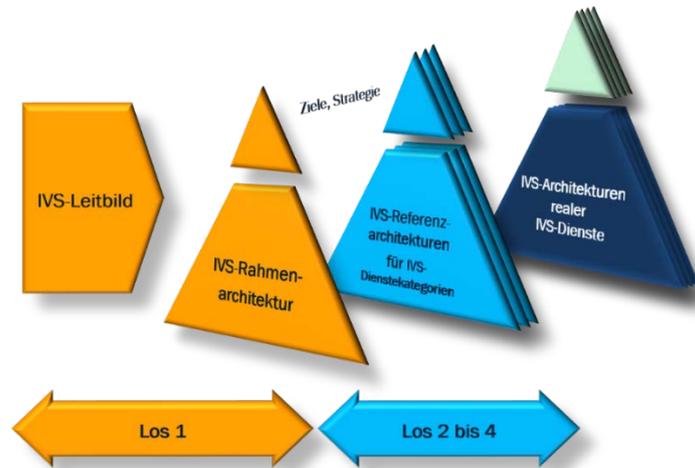


Abbildung 2 - Instanz-Ebenen von IVS-Architektur

Die IVS-Rahmenarchitektur...

- legt IVS-Gestaltungselemente als Architekturbausteine (TOGAF: Building blocks) fest und definiert dafür Begriffe und Semantik (IVS-Glossar).
- legt Gestaltungsgrundsätze fest, nach denen der IVS-Architekt bei der Planung und Realisierung von IVS-Diensten vorgehen soll.

Eine IVS-Referenzarchitektur...

- konkretisiert die von der IVS-Rahmenarchitektur vorgegebenen Konzepte für eine IVS-Dienstkategorie (IVS-Dienstefamilie) für den Gestaltungsraum einer spezifischen IVS-Domäne.

Die IVS-Architektur realer IVS-Dienste...

- ist die tatsächliche Umsetzung relevanter IVS-Referenzarchitekturen bis zur letzten Detaillierungsebene in einem konkreten Anwendungsfall.

Die Zahl der IVS-Referenzarchitekturen ist vom Grunde her nicht begrenzt. Im vorliegenden Projektverbund wurden IVS-Referenzarchitekturen für drei IVS-Dienstkategorien entwickelt:

- Verkehrsinformation Individualverkehr
- Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement
- Multimodale Reiseinformationen

2.1.5 IVS-Architekturmerkmale zur Implementierung von IVS-Architektur

Für die Implementierung von IVS-Architektur bedarf es der Entwicklung von IVS-Architekturkonzepten, die über IVS-Architekturmerkmale und deren Semantik formuliert werden und die durchgehend den Charakter und das Wesen von IVS-Diensten bestimmen sollen. Die Gesamtheit der IVS-Architekturkonzepte könnte mit dem Begriff IVS-Architekturschule belegt werden.

Wenn z. B. „Interoperabilität“ ein Stilmerkmal des IVS-Architekten/der IVS-Architekturschule ist, dann wird sich das Architekturmerkmal „Interoperabilität“ in allen Teilen des IVS-Betrachtungsgegenstandes in verschiedensten Ausprägungen wiederfinden.

Mit der IVS-Architekturschule, die durch die IVS-Rahmenarchitektur repräsentiert wird, werden vornehmlich politische Zielsetzungen implementiert (siehe Abbildung 3). Da „kluge“ Politik jedoch auch immer die Interessen der Basis einbindet, reflektiert die „Schulmeinung“ auch das Interesse der Bauherren realer IVS-Dienste durch nachhaltige Einbindung von Stakeholdern und IVS-Akteuren (siehe auch „Open IVS“ als Leitgedanke).

Abbildung 3 - Implementierung von IVS-Architektur

2.1.6 Konzeptinstanziierung zur Konkretisierung von IVS-Architektur

Die Methodik der Konzeptinstanziierung, das heißt der Übertragung und Abbildung von IVS-Architekturkonzepten mit ihrer Semantik (siehe auch „Modelle - Grundlage für Nachvollziehbarkeit“), ausgehend von der IVS-Rahmenarchitektur über die IVS-Referenzarchitekturen bis hin zu IVS-Architekturen realer IVS-Dienste (siehe Abbildung 4).

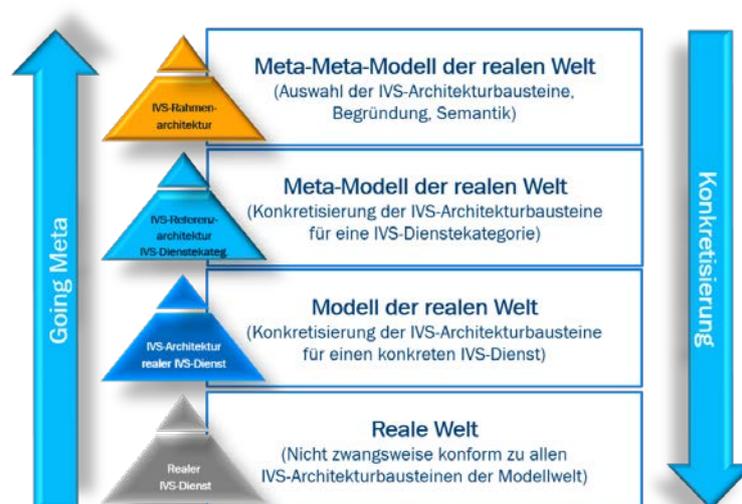


Abbildung 4 - Going Meta

- Mit der IVS-Rahmenarchitektur (Meta-Meta-Modell der realen Welt) werden die für die IVS-Architektur von IVS-Diensten notwendigen Architekturkonzepte über den Vorschlag diesbezüglicher IVS-Architekturmerkmale strukturiert, semantisch beschrieben und letztendlich begründet.
- Mit IVS-Referenzarchitekturen (Meta-Modelle der realen Welt) werden die Architekturkonzepte der IVS-Rahmenarchitektur für eine IVS-Dienstekategorie konkretisiert.
- Mit IVS-Architekturen realer IVS-Dienste (Modelle der realen Welt) werden die bereits für eine IVS-Dienstekategorie konkretisierten Architekturkonzepte der IVS-Rahmenarchitektur für einen realen IVS-Dienst weiter konkretisiert und angewendet.

Tabelle 1 zeigt Beispiele zur Konzeptinstanziierung.

Baustein IVS-Rahmenarchitektur	Verwendung für die IVS-Referenzarchitektur	Verwendung für die IVS-Architektur realer IVS-Dienste
IVS-Dienst als Konzept (Prinzip der IVS-Wertschöpfungskette/des IVS-Wertschöpfungsnetzwerks)	Stereotype von IVS-Diensten (Verkehrsinformation Individualverkehr, Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement und Multimodale Verkehrsinformation)	Realer IVS-Dienst (Google Maps, Alternativroutensteuerung Dmotion, Reiseauskunft der Bahn ...)
IVS-Rolle als Konzept (als Aufbauelement von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken)	Stereotype von IVS-Akteuren (Navigationdienstleister, Öffentlicher Straßenbetreiber, Verkehrsunternehmen ...)	Realer IVS-Akteur (Google, Hessen Mobil/Amt für Verkehrsmanagement Düsseldorf und Deutsche Bahn)
IVS-Mehrwert als Konzept (als Ziel und Ergebnis von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken)	Stereotype von IVS-Mehrwerten (Erhöhung der Sicherheit, Verbesserung der Effizienz, Reduzierung von Umwelteinflüssen ...)	Reale IVS-Kenngrößen (Anzahl der Unfalltoten, Stau-bilanz, CO2 und NOX-Emissionen)

Tabelle 1: Beispiele für Konzeptinstanziierung

Die IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes muss allerdings nicht zwangsweise in allen Punkten konform zur IVS-Rahmenarchitektur und IVS-Referenzarchitektur sein. Breite und Tiefe der IVS-Architektur-Konzeptinstanziierung liegen im Ermessen des Realisierers. Die Bewertung der IVS-Architektur und damit des Nutzens eines realen IVS-Dienstes liegt dann im Ermessen des Nutzers.

2.1.7 Qualität von IVS-Architektur

Gibt es eine „gute“ IVS-Architektur?

Konstruktive Weitsicht ist eine wünschenswerte Qualifikation eines IVS-Architekten; entweder hat er sie oder er hat sie nicht. Hat er sie, wird er die Freiheitsgrade für IVS-Dienste-Gestaltung nutzen, damit die aktuell zu realisierenden Dienstmerkmale einem der Hauptziele von IVS-Architektur, soweit für ihn erkennbar, zukünftigen Integrations- oder Erweiterungsmöglichkeiten nicht im Wege stehen.

Eine IVS-Referenzarchitektur oder die IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes sind dann eine „gute“ Architektur, wenn sie die Merkmale der IVS-Rahmenarchitektur konzeptgetreu in die Architektur einer IVS-Dienstekategorie oder eines realen IVS-Dienstes übertragen.

Es sollte jedoch beachtet werden, dass „gut“ ein Ideal ist. Das heißt, dass IVS-Rahmenarchitektur im konkreten Anwendungsfall vorrangig eine Orientierungs- und Bewertungshilfe ist, um dem Vorsatz der Erzielung einer guten Architektur auch nachvollziehbar folgen zu können. Unvermeidbare Abweichungen können dann erkannt, bewertet und in ein Gesamtbild eingeordnet werden.

2.1.8 Verbindung von TOGAF-Konzepten mit Vorstellungen von IVS-Architektur

Architekturdomänen von TOGAF

Um die Diskussion um Begriffe, die für IVS-Architektur verwendet werden, und ihre Semantik von Anfang an objektiver und effektiver zu gestalten und auf die übergeordnete Zielsetzung der konsensualen Schaffung einer IVS-Rahmenarchitektur und von drei IVS-Referenzarchitekturen auszurichten, bietet die Standardisierungsinitiative TOGAF das Metamodell der in Schichten angeordneten TOGAF-Architekturdomänen an (siehe Abbildung 5), mit dem Ziel unter dem Schlagwort Unternehmensarchitektur das komplexe Verhalten von Unternehmen auf der Grundlage vereinbarter (standardisierter) Grundkonzepte (sogenannte Basisarchitekturen) zukünftig gleichartig beschreiben zu können.

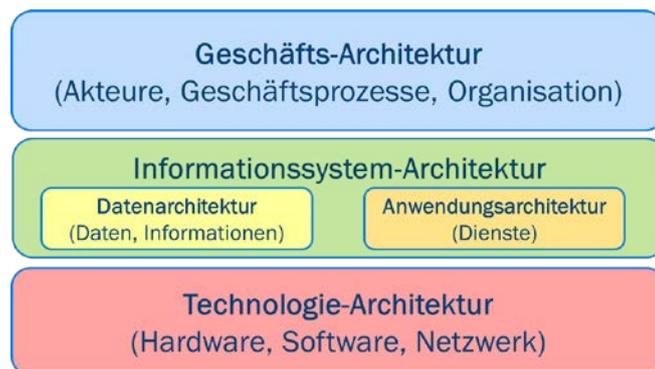


Abbildung 5 - Architekturdomänen von TOGAF

Hier schließt sich der Kreis zu der aktuellen Vorstellung von IVS-Architektur, die von der IVS-Architektur-Pyramide als hierarchischem Ordnungsprinzip geprägt ist, das auf die Schichten des TOGAF-Schichtenmodells abgebildet werden kann.

Umfassende Informationen über TOGAF und die einzelnen Schritte der TOGAF ADM bietet The Open Group auf Ihrer Webseite (The Open Group 2017).

TOGAF-Architekturdomänen und die Ebenen der IVS-Architektur-Pyramide

TOGAF ist ein umfangreiches Modell und beinhaltet sehr mächtige Konzepte. Insofern besteht eine besondere Fragestellung für die Entwicklung der IVS-Rahmenarchitektur darin, die für IVS-Architektur wirklich relevanten Konzepte von TOGAF erst zu identifizieren und sie dann auf IVS in einer Weise zu übertragen und verständlich zu machen, dass IVS-Experten im Sinne von Open-IVS darin einen wirklichen Nutzen sehen, sie wirklich annehmen und sich in Form von IVS-Architektur zu eigen machen (Theorie trifft auf Praxis).

Vor diesem Hintergrund bestand die methodische Herausforderung darin

- die mit den dargestellten TOGAF-Architekturdomänen verbundenen TOGAF-Konzepte, also das, worum es strukturell und semantisch bei TOGAF wirklich geht, auf IVS-Architekturdomänen zu übertragen und
- über die Anwendung und Anpassung der TOGAF-ADM diejenigen Ebenen und Unterebenen der TOGAF-Architekturdomänen zu adressieren und für IVS zu interpretieren, die für IVS-Funktionalität und IVS-Verhalten wirklich bedeutsam sind (Qualität vor Quantität).

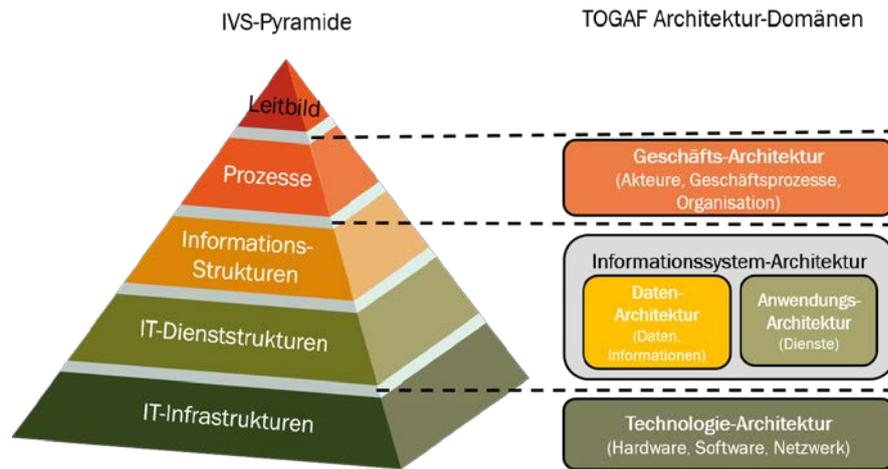


Abbildung 6 - Abbildung der TOGAF-Architekturdomänen auf die Ebenen der IVS-Architektur-Pyramide

Natürlich muss klar sein, dass von der IVS-Rahmenarchitektur nur die wichtigsten Ebenen/Unterebenen und deren Bereiche adressiert werden können und müssen, eben diejenigen, die für die Funktionalität und das Verhalten von IVS-Diensten bedeutsam sind (Qualität vor Quantität). Bildhaft gesprochen geht es darum, für IVS-Dienste solche Teilbereiche in den TOGAF-Ebenen zu identifizieren, die geeignet sind, allgemeine Gestaltungsziele für IVS-Architekturen (IVS-Referenzarchitekturen, IVS-Architektur realer IVS-Dienste) den allgemeinen TOGAF-Zielen unterzuordnen (siehe Abbildung 6). IVS-Ziele sind in diesem Sinne spezieller als TOGAF-Ziele. Konformität wäre z. B. gegeben, wenn Merkmale eines IVS-Ziels auch als Merkmale eines TOGAF-Ziels feststellbar sind.

Beziehung zwischen TOGAF und IVS

TOGAF steht insgesamt für eine semantische Struktur, die TOGAF-relevante Konzepte in Beziehung bringt und damit eine Grundordnung für übergreifendes Gestalten von TOGAF-Domänen vermittelt. Durch Gestalten sollen Formen der Zusammenarbeit von IVS-Akteuren in globalen Zusammenhängen verbessert oder gar erst ermöglicht werden. Effizienz und Effektivität sind dabei wesentliche Qualitätsmerkmale in der Ausrichtung gestalterischer Entscheidungen.

IVS als Ganzes ist bisher „unscharf“ definiert. Es müssen also Wege für Interpretationen gefunden werden, auf denen für Dritte nachvollziehbar dargestellt werden kann, wie eine allgemeine TOGAF-Sicht auf TOGAF-Konzepte auf IVS-Konzepte abgebildet oder damit in Beziehung gebracht werden können. Dazu muss umgekehrt auch dargelegt werden, dass die gemeinhin spezielleren IVS-Konzepte eine TOGAF-Relevanz in sich tragen. Mit anderen Worten, es muss verifizierbar werden, dass der IVS-Gestaltungsfokus dem TOGAF-Gestaltungszweck entspricht.

Für die sprachliche Ausstattung der Bestandteile der Terminologie und ihre Darstellung sollte sich auf die Verwendung von – möglichst schon existierenden und bewährten – Standards und den dort angebotenen Konzepten geeinigt werden. Nur damit können subjektive Sachverhalte zumindest in der Darstellung objektiviert werden.

2.2 IVS-Architektur – Schlüsselbegriffe

2.2.1 IVS-Architektur - Definitionen

IVS - Intelligente Verkehrssysteme (engl. ITS - Intelligent Transport Systems)...

- verstehen sich als intelligente Anwendungen im Bereich von Transport, Verkehr und Mobilität, die vom IVS-End-Nutzer als IVS-Dienst (engl. ITS service) genutzt werden können.
- betreiben IVS-Wertschöpfung, indem sie die IVS-End-Nutzer mit umfassenderen Informationen in die Lage versetzen, Verkehrsnetze auf sicherere, koordiniertere und „klügere“ Weise zu nutzen (siehe Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland 2010).
- setzen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) im Straßenverkehr und an den Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern ein, mit deren Hilfe verkehrsbezogene Daten und Informationen erfasst, übermittelt, verarbeitet und ausgetauscht werden können (siehe Das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH 2013).
- dürfen über ihren Wortanteil Intelligenz nicht im Sinne künstlicher Intelligenz (KI), sondern müssen im Sinne von Business Intelligence verstanden werden. Dabei ist Intelligenz ein Synonym für Informationen und Erkenntnisse, die durch das Sammeln und Auswerten von Daten und Informationen mit dem Ziel gewonnen werden, dem End-Nutzer von IVS im Hinblick auf seine Ziele bessere strategische und/oder operative Entscheidungen zu ermöglichen bzw. aus Betreibersicht auf End-Nutzer von IVS eine besondere Wirkung derart auszuüben, dass diese ihr Verhalten auf die Ziele des Betreibers ausrichten.

IVS-Architektur...

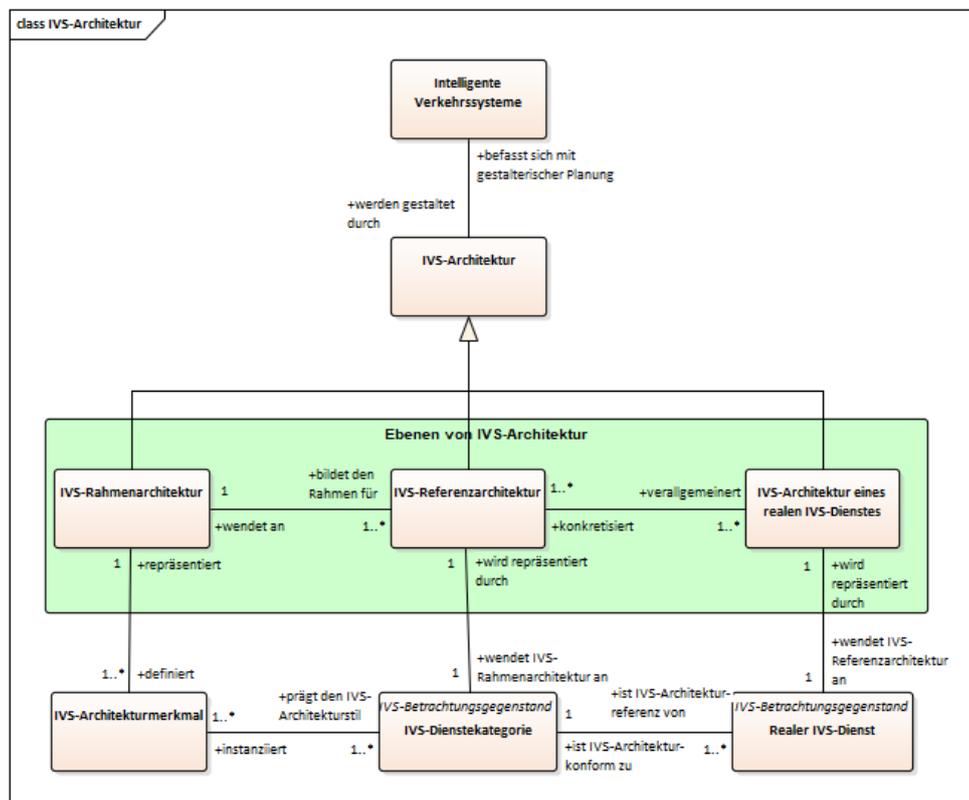


Abbildung 7 - IVS-Architektur und Ebenen von IVS-Architektur - Modell

- befasst sich grundsätzlich neben der funktionalen, technischen und wirtschaftlichen Realisierung vor allem mit der gestalterischen Planung von IVS und IVS-Diensten (siehe Abbildung 7).
- orientiert sich an übergeordneten Leitbildern und Zielvorstellungen des „Bauherrn“. Insofern liegt die Kernkompetenz eines IVS-Architekten über das Wissen um Realisierung von IVS und IVS-Diensten hinaus, vor allem in der Schaffung von IVS-Architektur mittels Vorschlägen und Ausprägen von IVS-Architekturmerkmalen, die den Leitbildern und Zielvorstellungen des Bauherrn entsprechen oder er entwickelt dazu eigene Vorstellungen.

Die IVS-Rahmenarchitektur...

- legt die Gestaltungsebenen (IVS-Architekturdomänen) und Gestaltungsobjekte (IVS-Architekturelemente) fest, die das architekturelle Erscheinungsbild von IVS und IVS-Diensten repräsentieren und sie als solche charakterisieren und wiedererkennbar machen.
- verleiht den Gestaltungsebenen und Gestaltungsobjekten von IVS und IVS-Diensten eine IVS-Semantik zur gegenseitigen Verständigung; dies erfolgt über einen (eineindeutigen) IVS-Begriff, der im IVS-Glossar sprachlich und anhand von Bildern erläutert wird.
- legt darüber hinaus (in Anlehnung an das Vorgehensmodell von TOGAF) die Schritte und Grundsätze fest, nach denen der IVS-Architekt bei der Planung und Realisierung von IVS-Diensten vorgehen soll.

IVS-Architekturmerkmale...

- prägen das architekturelle Erscheinungsbild des IVS-Betrachtungsgegenstandes und machen so den Stil der IVS-Architekturschule/eines IVS-Architekten wiedererkennbar.
- repräsentieren über ihre Auswahl und Semantik die IVS-Rahmenarchitektur als Meta-Meta-Modell von IVS-Architektur.
- implementieren die IVS-Architektur der IVS-Architekturschule/eines IVS-Architekten, indem sie als Merkmale einer IVS-Dienstekategorie/eines IVS-Dienstes instanziiert werden (Konzeptinstanziierung).

Die IVS-Referenzarchitektur...

- überträgt die von der IVS-Rahmenarchitektur vorgegebenen Gestaltungsebenen und Gestaltungsobjekte auf den Gestaltungsraum einer spezifischen, mit einem Bezeichner benannten IVS-Dienstekategorie (man könnte auch sagen IVS-Dienstefamilie), und konkretisiert sie so weit, dass sie aus fachlicher Sicht den gemeinsamen Bedingungen der IVS-Dienstekategorie entsprechen.
- ist auch die Grundlage zur Spezifikation und Entwicklung der IVS-Architekturen realer IVS-Dienste und spezifischer IVS-Produkte für spezielle IVS-Anwendungsdomänen.
- ist von großem Nutzen, wenn sie von einer „größeren“ Gemeinschaft akzeptiert und quasi als Standard eingesetzt und genutzt wird.

Die IVS-Architektur realer IVS-Dienste und IVS-Produkte...

- ist die tatsächliche Umsetzung der relevanten IVS-Referenzarchitekturen bis zur letzten Detaillierungsebene in einem konkreten Anwendungsfall.

- bildet die Konzeptmerkmale (semantische Merkmale) von IVS-Referenzarchitekturen nach dem Prinzip der Konzeptinstanziierung auf konkrete Architekturen realer IVS-Dienste oder IVS-Produkte ab.
- darf Konformität zu IVS-Rahmenarchitektur und zu IVS-Referenzarchitekturen in Anspruch nehmen, wenn deren IVS-Architekturkonzepte nachvollziehbar wiedererkennbar sind.

2.2.2 Verbindung von IVS- und TOGAF-Architekturkonzepten

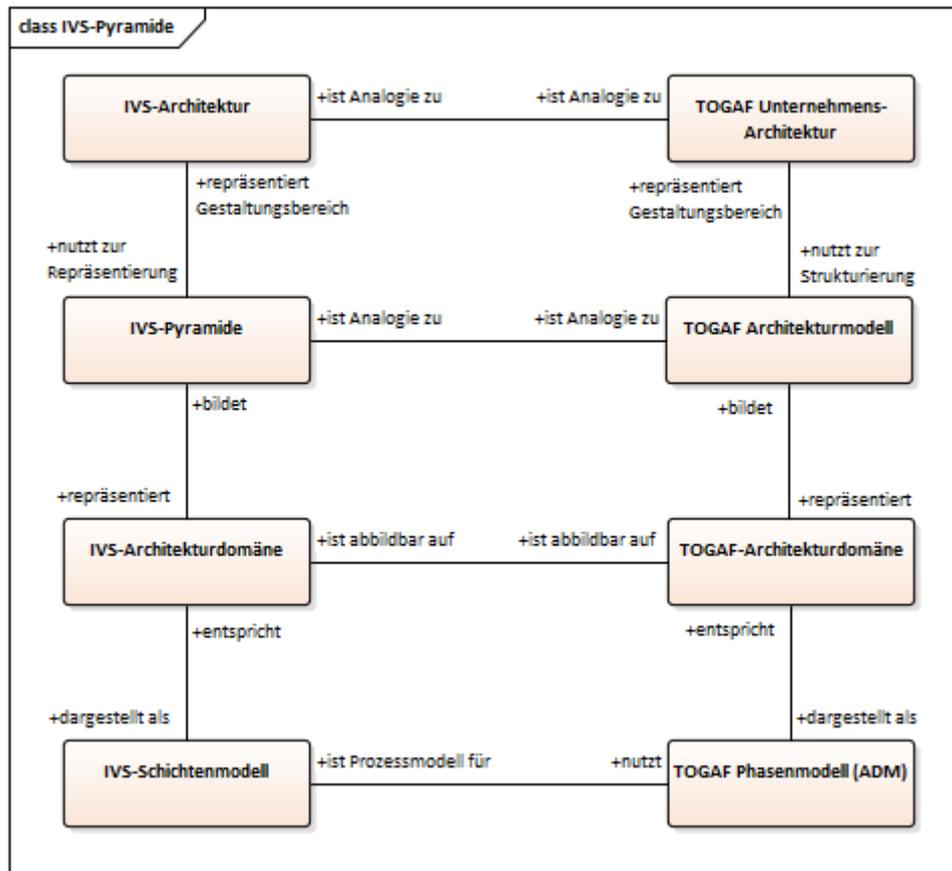


Abbildung 8 - Verbindung von IVS- und TOGAF-Architekturkonzepten - Modell

Die IVS-Architektur-Pyramide...

- besteht aus fünf als IVS-Architekturdomänen bezeichneten Schichten, die zusammen den potentiell möglichen Betrachtungs- und Darstellungsbereich von IVS-Architektur aufspannen.
- repräsentiert über ihre Schichten den strukturellen Aufbau von IVS-Diensten, um darüber ihre Eigenschaften besser identifizieren, einordnen und miteinander in Beziehung setzen zu können.
- ist ein Konzept, das Basiskonzepte von IVS-Architektur in Beziehung setzt und damit eine Grundordnung für übergreifendes Gestalten von IVS-Architektur vermittelt.

Die IVS-Architekturdomäne...

- unterteilt den komplexen Gestaltungsraum von IVS-Diensten in semantische Schichten.
- verleiht über ihre Benennung und inhaltliche Konkretisierung der Beschreibung von IVS-Diensten die dafür zugrundeliegende architekturelle Semantik.

- ist als Schicht der IVS-Architektur-Pyramide ein Bestandteil der Vorstellung von IVS-Architektur und als TOGAF-ADM-Phase (B bis D) ein Gegenstand der Entwicklung einer Unternehmensarchitektur (Enterprise Architecture) und verbindet darüber IVS- mit TOGAF-Architekturkonzepten (siehe Abbildung 8).

3 Die sieben Basiskonzepte der IVS-Rahmenarchitektur

3.1 Das IVS-Dienste- und IVS-Wertschöpfungs-Konzept

3.1.1 Verwendete Architekturbausteine der IVS-Rahmenarchitektur

- IVS – Intelligente Verkehrssysteme
- (Realer) IVS-Dienst
- IVS-End-Nutzer
- IVS-Akteur
- IVS-Rolle
- IVS-Capability
- IVS-Nutzen
- IVS-Wirkung

3.1.2 IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerke

3.1.2.1 IVS-Wertschöpfung

Besonderes Wertschöpfungspotential entsteht, wenn es gelingt, mehrere IVS-Akteure mit ihren auf spezifischen IVS-Capabilities beruhenden IVS-Leistungen im Sinne einer Schaffung eines zusätzlichen IVS-Mehrwerts (IVS-Nutzen für IVS-End-Nutzer, IVS-Wirkung auf IVS-End-Nutzerkollektive) organisationsübergreifend, das heißt zu IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken zu integrieren/zu vernetzen (siehe Abbildung 9).

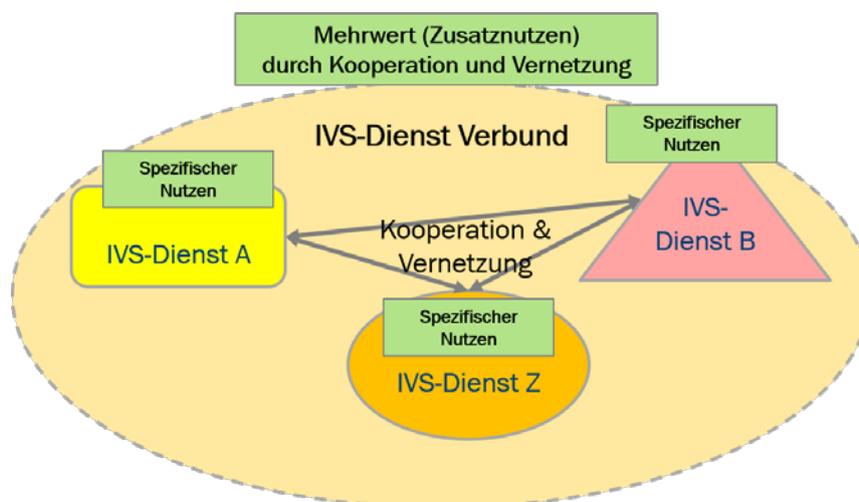


Abbildung 9 - Zusatznutzen durch Vernetzung von IVS-Diensten

Eine entsprechende IVS-Informationslogistik, d. h. die Organisation, Steuerung, Bereitstellung und Optimierung von Informationsströmen wird dann allerdings zum zentralen Dreh- und Angelpunkt zur Erschließung des zusätzlichen Mehrwertpotentials. Insofern müssen diese im IVS-Kontext als Prozessketten für IVS-Informationslogistik verstanden werden, in denen der Umgang mit Informationen von vorrangiger Bedeutung ist.

3.1.2.2 Zusammenarbeitsfähigkeit von IVS-Rollen als Grundvoraussetzung

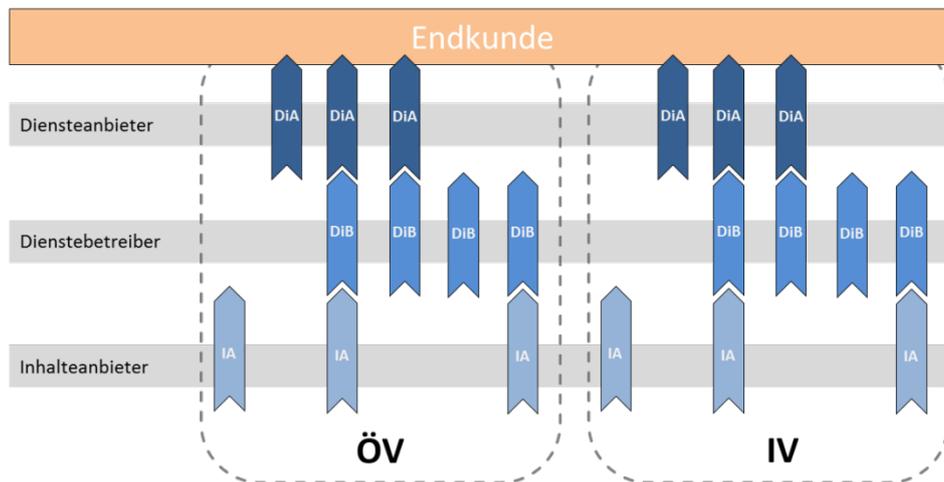


Abbildung 10 - Grundverständnis für ein IVS-Wertschöpfungsnetzwerk am Beispiel von ÖV und IV (siehe Kieslich et al. 2014)

IVS-Wertschöpfung kann nur entstehen, wenn sich mehrere IVS-Rollen mit ihren IVS-(Teil-)Dienstleistungen (auf IVS-Geschäftsebene als IVS-Aktivitäten bezeichnet) zu IVS-Wertschöpfungsketten oder IVS-Wertschöpfungsnetzwerken vernetzen (siehe Abbildung 10). Ein Beziehungs- und Zusammenarbeitsgeflecht ist erforderlich, wenn IVS-Rollen mit ganz unterschiedlicher Historie, kulturellem Hintergrund sowie strategischer und operativer Ausrichtung zusammenarbeiten sollen. Zusammenarbeit und die mit dem Interoperabilitätsbegriff verbundene Zusammenarbeitsfähigkeit der die spezifischen IVS-Rollen einnehmenden IVS-Akteure sind also für die Realisierung von IVS-Diensten von grundsätzlicher Bedeutung.

Vor diesem Hintergrund müssen alle Lösungen im Bereich IVS, d. h. technische IVS-Produkte oder IVS-Dienstangebote, im Grundsatz dem Anspruch genügen, dass sie auch als **IVS-Wertschöpfungskette bzw. IVS-Wertschöpfungsnetzwerk** darzustellen sind. Aus der IVS-Architektur von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken muss hervorgehen, in welcher Beziehung beteiligte IVS-Akteure in ihren IVS-Rollen zusammenarbeiten und wie daraus ein IVS-Mehrwert (IVS-Nutzen oder IVS-Wirkung) generiert werden kann.

3.1.2.3 IVS-Leitbild als gemeinsames Aushängeschild

Auch wenn IVS-Akteure im Rahmen von Wertschöpfungsketten und -netzwerken zur Erzielung von IVS-Mehrwert zusammenarbeiten, geschieht dies doch immer vor dem Hintergrund der eigenen Zielsetzungen und Motivationen der beteiligten Unternehmen/Institutionen. Für den IVS-End-Nutzer stehen jedoch einzig und allein der IVS-Dienst und der persönliche IVS-Mehrwert, den er mit dem IVS-Dienst verbindet, im Vordergrund des Interesses.

Insofern ist es für IVS-Akteure als Bestandteil von Wertschöpfungsketten und -netzwerken wichtig, sich auf ein gemeinsames IVS-Leitbild – sozusagen als Aushängeschild des IVS-Dienstes – zu verständigen/zu einigen und die eigenen, spezifischen Zielsetzungen und Motivationen dem unterzuordnen. Im Idealfall spiegelt das IVS-Leitbild des IVS-Dienstes auch das Selbstverständnis und die strategische Ausrichtung der beteiligten IVS-Akteure selbst wider (siehe Abbildung 11).

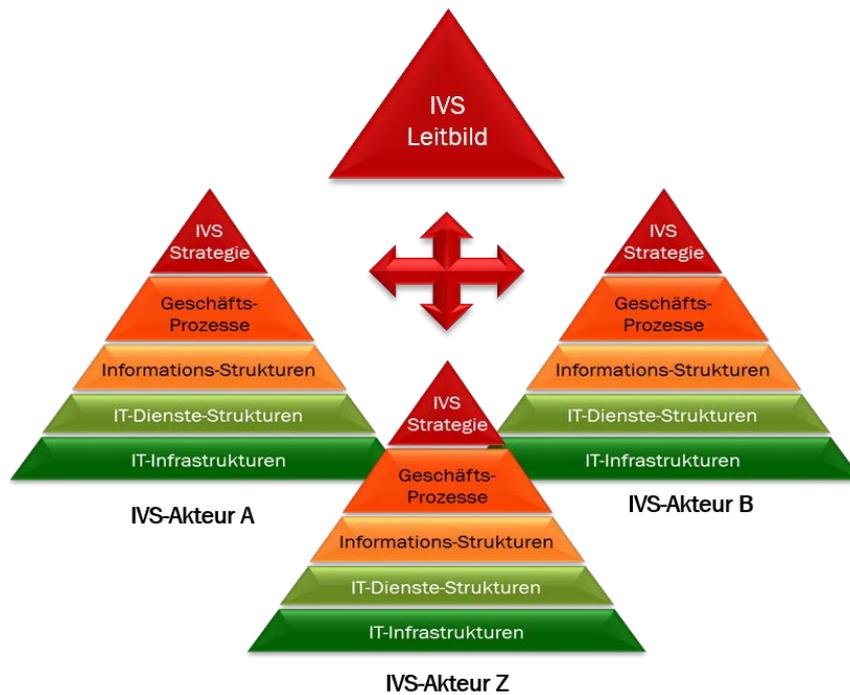


Abbildung 11 - Gemeinsames IVS-Leitbild als Grundlage der Zusammenarbeit der IVS-Akteure

3.1.2.4 IVS-Geschäftsmodelle als unverzichtbare Basis für das Verständnis von Wertschöpfungsketten

IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerke sind aber immer auch Interpretationen von Geschäftsmodellen, die auf Geschäftsprozesse und Aktivitäten und schließlich auf technisch unterstützte Arbeitsabläufe (Workflows) abgebildet werden müssen. Der Umgang mit Geschäftsmodellen, Rollen und Prozessen muss deshalb im Kontext von IVS-Architektur zum Zwecke der Nachvollziehbarkeit von Aussagen (Aufwänden, Nutzen, Mehrwert) verbindlich eingeführt werden.

3.2 Das IVS-Rollen- und IVS-Akteurskonzept

3.2.1 Verwendete Architekturbausteine der IVS-Rahmenarchitektur 1.0

- IVS-Rolle

3.2.2 TISA-Wertschöpfungskette als Einordnungshintergrund für IVS-Rollen

Als Ausgangspunkt für die Entwicklung des IVS-Rollen- und -Akteurskonzepts und die Einordnung der IVS-Rollen in Wertschöpfungsstufen wird das TISA-Traffic and Travel Information Value Chain Modell (siehe TISA 2012) herangezogen, das von TISA speziell für die Darstellung und Beschreibung von Wertschöpfungsketten und -netzwerken für IVS-Verkehrsinformationsdienste entwickelt wurde und in Abbildung 12 dargestellt ist.



Abbildung 12 - TISA-Traffic and Travel Information Value Chain Model (siehe TISA 2012)

Das Modell definiert auf der höchsten Ebene zwei Wertschöpfungssegmente, nämlich das Inhalte-Segment und das Dienste-Segment mit jeweils zwei, also insgesamt vier Wertschöpfungsstufen, die typischerweise zum Aufbau einer IVS-Informationslogistikkette erforderlich sind:

- Inhalte-Segment (Content segment) mit:
 - Inhalte-Erfassung (Content detection)
 - Inhalte-Verarbeitung (Content processing)
- Dienste-Segment (Service segment) mit:
 - Dienst-Bereitstellung (Service provision)
 - Dienst-Darstellung (Service presentation)

3.2.3 Metamodell für IVS-Rollen

3.2.3.1 Institutioneller Rollenmodell-Ansatz zur Verknüpfung von Akteurs-Stereotypen und Verhaltens-Stereotypen

Für die Definition und Beschreibung der für die einzelnen IVS-Wertschöpfungsstufen erforderlichen IVS-Rollen wird ein institutioneller Rollenmodell-Ansatz vorgeschlagen, der gemäß Schulz/Mainka/Joisten (Schulz et al. 2013) und Schulz/Wieker (Schulz und Wieker 2016) im Wesentlichen auf den Grundlagen der Institutionenökonomik (Schneider 1995), der Systemtheorie (Luhmann 2002) und der Theorie der industrieökonomisch basierten System-Dynamics (Schulz 2005) basiert und der im Projekt CONVERGE (siehe CONVERGE) für einen C-ITS Systemverbund angewendet wurde.

Institutionell heißt in diesem Kontext, dass für den Aufbau und den Betrieb einer IVS-Wertschöpfungskette notwendige IVS-Rollen anhand institutionalisierter (d. h. erwartbarer) Fähigkeiten und Verhaltensnormen charakterisiert werden. Ein Beispiel ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Für den IVS-Architekten ist der institutionelle Rollenmodell-Ansatz von großem Vorteil, weil er sich beim Aufbau von Wertschöpfungsketten auf institutionalisierte Rollen (Akteurs-Stereotype) abstützen kann, von denen erwartet werden kann, dass sie sich nicht nur politisch, wirtschaftlich, operativ und technisch institutionalisiert verhalten (Verhaltens-Stereotype), sondern dass sie auch in Bezug auf ihre personellen, technischen und finanziellen Ressourcen sowie ihre Fertigkeiten mit entsprechenden institutionalisierten Fähigkeiten (Fähigkeits-Stereotype) ausgestattet sind.

Akteurs-Stereotype	Verhaltens-Stereotype
Regierungen	machen Gesetze und schaffen rechtliche Rahmenbedingungen
Straßenverkehrsbehörden	genehmigen und ordnen auf der Grundlage von Gesetzen und rechtlichen Rahmenbedingungen an
Öffentliche Straßenbetreiber	steuern und managen den Verkehr auf kollektive Art und Weise
Private Navigationsdienstleister	richten ihre Dienste vor dem Hintergrund der Erwirtschaftung von Gewinnen primär auf „zahlende“ Kunden aus

Tabelle 2: Beispiele für institutionalisierte Rollen mit institutionalisiertem Verhalten

3.2.3.2 Regelnde und handelnde Institutionen

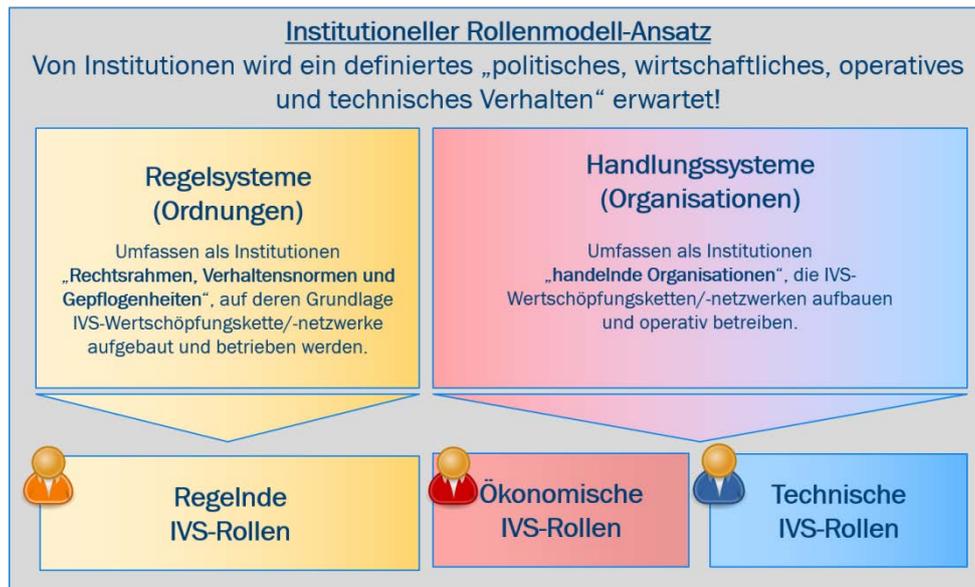


Abbildung 13 - Institutioneller Rollenmodell-Ansatz

Gemäß Schneider (Schneider 1995) werden Institutionen nach Regelsystemen (Ordnungen) und Handlungssystemen (Organisationen) differenziert (siehe Abbildung 13):

- Regelsysteme umfassen Institutionen wie „Rechtsrahmen, Verhaltensnormen und Gepflogenheiten“ in Märkten und in anderen Organisationen als Bestandteile von Markt- und Unternehmensverfassungen.
- Handlungssysteme umfassen handelnde Organisationen und setzen insofern immer handelnde Personen voraus. Diese Eigenschaft trennt das Handlungssystem vom Regelsystem.

3.2.3.3 Kategorien von IVS-Rollen

Vor diesem Hintergrund differenziert die IVS-Rahmenarchitektur drei Kategorien (Familien) von IVS-Rollen:

Regelnde IVS-Rollen, die Regelsysteme pflegen und ggf. schaffen, die für den Aufbau von IVS-Wertschöpfungsketten/-netzwerken und den Betrieb von IVS-Diensten erforderlich sind:

- Normative Regelungen (rechtlich, technisch)
- Wirtschaftliche Rahmenbedingungen (Förderung)
- Politische Rahmenbedingungen

Diese Rollen werden in der Regel von politischen, parlamentarischen, rechtsprechenden und nachgelagerten handelnden Organisationen eingenommen.

Operativ handelnde IVS-Rollen, die in Handlungssystemen von IVS-Diensten Verantwortung tragen und von denen erwartet wird, dass sie bei der Entwicklung, Einführung und im operativen Betrieb von IVS-Diensten handeln. Hier werden IVS-Rollen wie folgt unterschieden:

- **Ökonomische IVS-Rollen** (Governance von IVS-Diensten) mit folgenden Verantwortlichkeiten und Aufgaben:
 - Entwicklung der IVS-Ziel- und -Realisierungsvorstellungen eines IVS-Dienstes sowie der IVS-Strategie zur Zielerreichung

- Schaffung der notwendigen vertraglichen und finanziellen Grundlagen für die Entwicklung, die Implementierung und den Betrieb eines IVS-Dienstes
- Bereitstellung der administrativen und betrieblichen Ressourcen für das Management und den Betrieb eines IVS-Dienstes
- Management und Controlling (der Wertschöpfung) eines IVS-Dienstes während des Betriebs
- Schaffung der notwendigen technischen Rahmenbedingungen (technische Standards, notwendige IT und Infrastruktur ...) für den Betrieb des IVS-Dienstes
- Technische IVS-Rollen (Betrieb eines IVS-Dienstes) mit der Verantwortlichkeit und den Aufgaben für den operativen Betrieb eines IVS-Dienstes

Ökonomische und Technische Rollen werden in der Regel von handelnden Organisationen der Wirtschaft und der Öffentlichen Verwaltung eingenommen.

3.2.4 Wertigkeiten von IVS-Rollen (Power-Grid)

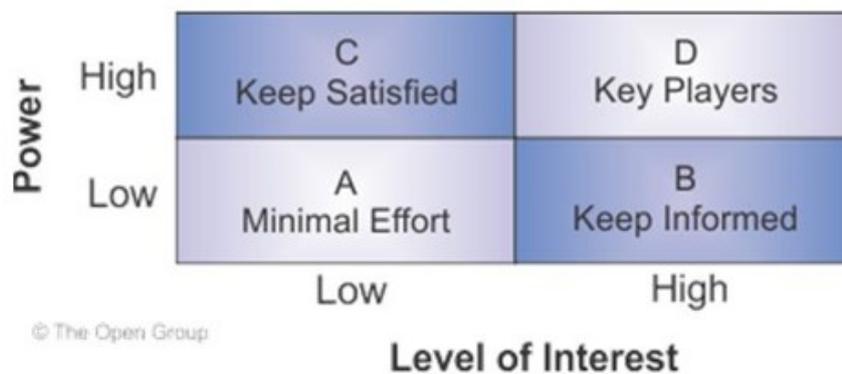


Abbildung 14 - Power Grid für die Stakeholderanalyse (siehe The Open Group)

IVS-Rollen haben unterschiedliche Wertigkeiten in Bezug auf das Zustandekommen und für den Betrieb eines IVS-Dienstes. Zur Einschätzung der Bedeutung der verschiedenen Rollen unterscheidet das Rollen-Power-Grid-Modell der Open Group (siehe Abbildung 14) vier unterschiedliche Wertigkeiten:

- IVS-Schlüsselrollen (Power Grid D: Key Players)
 - sind die, die für das Zustandekommen von IVS-Diensten unbedingt erforderlich sind und die an der Wertschöpfung im operativen Betrieb von IVS-Diensten direkt beteiligt sind.
- Involvierte IVS-Rollen (Power Grid C: Keep satisfied)
 - sind IVS-Rollen, die zwar nicht direkt an der Wertschöpfung eines IVS-Dienstes beteiligt sind, für die der IVS-Dienst aufgrund einer Zusammenarbeit mit den IVS-Schlüsselrollen jedoch mit direkten Auswirkungen verbunden ist.
- Interessierte IVS-Rollen (Power Grid B: Keep informed)
 - sind Interessengruppen, die als Interessengemeinschaft von IVS-Diensten betroffen sind.
- Sonstige IVS-Rollen (Power Grid A: Minimal Effort)
 - sind IVS-Rollen, die am Rande beteiligt sind, auf die der IVS-Dienst aber weder eine Auswirkung hat noch mit einem Interesse verbunden ist.

3.2.5 Stereotype von IVS-Akteuren bzw. IVS-Akteure als Instanzen von IVS-Rollen

Im konkreten Fall der Entwicklung einer IVS-Referenzarchitektur oder einer IVS-Architektur eines realen Dienstes werden IVS-Rollen von IVS-Akteuren eingenommen. Bei IVS-Referenzarchitekturen handelt es sich um Stereotype von IVS-Akteuren (z. B. Öffentlicher Straßenbaulastträger, Öffentlicher Straßenbetreiber, Verkehrsunternehmen, Navigationsdienstleister), bei der IVS-Architektur für einen realen IVS-Dienst um konkrete Instanzen der Stereotype von IVS-Akteuren (z. B. Tiefbauamt der Stadt X, Amt für Verkehrsmanagement der Stadt X, Verkehrsunternehmen der Stadt X, TomTom, INRIX, GARMIN, Google, HERE).

3.2.6 IVS-Rollen in IVS-Wertschöpfungsketten/-netzwerken

3.2.6.1 Sichten als Grundlage für die Differenzierung von Rollen

Vor dem oben dargestellten Hintergrund leiten sich die für den Aufbau und Betrieb von IVS-Diensten erforderlichen Rollen durch drei ganz unterschiedliche Sichten auf die IVS-Wertschöpfungskette/das IVS-Wertschöpfungsnetzwerk bzw. ihre einzelnen Stufen ab:

- die hoheitliche Sicht: Hoheitliche (regelnde) IVS-Rollen
- die ökonomische Sicht: Ökonomische IVS-Rollen
- die technische Sicht: Technische IVS-Rollen

3.2.6.2 IVS-Rollen mit hoheitlicher Sicht: Schaffung hoheitlicher IVS-Regeln und -Rahmenbedingungen

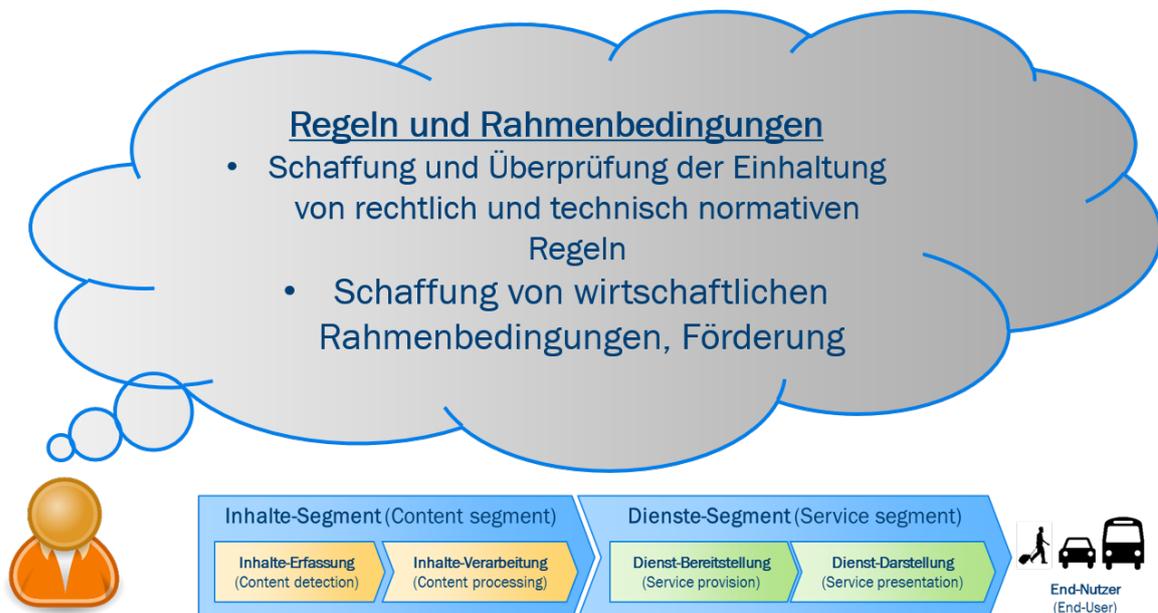


Abbildung 15 - Rollen mit hoheitlicher Sicht

Es gibt folgende Rollen mit hoheitlicher Sicht (siehe Abbildung 15):

- Gesetzgebende IVS-Rollen
 - Parlamentarische Institutionen, die als gesetzgebende Gewalt rechtlich und technisch normative Regeln- und Rahmenbedingungen schaffen
- Rechtsprechende IVS-Rollen
 - Gerichtliche Institutionen, die im Falle von Meinungsverschiedenheiten und Konflikten Recht sprechen

- Ausführende IVS-Rollen
 - Regierungsinstitutionen und Öffentliche Verwaltungen, die gesetzliche Vorgaben ausführen/umsetzen
- Politische IVS-Rollen
 - Institutionen der Politik, die politisch motivierte rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen durch die Meinungsbildung und durch das Einbringen von Gesetzen (z. B. Förderung von IVS oder C-ITS) schaffen

3.2.6.3 IVS-Rollen mit ökonomischer Sicht: Management von IVS-Wertschöpfungsstufen



Abbildung 16 - Rollen mit ökonomischer Sicht

Als Vorschlag für ein Ökonomisches IVS-Rollenmodell wird ein Modell von Schulz (siehe Schulz et al. 2013) herangezogen, das die klassischen betriebswirtschaftlichen Rollen durch spezifische, durch die Wertschöpfung geprägte Rollen ersetzt (siehe Abbildung 16).

Beispiele für ökonomische IVS-Rollen sind:

- IVS-Business Management
 - Die Rolle umfasst die Entscheidungsbefugnis über die Art und Weise wie IVS-Dienste eingeführt und betrieben werden. Dies betrifft sowohl die Strategie als auch operative Umsetzung.
 - Wird diese Rolle durch eine staatliche Institution wahrgenommen, umfassen die damit verbundenen Aktionen das klassische Spektrum über Dienstanweisungen, Rechtsverordnungen, Gesetze, Direktiven und andere.
 - Wird diese Rolle durch eine private Institution wahrgenommen, umfasst sie die Funktion der Unternehmensführung.
- IVS-Service-Angebot
 - Die Rolle erfasst alle Aktionen, die den Wertschöpfungsaspekt von IVS-Diensten betreffen. Das schließt die Konzeption des IVS-Dienstes im Allgemeinen ein, wie auch die Entscheidung über die IVS-Architektur des IVS-Dienstes und wie dieser bepreist wird.

- Die Entscheidung darüber, ob der IVS-Dienst selbst erstellt oder durch Dritte angeboten wird, liegt allerdings im Entscheidungsbereich der IVS-Business Management-Rolle.
- IVS-Human Resources
 - Diese Rolle ist für die Umsetzung der IVS-Dienste zentral. Die Kernaufgabe ist die Bereitstellung und der zielorientierte Einsatz von Personal, um IVS-Dienste einzuführen und zu betreiben.
 - In der konzeptionellen Planung eines IVS-Dienstes werden die Institutionen identifiziert. Im Falle der Umsetzung wird diese Rolle von den relevanten Institutionen so konkretisiert, dass eine personelle Zuordnung ermöglicht wird.
- IVS-Financial Management
 - Diese Rolle soll sicherstellen, dass sowohl die Anfangsinvestitionen als auch die Ersatzinvestitionen finanziert werden können. Wie sich die Finanzierung gestaltet, hängt hier auch davon ab, ob eine staatliche Institution oder eine private Institution in der Finanzierungsverantwortung steht.
 - Im Falle staatlicher Institutionen dürften steuer- und/oder gebührenfinanzierte Lösungen im Vordergrund stehen.
 - Private Investitionen können neben der Innenfinanzierung auf die klassischen Instrumente der Außenfinanzierung (Beteiligungsfinanzierung, Fremdfinanzierung) und Sonderformen der Finanzierung (Factoring) zurückgreifen.
- IVS-Controlling
 - Diese Rolle umfasst vor allem Aufgaben des internen Rechnungswesens. Neben der richtigen Erfassung der Kosten und Erlöse erfüllt das IVS-Controlling eine Unterstützungsfunktion für die Meta-Rolle IVS-Business Management.
 - Auch hier ist im Rahmen der Umsetzung darauf zu achten, dass die zu erfassenden ökonomischen Größen unterschiedlich definiert werden können, wenn es sich entweder um staatliche oder private Institutionen handelt.
 - Bei einer staatlichen Ausübung dieser Rolle können z. B. neben den für den Betrieb notwendigen betriebswirtschaftlichen Kosten und Erlösen auch gesamtwirtschaftliche Kosten und gesamtwirtschaftlicher Nutzen erfasst werden, um die Entscheidungen über Einführung und Betrieb von IVS-Diensten unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren.

3.2.6.4 IVS-Rollen mit technischer Sicht: Technischer Betrieb von IVS-Wertschöpfungsstufen und von IVS-Diensten

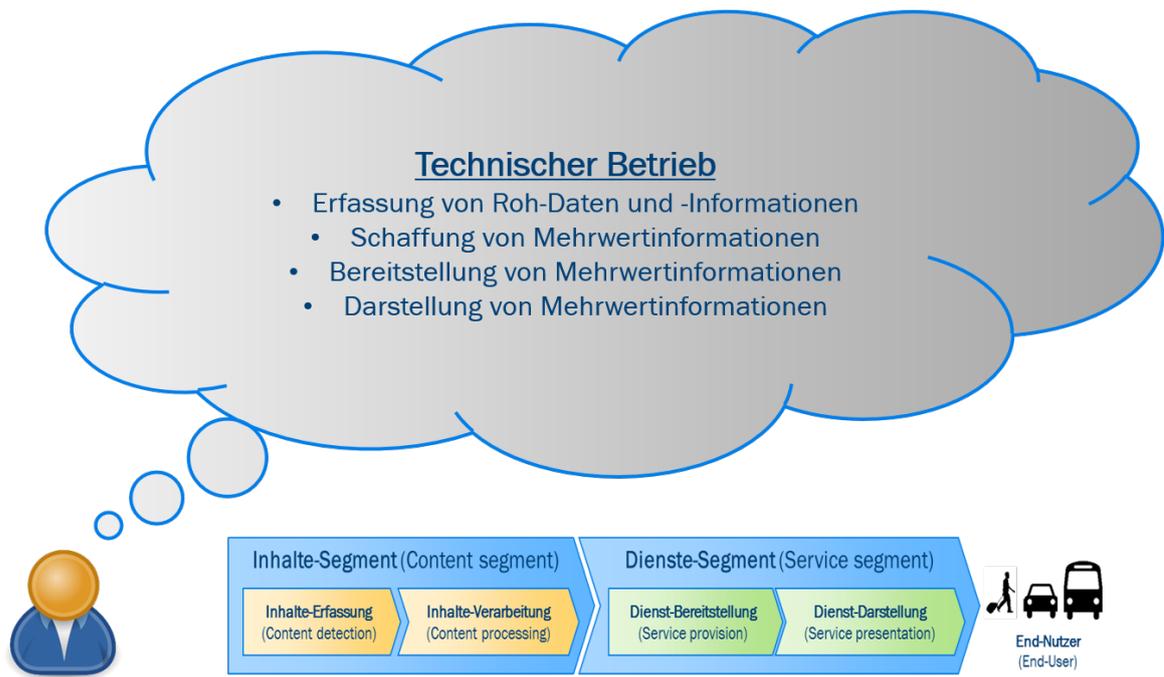


Abbildung 17 - Rollen mit technischer Sicht

- IVS-Inhalteanbieter (Inhalte-Erfassung und Inhalte-Verarbeitung)
 - Erfassung und Sammlung von Rohdaten durch automatische Datenerfassungssysteme.
 - Erfassung/Generierung von (Roh-)Informationen mittels sogenannter „nicht-technischer Quellen“ (z. B. Polizei, Feuerwehr, Behörden, Straßenbetreiber, Mobilitätsdienstleister sowie Verkehrsteilnehmer).
 - Alle Rohdaten und -informationen müssen - falls relevant - eine Ortscodierung und einen Zeitstempel beinhalten. Neben Echtzeitdaten können auch historische Daten für die Generierung von Prognosen verwendet werden.
 - Bereitstellung der Daten und Informationen an Schnittstellen in geeigneten Datenformaten und mittels geeigneter Protokolle.
- IVS-Dienstbetreiber (Dienst-Bereitstellung)
 - Sammlung und Verfeinerung von Rohdaten und -Informationen unter Umständen von mehreren und verschiedenen IVS-Inhalteanbietern zu verwertbaren Mehrwert-Informationen (Schaffung von Added Value).
 - Anwendung unterschiedlicher Methoden (Fusion von Daten, spezielle Algorithmen, Verkehrs- und Entscheidungsmodelle ...).
 - Erzeugung von Informationen mit identischem Inhalt für unterschiedliche IVS-Dienstanbieter und unterschiedliche IVS-Endgeräte von IVS-End-Nutzern (Smartphones, Websites, Navigationssysteme usw.)
- IVS-Dienstanbieter (Dienstdarstellung)
 - Realisierung von direkten Schnittstellen zum IVS-End-Nutzer, oft unter Rückgriff auf IVS-Dienste anderer IVS-Dienstanbieter.

- Übermittlung der Mehrwertinformationen an den IVS-End-Nutzer.
- IVS-End-Nutzer
 - ist Kunde des IVS-Diensteanbieters und nutzt Informationen für private oder geschäftliche Zwecke (siehe Abbildung 17).

3.2.6.5 Weitere IVS-Rollen

Neben den direkt an der Wertschöpfung beteiligten IVS-Rollen gibt es weitere wichtige IVS-Rollen. Diese werden auch als IVS-Stakeholder bezeichnet, weil sie eigenen Interessen mit der IVS-Wertschöpfung eines IVS-Dienstes verbinden, z. B.

- Technikhersteller und -lieferanten
- Standardisierungsorganisationen
- Verbände und Vertreter von politischen und wirtschaftlichen Interessensgruppen
- Interessengruppen von Bürgern
- ...

3.2.7 Beispiel-Stereotype von IVS-Akteuren

Im konkreten Falle der Konzeption, Einführung und des Betriebs eines IVS-Dienstes werden Rollen von konkreten IVS-Akteuren eingenommen, die Stereotypen von IVS-Akteuren zugeordnet werden können.

Folgende Liste zeigt Stereotype von IVS-Akteuren:

- Öffentliche Institutionen
 - Gesetzgeber/Regulierungsbehörde
 - Finanz- und Fördermittelgeber
 - Öffentlicher Baulastträger
 - Öffentlicher Straßenbetreiber
 - Straßenverkehrsbehörde (Polizei)
 - Öffentlicher Serviceoperator (Wetterdienst ...)
 - Öffentlicher Service Provider (Landesmeldestellen, Öffentliche Rundfunkanstalten ...)
 - ...
- Öffentliche/Private Institutionen
 - Daten- und Informations-Broker (MDM)
 - Standardisierungsorganisationen
- Private Content- und Serviceprovider
 - Private Contentprovider, Serviceoperator und Serviceprovider (Navigationsdienstleister ...)
- Industrie
 - Verkehrstechnik-Industrie
 - IKT-Industrie
 - Automobilindustrie
 - Automobilzulieferer

- Kommunikationsinfrastrukturindustrie

Um IVS-Rollen genauer zu differenzieren und voneinander abzugrenzen, können IVS-Stereotype von IVS-Rollen inhaltlich wie folgt weiter charakterisiert werden:

- Rechtsform und Aufgaben
- Geschäftsstrategie und IVS-Geschäftsmodell(e) (siehe Wikipedia Artikel 2017c) (Business-Case)
- Kern-/Zusatzgeschäfte (Inhalte und Ziele), Finanzierungsmodelle
- Organisationsform, Schlüsselressourcen und Partnerschaften
- Wertschöpfungsprozesse
- Informationsstrukturen
- IT (IT-Dienste und IT-Infrastrukturen inkl. Datenbestand, Datenschnittstellen/Vernetzung)

3.2.8 Erfassung und Beschreibung von IVS-Rollen

3.2.8.1 Ziel der Erfassung von IVS-Rollen

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

3.2.8.2 Identifizierung der IVS-Rollen und ihre Beschreibung

Für die Erfassung und Beschreibung der IVS-Rollen ist es – evtl. schon als Vorbereitung für den Schritt „Entwicklung einer [IVS-Architekturvision](#)“ – erforderlich, eine erste Vorstellung für den IVS-Dienst selbst zu entwickeln und darüber die erforderlichen IVS-Rollen in der IVS-Wertschöpfungskette/im IVS-Wertschöpfungsnetzwerk wie folgt zu veranschaulichen:

- Beschreibung (evtl. Visualisierung) des IVS-Dienstes und des damit verbundenen Nutzens für den Endkunden
- Beschreibung der dazu erforderlichen IVS-Informationslogistikkette
- Identifizierung der an der Wertschöpfung zu beteiligenden IVS-Rollen mit
 - dem Grad der Beteiligung
 - den wichtigsten Anliegen und Geschäftsanforderungen (Business Cases)
 - deren Bedenken und Perspektiven

3.2.8.3 Ergebnisdarstellung der Identifizierung der IVS-Rollen

Zur Ergebnisdarstellung stellt die IVS-Rahmenarchitektur zwei Templates bereit:

- Das IVS-Rollen-Map Template
 - [Das IVS-Rollen-Map Template](#) ist ein IVS-Architekturdeliverable, das die Stereotype von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern deklariert und mit Ihren Geschäftsanliegen und IVS-Rollen beschreibt und damit einen Überblick über alle Beteiligten schafft.
 - Außerdem klassifiziert es die Bedeutung von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern, die sie über ihre Rolle für den IVS-Dienst bzw. die IVS-Dienste-Kategorie erlangen (Power-Grid).
- Das IVS-Rollen Template

- Das **IVS-Rollen Template** ist ein IVS-Architekturbaustein, mit dem Stereotype von IVS-Fähigkeiten und IVS-Verantwortlichkeiten, die für IVS-Wertschöpfung von IVS-Diensten typisch und erforderlich sind, bezeichnet und semantisch beschrieben werden.

3.2.8.4 Beispiel einer IVS-Rollenmap

In Tabelle 3 sind Beispiele für die Rollenmap zu finden.

IVS-Rolle für die IVS-Wertschöpfung	Sicht der IVS-Rolle (H=hoheitlich, Ö=Ökonomisch, T=Technisch, N=Nebenrolle)	Schlüsselanliegen der IVS-Rolle	IVS-Capabilities/IVS-Verantwortlichkeiten	Wertigkeit der IVS-Rolle (gemäß Power Grid)	IVS-Akteur bzw. IVS-Akteurs-Stereotyp
Verkehrsplanung	T	Plannerische Grundlagen für Verkehrsmanagement nach verkehrsplanerischen Grundsätzen schaffen	Netz, Infrastruktur, Verkehrstechnische Unterlagen, VM-Strategien... planen und als Versorgungsdaten bereitstellen	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber
Runder Tisch	T	Plannerische Grundlagen für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement nach verkehrsplanerischen Grundsätzen schaffen	Zuständigkeitsübergreifende VM-Strategien planen und als Versorgungsdaten bereitstellen	Key player	Arbeitsgruppe zweier oder mehrerer Öffentlicher Straßenbetreiber
Betriebsdatenerfassung	T	Hohe Verfügbarkeit der verkehrstechnischen Infrastruktur	Betriebsdaten der verkehrstechnischen Infrastruktur detektieren	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber
Stellplatzerfassung	T	Stellplätze nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vermieten	Stellplatzangebot detektieren	Key player	Parkhausbetreiber
Datenerfassung Private	T	Bestmögliche Information des individuellen Kunden (hohe Kundenzufriedenheit)	Verkehrsdaten Stadt und Fernstraßen detektieren	Keep satisfied	Privater (Mobilitäts-)Dienstleister
Verkehrsdatenerfassung	T	Qualitativ hochwertige Erfassung von verkehrsrelevanten Daten	Vorhersehbare Ereignisse erfassen, Verkehrsdaten detektieren, unvorhersehbare Ereignisse detektieren	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber
Verkehrsmanagement	T	Vermeidung von Überlastungen im Netz sowie schnelle und angemessene Reaktion auf unvorhersehbare Störungen im Netz	Verkehrsdatenfusion, Verkehrsmodellierung, Betriebsdatenfusion, Strategieauswahl	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber
Verkehrsinformation	T	Schnelle und kollektive Verbreitung von Verkehrsinformationen in Echtzeit mittels möglichst aller verfügbaren	Maßnahmen (und Routen) publizieren	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber

		Informationskanäle (Broadcasting)			
Verkehrsinformation Private	T	Schnelle und personalisierte Verbreitung von Verkehrsinformationen in Echtzeit mittels individueller Informationskanäle	Maßnahmen publizieren (private)	Keep satisfied	Privater Service Provider
Nationaler Zugangspunkt (National Access-Point)	T	Förderung des Datenaustausches zwischen IVS-Akteuren	Maßnahmen und Strategien makeln	Key player	Öffentlicher oder privater Service Operator
Verkehrssteuerung	T	Schnelles und effektives Umsetzen von Verkehrsmanagementstrategien	Aktoren schalten	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber
End-Nutzer individuell	T	Erhalt von qualitativ hochwertigen, verlässlichen Informationen, die ihn in Echtzeit bei der Wahl seiner Route unterstützen	Kollektive und individuelle Informationen verarbeiten	Key player	End-Nutzer
End-Nutzer kollektiv	T	Erhalt von qualitativ hochwertigen, verlässlichen Informationen, die ihn in Echtzeit bei der Wahl seiner Route unterstützen	Kollektive Informationen verarbeiten	Key player	End-Nutzerkollektiv
Verkehrsmanagement als End-Nutzer	T	Zugriff auf qualitativ hochwertige Verkehrsinformationen in Echtzeit	Verkehrsinformationen verarbeiten	Key player	Öffentlicher Straßenbetreiber als End-Nutzer
OCA - Open Traffic Systems City Association	N	Unterstützung von und Teilhabe an Standards für zuständigkeitübergreifendes Verkehrsmanagement	Standards für zuständigkeitübergreifendes Verkehrsmanagement	Keep informed	Öffentlicher Straßenbaulastträger
IVS-Dienst-Ersteller	Ö	Erstellung von IVS-Diensten nach wirtschaftlichen und technischen Grundsätzen	Beschaffung der Finanzmittel für und Erstellung von IVS-Diensten	Key player	Öffentlicher Baulastträger
IVS-Gesetzgeber	H	Schaffung eindeutiger gesetzlicher Rahmenbedingungen für IVS-Dienste	Legislative	Keep satisfied	Parlamentarische Institutionen
IVS-Dienste System-Lieferant	N	Herstellung und Verkauf von wettbewerbsfähigen Systemen, Software und Infrastruktur von IVS-Diensten	Herstellung, Lieferung, Implementierung und Unterhaltung sowie Vertrieb von Systemen, Software und Infrastruktur von IVS-Diensten	Keep informed	Hersteller von Systemen, Software und Infrastruktur von IVS-Diensten

Tabelle 3: Beispiele von IVS-Rollenbeschreibungen von IVS-Akteurs-Stereotypen mit Hilfe des IVS-Rollen-Map-Templates

3.2.8.5 Beispiel Rollenbeschreibung

Tabelle 4 zeigt beispielhaft ein ausgefülltes IVS-Rollentemplate für die IVS-Rolle „Verkehrsmanagement Stadt“ in der Referenzarchitektur „Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“:

Stammdaten der IVS-Rolle	
IVS-Rolle (für die IVS-Wertschöpfung)	Verkehrsmanagement Stadt (Anwendung von Verkehrsmanagementstrategien im Zuständigkeitsbereich Stadt)
Sicht der IVS-Rolle	Technische Sicht
IVS-Akteur(e) bzw. IVS-Akteurs-Stereotyp(e) für diese IVS-Rolle	Verkehrsmanagementabteilung des öffentlichen Straßenbetreibers Stadt (Amt für Verkehrsmanagement, Düsseldorf)
Ziele und Interessen	
Verantwortungsbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auswahl und Anwendung von Verkehrsmanagementstrategien als Beitrag zur Sicherstellung von Sicherheit und Komfort des Verkehrsablaufs des Verkehrsteilnehmers im städtischen Straßennetz ▪ Umsetzung und Einhaltung der Anforderungen, die aus dieser Rolle erwachsen ▪ Beim zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement in der Rolle des Ansprechpartners und verantwortlichen IVS-Akteurs auf Seiten der Stadt.
Ziele und Interessen der IVS-Rolle	Sicherstellung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrsablaufs für alle Nutzer des städtischen Straßennetzes
Aufgaben und Interessen	
Aufgaben im Zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement	<p>Umsetzung der gemeinsam mit der Fernstraßenseite vereinbarten Verkehrsmanagementstrategien mit Wirkung im kommunalen Netzbereich. Diese können im Kontext eines Strategie- und Informationsverbundes mit anderen Straßenbetreibern (andere Kommune, Land) und/oder mit privaten Dienstleistern erweitert werden. Unter dem Betrachtungsfokus des straßenbetreiber- und privatwirtschaftsübergreifenden Strategie- und Informationsverbundes stehen folgende Aufgaben im Vordergrund:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategiemangement vorhersehbarer Ereignisse ▪ Management unvorhersehbarer Ereignisse ▪ Straßenbetreiberübergreifende Kooperation <ul style="list-style-type: none"> ▫ Anforderung von gemeinsam vereinbarten Schaltungen im Netz des jeweils anderen Zuständigkeitsbereichs. Strategieabgleich zwischen Zuständigkeiten auf Basis vordefinierten Strategien ▫ Austausch von Betriebszuständen und Meldungen ▪ Austausch von Verkehrsdaten (LOS, Q, V usw.) für das gesamte Netz oder auch nur für den Netzübergangsbereich ▪ Kooperation mit Privaten <p>Die vordergründige Anwendung des Zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagements ist die Alternativroutensteuerung. Im Kontext eines Straßenbetreibers und/oder privatwirtschaftsübergreifenden Verbundes müssen aber auch die Bedürfnisse von Privaten IVS-Akteuren durch z. B. Strategieabgleich, Bereitstellen von Verkehrsdaten, Meldungen und Betriebszuständen Rechnung getragen werden. Voraussetzung ist eine planerische und organisatorische Abstimmung von Maßnahmen im Vorfeld.</p>

Prozessbeteiligung	Abstimmung der Strategieauswahl mit Zuständigkeit Fernstraßen im Falle von Stau und besonderen Ereignissen (Maßnahmenauschliste) Austausch von Verkehrsdaten und Alternativrouten mit Privaten Service Providern (Strategiekonformes Routen)
Interaktion mit anderen IVS-Rollen	Statische und dynamische Verkehrsmanagementstrategien und -informationen erheben und der Zuständigkeit Fernstraßen bereitstellen
Daten und Informationen	
Benötigte Daten/Informationen	Verkehrszustand im Netz und Maßnahmenanforderungen
Erzeugte Daten/Informationen	Aktualisierte Maßnahmenauschliste
IVS-Capabilities	
IVS-Fähigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstellung und Visualisierung von Betriebszuständen und von zu einem Verkehrslagebericht aufbereiteten Verkehrsdaten ▪ Senden und Empfangen von Maßnahmenauschlisten ▪ Senden und Empfangen von Bestätigungen von Maßnahmenanforderungen mittels Versand einer aktualisierten Maßnahmenauschliste ▪ Weitergabe von Routenempfehlungen
Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leistungsfähige straßenseitige und zentralseitige IVS-Infrastruktur ▪ Leitstelle für Verkehrsmanagement mit online- und Realzeit- Interaktionsmöglichkeiten mit anderen IVS-Akteuren ▪ Für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement ausgebildetes, erfahrenes Personal.

Tabelle 4: Ein Beispiel für die Beschreibung eines IVS-Akteurs in einer konkreten IVS-Rolle mit Hilfe des IVS-Rollen-Templates

3.2.8.6 Requirements Management als Hilfestellung zur Identifikation von Anforderungen an IVS-Rollen

Mithilfe des Requirements Managements können Anforderungen an IVS-Rollen identifiziert werden (siehe Abbildung 18). Um Anforderungen zu ermitteln, kann die Technik der Business-Szenarios angewandt werden. Sie dient der Identifikation und Dokumentation von Anforderungen.

IVS-Anforderung

Identifikation	
Lfd. Nummer	
Beschreibung	
Art der Anforderung	
Begründung	
Gesetze	
Andere	
...	
Einordnung	
Zugehörigkeit zu Phase der IVS-Architekturentwicklung	
Quelle	
Version	
Autor	
Status	

Abbildung 18 - Anforderung-Template (Version 00-00-01)

Für die Formulierung der Requirements in natürlicher Sprache empfiehlt sich die Verwendung einer im Requirements Engineering erprobten Satzschablone gemäß Abbildung 19:

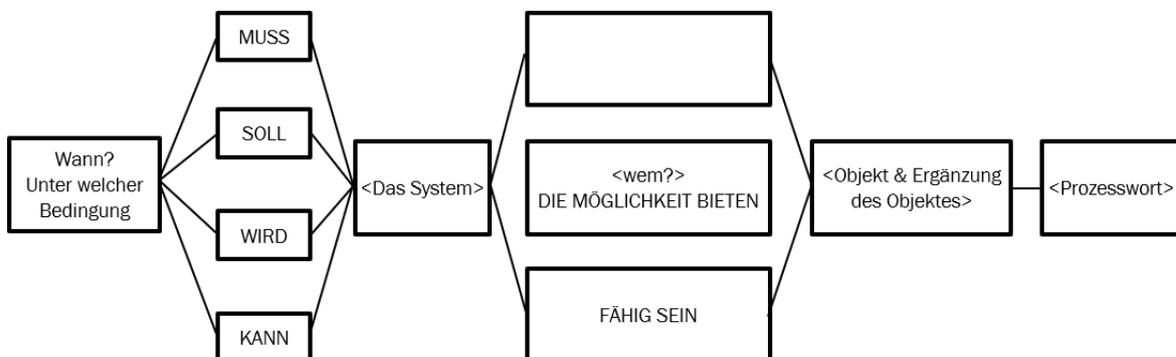


Abbildung 19 - Requirements Schablone (siehe Pohl und Rupp 2015)

Vorteil der Satzschablone ist die klare Syntax und sie hilft außerdem dabei, übliche Fehler bei der Formulierung zu vermeiden.

3.3 Das Konzept zur Formulierung von IVS-Zielen und -Realisierungsvorstellungen

3.3.1 Einführung

Um die Diskussion über die Formulierung von Ziel- und Realisierungsvorstellungen für IVS-Dienste von vorneherein auf eine methodisch konsistente und für jeden nachvollziehbare Basis zu stellen, wird auf das Business Motivation Model (BMM, Version 1.3) (siehe OMG 2015) der OMG - Open Management Group (siehe Wikipedia Artikel 2017g) zurückgegriffen. Eine Übersicht über die Bestandteile des Business Motivation Models zeigt Abbildung 20.

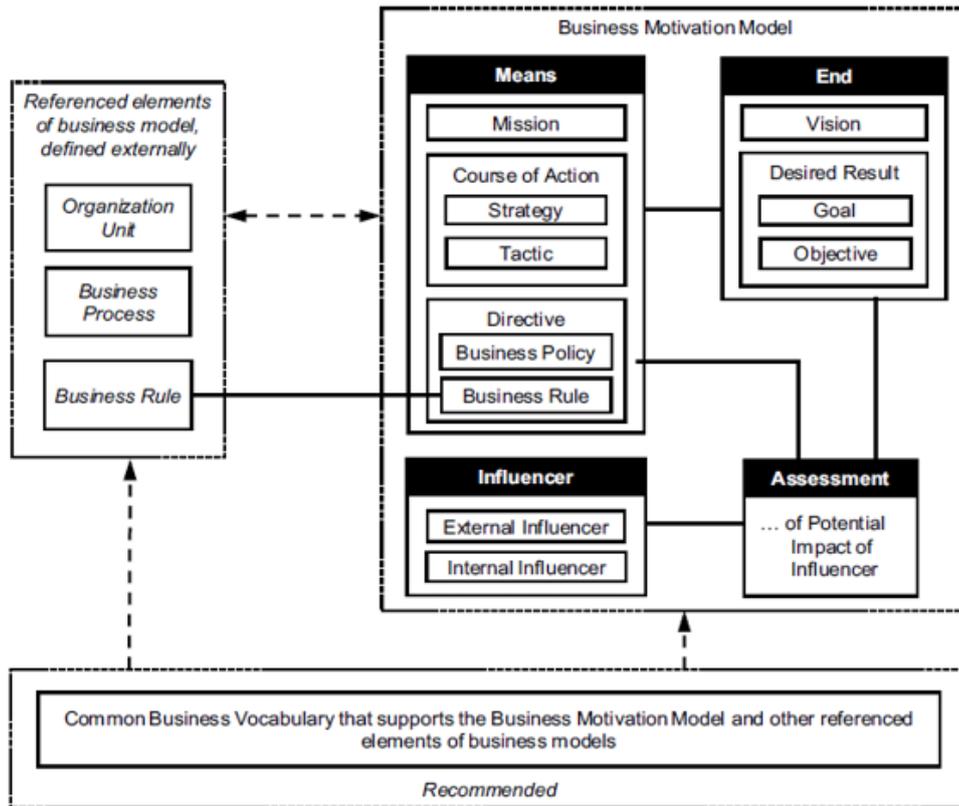


Abbildung 20 - Übersichtsdarstellung des BMM - Business Motivation Models (siehe OMG 2015)

Das BMM-Business Motivation Model beleuchtet die Anforderungen an das Business (Geschäft) eines Unternehmens/einer Organisation auf verschiedenen Ebenen, um gründlich und präzise zu erfassen und zu begründen,

- warum ein Unternehmen/eine Organisation handeln will (oder soll),
- worauf das Handeln abzielt und was am Ende erreicht werden soll,
- wie ein Unternehmen/eine Organisation plant, dorthin zu kommen und
- wie ein Unternehmen/eine Organisation die erreichten Ergebnisse bewertet.

Für die Beschreibung des „Business“ definiert und verwendet das BMM verschiedene Elemente (semantische Konzepte), die zueinander in Beziehung gesetzt werden (siehe Abbildung 21).

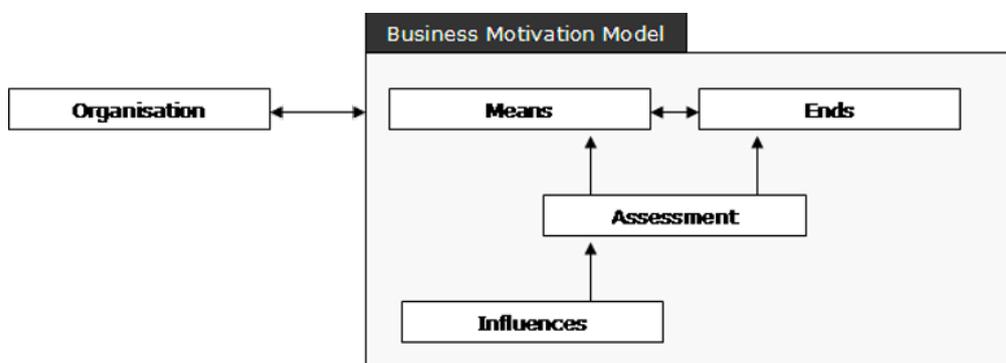


Abbildung 21 – Elemente des BMM - Business Motivation Models (siehe OMG 2015)

Die wichtigsten Elemente sind:

- Ends: Was (im Gegensatz zu Wie) das Unternehmen/die Organisation - am Ende - erreichen möchte
- Means: Wie - mit welchen (Hilfs-)Mitteln - das Unternehmen/die Organisation beabsichtigt, seine Ends zu erreichen
- Directives: Die Regeln und Grundsätze, die die verfügbaren Means einschränken bzw. regulieren
- Influencers: Einflussfaktoren, die Änderungen erforderlich machen, während ein Unternehmen/eine Organisation mit den Means oder der Erreichung der Ends befasst ist. Influencers sind per Definition neutral
- Assessment: Eine *Beurteilung* eines Influencers, der die Fähigkeit eines Unternehmens bei der Erreichung seiner Ends oder Anwendung seiner Means beeinflusst.

3.3.2 Das Ends-Konzept (Formulierung von Zielvorstellungen)

3.3.2.1 Einführung

Im Kontext der Ziele-Diskussion für IVS-Dienste ist zunächst das Ends-Konzept von Bedeutung. Ends beschreiben, was ein Business (am Ende) sein will bzw. wo ein Business (am Ende) stehen will. Ends selber geben keine Auskunft darüber, wie sie erreicht werden sollen. Wenn wir den Business-Begriff auf den IVS-Dienst übertragen, d. h., wenn wir einen IVS-Dienst als Business begreifen und interpretieren, hilft das Ends-Konzept, Ziele auf ihre Bedeutung hin semantisch zu differenzieren.

3.3.2.2 Ends-Kategorien

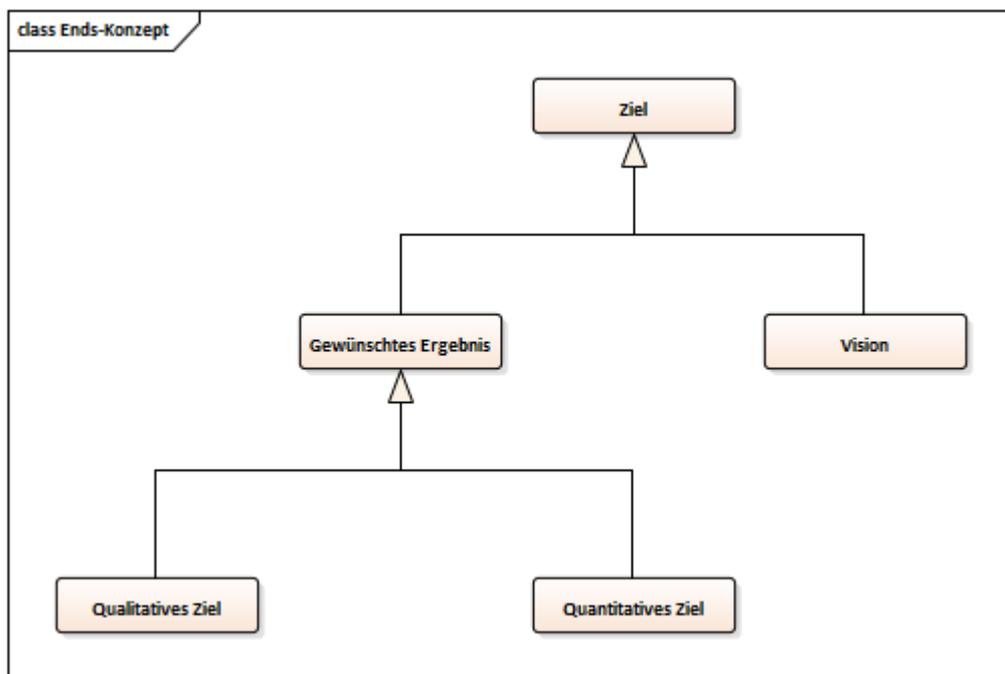


Abbildung 22 - Ends-Konzept des Business Motivation Models (siehe OMG 2015)

- Eine Vision ist ein generelles Bild dafür, was ein Business zukünftig sein oder werden möchte. Hinweis: das Business Motivation Model kann eingesetzt werden, auch wenn eine Vision nicht explizit festgelegt wurde.

- Desired Results (dt.: gewünschte Ergebnisse), differenziert als Goals (dt.: generelle Zielsetzung/Oberziel/Zweck) und Objectives (dt.: messbare Einzelziele), sind spezifischer als Visionen (siehe Abbildung 22):
 - Ein Goal (dt.: qualitatives Ziel) ist vom Wesen her eher langfristig ausgerichtet und eher qualitativ als quantitativ festgelegt. Es sollte jedoch gerade noch so zukunftsnahe sein, dass dafür messbare Einzelziele definiert werden können.
 - Ein Objective (dt.: quantitatives Ziel) ist ein Schritt auf dem Weg hin zum generellen Ziel. Es quantifiziert ein Stück weit das generelle Ziel. Es muss mit einem End-Datum verknüpft sein und es müssen Kriterien festgelegt sein, um darüber feststellen zu können, ob es erreicht wurde oder nicht. Messbare Einzelziele bilden die messbare Grundlage dafür, ob ein Fortschritt in Richtung der Erfüllung der generellen Zielsetzung erreicht wurde.

3.3.2.3 Übertragung des Ends-Konzepts auf IVS

IVS-Visionen (BMM: Visions)

Jedes Unternehmen/jede Organisation hat natürlich Visionen, wo die Reise hingehen soll, d.h. wo das Unternehmen/die Organisation z. B. in zehn Jahren stehen will. Visionen sind aber oft nicht oder nur unscharf formuliert und treten in der Realität des Alltags oft in den Hintergrund. Für IVS allerdings haben Visionen eine große Bedeutung, weil IVS und IVS-Dienste im Kontext politischer und gesellschaftlicher Diskussionen über Verkehr, Transport und Mobilität eine große Rolle spielen. Typische Visionen im Kontext von IVS zeigt Tabelle 5.

IVS-Zielfeld	IVS-Vision
Sicherheit	Unfallfreier Verkehr und Transport auf Bundesautobahnen
Emissionen	Emissionsfreier Verkehr und Transport bis zum Jahr 2050
Mobilität	Der informierte Reisende (zu jeder Zeit, an jedem Ort)

Tabelle 5: Beispiele für IVS-Visionen für unterschiedliche IVS-Zielfelder

Ergebnisse (Nutzen und Wirkung) von IVS-Diensten (BMM: Desired results)

Mit einem IVS-Dienst werden nicht nur Visionen, sondern stets auch konkrete Ziele verfolgt (siehe Abbildung 22). Für das Engagement von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern soll sich ein bestimmter Gegenwert in Form eines Ergebnisses (IVS-Nutzen/IVS-Wirkung) einstellen.

Grundsätzlich sind natürlich für jeden IVS-Dienst das große Ganze, also der IVS-Nutzen und der damit verbundene Mehrwert für den späteren IVS-End-Nutzer im Fokus zu behalten und gemeinsam daraufhin zu arbeiten. IVS-Nutzen entsteht, wenn IVS-End-Nutzer oder IVS-End-Nutzerkollektive Zugriff auf IVS-Informationen haben, um eigene IVS-Entscheidungen sicher, zuverlässig, schnell und effektiv treffen zu können.

In Abhängigkeit der rechtlichen Ausgangssituation von IVS-Akteuren oder IVS-Stakeholdern (privat oder öffentlich-rechtlich) werden generelle IVS-Zielsetzungen in der Regel ganz unterschiedlich und ggfs. auch konfliktär formuliert und interpretiert:

- Für privatwirtschaftlich finanzierte Unternehmen steht bei der Zielformulierung der eigene Business Case und der mit einem IVS-Dienst oder der Konformität zu einer IVS-Architekturvorgabe verbundene wirtschaftliche Mehrwert für das Unternehmen im Vordergrund. Somit sind privatrechtliche Unternehmen naturgemäß eher auf den individuellen IVS-Nutzen von solchen Kunden ausgerichtet, die letztendlich bereit sind für den IVS-Dienst direkt oder indirekt zu bezahlen.

- Für steuer- oder gebührenfinanzierte Institutionen des öffentlichen Rechts stehen bei der Zielformulierung die Umsetzung politischer Vorgaben und genereller gesellschaftspolitischer Ziele (Daseinsvorsorge) und der mit einem IVS-Dienst verbundene Mehrwert für ein End-Nutzer-Kollektiv im Vordergrund. Naturgemäß sind Institutionen des öffentlichen Rechts auf den kollektiven Nutzen der Kunden ausgerichtet, die Steuern zahlen.

Um privat- und steuer-/gebührenfinanzierten Nutzen von IVS-Diensten zu unterscheiden, werden die Begriffe IVS-Nutzen (privatfinanziert) und IVS-Wirkung (steuer- oder gebührenfinanziert) verwendet. IVS-Nutzen und IVS-Wirkung können als rein qualitative IVS-Ziele (BMM: Goals) formuliert werden und/oder als quantitative IVS-Ziele (BMM: Objectives) quantitativ messbar sein (siehe Tabelle 6).

IVS-Zielfeld	IVS-Vision	Qualitative IVS-Ziele (Goals)	Quantitative IVS-Ziele (Objectives)
Sicherheit	Unfallfreier Verkehr und Transport auf Bundesautobahnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierung von Auffahrunfällen ▪ Reduzierung von Unfällen in Baustellen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierung der Unfallhäufigkeit in Folge von Staus um X% ▪ Reduzierung der Unfälle mit LKW um X% ▪ Reduzierung von Folgeunfällen bei Stau um X%
Emissionen	Emissionsfreier Verkehr und Transport bis zum Jahr 2050	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierung des Energieverbrauchs ▪ Reduzierung der Schadstoffemissionen ▪ Reduzierung der Lärmbelastungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraftstoffverbrauch um X% reduzieren ▪ CO₂-Ausstoß um X% reduzieren
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der informierte Reisende (zu jeder Zeit, an jedem Ort) ▪ Kontinuierliche Verbesserung des Modal Split von Pendlern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit bei der Anfrage von Reisealternativen der multimodalen Reiseplanung ▪ Aufklärung und Information der Reisenden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verkürzen der Latenzzeit von der Reiseanfrage bis zur Präsentation der Reiseroute auf < 5 Sekunden ▪ Umstieg von 10 % der bisherigen PKW-Fahrer auf ÖPNV

Tabelle 6: Beispiele für Qualitative und Quantitative IVS-Ziele

Da IVS-Dienste in der Regel nur durch die Kooperation und Zusammenarbeit ganz unterschiedlicher IVS-Akteure entstehen, müssen sich diese letztendlich auf gemeinsame Ziele verständigen (Zwang zum Konsens).

3.3.3 Das Means-Konzept (Formulierung von Realisierungsvorstellungen)

3.3.3.1 Einführung

Ein (Hilfs-)Mittel repräsentiert jede Art von spezieller Fähigkeit, System, Technologie, Regelwerk, Instrument oder Methode etc., die in Anspruch genommen, aktiviert oder verstärkt werden kann, um Ziele (Ends) zu erreichen. (Hilfs-)Mittel sagen jedoch weder etwas über Schritte (Geschäftsprozesse und -abläufe) aus, die notwendig sind, um sie zu nutzen, noch über Verantwortlichkeiten für solche Aufgaben, sondern lediglich über die Fähigkeiten, die mit den (Hilfs-)Mitteln verbunden sind, und die einsetzbar sind, um die gewünschten Ergebnisse (Ends) zu erzielen.

Wenn man (Hilfs-)Mittel beschreibt, ist es auch nützlich zu dokumentieren, wer das (Hilfs-)Mittel zu welchem Zeitpunkt einsetzt, sodass für die Zukunft als Referenz ein Prüfpfad existiert.

3.3.3.2 Hilfs-(Mittel)-Kategorien

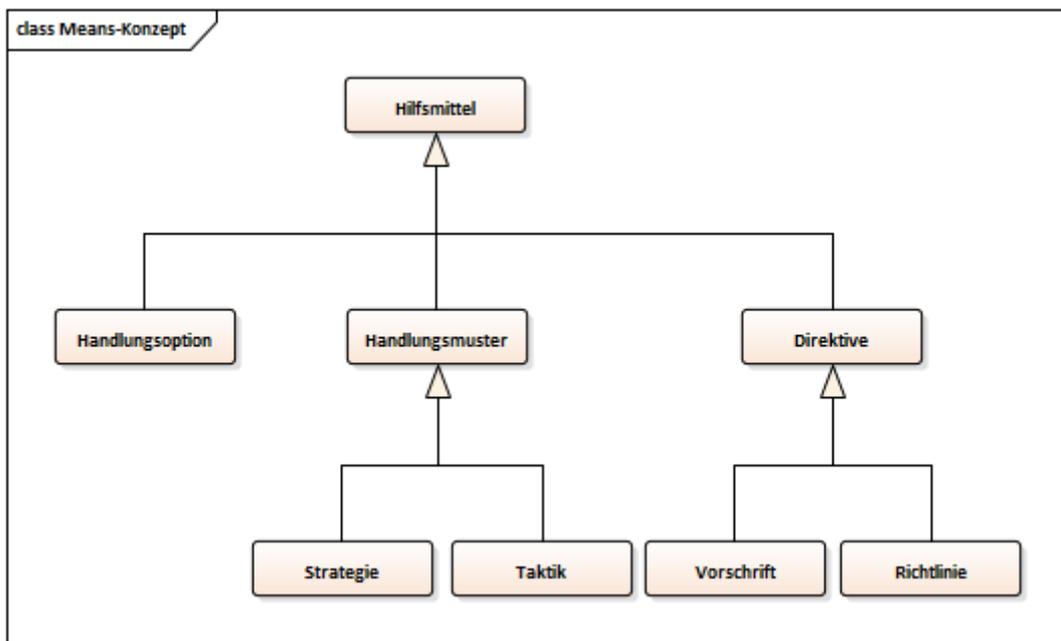


Abbildung 23 - Übersichtsdarstellung über das Means-Konzept des Business Motivation Models

Insofern können (Hilfs-)Mittel sein:

- eine Mission (Handlungsoption, Aktion, Auftrag)

Eine Mission oder auch Handlungsoption bezeichnet, wie ihr Gegenstück Vision, einen Langzeit-Ansatz, der auf die Erfüllung der Vision fokussiert ist (siehe Abbildung 23). Wie die Vision ist die Mission nicht sehr spezifisch formuliert. Die Entscheidung für eine Handlungsoption sollte sich danach richten, wie Ressourcen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen, auf die ein Unternehmen/eine Organisation zurückgreifen kann, am besten genutzt werden können, um die formulierten Ziele auch tatsächlich zu erreichen.

- ein Handlungsmuster (strategisch oder taktisch)

In gewisser Weise, sind Handlungsmuster von grundsätzlicher Natur. Sie sind jedoch stumpfe Instrumente, wenn sie nicht durch entsprechende Direktiven gestützt werden, um eine reale Chance zu haben, erfolgreich zu sein.

- eine Direktive (Geschäftspolitik, Geschäftsregel)

Im Gegensatz zu Handlungsmustern können Direktiven (Vorschriften und Richtlinien) nicht für sich alleine stehen. Vielmehr geben sie den Handlungsmustern den richtigen Schliff. Mit anderen Worten stellen sie sicher, dass Handlungsmuster in intelligenter Weise innerhalb von Grenzen angewendet werden, die für ein Unternehmen/eine Unternehmung akzeptabel bzw. optimal sind. Kurz formuliert, Direktiven repräsentieren das verschlüsselte (z. B. in schriftlicher Form dokumentierte) Wissen, das einem Handlungsmuster die Chance auf den höchstmöglichen Erfolg eröffnet.

Eine Direktive hat auch etwas zu tun mit Führung und Lenkung. Im Gegensatz dazu identifiziert ein Handlungsmuster den aktiven Ansatz auf dem Weg hin zu den Ends. Ein Handlungsmuster ist immer aktionsorientiert.

3.3.3.3 Übertragung des Means-Konzepts auf IVS

IVS-Missionen/IVS-Handlungsoptionen (BMM: Missions)

IVS-Missionen sind IVS-Handlungsoptionen, 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 sind, um der mit der Vision formulierten Zielvorstellung näher zu kommen. Die Entscheidung für eine Art von IVS-Diensten bzw. Kombination von Diensten und ihre spezifische Ausgestaltung sollte sich danach richten, wie ganz aktuell z. B. finanzielle und personelle Ressourcen sowie Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kompetenzen und Technologien am besten eingesetzt werden, um die formulierten Ziele zu erreichen. IVS-Handlungsoptionen müssen jedoch einen als realistisch erachteten Zeithorizont haben (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8). So sollten z. B. IVS-Dienste, die im betrachteten Zeitraum noch nicht die erforderliche Technologiereife erreicht haben, nicht als IVS-Handlungsoption in Erwägung gezogen werden.

IVS-Zielfeld	IVS-Vision	IVS-Handlungsoption (Mission)
Sicherheit	Unfallfreier Verkehr und Transport	Einsatz von Kooperativen IVS-Diensten mit hoher Sicherheitswirkung
Emissionen	Emissionsfreier Verkehr und Transport	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz von energieverbrauchsdämpfenden IVS-Diensten (ITS und C-ITS) ▪ Vermehrtes Feinstaubmanagement
Mobilität	Der informierte Reisende (jederzeit, an jedem Ort)	Einsatz von in Realzeit arbeitenden multimodalen IVS-Informationsdiensten

Tabelle 7: Beispiele für IVS-Handlungsoptionen

IVS-Handlungsmuster (BMM: Course of action)

IVS-Handlungsmuster geben vor, wie man bei der Wahl einer IVS-Mission/IVS-Handlungsoption am besten vorgeht. IVS-Handlungsmuster definieren, was zu tun ist, aber nicht, wie gut etwas zu tun ist. IVS-Performance-Kriterien werden mit den Zielen formuliert, die durch Handlungsmuster unterstützt werden. IVS-Handlungsmuster zielen nicht immer unmittelbar auf die Erreichung von Ergebnissen. Manche sind sinnvoll, um andere IVS-Handlungsmuster zu ermöglichen.

IVS-Handlungsmuster werden unterschieden nach:

- IVS-Strategien...
 - sind eher langzeitorientiert und breit angelegt.
 - sind als Merkmale, die strategische Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen repräsentieren, wesentlich für den Erfolg eines IVS-Handlungsmusters.
 - legen für IVS-Handlungsmuster beste Vorgehensweisen, widerspruchsfreie Verhaltensmuster, Positionierungen und Sichtweisen der IVS-Akteure bei der Modellierung, Planung, Realisierung und dem Betrieb von Verkehrssystemen fest.
 - sind Schlüsselfaktoren, die oftmals über Erfolg oder Misserfolg von IVS-Diensten entscheiden. Zu den strategischen Merkmalen gehören insbesondere Finanzierungskonzepte, aber oft auch zu schaffende rechtliche Rahmenbedingungen und technologische Voraussetzungen. Diese müssen frühzeitig identifiziert und realisiert werden, um von vornherein die Machbarkeit von IVS-Diensten sicherzustellen.
- IVS-Taktiken...
 - sind eher auf kurze Sicht angelegt.

- werden gewählt, um die gewünschten Ergebnisse auch bestmöglich sicherzustellen.
- können zur Implementierung mehrerer IVS-Strategien beitragen.

So wie IVS-Handlungsmuster (Beispiele siehe Tabelle 8) mit den gewünschten Ergebnissen (IVS-Nutzen, IVS-Wirkung) eines IVS-Dienstes korrespondieren, sind IVS-Strategien auf die generelle Zielsetzung ausgerichtet. IVS-Taktiken werden hingegen gewählt, um die gewünschten Ergebnisse auch bestmöglich sicherzustellen (wobei dieser Zusammenhang nicht zwangsweise gilt). IVS-Strategien und IVS-Taktiken sind nicht scharf voneinander getrennt. Im Einzelfall muss jeder für sich entscheiden, nach welchen Kriterien er beide definiert.

IVS-Zielfeld	IVS-Handlungsoption (Mission)	IVS-Handlungsmuster	
		IVS-Strategy (Strategy)	IVS-Taktik (Tactics)
Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementierung von energieverbrauchsfreundlichen IVS-Diensten ▪ Einrichtung von (dynamischen) Umweltzonen (bei Feststellung erhöhter Werte werden Maßnahmen wie Fahrverbote o.ä. ergriffen) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermeidung von Geschwindigkeitsschwankungen auf Fernstraßen ▪ Vermeidung von energieverschwendischem Brems- und Anfahrverhalten an Lichtsignalanlagen ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleichmäßigung des Verkehrsablaufs auf Fernstraßen ▪ Vergleichmäßigung des Verkehrsablaufs auf lichtsignalgeregelten Knotenpunkten und Strecken
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementierung von multimodalen, in Realzeit arbeitenden IVS-Diensten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ An jedem Ort zu jeder Zeit leicht zugängliche, personalisierte, kontextsensitive und verkehrsmittelneutrale Reiseinformation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Angebot von Push-Diensten
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementierung von IVS-Diensten mit hoher Sicherheitswirkung 	<ul style="list-style-type: none"> Vermeidung staubedingter Unfälle ▪ Vermeidung von Staubbildung ▪ Vorbeugung von Auffahrunfällen bei Stau ▪ ... Vermeidung von Unfällen an Baustellen ▪ Baustellen-Slotmanagement ▪ Baustellenwarnung ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleichmäßigung des Verkehrsablaufs ▪ Warnung von Stau (-enden) ▪ Warnung an Unfallschwerpunkten (Baustellen, Glatteis ...)

Tabelle 8: Beispiele für IVS-Handlungsmuster

IVS-Richtlinien (IVS-Politik und IVS-Regeln) (BMM: Directives)

IVS-Richtlinien geben den IVS-Handlungsmustern sozusagen die richtige Richtung. Sie führen und lenken die Ausführung der IVS-Handlungsmuster nach politischen Vorgaben und anerkannten Regeln.

- Auf der einen Seite sind mit IVS-Richtlinien Einschränkungen verbunden. Durch Vorgabe von IVS-Richtlinien soll sichergestellt werden, dass IVS-Handlungsmuster - möglichst in intelligenter Weise - innerhalb vorgegebener Grenzen angewendet werden.

- Auf der anderen Seite repräsentieren IVS-Richtlinien das verschlüsselte, in der Regel in schriftlicher Form dokumentierte Wissen, das einem Handlungsmuster die Chance auf den höchstmöglichen Erfolg eröffnet.
- IVS-Richtlinien werden kategorisiert nach:
 - IVS-Politik(-richtlinien)
 - Grundsätzlich ist es Aufgabe der (IVS)-Politik zu regulieren, d. h. die Anwendung von IVS in Form politischer (auch gesetzlicher) Vorgaben zu regeln oder - mit anderen Worten ausgedrückt - zu steuern und zu führen und damit die angewandten IVS-Strategien und IVS-Taktiken zu gestalten.
 - IVS-Politik legt fest, was getan werden darf, aber auch was getan werden muss und gibt an, wie oder in welchen Grenzen etwas getan werden kann.
 - Im Vergleich zu IVS-Regeln ist IVS-Politik weniger strukturiert und auch weniger detailliert formuliert. IVS-Politik ist in diesem Sinne auch nicht direkt ausführbar.
 - IVS-Regeln (auch IVS-Prinzipien, siehe Tabelle 9)
 - IVS-Regeln leiten sich von der IVS-Politik ab und sind ausführbare IVS-Richtlinien.
 - Sie müssen auch als solche definiert sein und aus Konsistenz- und Vollständigkeitsgründen muss ihre Ausführung überwacht und überprüft werden.

IVS-Zielfeld	IVS-Handlungsmuster (Course of actions)		IVS-Richtlinie (Directive)	
	IVS-Strategie (Strategy)	IVS-Taktik (Tactics)	IVS-Politik (Business Policy)	IVS-Regeln und IVS-Prinzipien (Business Rules)
Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermeidung von Geschwindigkeitsschwankungen auf Fernstraßen ▪ Vermeidung von energieverschwendendem Brems- und Anfahrverhalten an Lichtsignalanlagen ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleichmäßigung des Verkehrsablaufs auf Fernstraßen ▪ Vergleichmäßigung des Verkehrsablaufs auf lichtsignalgeregelten Knotenpunkten und Strecken ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verdichtung des Messstellennetzes ▪ Verdichtung von Anzeigequerschnitten an staugefährdeten Strecken ▪ Förderung (verstärkter Einsatz von) von Kooperativen Diensten (Unterstützung des Fahrers durch Fahrerassistenzsysteme) ▪ Verstärkter Einsatz von Grüne-Welle-Assistenten auf lichtsignalgeregelten Strecken 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abstand zwischen Anzeigequerschnitten < 2 km ▪ "Vermeidung" vor "Warnung" ▪ Implementierung von Grüne-Welle-Assistenten ab einer Morgenspitze > X Kfz/h
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementierung von multimodalen, in Realzeit arbeitenden IVS-Diensten ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ An jedem Ort zu jeder Zeit leicht zugängliche, personalisierte, kontextsensitive und verkehrsmittelneutrale Reiseinformation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Open-Data Initiative 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schnittstellen grundsätzlich als DATEX II-Profil

Sicherheit	Vermeidung staubedringender Unfälle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermeidung von Staubbildung ▪ Vorbeugung von Auffahrunfällen bei Stau ▪ ... Vermeidung von Unfällen an Baustellen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baustellenmanagement ▪ Baustellenwarnung ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleichmäßigung des Verkehrsablaufs ▪ Warnung von Stau(-Enden) ▪ Warnung an Unfallschwerpunkten (Baustellen, Glatteis ...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verdichtung des Messstellennetzes ▪ Verdichtung von Anzeigequerschnitten an stauegefährdeten Strecken ▪ Förderung (verstärkter Einsatz von) von Kooperativen Diensten (Unterstützung des Fahrers durch Fahrerassistenzsysteme) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abstand zwischen Anzeigequerschnitten < 2 km ▪ "Vermeidung" vor "Warnung"
------------	--	--	--	---

Tabelle 9: Beispiele für IVS-Richtlinien

3.4 Das IVS- Capability und -Zusammenarbeitskonzept

3.4.1 Geschäftsfähigkeiten (Capabilities) in TOGAF

3.4.1.1 Capability-Definition

Mit Capability wird in TOGAF eine Fähigkeit bezeichnet, die eine Organisation, Person oder ein System besitzt. Capabilities werden mit allgemeinen bzw. übergeordneten Begriffen benannt und sind typischerweise eine Kombination von Menschen, Organisationen, Prozessen und Technologie, um realisiert werden zu können (siehe Abbildung 24) (siehe The Open Group).

Von strategischer Bedeutung für jedes Unternehmen sind sog. Business Capabilities (Geschäftsfähigkeiten). Sie kennzeichnen Eigenschaften einer Organisation/eines Unternehmens, die unbedingt erforderlich sind, damit sie/es ihre/seine strategischen Ziele erreichen kann.

Capabilities...

- sind die eigentlichen Bausteine für das Geschäft (Business) einer Institution/eines Unternehmens.
- repräsentieren stabile geschäftliche Funktionen.
- sind einzigartig und unabhängig voneinander.
- abstrahieren von der Organisation einer Institution/eines Unternehmens.
- repräsentieren letztlich das Geschäftsinteresse einer Institution/eines Unternehmens.

Das Besondere an Capabilities ist zum einen ihre Zeitstabilität, d. h. sie ändern sich sehr selten bzw. nur dann, wenn sich die strategische Ausrichtung einer Institution/eines Unternehmens ändert. Zum zweiten werden sie von der Fachseite erarbeitet und nicht wie oftmals üblich, von der IT-Seite diktiert. Insofern bilden sie eine Abstraktionsschicht zwischen Geschäfts- und IT-Prozessen.

3.4.1.2 Capability-Dimensionen

Wie Abbildung 24 symbolisieren soll, wirkt sich die Schaffung von Capabilities in der Regel auf alle Ebenen (der IVS-Architektur-Pyramide) einer Organisation/eines Unternehmens aus. Dies wird mit den Dimensionen einer Capability bezeichnet und ist oft mit schwierigen Eingriffen in bestehende Unternehmens-/Institutions-Strukturen und mit entsprechenden, für die Beteiligten, oft schmerzhaften Veränderungsprozessen verbunden. Vor diesem Hintergrund müssen Fähigkeiten in

konkreten Dimensionen strukturiert werden. D. h. es gibt übergeordnete Fähigkeiten, die wiederum andere Fähigkeiten erfordern. Fähigkeiten sollten nicht redundant sein.

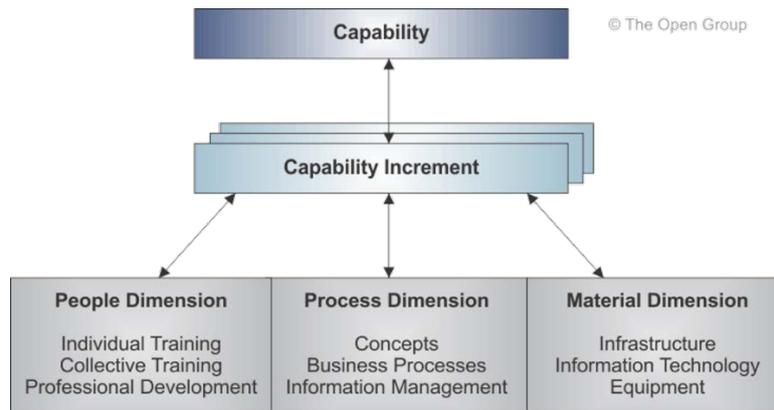


Abbildung 24 - Capability-Dimensionen (siehe The Open Group)

3.4.2 Übertragung des Capability-Konzepts auf IVS-Architektur

3.4.2.1 Einführung

Im Sinne von IVS repräsentieren IVS-Capabilities 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.

Anforderungen der End-Nutzer an den Nutzen von IVS-Diensten werden zunehmend 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 (siehe Kapitel 3.2). Vor diesem Hintergrund gewinnt „die Kooperation von IVS-Akteuren“ für IVS immer mehr an Bedeutung. Alle Lösungen im Bereich von IVS, d. h. technische Produkte oder Dienstangebote etc., müssen im Grundsatz dem Anspruch genügen, dass sie auch als Bestandteil einer Wertschöpfungskette bzw. eines Wertschöpfungsnetzwerks (siehe Abbildung 25) darstellbar sind.

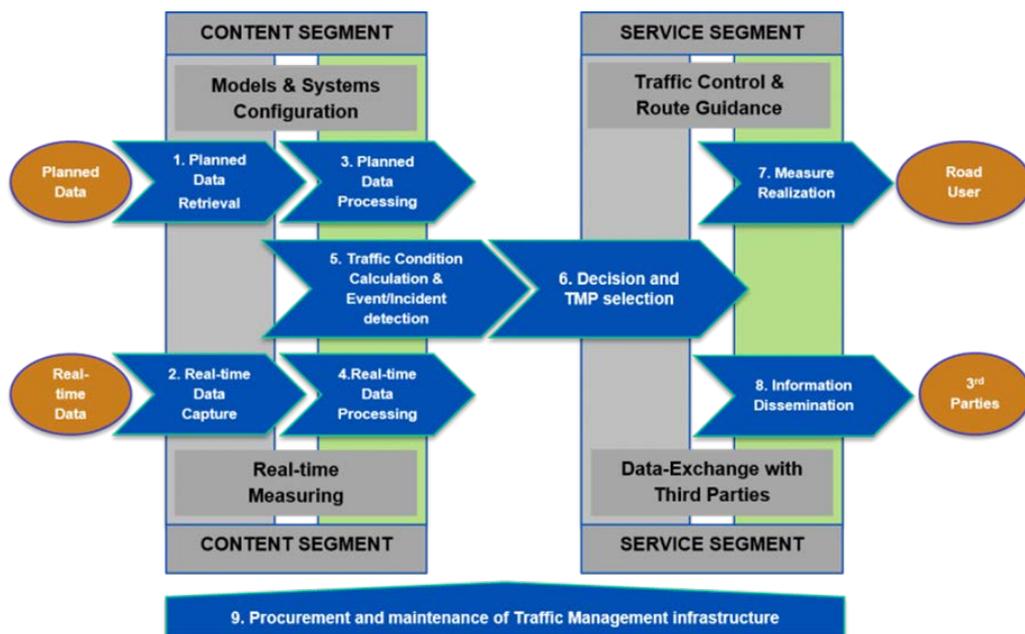


Abbildung 25 - IVS-Wertschöpfungskette für einen Verkehrsmanagement-Service (CEN/TC 278 ITS Standardization, PT 1701 (2016))

Daraus muss hervorgehen, in welcher Beziehung die beteiligten IVS-Akteure in ihren Rollen zusammenarbeiten und welche Fähigkeiten sie in welchen Dimensionen entwickeln müssen, um den von ihnen erwarteten Nutzen bzw. Mehrwert bei der Wertschöpfung generieren zu können.

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

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

Ein Beispiel zeigt Tabelle 10.

IVS-Capability		Beteiligungen			Abhängigkeit von anderen IVS-Capabilities
Bezeichnung	Beschreibung	Beteiligte IVS-Rollen	Beteiligte IVS-Geschäftsprozesse	Beteiligte IVS-Anwendungsprozesse	
Gewinnung von Planungsdaten	Durchgehende Planung und Versorgung von Versorgungsartefakten (digitale Straßenkarte, LCL-Liste, Versorgungslisten der Anlagen, etc.), die für zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement erforderlich sind.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planungsverantwortliche der IVS-Akteure ▪ Versorgungsverantwortliche der öffentlichen und privaten IVS-Akteure 	Planungs- und Versorgungsprozesse der öffentlichen und privaten IVS-Akteure	Planungs- und Versorgungsanwendungen wirken direkt auf eine Versorgungsdatenbank, in der mehrere (versionierte) Versorgungsanwendungen gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden. Dies erlaubt das Einspielen und systemweite Umschalten auf eine neue Versorgung im Onlinebetrieb.	
Erfassung und Sammlung von Realzeit-Daten und -Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auf Basis verschiedener Sensortypen und Erfassungsmethoden werden Daten in Realzeit erfasst: ▪ Verkehrsstärke und -geschwindigkeit, Belegungsgrad ▪ Trajektorien (Reisezeit je 	Datenerfassungssysteme der öffentlichen und privaten IVS-Akteure	Datenerfassungsprozesse der öffentlichen und privaten IVS-Akteure		

	Reiseabschnitt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Floating-Car-Daten 				
Erfassung von Ereignissen und Erkennung von Störungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorhersehbare Ereignisse (Baustellen, Veranstaltungen, Messen ...) ▪ Unvorhersehbare Störungen im Netz (Unfälle, Naturereignisse ...) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ereignisse: Baustellenmanagementsysteme, Redaktionsplätze, Ereigniskalender... ▪ Störungen: Automatische Systeme zur Erkennung von Störungen, Polizei, Staumelder... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ereignis-Erfassungsprozesse ▪ Störungs-Erkennungsprozesse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manuelle Ereignis-Erfassung (Redaktionsplatz) ▪ Automatische Ereignis-Erfassung (Event-Kalender) ▪ Manuelle Störungs-Erfassung (Polizei, Staumelder) ▪ Automatische Störungs-Erfassung (Incident-Detection-System) 	Erfassung und Sammlung von Echtzeit-Daten und -Informationen

Tabelle 10: Ein Beispiel für das Segment „IVS-Inhalteanbieter der IVS-Wertschöpfungskette für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“

3.4.2.2 Interoperabilität als Schlüsseldimension der Kooperationsfähigkeit

Einer der Schlüssel für erfolgreiche Kooperation ist die Interoperabilität der beteiligten IVS-Akteure einer IVS-Wertschöpfungskette/eines IVS-Wertschöpfungsnetzwerks. Im IVS-Kontext bedeutet Interoperabilität die Fähigkeit voneinander unabhängiger IVS-Akteure, mit u. U. ganz heterogenen Strategien, Geschäftsprozessen, Informationsstrukturen und IT-Systemen in IVS-Wertschöpfungsketten im Sinne der Informationslogistik möglichst nahtlos zusammenzuarbeiten, um Informationen auf effiziente und verwertbare Art und Weise auszutauschen und sie am Ende dem Benutzer zur Verfügung zu stellen.

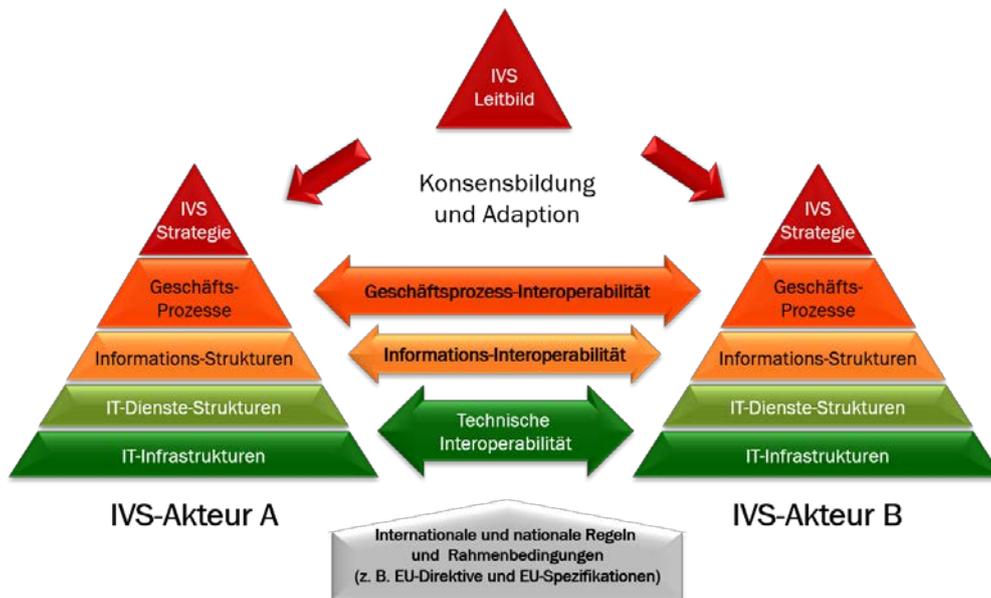


Abbildung 26 - Interoperabilität zwischen den Schichten der IVS-Architekturpyramide

Hier setzt das Interesse des IVS-Architekten und der IVS-Architektur ein. Der Begriff Interoperabilität darf nicht auf IT-Aspekte reduziert werden. Für den erfolgreichen Aufbau von IVS-Wertschöpfung muss Interoperabilität für alle Beteiligten nachvollziehbar auf allen Ebenen von IVS-Architektur hergestellt werden und durch entsprechende Architektur-Bausteine repräsentiert werden.

Als geeignetes Metamodell und methodisches Hilfsmittel zur überschaubaren und nachvollziehbaren Darstellung und Beschreibung von IVS-Diensten wird dem IVS-Architekten die IVS-Architekturpyramide vorgeschlagen. Im Kontext der Capability-Diskussion eignet sie sich besonders auch als Visualisierungsmodell für Interoperabilität auf allen Ebenen von IVS-Architektur (siehe Abbildung 26).

3.4.2.3 Formen von Interoperabilität

Im IVS-Architekturkontext ist Interoperabilität ein Bestandteil von Verhalten auf den Ebenen von IVS-Architektur.

Interoperabilität wird sichtbar an Schnittstellen. Generell müssen dabei die zwei folgenden Formen von Interoperabilität unterschieden werden:

- Kommunikative Interoperabilität: Kommunikatives Verhalten an Schnittstellen
- Verhaltens-Interoperabilität: Funktionales Verhalten an Schnittstellen

Die kommunikative Interoperabilität eines IVS-Akteurs wird sichtbar am kommunikativen Verhalten an den Schnittstellen, die er anderen IVS-Akteuren auf den verschiedenen Ebenen für die Kooperation anbietet. Hier kommen in der Regel nationale und zukünftig immer mehr europäische bzw.

internationale IVS-Normen und -Standards für Kommunikation und Daten zum Einsatz (siehe auch [TOGAF Phase C – Informationssystem-Architektur](#))

Die Verhaltens-Interoperabilität eines IVS-Akteurs wird sichtbar am funktionalen Verhalten an den Schnittstellen, die er anderen IVS-Akteuren auf den verschiedenen Ebenen für die Kooperation anbietet. Es liegt in der Natur der Sache, dass für jede spezifische IVS-Domäne bzw. jeden spezifischen IVS-Dienst fachbezogen ganz unterschiedliche Verhaltens-Interoperabilitäten erforderlich sind. Aber auch hier kommen mehr und mehr nationale und auch europäische IVS-Richtlinien und Spezifikationen zum Einsatz.

Beispiele für funktionale Richtlinien und Spezifikationen im Sinne der o. g. IVS-Verhaltens-Interoperabilität sind:

- Technologiearchitekturen und Standards (z. B. ETSI-Standard)
- Europäische Implementierungsrichtlinien (z. B. EasyWay Deployment Guidelines)
- Übergreifend nutzbare IT-Services (z. B. der Deutsche National Access Point - MDM)
- Architekturmuster (z. B. Service Orientierte Architektur, SOA)
- Web Services und industrielle Standards (z. B. WSDL, WMS, WFS, XML, REST, JSON, WS-*)
- Geschäftsarchitekturmodelle aus IT-Service-Management-Frameworks (z. B. ITIL)
- Nationale Richtlinien und Standards (z. B. Neuversion der MARZ)

3.4.3 Interoperabilität als Anforderung - Beispiel

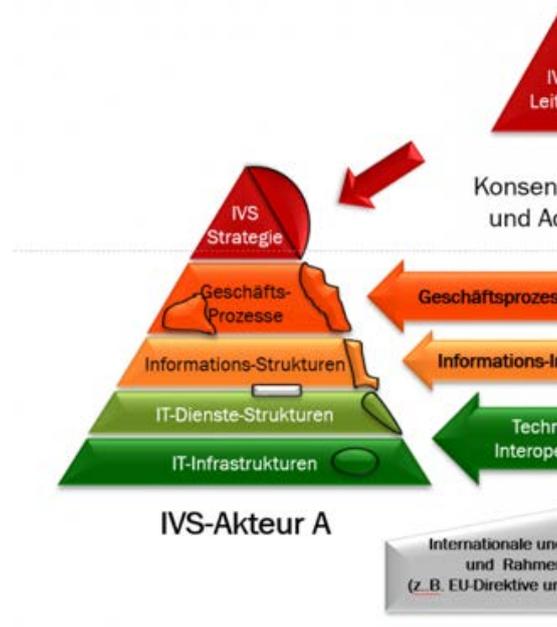


Abbildung 27 - Interoperabilität als Anforderung

Bei der Entwicklung von IVS-Diensten ist grundsätzlich nicht davon auszugehen, dass die beteiligten IVS-Akteure – auch wenn sie vom Grundsatz her schon über die in Rede stehende Capability verfügen – von Hause aus interoperabel sind. Sind die entsprechenden Capability-Dimensionen für Interoperabilität noch nicht vorhanden, so kann man die zukünftig zu entwickelnden Capability-Dimensionen im Sinne von Requirements verstehen (siehe Abbildung 27).

Als Beispiel sei die Kooperation einer Stadt mit einem privaten Navigationsdienstleister im Rahmen einer Alternativroutensteuerung genannt. Die Kooperationsvereinbarung enthält u. a. folgendes:

- Die Stadt verpflichtet sich zur kostenpflichtigen Abnahme von FCD-Daten, die der private Navigationsdienstleister zur Verfügung stellen kann.
- Als Gegenleistung verpflichtet sich der private Navigationsdienstleister, sich bei seinen Routenempfehlungen strategiekonform zu verhalten, das heißt die Capability Strategiekonformes Routen zu entwickeln.

Mit dieser Vereinbarung sind u. a. folgende Anforderungen an das Verhalten des Navigationsdienstleisters verbunden (Capability-Dimensionen):

- Strategie-Ebene: Der Navigationsdienstleister muss in der Lage sein, seine Service-Strategie für seinen Kunden dahingehend anpassen, dass er seinen Kunden nicht grundsätzlich die individuell günstigste Route zu einem Ziel anbietet, sondern dass er die Routenempfehlungen der Stadt einbezieht, insbesondere Tempo-30-Zonen von der Routenempfehlung ausnimmt.
- Geschäftsprozess-Ebene: Der Navigationsdienstleister muss seine Geschäftsprozesse auf die Kommunikation mit der Stadt hin ausbauen.
- Informationsstrukturen-Ebene: Der Navigationsdienstleister muss seine Informationsstrukturen um das Datenmodell der Alternativroutenempfehlungen der Stadt erweitern. Auf der anderen Seite muss er ggfs. ein Datenmodell für FCD-Daten entwickeln, das die Stadt verarbeiten kann.
- IT-Dienststrukturen-Ebene: Der Navigationsdienstleister muss neue IT-Dienste für den Austausch von Alternativrouten (Client-Service) und FCD-Daten (Server-Service) bereitstellen.
- IT-Infrastrukturen-Ebene: Der Navigationsdienstleister muss eine permanente Netzverbindung mit der Stadt herstellen.

3.5 Hilfsmittel, Sichten und Werkzeuge für IVS-Geschäftsarchitektur

3.5.1 Einführung

Mit den Hilfsmitteln, Sichten und Werkzeugen zur Darstellung der IVS-Geschäftsarchitektur soll visualisiert und erläutert werden, wie die geschäftlichen Ziele einer IVS-Dienstekategorie/eines realen IVS-Dienstes und die darauf aufsetzende Geschäftsstrategie zu ihrer Erreichung konkretisiert und operationalisiert werden sollen. Vor diesem Hintergrund ist darauf zu achten, dass die Grundlagen, die in den TOGAF-Phasen Vorbereitung und Phase A erarbeitet und dokumentiert wurden, als Ausgangslage für die Entwicklung der IVS-Geschäftsarchitektur herangezogen werden. Auf keinen Fall dürfen bei der Erstellung der Geschäftsarchitektur Widersprüche zu dem in den bisherigen Schritten entwickelten Verständnis vom Ziel, Nutzen und Betrieb der IVS-Dienstekategorie/des realen IVS-Dienstes hergestellt werden. Ist dies der Fall bzw. werden Widersprüche erkannt, müssen die Ergebnisse der vorherigen Phasen auf den Prüfstand gestellt und evtl. angepasst werden.

3.5.2 Beleuchtung geschäftlicher Aspekte von IVS-Diensten (Sichten)

3.5.2.1 Einführung

Sichten auf einen IVS-Dienst helfen, ein ganzheitliches Verständnis über das Wesen eines IVS-Dienstes zu erhalten. Sichten auf das Geschäft (Business) eines IVS-Dienstes beleuchten spezielle geschäftliche Aspekte des IVS-Dienstes und setzen diese zueinander in Beziehung.

Die BASIG - OMG Business Architecture Special Interest Group (siehe Wikipedia Artikel 2016b) differenziert die Sichten wie folgt:

„In order to develop an integrated view of an enterprise, many different views of an organization are typically developed. Each "view" is typically a diagram that illustrates a way of understanding the enterprise by highlighting specific information about it. The key views of the enterprise that may be provided by business architecture address several aspects of the enterprise; they are summarized by the Object Management Group (2012) as follows:

- The Business Strategy view captures the tactical and strategic goals that drive an organization forward...
- The Business Capabilities view describes the primary business functions of an enterprise and the pieces of the organization that perform those functions...
- The Value stream view defines the end-to-end set of activities that deliver value to external and internal stakeholders...
- The Business Knowledge view establishes the shared semantics (e.g., customer, order, and supplier) within an organization and relationships between those semantics (e.g., customer name, order date, supplier name) ...
- The Organizational view captures the relationships among roles, capabilities and business units, the decomposition of those business units into subunits, and the internal or external management of those units.”

3.5.2.2 Sichten auf geschäftliche Aspekte von IVS-Diensten

Der Fokus von IVS-Architektur liegt per Definition auf der Gestaltung der Zusammenarbeit der IVS-Akteure, die einen IVS-Dienst als „Geschäft“ betreiben. „Sichten auf geschäftliche Aspekte eines IVS-Dienstes“ dienen demnach der Strukturierung, Darstellung und Beschreibung der Zusammenarbeitsbeziehungen von IVS-Akteuren und der IVS-Capabilities, die die IVS-Akteure für die Zusammenarbeit mitbringen müssen:

Vor diesem Hintergrund empfiehlt die IVS-Rahmenarchitektur den Aufbau folgender Sichten:

- 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 die Rollen 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.

3.5.3 Werkzeuge für die Darstellung der IVS-Geschäftsarchitektur

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 (z. B. erstellt mit MS-Word ...)

- Tabellen (z. B. erstellt mit MS-Excel ...)
- Grafiken (z. B. erstellt mit MS-PowerPoint, MS-Visio ...)
- Artefakten, die mit Hilfe spezieller Tools erstellt werden (IBM-Rational System Architect, Enterprise Architect ...)

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

Sicht „IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk“

Für die Darstellung dieser Sicht eignen sich verschiedene Darstellungsformen

- Darstellung als IVS-Rollenmatrix, wie sie im Projekt „Entwicklung einer ÖV-IVS-Rahmenarchitektur in Deutschland unter Einbindung Europäischer IVS-Richtlinien mit ÖV-Relevanz“ (siehe Kieslich et al. 2014) entwickelt wurde. Im IVS-Architektur-Wiki findet sich eine Anleitung für den [Aufbau von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken](#).
- Darstellung als Rollen/Capability-Diagramm. Im IVS-Architektur-Wiki findet sich ein Beispiel eines [Wertschöpfungsnetzwerks im Zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagement](#).

Sicht „IVS-Governance“

- Für die Darstellung wird ein Textdokument empfohlen. Im IVS-Architektur-Wiki findet sich eine Beschreibungsstruktur.

Sicht „IVS-Geschäftsprozesse“

- Für die Darstellung und Visualisierung der IVS-Geschäftsprozessarchitektur wird grundsätzlich ein Prozessmodellierungs-Ansatz gewählt. Durch das Aufschlüsseln von Geschäftsfunktionen und Geschäftsdiensten mit Hilfe der Prozessmodellierung wird die Identifizierung der Schlüssel-Prozesse und der nachgeordneten Dienste und Funktionen ermöglicht.
- Im IVS-Architektur-Wiki findet sich ein Template zur Beschreibung von Geschäftsprozessen. Zur Modellierung von Geschäftsprozessen und Geschäftsfunktionen wird die Spezifikations-sprache Business Process Model and Notation (BPMN) verwendet. Eine Anleitung zur Modellierung von Geschäftsprozessdiagrammen findet sich ebenfalls im IVS-Wiki.

3.5.4 Aufbau von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken

3.5.4.1 *Vorbemerkung*

Die mit der jeweiligen Rolle (Inhalteanbieter, Dienstbetreiber, Dienstanbieter) verbundenen IVS-Akteure müssen sich zu funktionierenden IVS-Wertschöpfungsketten weiterentwickeln und vernetzen. Dazu muss geklärt werden, ob sich IVS-Akteure als Bestandteil von IVS-Wertschöpfungsketten eignen (IVS-Capabilities) und wie sie sich und ihre Prozesse anpassen müssen, um daraus letztendlich funktionierende IVS-Wertschöpfungsnetzwerke mit nachhaltigen Geschäfts- und Zusammenarbeitsmodellen entwickeln zu können.

Zur Bewertung, ob sich IVS-Akteure als Kandidaten für die Besetzung einer Rolle in einem IVS-Netzwerk eignen, muss auch identifiziert und beschrieben werden können, aus welcher Motivation heraus, mit welcher Zielsetzung und mit welcher Strategie sie am Markt agieren, welche Geschäftsprozesse und Regeln sie zur Zielerreichung als förderlich erachten und anwenden und welchen Einflüssen mit Auswirkungen auf ihre Geschäftsmodelle sie von außen und von innen ausgesetzt sind. Die Festlegung der Eignungskriterien und des Formats für ihre Beschreibung ist die Aufgabe der Entwicklung von IVS-Referenzarchitekturen.

3.5.4.2 IVS-Rollenmatrix

Ein praktisches Instrument für die Entwicklung und Visualisierung von IVS-Wertschöpfungsnetzwerken stellt die IVS-Rollenmatrix dar (siehe Abbildung 28). Sie wurde im Projekt „Entwicklung einer ÖV-IVS-Rahmenarchitektur in Deutschland unter Einbindung Europäischer IVS-Richtlinien mit ÖV-Relevanz“ (Kieslich et al. 2014) entwickelt und erlaubt die Ausgestaltung von IVS-Wertschöpfungsketten und die Einordnung von IVS-Akteuren über eine Rolle. Das Prinzip der IVS-Rollenmatrix zeigt Abbildung 28.

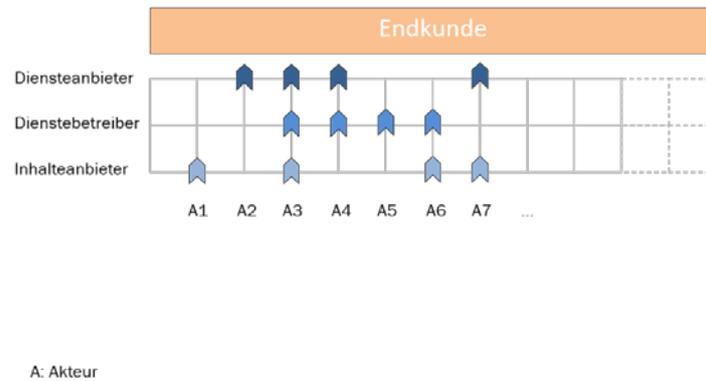


Abbildung 28 - Typisierte Darstellung von IVS-Wertschöpfungsketten (siehe Kieslich et al. 2014)

3.5.4.3 IVS-Vernetzungselemente

Das eigentliche IVS-Wertschöpfungsnetzwerk entsteht aus der Vernetzung der Rollen. Drei Vernetzungsrichtungen sind möglich:

Vertikal

Die vertikale Vernetzung der Rollen findet grundsätzlich innerhalb eines Unternehmens/einer Organisation statt. Damit sind interne Organisation und Prozesse, Systeme und Schnittstellen, Rechte und Pflichten sowie die Finanzierung der Kosten zu regeln.

Es werden zwei Elemente unterschieden:

- Inhalteanbieter – Dienstbetreiber
- Dienstbetreiber – Diensteanbieter

Horizontal

Die horizontale Vernetzung von Akteuren findet ausschließlich zwischen gleichen Rollen der Informationslogistik statt und damit in vielen Fällen auch zwischen Privat- und Gemeinwirtschaft. Die Regelung der Interaktion von Organisation und Prozessen, Systemen und Schnittstellen, Rechten und Pflichten muss diese Heterogenität berücksichtigen können. Die Finanzierungen der Kosten sind in eigenständiger Verantwortung zu regeln.

Es werden drei Elemente unterschieden:

- Inhalteanbieter - Inhalteanbieter
- Dienstbetreiber - Dienstbetreiber
- Diensteanbieter - Diensteanbieter

Diagonal

Die diagonale Vernetzung der Rollen findet wie bei der horizontalen Vernetzung zwischen Unternehmen/Instanzen und damit auch zwischen Privat- und Gemeinwirtschaft statt. Damit sind

Organisation und Prozesse, Systeme und Schnittstellen, Rechte und Pflichten wie auch die Finanzierung der Kosten analog zur horizontalen Vernetzung bilateral zu regeln.

Es werden zwei Elemente unterschieden:

- Inhalteanbieter – Dienstbetreiber
- Dienstbetreiber – Dienstanbieter

Abbildung 29 visualisiert die möglichen und für den Aufbau von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken notwendigen IVS-Vernetzungselemente.

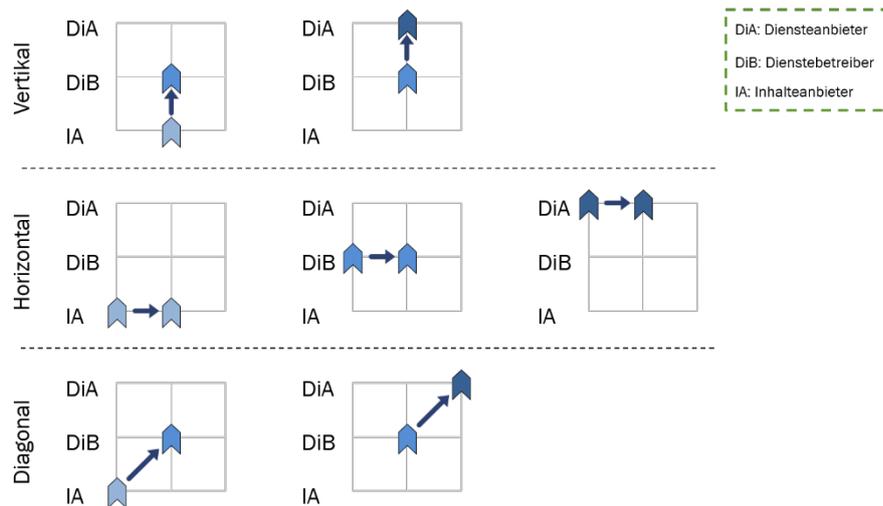


Abbildung 29 - Architekturelemente der Ausprägung von Wertschöpfungsketten in der IVS-Rollenmatrix (siehe Kieslich et al. 2014)

Mit dem Instrumentarium der IVS-Rollenmatrix und den IVS-Vernetzungselementen lassen sich beliebige domänenspezifische Vernetzungsbilder analysieren, erzeugen und bewerten. Dabei kann über die Einbeziehung der Betrachtung des Status quo bei den Akteuren eine Einschätzung (Zeit, Aufwand) für die Erfüllung der Missionen des IVS-Leitbilds und damit des Erfolgeintritts gegeben werden. Diese führt letztlich zu Handlungsempfehlungen und Umsetzungsschritten sowie zu einer Priorisierung von Vernetzungsaufgaben im Zuge eines Migrationsplans für die Umsetzung von IVS in dem jeweiligen Betrachtungsraum.

3.5.5 IVS-Governance

3.5.5.1 Herkunft und Verwendung des Governance-Begriffs

„Der Begriff Governance wird (von französisch gouverner („verwalten, leiten, erziehen“)), aus lateinisch gubernare; gleichbedeutend griechisch κυβερνάω bzw. κυβερνώ (kontr.) / κυβερνάω bzw. κυβερνώ: das Steuerruder führen; vgl. Kybernetik) oft übersetzt als Regierungs-, Amts- bzw. Unternehmensführung, auch Lenkungsform und bezeichnet allgemein das Steuerungs- und Regulationssystem im Sinn von Strukturen (Aufbau- und Ablauforganisation) einer politisch-gesellschaftlichen Einheit wie Staat, Verwaltung, Gemeinde, privater oder öffentlicher Organisation. Häufig wird es auch im Sinne von Steuerung oder Regelung einer jeglichen Organisation (etwa einer Gesellschaft oder eines Betriebes) verwendet“ (Wikipedia Artikel 2017h).

Im ISO/IEC 38500 Standard - Corporate Governance in Information Technology (2008) (siehe ISO/IEC 38500 2008) ist der Begriff Governance mit dem Ziel eingeführt, Institutionen bei der Einrichtung ihrer IT-Prozesse so zu unterstützen, dass zum einen gesetzliche Vorschriften, aber auch branchenspezifische Regularien eingehalten werden und dass die Prozesse diesen entsprechen.

„Grundbestandteil des [ISO/IEC 38500] Standards sind sechs Prinzipien für gute Unternehmensführung in der IT:

- **Responsibility (Verantwortung)**
Die Verantwortung für die IT-Belange muss von der Unternehmensleitung (Topmanagement) getragen werden.
- **Strategy (Strategie)**
Die IT-Strategien leiten sich aus Unternehmensstrategien ab, um das IT-Potenzial zu erweitern. Die Unternehmensstrategien definieren die Anforderungen an die derzeitige und zukünftige Ausrichtung der IT.
- **Acquisition (Beschaffung)**
Die Gestaltung der IT-Budgets muss sich im Rahmen transparenter Entscheidungsprozesse konsequent am Bedarf orientieren.
- **Performance (Leistung)**
Die Leistung der IT-Services soll entsprechend den Anforderungen der Fach- und Organisationsbereiche gestaltet werden.
- **Conformance (Konformität)**
Die IT hat mit allen rechtlichen Vorgaben, Normen, internen Standards etc. konform zu gehen.
- **Human Behaviour (der menschliche Faktor)**
Die IT-Konzepte müssen die Bedürfnisse der internen und externen Nutzer beachten.“

„Jedem dieser sechs Prinzipien sind von ISO/IEC 38500 jeweils drei Funktionen zugeordnet:

- **Bewertung**
Kontinuierliche Beurteilung des IT-Einsatzes unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren.
- **Leitung**
Steuerung einer Business-gerechten Fokussierung der IT-Maßnahmen.
- **Kontrolle**
Systematische Überwachung von Regelkonformität (Compliance) und Leistungsfähigkeit der IT.“

3.5.5.2 COBIT

Das COBIT 5 Prozess Referenzmodell (siehe Abbildung 30) der ISACA Organisation (siehe ISACA) unterteilt die IT-relevanten Aktivitäten der Unternehmensführung in die Bereiche Governance und Management und grenzt diese damit gegeneinander ab:

- “The Governance domain contains five governance processes; within each process, evaluate, direct and monitor (EDM) practices are defined.
- The four Management domains are in line with the responsibility areas of plan, build, run and monitor (PBRM).

COBIT 5 for Information Security examines each of the processes from an information security perspective.”

3.5.5.3 Governance vs. Management

Wichtig ist, dass zwischen Governance und Management differenziert werden muss. Beide Disziplinen unterscheiden sich in ihren Gestaltungsbereichen und hinsichtlich

- ihres Zwecks,
- ihrer Verantwortlichkeiten und
- ihrer Aktivitäten.

Während Governance sich darauf fokussiert

- zu bewerten (über Ziele, die erreicht werden sollen, abzustimmen und festzulegen),
- zu lenken (damit Ziele erreicht werden, müssen Priorisierungen durchgeführt und Entscheidungen getroffen werden) und
- zu überwachen (damit Ziele durch ausgeführte Aktivitäten erreicht werden),

fokussiert sich Management auf

- das Planen,
- das Festlegen,
- das Durchführen und
- das Überwachen

von Aktivitäten zur Erreichung der Ziele.

Das Management stellt also sicher, dass Aktivitäten durchgeführt und überwacht werden. Außerdem stellt es sicher, dass die Aktivitäten so gelenkt werden, wie es die Vorgaben der Governance festlegen (nach COBIT 5.0, Prinzip 5 (siehe ISACA)).

3.5.5.4 Übertragung des Governance-Konzepts auf IVS

Warum Governance und nicht Management von IVS-Diensten?

IVS-Dienste, die den ständig wachsenden und sich verändernden Ansprüchen heutiger End-Nutzer entsprechen wollen, weisen eine komplexe Geschäftsarchitektur auf. An IVS-Akteure, die sich in ein IVS-Wertschöpfungsnetzwerk integrieren wollen, werden hohe organisatorische, technologische und auch finanzielle Anforderungen gestellt. Zudem sind IVS-Wertschöpfungsnetzwerke nicht unbedingt über viele Jahre stabil; vielmehr müssen sie in der Lage sein, sich dem aktuell ständigen verändernden Verkehrs-, Transport- und Mobilitätsmarkt schnell und zielgerichtet anzupassen.

Erfahrungen im IVS-Sektor haben gezeigt, dass traditionelle Ein-Unternehmenslösungen, die umfassende, ganzheitliche IVS-Dienste anbieten wollen und an denen unterschiedliche eigenständige Institutionen/Unternehmen beteiligt sind (wie z. B. PPP-Betreibermodelle), weil ein Unternehmen allein nicht in der Lage ist, das ganzheitliche IVS-Dienstprofil abzudecken, in der Regel nicht erfolgreich sind. Entweder fehlt ein wirtschaftlich tragendes Geschäftsmodell oder die beteiligten Partner sehen sich nicht dauerhaft in der Lage, sich auf gemeinsame Ziele und Realisierungsstrukturen zu einigen oder es fehlt an der notwendigen Anpassungsfähigkeit an dem sich verändernden Markt. Insofern kommen heutige IVS-Dienste bis auf wenige Ausnahmen (Google Maps, TomTom ...) nur zustande, wenn mehrere IVS-Akteure sich zu IVS-Wertschöpfungsnetzwerken dauerhaft oder auch ad hoc zusammenschließen.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass Management als klassisches Instrument der Unternehmensführung für die Steuerung, das Controlling und die Bewertung nicht geeignet ist, 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.

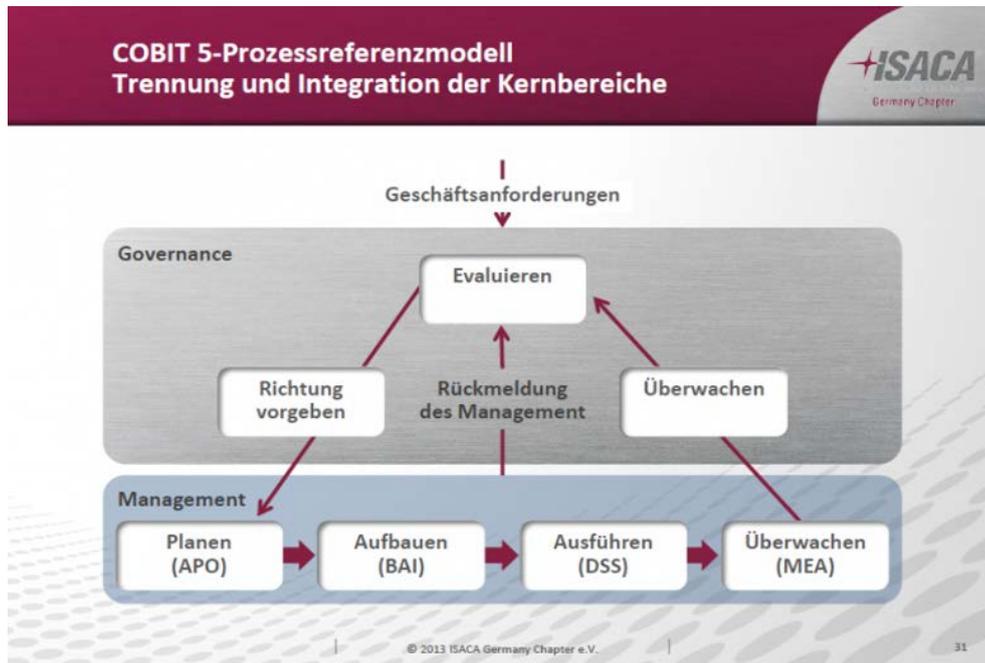


Abbildung 30 - COBIT 5-Prozessreferenzmodell. Trennung und Integration der Kernbereiche (siehe ISACA)

Bedeutung von Governance für IVS

Vom Grunde her soll IVS-Governance also sicherstellen, dass zuvor gesetzte übergreifende IVS-Ziele erreicht werden, aber auch, dass die Interessen der beteiligten IVS-Akteure und -Stakeholder gewahrt werden. Dazu müssen Priorisierungen durchgeführt, Entscheidungen getroffen sowie Performance überwacht werden.

Dies geschieht durch Vorgaben (Richtung vorgeben), Überwachung der Ergebnisse und Bewertung der Ergebnisse auf Einhaltung der Vorgaben (Evaluierung).

Die Vorgaben können sich z. B. auf Prozesse beziehen oder auf den Einsatz vorbestimmter Tools. Überdies muss eine Entscheidung getroffen werden, wer die jeweiligen Vorgaben in welchem Bereich macht.

Beispiele sind:

- Bei der Entwicklung von realen IVS-Diensten sollten die Vorgaben, die von Rahmen- und Referenzarchitektur aufgestellt wurden, beachtet werden.
- Innerhalb des IVS-Projekts und im späteren Betrieb, muss sichergestellt werden, dass die teilnehmenden IVS-Akteure Informationen, Daten etc. austauschen können/müssen und das möglichst reibungslos. Auch hierzu sind Governance-Strukturen notwendig (z. B. vertraglich geregelte Governance (SLAs) und relationale Governance hinsichtlich der Austauschperformance).
- Im Bereich der Serviceorientierung spielen SLAs eine große und gewinnbringende Rolle, da lose gekoppelte Dienste aus verschiedenen Verantwortungsbereichen und Organisationen möglichst stabil und reibungslos zusammenarbeiten müssen. Daher sollten beispielsweise Schnittstellen definiert werden.

- Zentral ist es, auch bei unternehmensübergreifenden IVS-Diensten gemeinsame Gremien zu etablieren, die Entscheidungen bezüglich des IVS-Dienstes treffen können.
- SLAs für IVS-Dienste, SLAs für alle Beteiligten zur Bereitstellung eines IVS-Dienstes. Ein Monitoring muss stattfinden und auch hier sollten Governance-Strukturen hinterlegt werden. Definierte SLAs werden ebenso in einem Repository abgelegt.

Notwendigkeit von IVS-Governance

Governance ist deswegen von hoher Bedeutung, um sicherzustellen, dass alle Artefakte nach Vorgaben oder Vorschlägen produziert werden, und um damit schlussendlich den gewünschten Nutzen zu erreichen. Um sicherzustellen, dass hierfür definierte Prozesse und Artefakte existieren und ausgeführt werden können, sollte eine passende Umgebung zur konkreten Ausführung der Governance geschaffen werden. Zur Überwachung der angebrachten Durchführung der Projekte können Referenzdaten aus existierenden Standards und Regularien verwendet und angewendet werden (COBIT, ITIL).

Schlüsselfaktoren für den Erfolg zur Schaffung einer funktionierenden Governance sind (laut TOGAF):

- das Managen von Governance-Prozessen,
- das Bewerten der Übereinstimmung mit den definierten Vorgaben,
- das Festlegen von Service Level Agreements und Operational Level Agreements,
- die Nutzung von Vorlagen, Anpassung und Wiederverwendung und
- die Festlegung von Vorgaben, Rollen, Fähigkeiten, dafür notwendige Strukturen und Service Support.

3.5.5.5 Governance-Aktivitäten

Die Ausführung von Governance-Aktivitäten unterscheidet sich hinsichtlich Größe, Struktur und Komplexität in der auszuführenden Organisation und muss dementsprechend ausgerichtet werden. Nachfolgend werden mögliche Governance-Aktivitäten aufgelistet.

- Vorgaben treffen, um Ziele zu erreichen,
- Zuständigkeiten festlegen, wer Vorgaben macht,
- Service Level Agreements (SLA's) definieren,
- Überwachung und Reporting.

Vorgaben für IVS-Governance:

- Arten von Vorgaben für IVS-Wertschöpfungsketten
 - räumlich/verkehrspolitisch
 - wirtschaftlich, förderungstechnisch
 - rechtlich (EU, national, regional)
 - normativ (Richtlinien und Standards)
- Gesetzliche und rechtliche Grundlagen
 - Europäische und nationale Gesetze und Regulierungen (rechtlich, fachlich)
 - Rechtliche Gestaltung der Zusammenarbeit
 - Rechtsform der Zusammenarbeit (Zusammenarbeit eigenständiger Partner, GmbH ...)

- Vertragsform (Kooperationsvertrag, Kooperationsvereinbarung, MoU-Memorandum of Understanding ...)
- Finanzierung gemeinsamer Ressourcen
 - Finanzielle Beteiligung der Partner
 - Förderquellen
 - Verteilung der Einkünfte
- Organisation des Betriebs
 - Kontaktpunkte der beteiligten IVS-Akteure (Verantwortliche Organisationseinheit mit Adresse, Ansprechpartner und Stellvertreter)
 - Medien (inkl. Fall-Back) für die Kommunikation der IVS-Akteure auf allen Ebenen
 - Sprachen für die Kommunikation (bei Cross-Border Kooperationen)
 - Regeln und Konditionen für Kommunikation (Wer ist Client, wer ist Server)
 - Time-Out Kriterien
- Regeln und Rahmenbedingungen für IVS-Wertschöpfungsketten
 - Räumlich/Verkehrspolitisch
 - Wirtschaftlich, Förderungstechnisch
 - Rechtlich (EU, national, regional)
 - Normativ (Richtlinien und Standards)

Festlegung von Zuständigkeiten für IVS-Governance-Vorgaben

Im ersten Schritt bei der Etablierung von Governance muss zunächst festgelegt werden, wer in welchem Bereich Entscheidungen bezüglich der Vorgaben machen soll. Die Zusammenhänge können in einer Matrix dargestellt werden, wie hier am Beispiel aus dem Bereich der Enterprise Architekturen gezeigt (Abbildung 31).

	IT Principles	IT Architecture	IT Infrastructure Strategies	Business Application Needs	IT Investment
Business Monarchy					
IT Monarchy					
Feudal					
Federal					
Duopoly					
Anarchy					

Abbildung 31 - Beispiel: Festlegung von Zuständigkeiten Governance (siehe ISACA)

Service Level Agreements

- Service Level Agreement (SLA)

Hierbei handelt es sich um Verträge, die zwischen Service-Konsument und Service-Lieferanten geschlossen werden. Verträge stellen ein ergebnisorientiertes Kontrollinstrument dar. Das Definieren von Service Level Agreements dient somit der Überwachung und Sicherstellung zur Zielerreichung. Hierfür werden u.a. eine Service-Qualität und Leistungsmerkmale festgelegt, die dem Dienst bzw. dem Dienstvertrag zugeordnet sind. Die festgelegten Kriterien dienen der späteren Ergebniskontrolle (Überwachung und Reporting). Festgelegte Kennzahlen schränken zudem opportunistisches Verhalten der Service-Lieferanten ein.

- Operational Level Agreement (OLA)

Wikipedia definiert den Begriff OLA als eine Vereinbarung, die üblicherweise innerhalb einer Organisation zwischen unterschiedlichen Organisationseinheiten getroffen wird und der Absicherung eines übergeordneten SLAs der Organisation gegenüber einem Dritten dient. Somit ist das OLA im Gegensatz zum SLA eine organisationsinterne, nicht vertragliche Vereinbarung zur Absicherung der höherwertigen Vereinbarung. Beide Dokumenttypen verwenden jedoch in der Regel identische Strukturen und enthalten vergleichbare konkrete Details zu Absprachen über die Erbringung von definierten Services (IT- oder TK-Leistungen) (siehe Wikipedia Artikel 2016c).

Überwachung und Reporting

Eine Überwachung erfolgt bspw. mithilfe eines Performance-Managements. Das Performance-Management ist eng verbunden mit dem Prozess der kontinuierlichen Verbesserung und umfasst Überwachung, Steuern und die Erstellung von Leistungsberichten und Leistungsauswertungen. Mithilfe eines Performance-Managements wird sichergestellt, dass Aktivitäten und Services mit den festgelegten Kriterien übereinstimmen. Eine Überwachung erfolgt durch einen Vergleich von durchgeführten Aktivitäten und Services mit festgelegten Vorgaben und mit Reportings (siehe The Open Group).

3.5.5.6 Was gehört zu IVS-Governance

Prozesse einer IVS-Governance

- Policy Management

- Dieser formale Prozess muss sicherstellen, dass anfallende Architektur-Änderungen, Verträge oder allgemeine Informationen richtig aufgenommen, wenn nötig aktualisiert, validiert und publiziert werden. Somit wird durch diesen Governance-Prozess die Integration in bestehende Governance-Strukturen ermöglicht und bereits bestehender Governance-Inhalt gemanagt und auditiert.

- Compliance (Sicherstellung der Übereinstimmung)

- Regelmäßige „Compliance-Assessments“ müssen durchgeführt werden zur Sicherstellung der Einhaltung von SLAs, OLAs, Standards und regulatorischen Anforderungen. Nach der Durchführung der Assessments werden diese entweder akzeptiert oder bei nicht eingehaltenen Vorgaben abgelehnt.

- Dispensation

- Wird ein Compliance-Assessment abgelehnt, da Vorgaben nicht eingehalten worden sind, werden durch den Prozess der Dispensation alternative Möglichkeiten und

Aktivitäten erarbeitet, um den internen Vorgaben wieder zu entsprechen und somit flexibel reagieren und vor allem SLAs und OLAs einhalten zu können.

- Monitoring, Reporting
 - siehe Performance-Management
- Business Control
 - Ein Vorgang der Entscheidungsfindung, in dem entsprechende Entscheidungslogik auf die Auswahl eines Ansatzes zur korrekten Ausführung eines Prozesses hinsichtlich der dafür gültigen Vorgaben (Governance-Kriterien) angewendet wird.
- Environment Management
 - Dieser Prozess dient der Sicherstellung einer stabilen Governance-Umgebung. Hierunter fallen administrative Prozesse, bspw. User-Management und Definieren/Einhalten interner SLAs.

Inhalte einer IVS-Governance:

- Anforderungen
- SLAs und OLAs
- Autoritätsstrukturen
- Standards und
- ein Repository.

3.5.6 IVS-Geschäftsprozesse und Wertschöpfungsnetzwerke

3.5.6.1 *Definition*

Die folgende Aufzählung enthält die relevanten Begriffe der Geschäftsarchitektur und setzt sie zueinander in Beziehung:

- Eine/ein IVS-Wertschöpfungskette/-netzwerk betreibt einen Realen IVS-Dienst.
- Ein Realer Dienst liefert über einen IVS-Dienstzugangspunkt eine IVS-Information.
- Eine IVS-Information spendet einen persönlichen IVS-Nutzen für den End-Nutzer oder erzielt eine IVS-Wirkung im Interesse des öffentlichen Auftraggebers.
- Ein IVS-Nutzen ist von Wert für IVS-End-Nutzer.
- Ein IVS-Akteur ist Bestandteil IVS-Wertschöpfungskette/-netzwerks und nimmt IVS-Rolle ein.
- Eine IVS-Rolle repräsentiert IVS-Capabilities, die erforderlich sind, um einen Wertbeitrag zur IVS-Wertschöpfung zu leisten.

Diese Begriffe und die Beziehungen zwischen ihnen werden im UML-Diagramm in Abbildung 32 dargestellt.

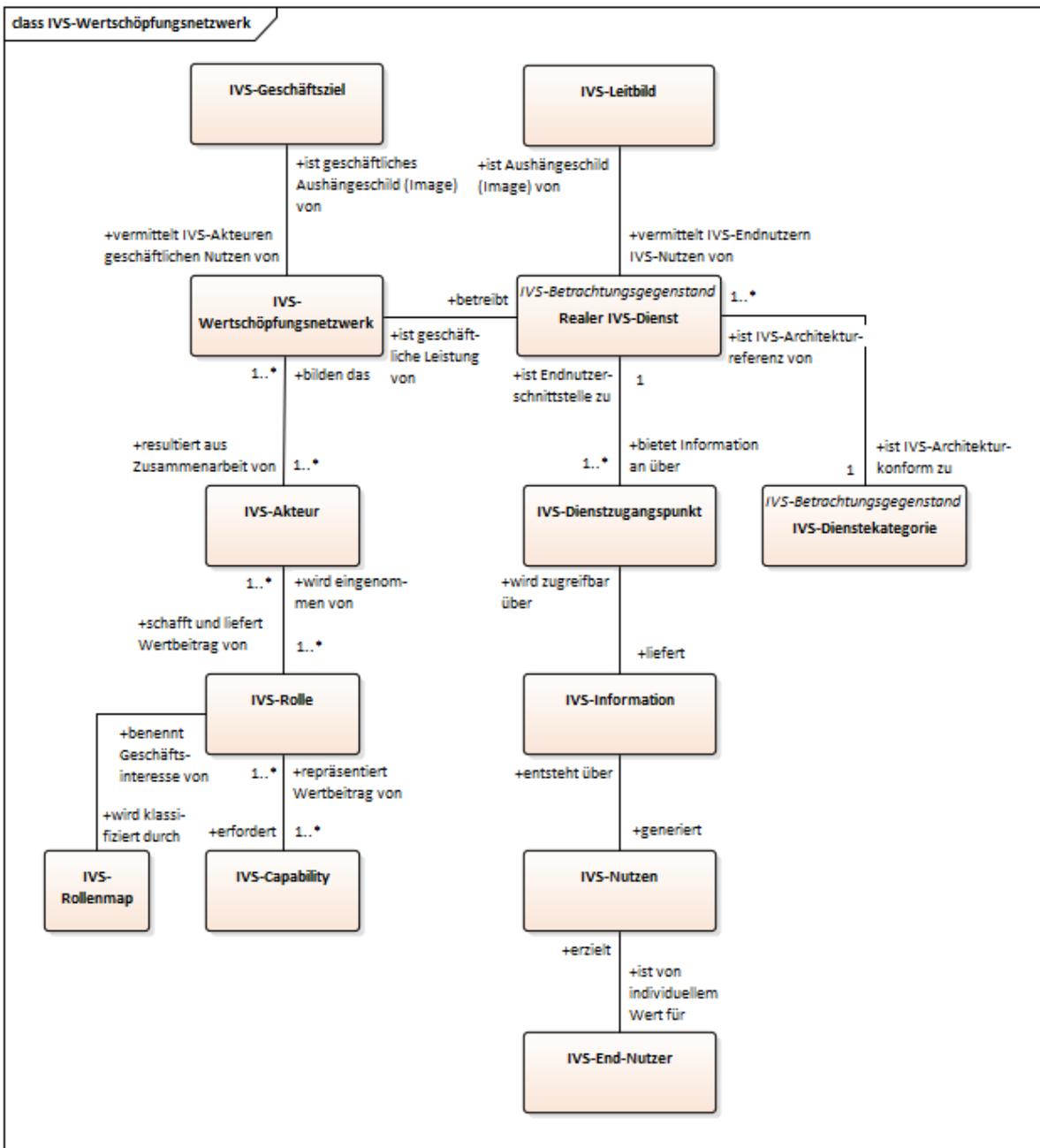


Abbildung 32 - IVS-Wertschöpfungskette - Modell

3.5.6.2 Operationalisierung durch IVS-Geschäftsprozesse

Ein IVS-Geschäftsprozess operationalisiert ein IVS-Wertschöpfungsnetzwerk durch Orchestrierung einzelner IVS-Dienste. In dieser Orchestrierung 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. Zur Modellierung von IVS-Geschäftsprozessen eignen sich BPMN-Prozessdiagramme (siehe Abbildung 34).

Aus diesen Diagrammen lassen sich die beteiligten IVS-Dienste, die relevanten IVS-Rollen und die verwendeten IVS-Informationsobjekte ablesen. Die IVS-Rollen wurden bereits in der Phase A des Vorgehensmodells erfasst und werden in dieser Architekturphase bei Bedarf vervollständigt und ergänzt. Auch die IVS-Dienste wurden bereits in der [Phase A](#) erfasst und können vervollständigt und

ergänzt werden. Die IVS-Informationsobjekte, die zur Realisierung des Wertschöpfungsprozesses benötigt werden, werden in der [Phase C](#) gesammelt und beschrieben.

3.5.6.3 *Strategische und operative Geschäftsprozesse*

Strategische Geschäftsprozesse

Strategische Geschäftsprozesse beschreiben den Ablauf eines Geschäftsprozesses so kompakt wie möglich. Das Ziel ist die übersichtliche Darstellung von Anfang bis Ende, wobei alle Details, die für die Interoperabilität zwischen verschiedenen IVS-Akteuren benötigt werden, abgebildet werden. Details, die nur einen IVS-Akteur betreffen, werden in der Regel weggelassen. Deshalb werden häufig Teilprozesse anstelle der Aufgaben verwendet. Alle Aktivitäten müssen eindeutig einer Rolle zugeordnet sein. Die Verbindungen zwischen den Rollen sowie die ausgetauschten Informationsobjekte sollen klar beschrieben sein.

Strategische Geschäftsprozesse werden vorwiegend auf Ebene der IVS-Referenzarchitekturen eingesetzt.

Operative Geschäftsprozesse

In operativen Geschäftsprozessen werden die menschlichen und technischen Aktivitäten und die Sequenzflüsse zwischen diesen beschrieben. Die Beschreibung der menschlichen Aktivitäten dient dazu, die nicht automatisierten Teile eines operativen Geschäftsprozesses hervorzuheben. Technische Aktivitäten können automatisiert werden, idealerweise mithilfe von Process Engines. Der Geschäftsprozess wird auf operativer Ebene deshalb sehr viel detaillierter beschrieben als auf der strategischen Ebene. Der gesamte Prozess ist in der Regel ein komplexes Zusammenspiel von Menschen und IT-Systemen bzw. IVS-Diensten. Häufig werden die bei den strategischen Geschäftsprozessen verwendeten Teilprozesse in operativen Geschäftsprozessen beschrieben.

Operative Geschäftsprozesse werden vorwiegend auf der Ebene von IVS-Architekturen realer IVS-Dienste und Produkte verwendet.

3.5.6.4 *Kern- und Supportprozesse*

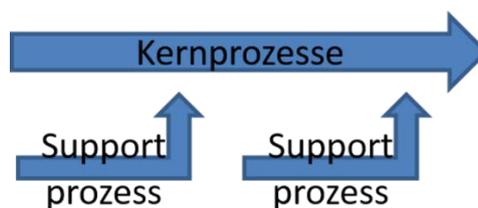


Abbildung 33 - Kern- und Supportprozesse

Bei der Unterscheidung zwischen Kern- und Supportprozessen sind vor allem die Kernprozesse relevant, da hier die Leistung erstellt wird. Interne Supportprozesse fallen unter die jeweiligen Organisationen und müssen in der Regel nicht interoperabel sein (siehe Abbildung 33).

3.5.6.5 *Beschreibung von IVS-Geschäftsprozessen*

IVS-Geschäftsprozesse werden im [Katalog IVS-Geschäftsprozesse](#) beschrieben. Zusätzlich sollen sie in BPMN-Geschäftsprozessdiagrammen modelliert werden. [Modellierungsrichtlinien für Geschäftsprozessdiagramme](#) legen fest, wie Geschäftsprozessdiagramme aufgebaut werden sollen.

3.5.6.6 *Modellierungsrichtlinien für IVS-Geschäftsprozesse*

Um hochwertige und einheitliche Geschäftsprozessdiagramme zu erhalten, sollten bestimmte Regeln definiert und eingehalten werden. Die Regeln dienen dazu, die IVS-Architekten bei ihrer Arbeit

zu unterstützen. Außerdem soll damit erreicht werden, dass die Ergebnisse der Architekturarbeit einheitlich aufgebaut und vergleichbar sind.

- Verwendung von eindeutigen Diagrammnamen: Die Namen der Geschäftsprozessdiagramme sollen dem Namen des Geschäftsprozesses entsprechen.
- Verwendung von Pools: Bei strategischen Geschäftsprozessdiagrammen, die hauptsächlich in IVS-Referenzarchitekturen verwendet werden, sollen Pools verwendet werden, um die beteiligten IVS-Rollen darzustellen. Bei operativen Geschäftsprozessdiagrammen sollen IVS-Akteure als Pools verwendet werden.
- Verwendung von IVS-Rollen bzw. IVS-Akteuren als Poolbezeichnungen: Als Poolbezeichnungen sollen nur IVS-Rollen bzw. IVS-Akteure verwendet werden.
- Verwendung von IVS-Informationsobjekten als Datenobjekte: Wenn Datenobjekte in einem Geschäftsprozessdiagramm verwendet werden, sollte die Bezeichnung der Datenobjekte mit IVS-Informationsobjekten übereinstimmen.
- Verwendung von Namen für Aktivitäten: Aktivitäten müssen in einem Diagramm benannt werden, damit klar ist, was damit gemeint ist.
- Benennung von Sequenzflüssen und Meldungsflüssen: Sequenzflüsse und Meldungsflüsse müssen in einem Diagramm benannt werden, damit klar ist, was mit diesem Fluss gemeint ist.
- Konsistente Verwendung von Start- und Ende-Ereignissen: Die Verwendung von Start- und Ende-Ereignissen ist notwendig, um darzustellen, wo der Prozess beginnt bzw. endet.
- Verwendung von Meldungsflüssen nur zwischen Pools: Meldungsflüsse sollen nur zwischen verschiedenen Pools bzw. zwischen Aktivitäten von diesen verwendet werden.
- Maximale Diagrammgröße: Die Größe eines Geschäftsprozessdiagrammes sollte DIN-A3 nicht überschreiten. Falls ein Diagramm größer wird, sollen Aktivitäten zu Teilprozessen zusammengefasst werden, die dann in Detaildiagrammen dargestellt werden.
- Keine Überlagerung von Kanten: Die Überlagerung von Kanten ist nicht zulässig. Sowohl die Verständlichkeit als auch die Übersichtlichkeit des Geschäftsprozesses leiden unter dem Verstoß gegen diese Regel.
- Keine Überlagerung von Knoten: Für die Übersichtlichkeit und das Verständnis eines Geschäftsprozessdiagrammes sollten sich keine Knoten überlagern.

3.5.6.7 *Beispiel*

Das Diagramm in Abbildung 34 enthält ein Beispiel für einen IVS-Geschäftsprozess. Dabei repräsentieren die horizontalen Kästen IVS-Rollen, die gelben Rechtecke sind IVS-Dienste und die grünen Objekte sind IVS-Informationsobjekte. Das gesamte Diagramm beschreibt den IVS-Geschäftsprozess, der ein IVS-Wertschöpfungsnetzwerk operationalisiert:

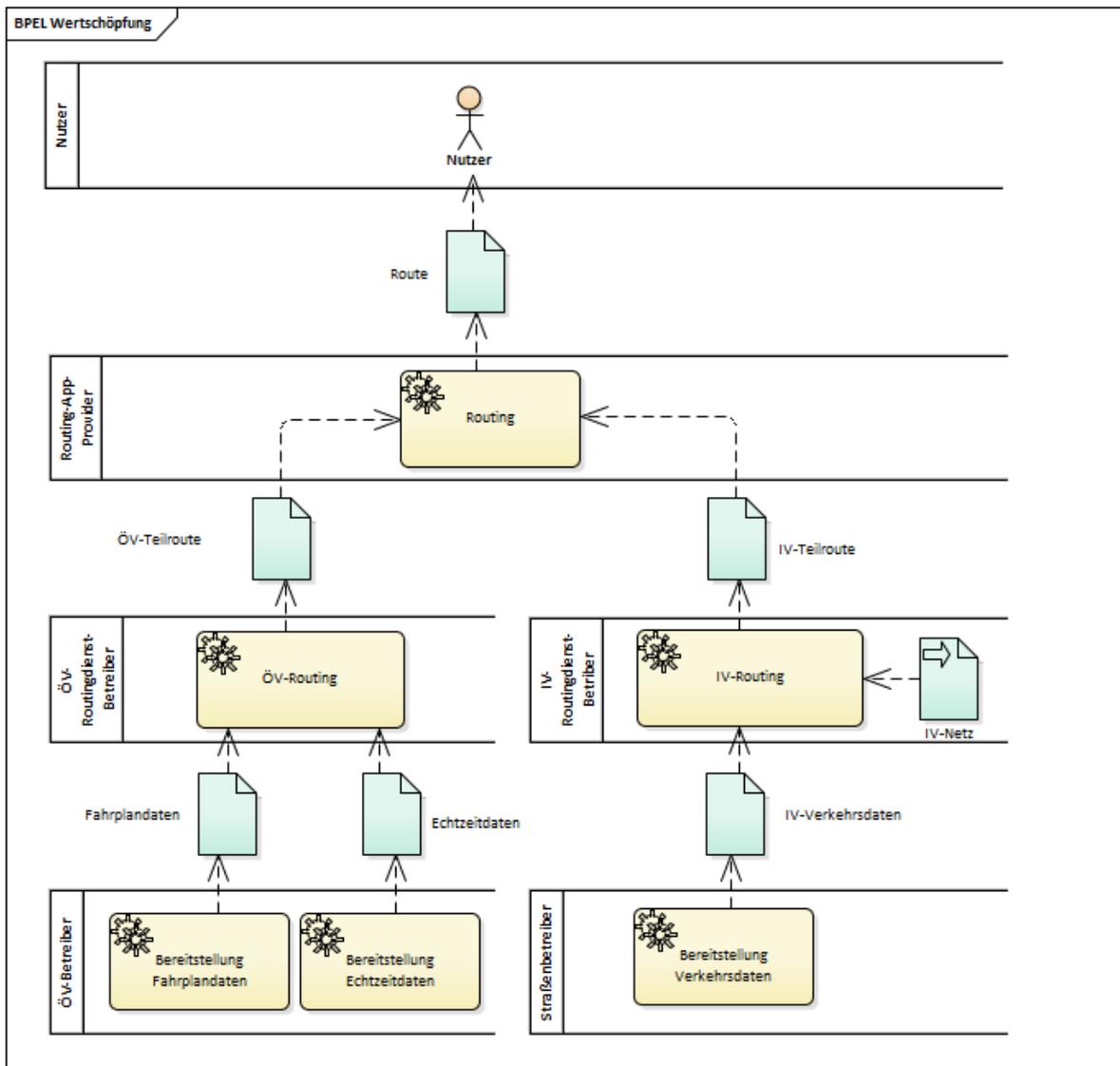


Abbildung 34 - Beispiel für einen IVS-Geschäftsprozess

3.6 IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge - Datenarchitektur

3.6.1 IVS-Datenarchitektur

In der Datenarchitektur werden die Daten mit ihren Beziehungen, die für die Durchführung der Geschäftsprozesse benötigt werden, identifiziert und beschrieben. Dies erfolgt in einem Modell und einer Darstellungsform, die stabil, vollständig, konsistent und für alle Beteiligten verständlich ist (vgl. Datenmodell).

3.6.2 Historische Entwicklung

Im Laufe der vergangenen Jahre und Jahrzehnte wurden in den verschiedenen **IVS-Domänen** Schnittstellen zum Austausch von Daten entwickelt. Einige dieser Schnittstellenbeschreibungen enthalten explizite Datenbeschreibungen (z. T. in formalen Datenbeschreibungssprachen wie z. B. UML (siehe Wikipedia Artikel 2017f)), andere Schnittstellenbeschreibungen enthalten implizite Datenbeschreibungen (auch hier z. T. in formalen Datenbeschreibungssprachen).

Diese Standards sind unabhängig voneinander entstanden und für verschiedene Anwendungsbereiche konzipiert worden. Mittlerweile haben sich die Standards weiterentwickelt und überlappen

sich zum Teil inhaltlich. Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsbereiche und je nach Zeitpunkt der Entstehung werden die Daten auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus beschrieben.

Mittlerweile existieren Anwendungen, die mit zwei oder mehr domänenspezifischen Datenmodellen arbeiten. Da kein übergeordnetes Datenmodell existiert, müssen solche Anwendungen bisher die Abbildungen zwischen den Datenmodellen anwendungsspezifisch erarbeiten.

Ein wesentlicher Bestandteil verkehrsbezogener Daten ist der Ort, für den diese Daten gelten. Um die räumliche Gültigkeit von verkehrsbezogenen Daten beschreiben zu können, wurden verschiedene Verfahren (sogenannte Ortsreferenzierungssysteme bzw. englisch location referencing systems) entwickelt. Die domänenspezifischen Datenmodelle verwenden unterschiedliche, z. T. mehrere Ortsreferenzierungssysteme. Auch bei den Ortsreferenzierungssystemen besteht das Problem, dass die Konvertierung von Ortsreferenzen zwischen verschiedenen Systemen z. T. nicht möglich, oft jedoch aufwändig und fehleranfällig ist. Wie bei den domänenspezifischen Datenmodellen gibt es auch hier kein übergeordnetes System, in das alle Ortsreferenzierungssysteme ohne Weiteres eingebettet werden könnten.

3.6.3 Begriffsdefinitionen der Datenarchitektur

Das UML-Diagramm in Abbildung 35 zeigt die Architekturbausteine der Datenarchitektur und deren Beziehungen untereinander.

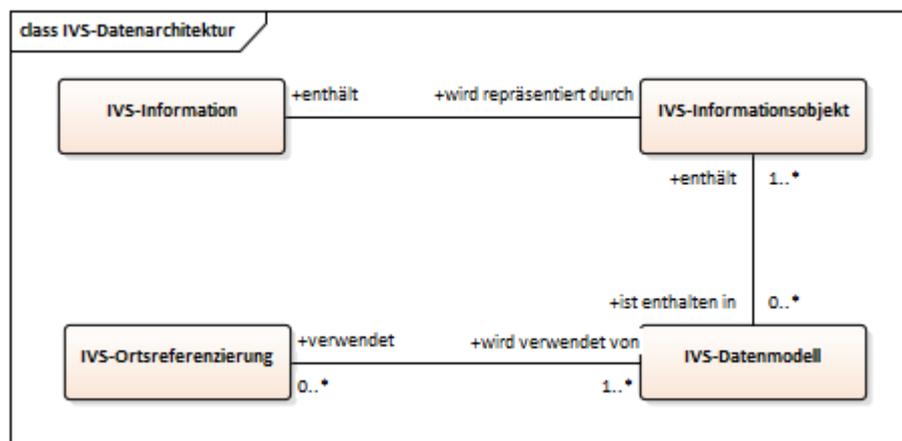


Abbildung 35 - Datenarchitektur

In der Datenarchitektur werden die folgenden Architekturbausteine beschrieben:

- Ein IVS-Informationsobjekt enthält eine Information mit einer festgelegten Bedeutung (Semantik).
- Ein IVS-Datenmodell enthält IVS-Informationsobjekte und legt deren Format (Syntax) fest.
- Eine IVS-Ortsreferenzierung beschreibt ein Verfahren zur Beschreibung von geografischen Orten und wird in IVS-Datenmodellen verwendet.

IVS-Informationsobjekte

Ein IVS-Informationsobjekt enthält die semantische Bedeutung inhaltlich zusammengehöriger Informationen, die als Input bzw. Output eines Geschäftsprozessschrittes verwendet werden. Jede IVS-Architektur muss einen Katalog der verwendeten **IVS-Informationsobjekte** erstellen. Um diesen Katalog sinnvoll erstellen zu können, wird aus dem Katalog der bestehenden IVS-Geschäftsprozesse ermittelt, welche Input- bzw. Output-Informationsobjekte zur Umsetzung dieser Geschäftsprozesse benötigt werden. Wenn der Katalog fertiggestellt ist, kann eine Matrix der Informationsobjekte/Geschäftsprozesse erstellt werden.

Der bereits vorausgefüllte Katalog der IVS-Informationsobjekte kann ebenfalls dazu verwendet werden. Dazu kann eine Kopie dieses Kataloges angelegt werden. In dieser Kopie sind dann die für die IVS-Architektur relevanten Informationsobjekte (durch Hinzufügen bzw. Löschen von Informationsobjekten) zu beschreiben.

IVS-Datenmodelle

Ein IVS-Datenmodell besteht aus einer Sammlung von Informationsobjekten und einer Vorgabe, wie die semantischen Informationen der Informationsobjekte syntaktisch korrekt codiert werden müssen. Jede IVS-Architektur muss einen Katalog der vorhandenen Datenmodelle erstellen. Der bereits vorausgefüllte Katalog der IVS-Datenmodelle kann dazu verwendet werden. Dazu kann eine Kopie dieses Kataloges angelegt werden. In dieser Kopie sind dann die für die IVS-Architektur relevanten Datenmodelle (durch Hinzufügen bzw. Löschen von Datenmodellen) zu beschreiben.

Jede IVS-Architektur muss eine Matrix erstellen, in der die Zuordnung zwischen Informationsobjekten und Datenmodellen beschrieben werden. Die bereits vorausgefüllte Matrix der IVS-Informationsobjekte-Datenmodelle kann dazu verwendet werden. Dazu kann eine Kopie dieser Matrix angelegt werden. In dieser Kopie sind dann die für die IVS-Architektur relevanten Informationsobjekte und Datenmodelle aufzunehmen und die Zuordnung zwischen Informationsobjekten und Datenmodellen zu beschreiben.

IVS-Ortsreferenzierungssysteme

Ein IVS-Ortsreferenzierungssystem legt die Syntax und Semantik für ein Verfahren fest, mit dem geografische Orte auf der Erde oder speziell Positionen in bzw. Teilen von Verkehrsnetzwerken beschrieben werden können. Jede IVS-Architektur muss einen Katalog der vorhandenen Ortsreferenzierungssysteme erstellen. Der bereits vorausgefüllte Katalog der IVS-Ortsreferenzierungen kann dazu verwendet werden. Dazu kann eine Kopie dieses Kataloges angelegt werden. In dieser Kopie sind dann die für die IVS-Architektur relevanten Ortsreferenzierungen (durch Hinzufügen bzw. Löschen von Ortsreferenzierungen) zu beschreiben.

Jede IVS-Architektur muss eine Matrix erstellen, in der die Zuordnung zwischen Datenmodellen und Ortsreferenzen beschrieben wird. Die bereits vorausgefüllte Matrix der IVS-Datenmodell-Ortsreferenzen kann dazu verwendet werden. Dazu kann eine Kopie dieser Matrix angelegt werden. In dieser Kopie sind dann die für die IVS-Architektur relevanten Datenmodelle und Ortsreferenzierungen aufzunehmen und die Zuordnung zwischen Datenmodellen und Ortsreferenzierungen zu beschreiben.

3.6.4 Verwendung unterschiedlicher Werkzeuge

Bei der Festlegung auf IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge muss berücksichtigt werden, dass zurzeit viele unterschiedliche, domänenspezifische [IVS-Datenmodelle](#) existieren und auch weiterhin existieren werden. Diese Datenmodelle sind mit unterschiedlichen Werkzeugen und unter Anwendung unterschiedlicher IVS-Referenzmodelle erzeugt worden. Da diese Datenmodelle auch von unterschiedlichen Communities gepflegt werden, ist eine Vereinheitlichung der Modellierungsprinzipien nur schwer zu erreichen.

Falls eines oder mehrere der bereits vorhandenen IVS-Datenmodelle verwendet werden (müssen), sind die Modellierungsprinzipien und -werkzeuge bereits vorgegeben. Lediglich für neu zu entwickelnde IVS-Datenmodelle werden die im Folgenden angegebenen Prinzipien und Werkzeuge festgelegt.

3.6.5 Modellierungsprinzipien

Verwendung von Standards

Falls möglich, sollen für den Austausch von Daten Standards verwendet werden.

Definition von technologie- und plattformunabhängigen Datenmodellen

Grundsätzlich sollen Datenmodelle in einem technologie- und plattformunabhängigen Format, einem sogenannten Platform-independent model (PIM) (siehe Wikipedia Artikel 2017b) beschrieben werden. Aus dem PIM werden dann sogenannte Platform-specific models (PSM) (siehe Wikipedia Artikel 2013) möglichst automatisch generiert. Diese Vorgehensweise hat sich bereits bei der Modellierung des DATEX II (siehe European Commission. Mobility and Transport) Datenmodells bewährt. Sie hat den Vorteil, dass die spezifische Implementation des Datenmodells ausgetauscht werden kann, ohne das Datenmodell zu verändern.

Dadurch werden u. a. die folgenden Einsatzszenarien ermöglicht:

- Spezifikation verschiedener PSMs (Austauschformate), die gleichzeitig verwendet werden (z. B. binäres Datenformat für bandbreitenbeschränkten Einsatz und XML-Format für sonstigen Einsatz)
- Upgrade von einem veralteten PSM auf ein neueres PSM

Diese Veränderungen können durchgeführt werden, ohne das PIM-Datenmodell zu verändern.

3.6.6 Datenmodellierungssprache

Für neu zu entwickelnde Datenarchitekturen bzw. Datenmodelle wird die Unified Modeling Language (UML) (siehe Wikipedia Artikel 2017f) als Modellierungssprache vorgeschlagen. UML hat sich mittlerweile als De-facto-Standard bei der technologie-agnostischen Modellierung von Daten etabliert. Des Weiteren hat UML den Vorteil, dass mit dem XML Metadata Interchange (XMI) (siehe Wikipedia Artikel 2017a) ein Datenaustauschformat vorliegt, das unabhängig von den eingesetzten Tools ist und zunehmend auch von Software-Entwicklungswerkzeugen verwendet wird.

3.7 IVS-Referenzmodelle und Werkzeuge - Anwendungsarchitektur

3.7.1 IVS-Anwendungsarchitektur

In der Anwendungsarchitektur werden Anwendungen (Services) sowie deren Schnittstellen beschrieben.

3.7.2 Historische Entwicklung

Anwendungen im IVS-Bereich haben in der Regel eine sehr lange Lebensdauer (> 10 Jahre). Aus diesem Grund gibt es eine sehr heterogen gewachsene Anwendungssystemlandschaft. Bestehende Systeme sind häufig als monolithische Anwendungen und nur in wenigen Fällen als Komposition oder Orchestrierung von Services realisiert.

Aufgrund der fehlenden IVS-Rahmenarchitektur und -Referenzarchitekturen gibt es im Bereich der Anwendungsarchitektur eine historisch gewachsene Situation aus Anwendungen, Services und Schnittstellen. Diese Situation ist sowohl im Gesamtbereich der Verkehrssysteme als auch in den einzelnen IVS-Domänen durch Zufälle und projektbedingte Notwendigkeiten ohne eine übergeordnete Planung bzw. Lenkung entstanden.

3.7.3 Begriffsdefinitionen der Anwendungsarchitektur

Das Diagramm in Abbildung 36 zeigt die Architekturbausteine der Anwendungsarchitektur und deren Beziehungen untereinander. In der Anwendungsarchitektur werden die folgenden Architekturbausteine beschrieben:

- Eine IVS-Anwendung realisiert IVS-Schnittstellen.
- Eine IVS-Schnittstelle verwendet ein IVS-Datenmodell.

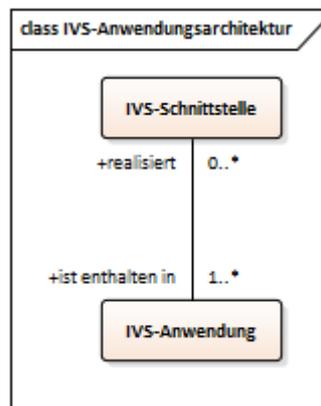


Abbildung 36 - Anwendungsarchitektur

3.7.4 IVS-Schnittstellen

Eine IVS-Schnittstelle ist eine Einrichtung zwischen Systemen, die der Verbindung und der Kommunikation zwischen diesen dient. Zu jeder IVS-Schnittstelle, die zum Austausch zwischen verschiedenen Systemen verwendet wird, existieren Schnittstellenspezifikationen, die in der Regel schriftlich festgelegt sind oder durch einen Standard vorgegeben werden. Jede IVS-Schnittstellenspezifikation besteht aus einem Protokoll, mit dem festgelegt wird, wie die Informationen ausgetauscht werden, und einem Datenmodell, mit dem festgelegt wird, welche Informationen ausgetauscht werden können. Bei allgemeinen und sehr „breit“ ausgelegten Schnittstellen werden häufig noch zusätzliche Vereinbarungen getroffen, mit denen die tatsächlich ausgetauschten Informationen weiter spezifiziert werden bzw. mit denen Erweiterungen oder Abwandlungen der allgemein verfügbaren Schnittstellenspezifikation festgelegt werden.

3.7.5 IVS-Anwendungen

IVS-Anwendungen sind Computerprogramme oder Systeme von Computerprogrammen, die genutzt werden, um nützliche Funktionen zu automatisieren bzw. computergestützt umzusetzen. Die technischen Aktivitäten eines IVS-Geschäftsprozesses werden in IVS-Anwendungen realisiert. Dabei kann eine Aktivität von einer oder mehreren IVS-Anwendungen realisiert werden. Es ist auch möglich, dass mehrere Aktivitäten eines IVS-Geschäftsprozesses in einer IVS-Anwendung realisiert werden.

Eine optimale Unterstützung von IVS-Geschäftsdiensten kann durch eine serviceorientierte Architektur (SOA) erreicht werden. Eine SOA ist ein Architekturmuster, bei dem Anwendungen über definierte Serviceschnittstellen miteinander kommunizieren. Aktuell sind die wenigsten IVS-Anwendungen mit einer serviceorientierten Architektur realisiert. Zukünftig sollen IVS-Anwendungen als Services in einer serviceorientierten Architektur entworfen und realisiert werden.

Der Zusammenhang zwischen Anwendungen und Services einerseits und Schnittstellen andererseits soll in Komponentendiagrammen (siehe Wikipedia Artikel 2016a) modelliert werden. Dabei werden Anwendungen und Services als Components und Schnittstellen als Interfaces dargestellt.

3.7.6 Modellierungsprinzipien

Verwendung von Standards

Falls möglich, sollen Standards als IVS-Schnittstellen verwendet werden.

Verwendung einer serviceorientierten Architektur

Neu zu erstellende IVS-Anwendungen sollen mit einer serviceorientierten Architektur (siehe Wikipedia Artikel 2017d) entworfen werden. Bei dieser Vorgehensweise können IVS-Geschäftsprozesse leicht durch die Integration von IT-Services umgesetzt werden. Ein IVS-Geschäftsprozess kann dann als Komposition bzw. Orchestrierung von Services umgesetzt werden.

Modellierungswerkzeuge

Grundsätzlich sollen Anwendungen, Services und Schnittstellen in UML modelliert werden. Dabei können Komponentendiagramme (siehe Wikipedia Artikel 2016a) verwendet werden, um die Beziehung zwischen Anwendungen, Services und Schnittstellen zu beschreiben. Anwendungen und Services werden dabei als Components und Schnittstellen als Interfaces modelliert.

Eine einzelne Anwendung bzw. ein einzelner Service kann, falls benötigt, ebenfalls mithilfe eines Komponentendiagramms modelliert werden. Die Details von Schnittstellen können in Klassendiagrammen beschrieben werden.

4 Die IVS-Rahmenarchitektur 1.0

4.1 IVS-Architektur-Vorgehensmodell

4.1.1 Problemstellung

„Das The Open Group Architecture Framework TOGAF bietet einen Ansatz für Entwurf, Planung, Implementierung und Wartung von Unternehmensarchitekturen. Als operationelles Framework der Gruppe Government and Agency Frameworks bietet TOGAF mit der Architecture Development Method (ADM) unter anderem auch ein Vorgehensmodell zur Entwicklung von [Unternehmensarchitekturen]“ (Wikipedia Artikel 2017e).

Aufgrund der weltweiten Verbreitung und Anerkennung als das Modell für die Entwicklung von Unternehmensarchitekturen eignen sich TOGAF und die TOGAF ADM sehr gut als konzeptioneller Hintergrund auch für die Entwicklung von IVS-Architekturen. Allerdings ist TOGAF einerseits mehr auf die Entwicklung der Architektur eines einzelnen Unternehmens ausgerichtet und stellt andererseits viele Konzepte für Architektur Aspekte bereit, die für IVS und IVS-Dienste keine Bedeutung haben. Für die Entwicklung einer IVS-Architektur, das heißt die Architektur von IVS-Diensten, an denen in der Regel mehrere Institutionen und Unternehmen beteiligt sind, erfolgte deshalb eine Anpassung (Tailoring) des TOGAF-Vorgehensmodells unter drei Gesichtspunkten:

- Entwicklung eines generellen Modells zur Anpassung des TOGAF-Vorgehensmodells an die Aufgaben zur Erstellung einer IVS-Architektur, um dieses für die Entwicklung von IVS-Architekturen nutzen zu können
- Erarbeitung eines TOGAF-basierten Rahmenwerks für die verschiedenen Phasen der IVS-Architecturentwicklung und Darstellung in einem Wiki
- Entwicklung eines IVS-Architektur-Glossars und -Metamodells

Zum besseren Verständnis des für IVS-Architektur vorgenommenen Tailorings der TOGAF ADM wird diese im Folgenden kurz erläutert.

4.1.2 TOGAF - ein Überblick

Das TOGAF ADM-Phasenmodell

TOGAF definiert mit der TOGAF Architecture Development Method (ADM) einen Prozess zur Entwicklung von Geschäftsarchitekturen eines Unternehmens (siehe Abbildung 37).

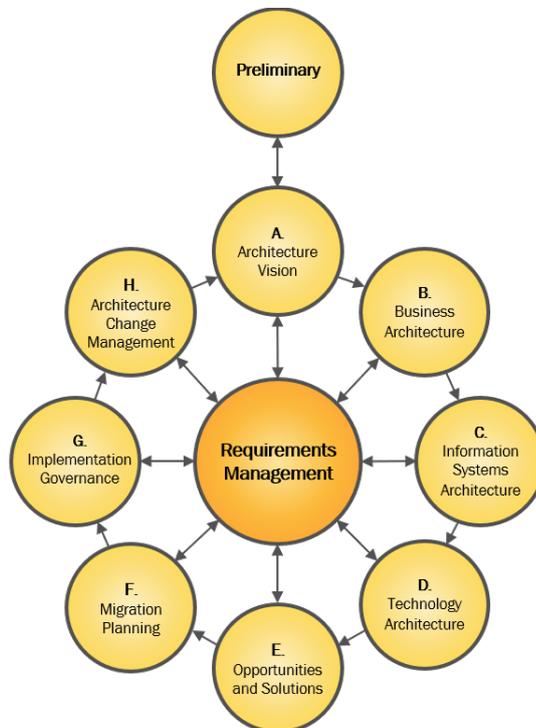


Abbildung 37 - TOGAF ADM

Im Einzelnen werden mit der TOGAF-ADM folgende Phasen durchlaufen (siehe Schmid 2013):

- Preliminary Phase (Vorarbeiten)
Hier werden die Einbindung zugrundeliegender Modelle geklärt, Modell-Anpassungen definiert sowie wichtige Prinzipien für die Architekturentwicklung festgelegt.
- Phase A - Architecture Vision (Architekturvision):
Hier werden die Ziele der Architekturentwicklung und die daran Beteiligten festgelegt.
- Phase B - Business Architecture (Geschäftsarchitektur):
Hier werden für die Geschäftsarchitektur der aktuelle und der gewünschte Zustand beschrieben. Die entscheidenden Unterschiede werden herausgearbeitet. Dazu werden Geschäftsprozessmodelle, Use-Case- und Klassendiagramme verwendet.
- Phase C - Information and Systems Architectures (Informations- und System-Architektur):
Hier werden für die Informations-/Datenarchitektur und für die Anwendungsarchitektur der aktuelle und der gewünschte Zustand beschrieben. Die entscheidenden Unterschiede werden herausgearbeitet. Dazu werden die konkreten Datenmodelle und Anwendungen verwendet.
- Phase D - Technology Architecture (Technologiearchitektur):
Hier werden für die Technologiearchitektur der aktuelle und der gewünschte Zustand beschrieben. Die entscheidenden Unterschiede werden herausgearbeitet. Dazu werden die

benötigten Technologien für die Ausführung der Anwendungen und der darüberliegenden Prozesse beschrieben.

- Phase E - Opportunities and Solutions (Möglichkeiten und Lösungen):
Hier werden die Vorhaben festgelegt, welche die Transformation aus der Ist-Situation zum Soll-Zustand durchführen.
- Phase F - Migration Planning (Migrationsplanung):
Hier wird die Überführung von Ist-Zustand in den Soll-Zustand geplant.
- Phase G - Implementation Governance (Steuerung und Überwachung der Implementierung):
Hier wird die Implementierung in den Soll-Zustand überwacht.
- Phase H - Architecture Change Management (Änderungsmanagement):
Hier werden Anforderungen und externe Einflüsse gesammelt, welche dann als Grundlage für einen evtl. nächsten Durchlauf des Prozesses dienen.
- Requirements Management (Anforderungsmanagement):
Das Anforderungsmanagement treibt den ADM Prozess kontinuierlich und steht deshalb im Zentrum des Prozesses.

Das TOGAF-ADM Schrittmodell

Gemäß TOGAF Version 9.1 ist jede Phase nochmals in einzelne Schritte (Steps) unterteilt, die im TOGAF-Handbuch genau erklärt sind. Damit wird generell ein methodisches und umfassendes Vorgehen bei der Entwicklung einer Unternehmensarchitektur sichergestellt. Ein Beispiel für die Vorbereitungsphase zeigt Tabelle 11.

Schritt	TOGAF-Vorgabe (siehe The Open Group)
1	Bestimmung des Wirkungsbereichs
2	Betroffene Organisationseinheiten
3	Sicherstellung von Steuerungs- und Unterstützungsframeworks
4	Definition und Aufbau eines Unternehmensarchitektur-Teams und einer Organisation
5	Identifizierung und Festlegung von Architekturprinzipien
6	Auswahl und organisationsspezifische Anpassung von Architekturframeworks
7	Implementierung von Architekturwerkzeugen

Tabelle 11: Das TOGAF-ADM Schrittmodell

TOGAF Architecture Deliverables als Ergebnisse (Liefergegenstände) der Architekturarbeit

Das Vorgehen in Schritten mündet in sog. Architecture Deliverables als Ergebnis (Liefergegenstände) der Architekturarbeit. Dabei unterscheidet TOGAF folgende Architecture Deliverables (siehe Abbildung 38):

- Artefakte (im möglichen Format von Katalogen, Matrizen und Diagrammen)
- Other Deliverables

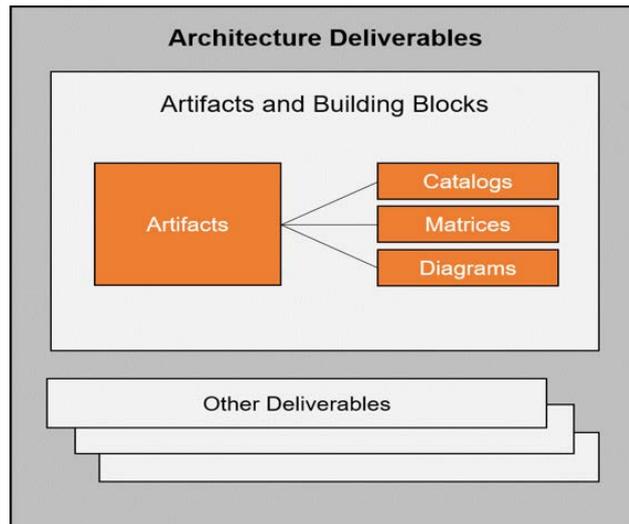


Abbildung 38 - Architektur Liefergegenstände (siehe The Open Group)

Artefakte beschreiben Bausteine (Building blocks). Das sind die Elemente, aus denen am Ende die eigentliche Architektur aufgebaut ist. TOGAF stellt ein Metamodell bereit, welches die Zuordnung der Bausteine zu verschiedenen Bereichen der Unternehmensarchitektur ermöglicht (siehe Abbildung 39).

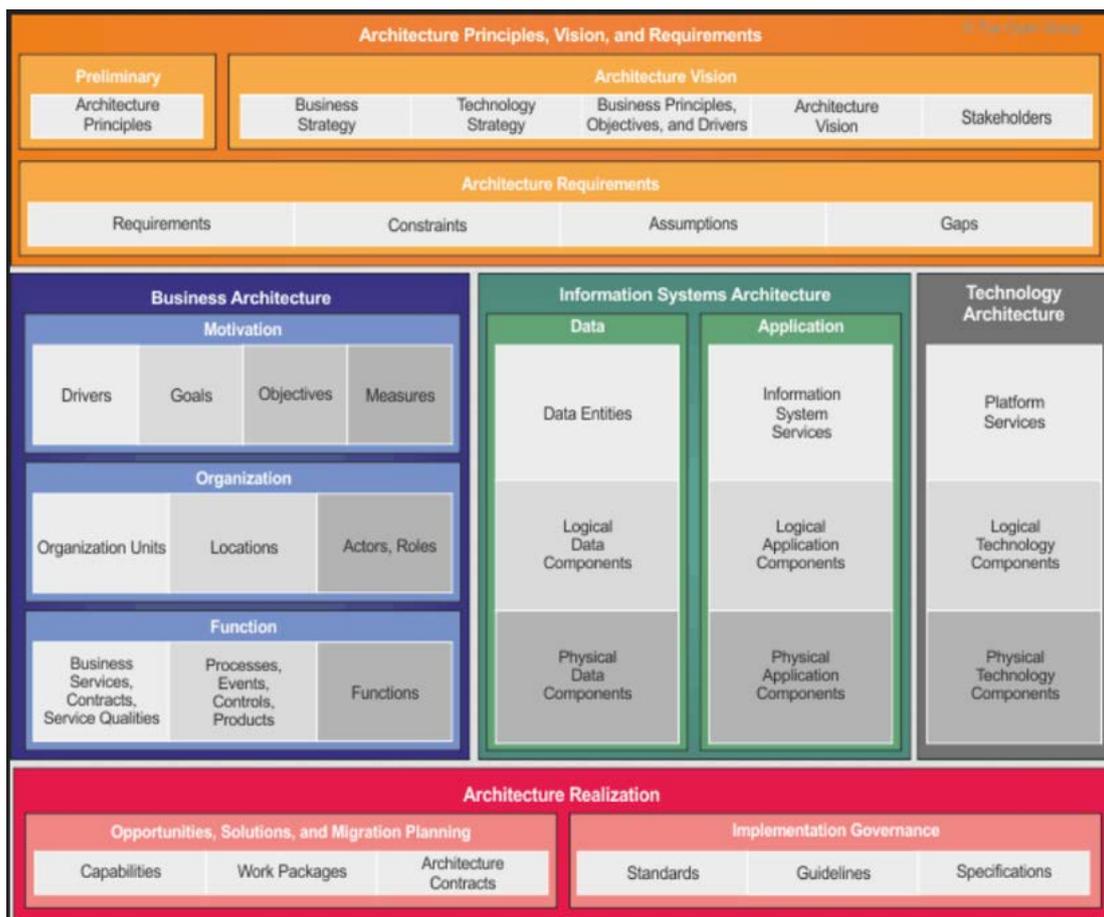


Abbildung 39 - TOGAF Bausteine (siehe The Open Group)

Ein Architecture Deliverable ist das Ergebnis der Architekturarbeit. Bei der Durchführung der Arbeiten nach der ADM werden Deliverables als Output erzeugt. Diese Deliverables werden häufig in

folgenden Schritten als Input verwendet und weiter konkretisiert, es werden z. B. in der Phase A relevante Stakeholder mit dem IVS-Rollenkonzept identifiziert und in der Phase B dann basierend auf den IVS-Rollen Prozesse beschrieben.

Unterschied zwischen Artefakten und Deliverables

In TOGAF wird zwischen Artefakten und anderen Deliverables unterschieden. Die Unterscheidung kommt daher, dass Artefakte stets die Architektur an sich bzw. die einzelnen Bestandteile der Architektur beschreiben. Andere Deliverables beschreiben z. B. die Umgebung der Architektur oder die Projektstruktur des Architekturprojekts.

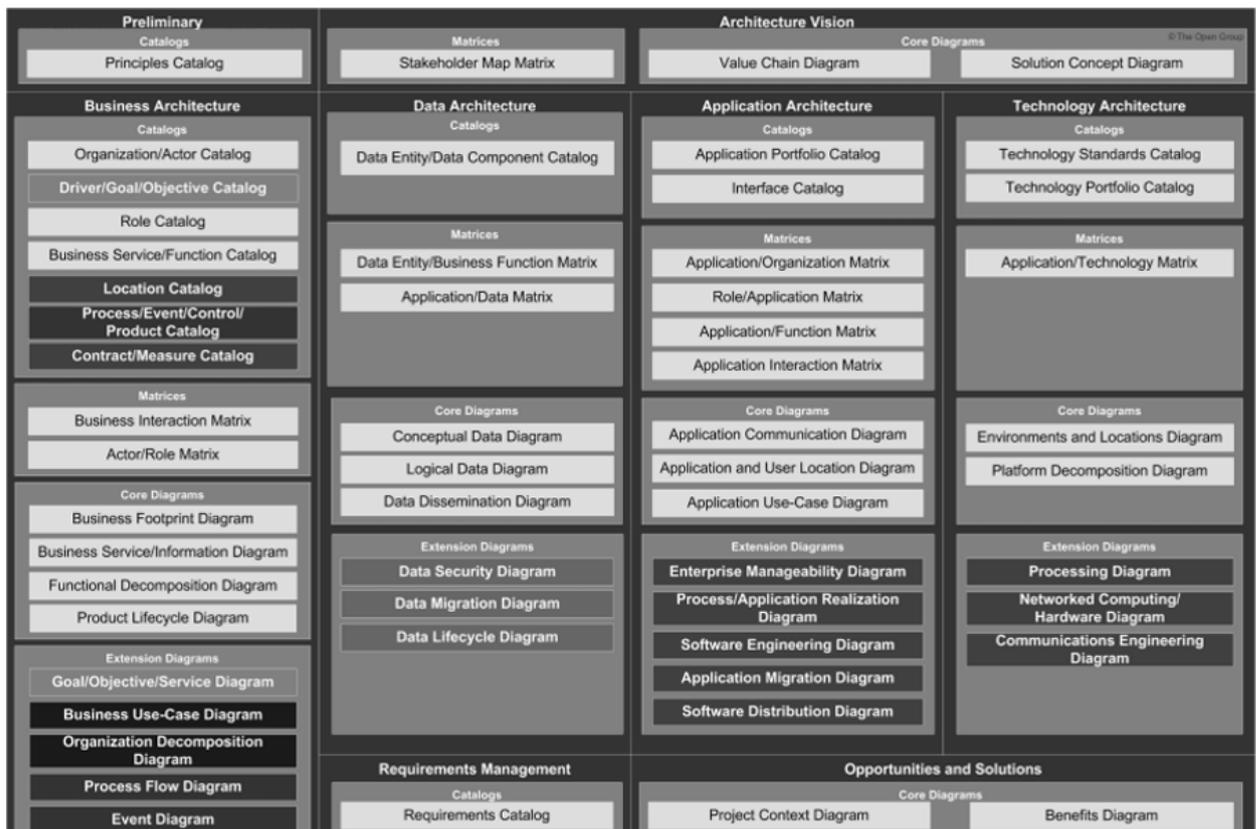


Abbildung 40 - Mögliche Artefakte zur Beschreibung einer Architektur nach TOGAF

Artefakte sind entweder Kataloge, Matrizen oder Diagramme und bestehen aus den einzelnen Bausteinen.

- Ein Baustein ist z. B. eine einzelne Rolle. Der Rollenkatalog, der alle Rollen auflistet, ist ein mögliches Artefakt. Ein Prozessdiagramm mit Rollen als Swimlanes wäre ein weiteres mögliches Artefakt, das die Bausteine Prozess und Rolle kombiniert.
- Ein Katalog besteht immer nur aus einem Bausteintyp; Matrizen bestehen typischerweise aus zwei verschiedenen Bausteintypen und Diagramme aus mehreren.

TOGAF sieht eine Vielzahl an Artefakten vor (siehe Abbildung 40).

Mit der IVS-Rahmenarchitektur werden sowohl Templates zur Beschreibung einzelner Bausteine als auch Templates für Artefakte entwickelt und für die Entwicklung von IVS-Referenzarchitekturen und IVS-Architekturen realer Dienste bereitgestellt.

4.1.3 Das TOGAF-basierte Rahmenwerk für IVS-Architektur

Tailoring des TOGAF Phasen- und Schrittmodells

Um das TOGAF-Modell für jede Phase und jeden einzelnen Schritt an die Anforderung der Entwicklung einer IVS-Architektur anpassen zu können, wurde ein Tailoring-Modell entwickelt, das die Schritt-Tabellen der Phasen um zusätzliche Spalten erweitert (siehe Tabelle 12).

Schritt	TOGAF (siehe The Open Group)	Tailoring IVS-Architektur	Anleitung	Artefakte {K=Katalog, M=Matrix, D=Diagramm}, O=Other Deliverables	Empfehlung für IVS-Referenzarchitekturen	Empfehlung für IVS-Architekturen realer IVS-Dienste
1	Bestimmung des Wirkungsbereichs	Bestimmung des Wirkungsbereichs von IVS-Architektur	Wirkungsbereich von IVS-Architektur Hintergrundinformationen und Techniken	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung
2	Identifizierung der betroffenen Organisationseinheiten	Identifizierung von IVS-Architektur betroffener Institutionen/Unternehmen	Von IVS-Architektur betroffene Institutionen/Unternehmen und Rahmenbedingungen	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung
3	Sicherstellung von Steuerungs- und Unterstützungsframeworks	Sicherstellung von Steuerungs- und Unterstützungsframeworks für IVS-Architektur	Steuerungs- und Unterstützungsframeworks für IVS-Architektur	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung
4	Definition und Aufbau eines Unternehmensarchitektur-Teams und einer Organisation	Definition und Aufbau eines IVS-Architektur-Teams und einer Organisation	Hinweise zur Bildung eines IVS-Architekturteams Hintergrundinformationen und Techniken Modell, Grundlage für Nachvollziehbarkeit Glossar, Grundlage für gemeinsames Verstehen	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung
5	Identifizierung und Festlegung von Architekturprinzipien	Identifizierung und Festlegung von IVS-Architekturprinzipien	IVS-Architektur-Prinzipien <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baustein IVS-Architekturprinzip 	K: IVS-Architekturprinzipien	K: IVS-Architekturprinzipien für die IVS-Dienstekategorie (geerbt von der IVS-Rahmenarchitektur,	K: IVS-Architekturprinzipien für den spezifischen IVS-Dienst (geerbt von der IVS-

			Hintergrundinformationen und Techniken Beispiele für Architekturprinzipien aus dem IKT-Bereich		erweitert für die IVS-Dienstekategorie)	Dienstekategorie, erweitert für den spezifischen IVS-Dienst)
6	Auswahl und organisationsspezifische Anpassung von Architekturframeworks	Auswahl und Anpassung von IVS-Architekturframeworks	Nationale und internationale IVS-Architekturframeworks	Projektspezifische Anpassung und Erweiterung	Projektspezifische Anpassung und Erweiterung	Projektspezifische Anpassung und Erweiterung
7	Implementierung von Architekturwerkzeugen	Implementierung von IVS-Architekturwerkzeugen	Vorschläge für IVS-Architekturwerkzeuge	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung	Projektspezifische Lösung

Tabelle 12: Tailoring des TOGAF Phasen- und Schrittmodells

Das TOGAF-basierte Vorgehensmodell als Ergebnis des Tailorings

Ergebnis des Tailorings des TOGAF ADM-Phasenmodells ist am Ende das TOGAF-basierte Vorgehensmodell für IVS-Architektur (siehe im Wiki-Navigationsbaum Menüpunkt „Phasen und Schritte zur Entwicklung einer IVS-Architektur“).

Für die Entwicklung der IVS-Rahmenarchitektur 1.0 wurde der Schwerpunkt auf die Architekturvision, die Geschäfts- und Informationssystemarchitektur gelegt (TOGAF Phasen A bis C, siehe Abbildung 41).

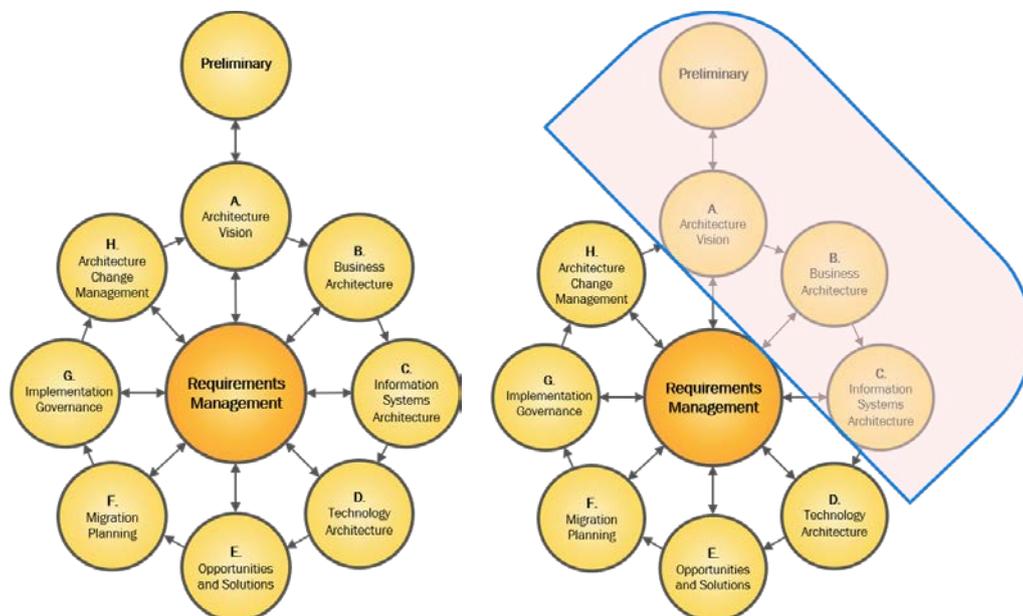


Abbildung 41 - TOGAF-ADM und Fokus der IVS-Rahmenarchitektur (siehe The Open Group)

Für die TOGAF Phasen A bis C enthält die IVS-Rahmenarchitektur Vorgaben für die Entwicklung der entsprechenden Phasen der IVS-Referenzarchitekturen. Die IVS-Referenzarchitekturen enthalten wiederum die Beschreibung der Architekturphasen A bis C für die jeweiligen Domänen. Dort werden Vorgaben und Vorschläge für IVS-Architekturen realer IVS-Dienste entwickelt und beschrieben. Von dieser Vorgehensweise wird für die TOGAF Phasen E bis H abgewichen. Für die IVS-

Referenzarchitekturen entfallen diese Phasen vollständig, da keine einheitlichen Vorgaben für IVS-Architekturen realer IVS-Dienste entwickelt werden können. Stattdessen müssen in jedem Projekt, in dem eine IVS-Architektur eines IVS-Dienstes erarbeitet wird, diese Phasen individuell ausgearbeitet werden. Für die IVS-Rahmenarchitektur ändert sich für die Phasen E bis H der Blickwinkel: Anstatt Vorgaben für die IVS-Referenzarchitekturen zu entwickeln, werden diese Phasen zusammengefasst und es wird die Vorgehensweise zur Umsetzung der IVS-Architekturen beschrieben. In der TOGAF Phase D erfolgt die Dokumentation des grundlegenden Aufbaus der IT-Systeme aus Hardware, Software und Kommunikationstechnologie. Diese Phase ist eine wichtige Phase für eine IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes. Jeder Akteur, der an einer IVS-Architektur eines realen IVS-Dienstes beteiligt ist, muss sich die Fragen nach der bestmöglichen technologischen Einbettung in die Unternehmensarchitektur seines Wirkungsbereichs stellen. Diese Entscheidungen können und sollen weder von der IVS-Rahmenarchitektur noch von einer IVS-Referenzarchitektur getroffen werden.

Einen Überblick über das Tailoring der Phasen Vorbereitung sowie Phasen A, B und C (C1. und C.2) liefern die Grafiken in den Abbildungen Abbildung 42 bis Abbildung 46.

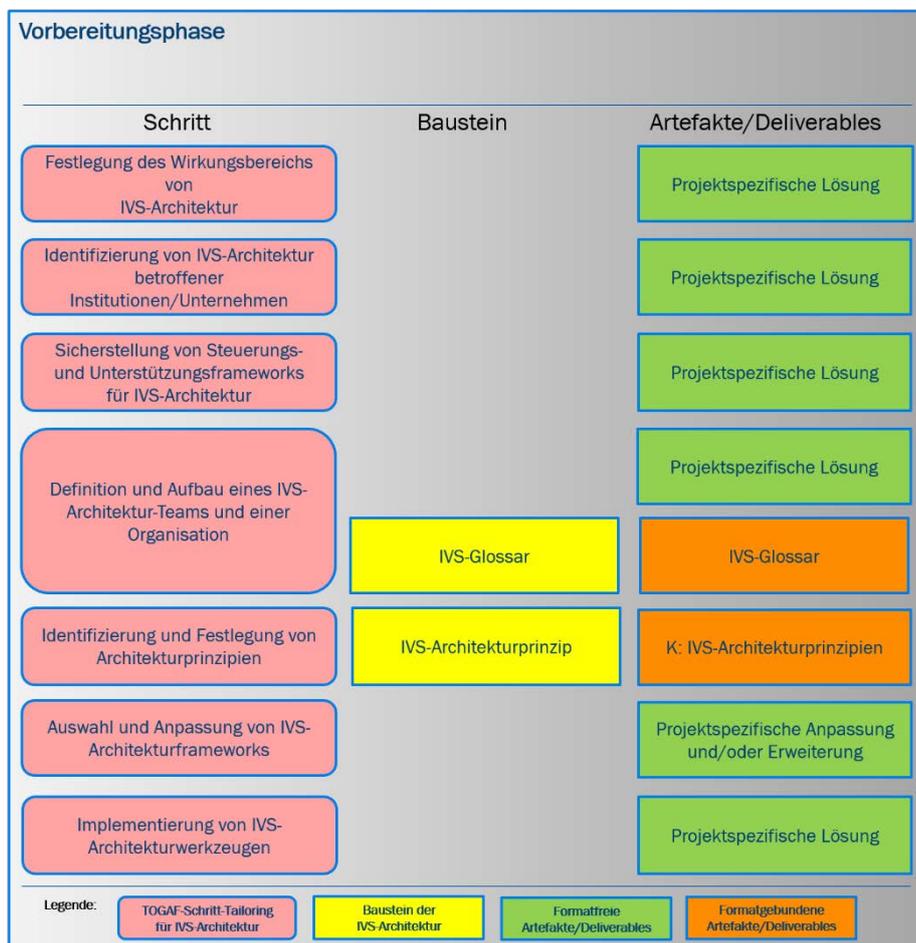


Abbildung 42 - Vorbereitungsphase

Phase A - Architekturvision		
Schritt	Baustein	Artefakte/Deliverables
Aufsetzen des IVS-Architekturprojekts	IVS-Domäne IVS-Dienst	O: Aufsetzen des IVS-Architekturprojekts
Identifizierung der IVS-Rollen mit deren Anliegen und Geschäftsanforderungen		O: IVS-Rollen-Map
	IVS-Rolle	K: IVS-Rollen
	IVS-Anforderung	K: IVS-Anforderungen
Ausarbeitung von Geschäftszielen, Geschäftstreibern und Rahmenbedingungen für IVS-Dienste	IVS-Leitbild	K: IVS-Leitbilder
	IVS-Geschäftsziele	K: IVS-Geschäftsziele
Entwicklung/Bewertung der IVS-Capabilities von IVS-Rollen	IVS-Capability	K: IVS-Capabilities
Entwicklung der IVS-Architekturvision		O: IVS-Architekturvision
Definition des Wertbeitrags und der KPI's von IVS-Architektur	Wertbeitrag und KPI's von IVS-Architektur	K: Wertbeitrag und KPI's von IVS-Architektur
Identifizierung der Risiken einer Geschäfts-Transformation	Risiko von IVS-Architektur	K: Risiken von IVS-Architektur

Legende:	TOGAF-Schritt-Tailoring für IVS-Architektur	Baustein der IVS-Architektur	Formatfreie Artefakte/Deliverables	Formatgebundene Artefakte/Deliverables
----------	---	------------------------------	------------------------------------	--

Abbildung 43 - Phase A - IVS-Architekturvision

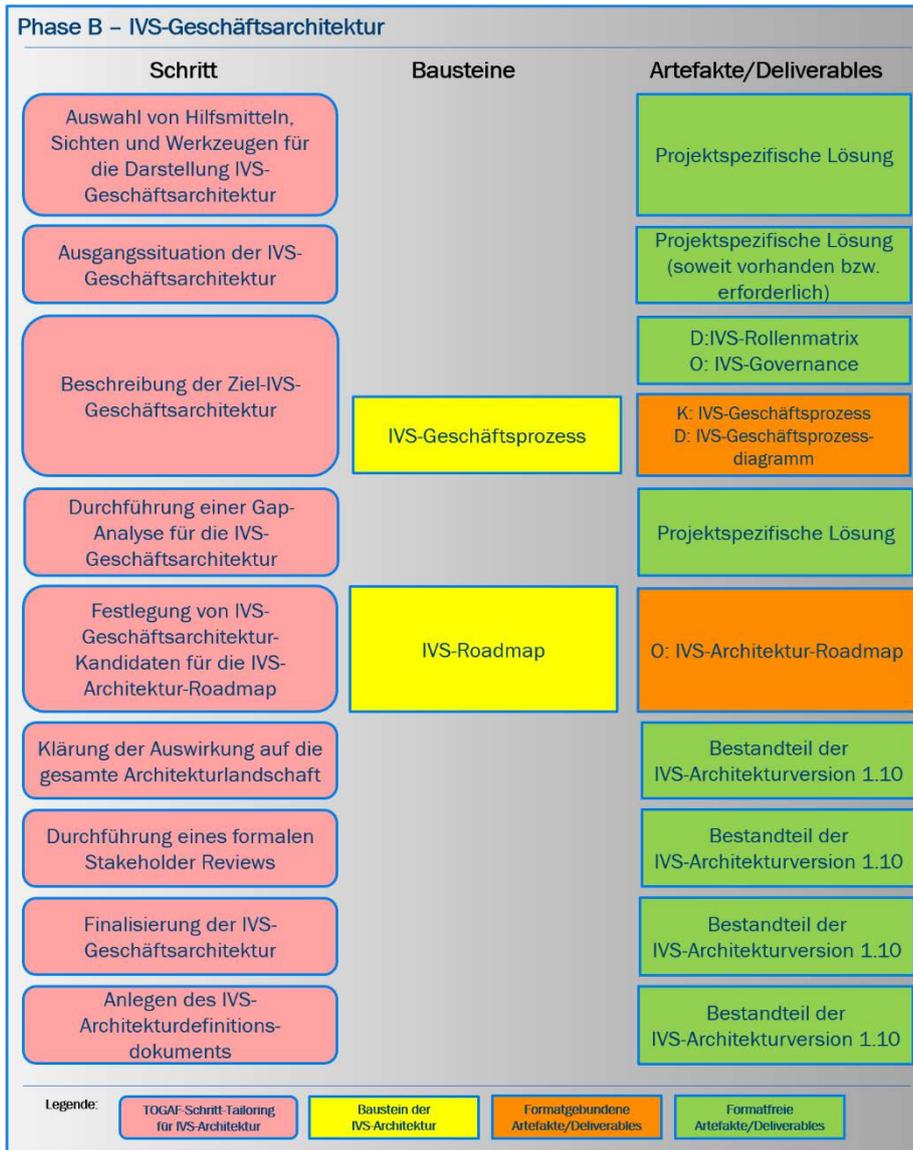


Abbildung 44 - Phase B - IVS-Geschäftsarchitektur

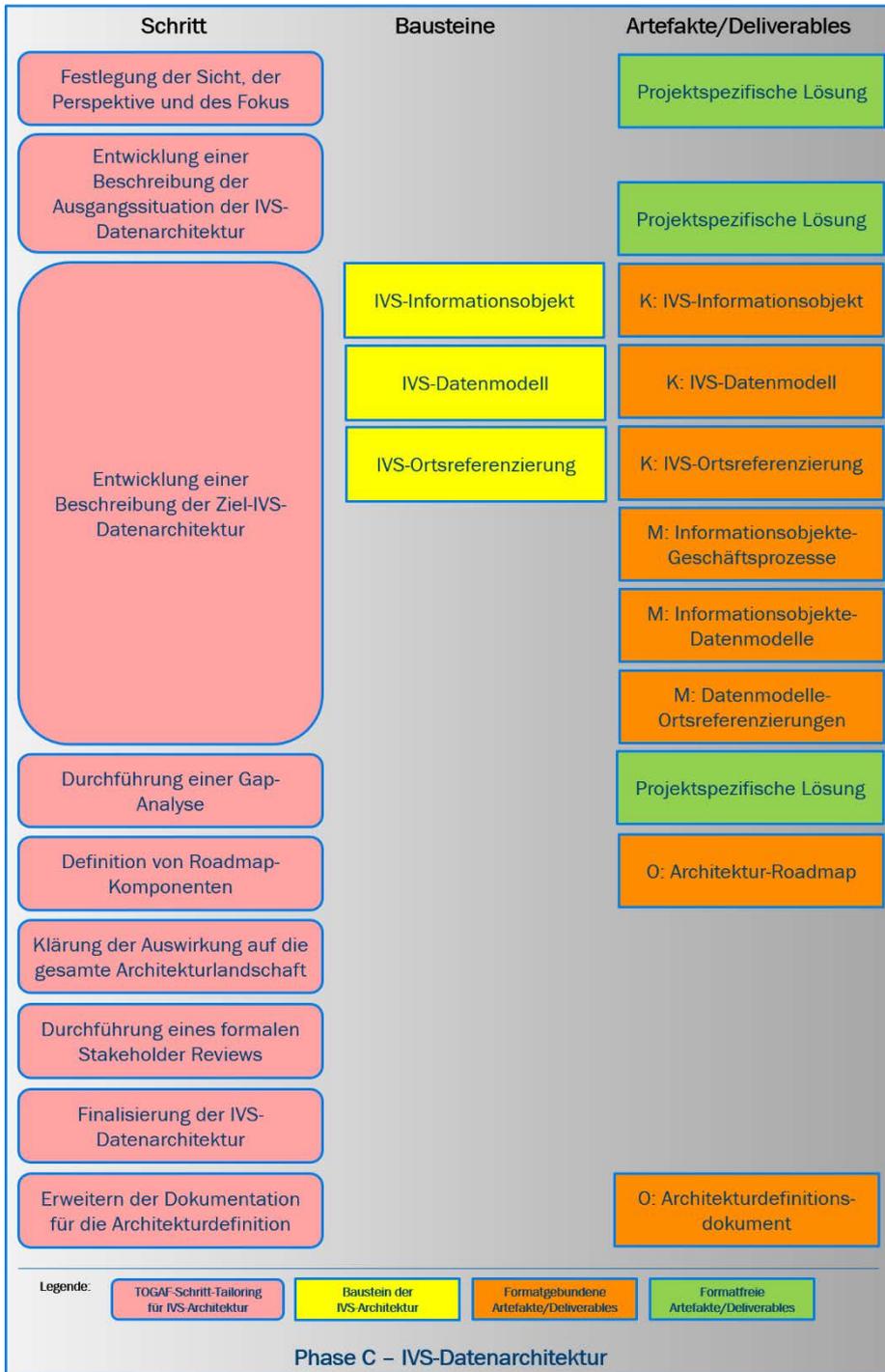


Abbildung 45 - Phase C.1 - IVS-Datenarchitektur



Abbildung 46 - Phase C.2 - IVS-Anwendungsarchitektur

4.2 Die IVS-Architekturbausteine der IVS-Rahmenarchitektur 1.0

4.2.1 Vorbereitung der IVS-Architekturarbeit

IVS-Glossar...

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, mit dem die Grundlage für gemeinsames Verstehen in einem IVS-Architekturprojekt gelegt wird.
- hat die zwei Bestandteile:
 - IVS-Architekturbausteine - IVS-Begriffe & Definitionen, über das das Verständnis von IVS-Architektur hergestellt werden soll und das die IVS-Architekturbausteine als eigentliches Ergebnis der IVS-Rahmenarchitektur umfasst sowie

- Allgemeine Begriffe aus Verkehr, Transport und Mobilität, die keine spezifische IVS-Architektur-Semantik repräsentieren.

IVS-Architekturprinzip...

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, mit dem verbindliche Grundsätze und auch Orientierungshilfen zur Erstellung einer IVS-Architektur aufgestellt werden.
- ist Bestandteil der Architekturplanung und kann für alle IVS-Architekturdomänen (Ebenen der IVS-Architektur-Pyramide) ausgearbeitet werden.

IVS-Betrachtungsgegenstand

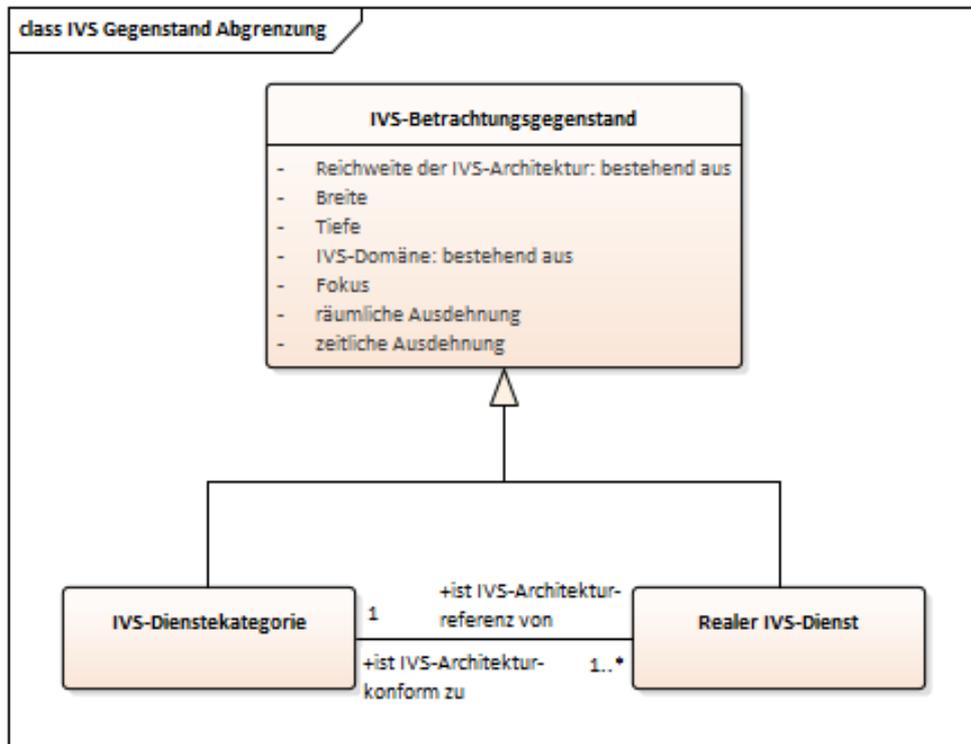


Abbildung 47 – IVS-Betrachtungsgegenstand (Gegenstand der architekturellen Betrachtung – Modell)

IVS-Domäne...

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, mit dem die äußerst umfangreiche und komplexe Anwendungsvielfalt von IVS-Diensten in spezifische Anwendungsfelder, in denen spezifisches Wissen zum Thema IVS (Domänen-Wissen) angewendet wird, und Anwendungssichten unterteilt wird. Im Fall von IVS-Architektur wird Architekturwissen zum IVS-Betrachtungsgegenstand angewendet (siehe Abbildung 47).
- wird zu Beginn eines IVS-Architekturprojekts definiert und festgelegt, um den Betrachtungsgegenstand und die Betrachtungsweise/den Betrachtungsfokus des Projekts und seine räumliche sowie zeitliche Dimension überschaubar zu machen und von weiteren ähnlichen bzw. angrenzenden Betrachtungsgegenständen und Betrachtungsweisen abgrenzen zu können.

Reichweite der IVS-Architektur...

- legt fest, wie weitreichend die Ist-Architektur und die Ziel-Architektur beschrieben werden sollen.
- hat zwei Dimensionen: Breite und Tiefe.

- wird für IVS-Referenzarchitekturen und die IVS-Architekturen realer IVS-Dienste spezifisch festgelegt.

4.2.2 Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase A - IVS-Architekturvision

4.2.2.1 IVS-Dienst und IVS-Dienstekategorie

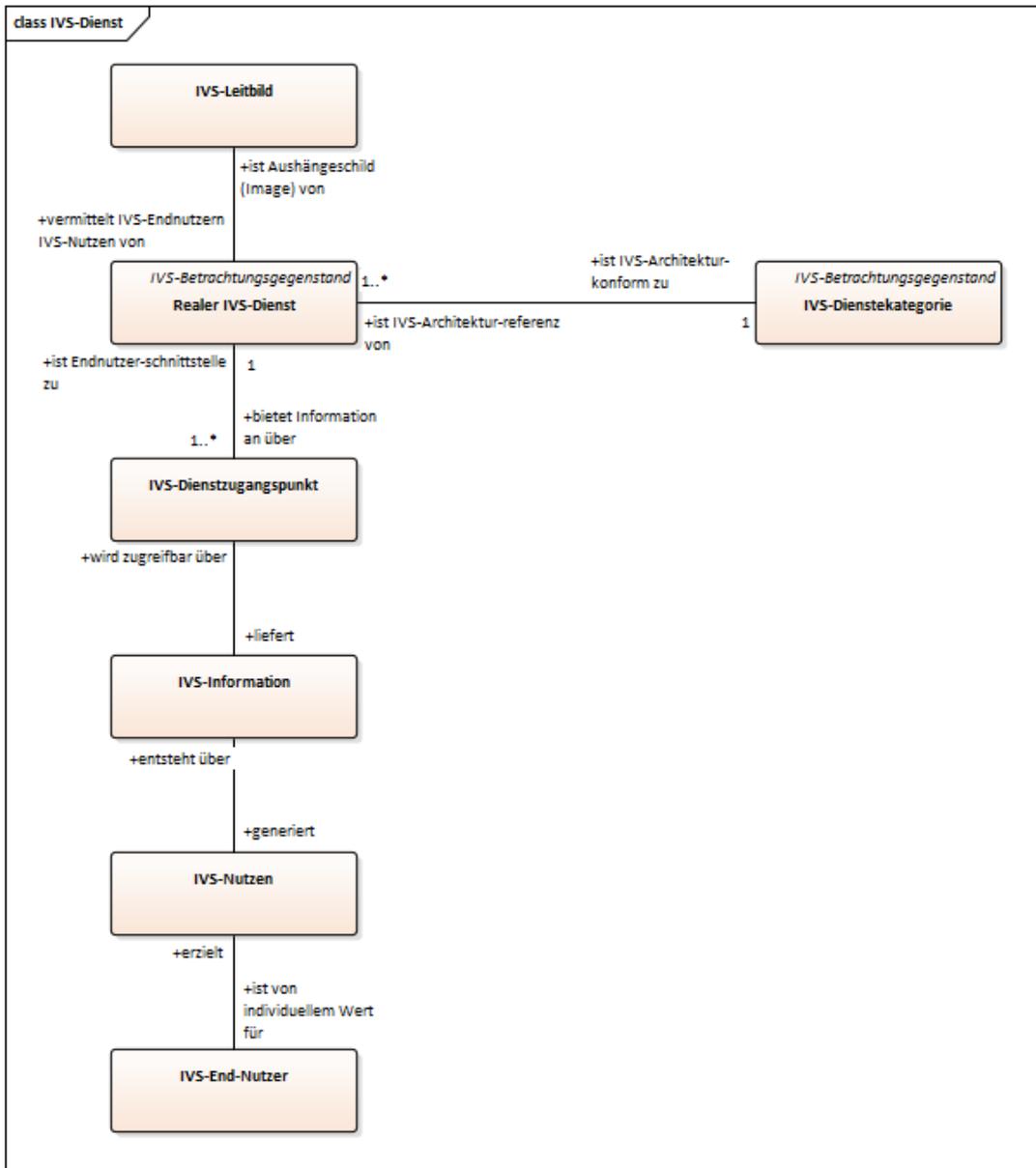


Abbildung 48 - IVS-Dienstekategorie und realer IVS-Dienst - Modell

IVS-Leitbild...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, der als Aushängeschild nach außen einen angestrebten Zielzustand (Idealbild) in Bezug auf den IVS-Betrachtungsgegenstand (IVS-Dienst oder IVS-Dienstekategorie) formuliert.
- vermittelt der Außenwelt und dem IVS-End-Nutzer das Selbstverständnis und die Grundprinzipien einer Organisation/Interessensgemeinschaft und den auf den IVS-Betrachtungsgegenstand bezogenen Wertekonsens sowie IVS-Nutzen.

Realer IVS-Dienst...

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, mit dem eine auf IVS-End-Nutzer abzielende geschäftliche und wertschöpfende Leistung von IVS-Akteuren im Bereich von Verkehr, Transport und Mobilität bezeichnet wird, die IVS-Wertschöpfung betreiben, indem sie mittels Einsatz einer Kombination von Menschen, Organisation, Prozessen und Technologie (IVS-Kosten) alleine oder in Zusammenarbeit mit weiteren IVS-Akteuren einen IVS-Mehrwert schaffen.
- schafft einen IVS-Mehrwert, der aus folgenden Bestandteilen bestehen kann:
 - einem individuellen, also für einzelne IVS-End-Nutzer personalisierten IVS-Nutzen, für den diese - direkt oder indirekt - bereit sind zu bezahlen (Nutzerfinanzierung des IVS-Dienstes) oder
 - einer kollektiven, also für IVS-Endnutzerkollektive zugeschnittenen IVS-Wirkung, für die die öffentliche Hand als Vertreter von Politik und Gesellschaft bereit ist, Steuermittel oder Gebühren einzusetzen (Steuer- bzw. Gebührenfinanzierung des IVS-Dienstes) oder
 - aus einer Mischung von beidem, wenn öffentliche und private IVS-Akteure im Rahmen der Wertschöpfung zusammenarbeiten.

IVS-Dienstekategorie...

- ist Gegenstand der Entwicklung von IVS-Referenzarchitekturen und insofern der Bezeichner für eine den Architekturstil prägende Referenz für IVS-Dienste, die im Sinne von IVS-Architektur und in Bezug auf den architekturellen Fokus mit gleichen/gleichartigen IVS-Architekturmerkmalen ausgestattet sind.
- überträgt und konkretisiert die von der IVS-Rahmenarchitektur vorgegebenen Gestaltungsebenen und Gestaltungsobjekte auf den Gestaltungsraum einer spezifischen, mit einem Bezeichner benannten IVS-Dienstefamilie, sodass sie aus fachlicher Sicht gemeinsamen Bedingungen entsprechen (siehe Abbildung 48).

IVS-Nutzen...

- entsteht, wenn IVS-End-Nutzer im Rahmen von Anwendungsprozessen über leicht zugängliche IVS-Dienst-Zugangspunkte (im einfachsten Fall von z. B. einer Privatperson mit ihrem Smartphone) Zugriff auf IVS-Informationen erhalten, um eigene IVS-Entscheidungen sicher, zuverlässig, schnell und effektiv treffen zu können.

IVS-Wirkung...

- entsteht, wenn IVS-End-Nutzer im Rahmen von Anwendungsprozessen über leicht zugängliche IVS-Dienst-Zugangspunkte (im einfachsten Fall von z. B. einer Privatperson mit ihrem Smartphone) Zugriff auf IVS-Informationen erhalten und daraufhin ihr Verhalten im Sinne der Ziele der Betreiber von IVS-Diensten ausrichten.

4.2.2.2 Mechanismus der IVS-Wertschöpfung

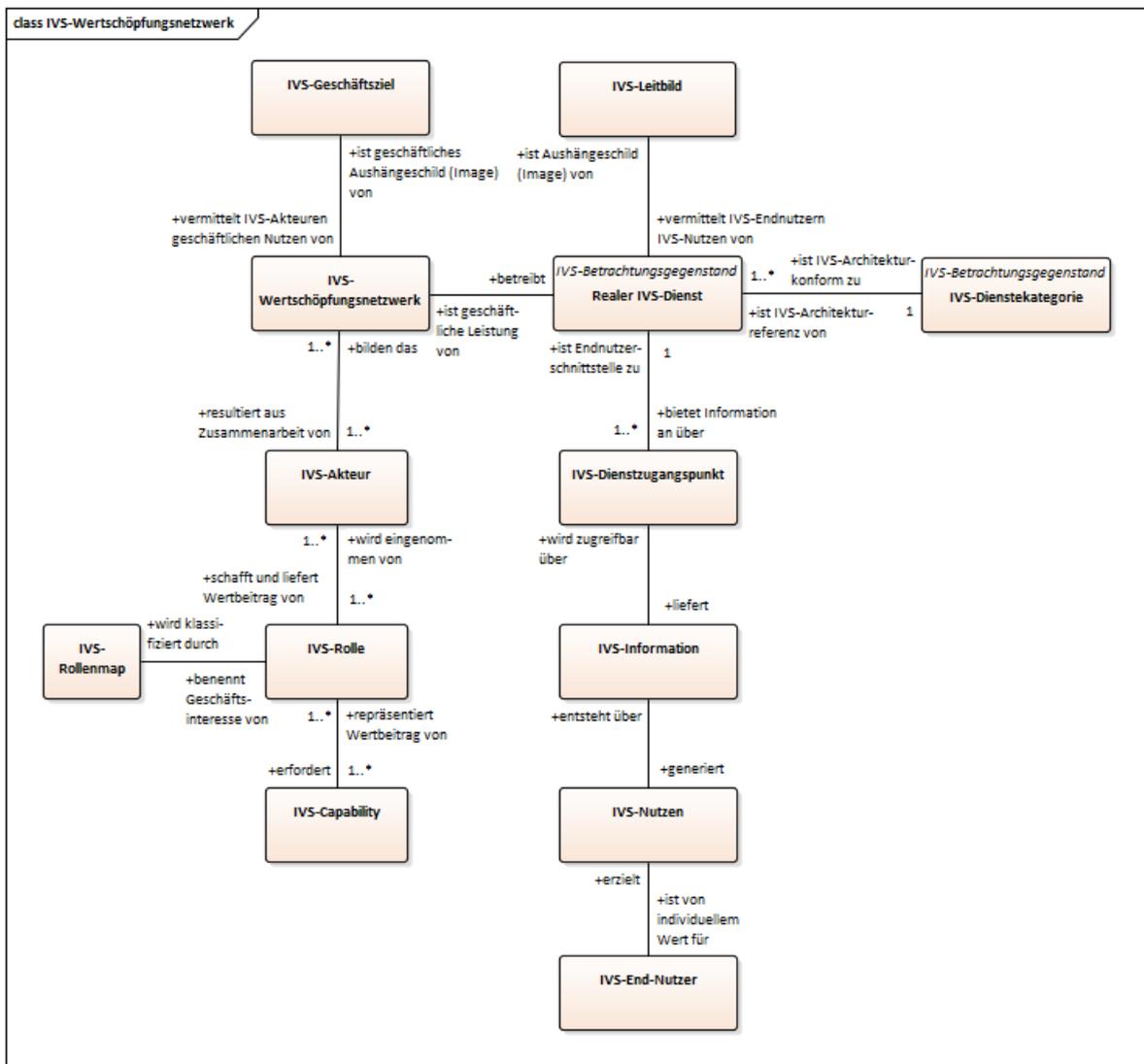


Abbildung 49 - IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk – Modell

IVS-Geschäftsziel...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, der den mit einem IVS-Dienst verbundenen wirtschaftlichen Mehrwert für eine Institution/ein Unternehmen als Zielvorstellung formuliert.

IVS-Wertschöpfungsketten/IVS-Wertschöpfungsnetzwerke...

- resultieren aus der organisationsübergreifenden Vernetzung und Zusammenarbeit von eine oder mehrere IVS-Rollen einnehmenden IVS-Akteuren, die gemeinsam das Ziel haben, einen IVS-Dienst anzubieten, zu realisieren und zu betreiben (siehe Abbildung 49).
- müssen als Prozessketten für IVS-Informationslogistik, das heißt der Organisation, Steuerung, Bereitstellung und Optimierung von IVS-relevanten Informationsströmen, interpretiert werden, die als zentraler Dreh- und Angelpunkt zur Erschließung und Schöpfung des Nutzenpotentials von IVS die eigentliche Herausforderung für die IVS-Akteure als Bestandteil von IVS-Wertschöpfungsketten/-netzwerken darstellt.

IVS-Akteur...

- ist Bestandteil einer IVS-Wertschöpfungskette/eines IVS-Wertschöpfungsnetzwerks und als solcher direkt an der Wertschöpfung beteiligt.
- leistet seinen Wertschöpfungsbeitrag zum IVS-Nutzen, indem er seine IVS-Capabilities im Rahmen seiner IVS-Aktivitäten als Bestandteil des IVS-(Wertschöpfungs-)Geschäftsprozesses einbringt und einsetzt.
- vertritt in der Regel auch Interessen von IVS-Stakeholdern, die selbst nicht unmittelbar an der IVS-Wertschöpfungskette/am IVS-Wertschöpfungsnetzwerk beteiligt sind, die aber starke Interessen damit verbinden.
- umfasst als Begriff auch den IVS-End-Nutzer als speziellen IVS-Akteur.

IVS-End-Nutzer...

- sind im Normalfall Verkehrsteilnehmer und Reisende, die IVS-Dienste für die Vorbereitung oder Durchführung einer Fahrt oder einer Reise von A nach B nutzen.
- sind im Falle von C-ITS und automatisiertem Fahren als Fahrerassistenzsysteme bezeichnete IVS-End-Nutzer Systeme, die Verkehrsteilnehmer und Reisende in der Vorbereitung oder Durchführung einer Fahrt oder einer Reise von A nach B unterstützen.
- sind aber auch IVS-Akteure, die selbst IVS-Dienste anbieten oder daran beteiligt sind und dabei die Dienste anderer IVS-Akteure nutzen, um ihre eigenen geschäftlichen IVS-Leistungen zu unterstützen oder zu verbessern.

IVS-Rollen Map...

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, das die Stereotype von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern deklariert und mit ihren Geschäftsanliegen und IVS-Rollen beschreibt.
- klassifiziert die Bedeutung von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern, welche sie über ihre Rolle für den IVS-Dienst bzw. die IVS-Dienste-Kategorie erlangen (Power-Grid).

IVS-Rolle...

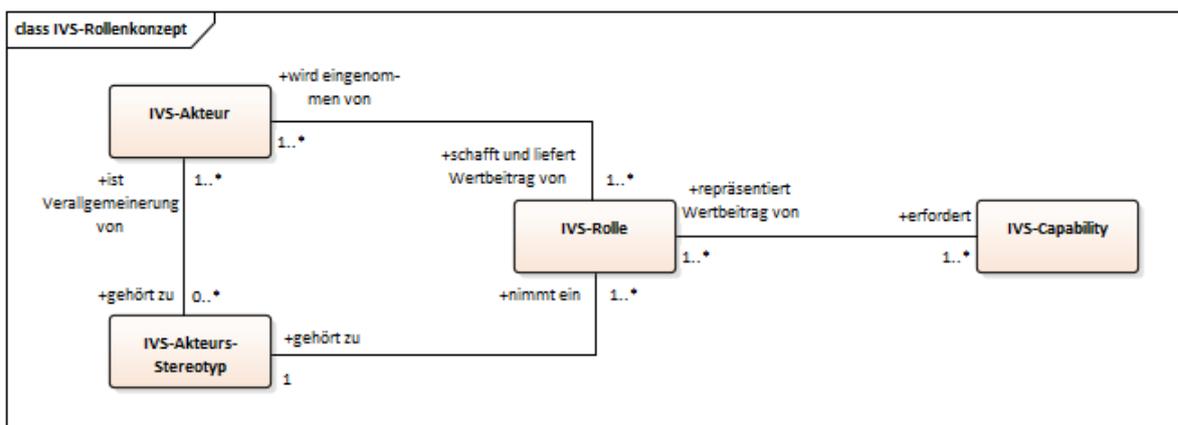


Abbildung 50 - IVS-Rollenkonzept als UML-Diagramm

- ist ein IVS-Architekturbaustein, mit dem Stereotype von IVS-Fähigkeiten, IVS-Verantwortlichkeiten und IVS-Aufgaben, die für die Wertschöpfung mit Hilfe von IVS-Diensten typisch und erforderlich sind, bezeichnet und semantisch beschrieben werden.

- ist ein signifikanter Bestandteil von IVS-Wertschöpfungsketten für IVS-Informationslogistik, der von IVS-Akteuren und IVS-Stakeholdern je nach Erfordernis des zu realisierenden IVS-Dienstes eingenommen wird, wobei ein einzelner IVS-Akteur oder IVS-Stakeholder eine oder mehrere IVS-Rollen besetzen kann.
- operationalisiert ihre IVS-Fähigkeiten, IVS-Verantwortlichkeiten und Aufgaben in Form von Aktivitäten, die mit den Aktivitäten anderer IVS-Rollen den IVS-Geschäftsprozess eines IVS-Dienstes bildet (siehe Abbildung 50).
- wird in IVS-Referenzarchitekturen von Stereotypen von IVS-Akteuren, in IVS-Architekturen realer IVS-Dienste von konkreten Instanzen von Stereotypen von IVS-Akteuren eingenommen.

IVS-Capability...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, der eine Fähigkeit repräsentiert, die eine IVS-Rolle als Bestandteil einer IVS-Prozesskette (IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk) mitbringen muss, damit am Ende der potentielle Nutzen des IVS-Dienstes verwirklicht werden kann.
- ist als Business Capability (Geschäfts-Fähigkeit) von strategischer Bedeutung für jedes Unternehmen, weil sie eine Eigenschaft kennzeichnet, die für eine Institution/ein Unternehmen unbedingt erforderlich ist, damit es ihre/seine strategischen Ziele erreichen kann.

4.2.2.3 Business-Szenarien zur Erfassung von Anforderungen

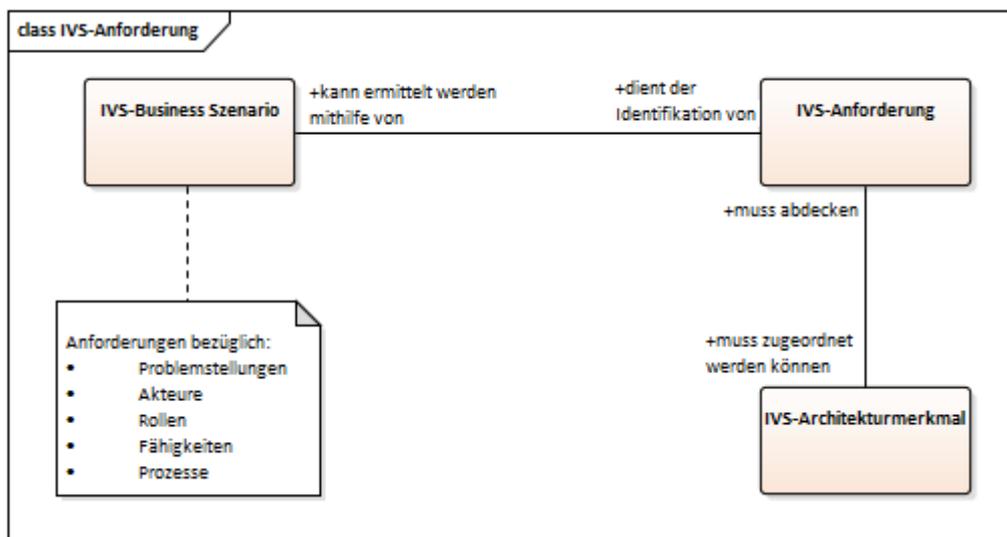


Abbildung 51 - IVS-Business-Szenario - Modell

IVS-Anforderung...

- (engl. requirement) ist ein IVS-Architekturbaustein, mit dem ein Bedürfnis zum Ausdruck gebracht wird, dem mit einem oder mehreren spezifischen IVS-Architekturbausteinen entsprochen werden muss.
- wird innerhalb aller Phasen zur Entwicklung einer IVS-Architektur identifiziert (Requirements Management).
- kann mit Hilfe der Business-Szenario-Technik ermittelt werden, die gleichzeitig der Identifikation und Dokumentation von IVS-Anforderungen dient (siehe Abbildung 51).

IVS-Business Szenario...

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, das der Identifikation von IVS-Anforderungen, z. B. in Bezug auf Stakeholder, IVS-Rollen, IVS-Akteure oder die IVS-Architekturvision dient.
- beschreibt ein größeres Problem und seine Lösung umfassend, unter Beachtung, dass die Beschreibung aus der Sicht der Anforderungen erfolgt und noch nicht konkret auf Lösungen eingeht.
- beschreibt in Phase A ein umfängliches End-to-End-Szenario, dessen Beschreibung in der Phase B vertieft wird.

4.2.2.4 Ziele, Nutzen und Risiken von IVS-Architektur

IVS-Architekturvision...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, mit dem eine erste High-Level-Fassung der IVS-Architektur für eine IVS-Dienstekategorie bzw. einen spezifischen IVS-Dienst erarbeitet wird.
- konzentriert sich typischerweise - auf einem hohen Niveau - mehr auf die Breite der Anforderungen und weniger auf ihre Tiefe (siehe auch Phase A - Architekturvision, Schritt 6).

Wertbeitrag und KPI's von IVS-Architektur

- ist ein IVS-Architekturdeliverable, mit dem der für IVS-End-Nutzer, IVS-Akteure und Stakeholder intendierte Nutzen von IVS-Architekturbausteinen und -Deliverables nachvollziehbar bewertet werden kann.
- liefert Schlüsselkennzahlen (KPI's für IVS-Architektur) und Messverfahren, mit denen der Nutzen von IVS-Architektur gemessen und nachgewiesen werden kann.

Risiko von IVS-Architektur...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, mit dem Risiken vor und nach der Umsetzung von IVS-Architektur identifiziert und in Bezug auf Eintrittswahrscheinlichkeit und Schwere bewertet werden.
- legt die Schritte für Identifikation und Bewertung fest und identifiziert mögliche Gegenmaßnahmen für kritische Risiken (Risikomanagement).

4.2.3 Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase B - IVS-Geschäftsarchitektur

IVS-Geschäftsarchitektur...

- konkretisiert und operationalisiert die Geschäftsstrategie (Ziele und Nutzen) einer IVS-Wertschöpfungskette/eines IVS-Wertschöpfungsnetzwerks.
- entwickelt Sichten auf das Geschäft (Business) einer/eines IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerkes in Bezug auf Aufbau (IVS-Rollenmatrix), Führung und Steuerung (IVS-Governance) sowie Aktivitäten der IVS-Akteure (IVS-Geschäftsprozess) und leitet daraus Anforderungen ab.

Die IVS-Rollenmatrix...

- ist ein Architekturdeliverable, das als praktisches Instrument für die Entwicklung und Visualisierung des Aufbaus von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken verwendet werden kann.
- wurde im Projekt „Entwicklung einer ÖV-IVS-Rahmenarchitektur in Deutschland unter Einbindung Europäischer IVS-Richtlinien mit ÖV-Relevanz“ (Kieslich et al. 2014) entwickelt und

erlaubt neben der Ausgestaltung von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken die Einordnung von IVS-Akteuren über eine Rolle.

IVS-Governance...

- ist ein Architekturdeliverable, über das beschrieben und vermittelt wird, auf welcher gesetzlichen, rechtlichen und vertraglichen Grundlage ein IVS-Dienst aufbaut und wie die Zusammenarbeit von IVS-Akteuren durchzuführen ist.
- vermittelt Anforderungen, wie ein IVS-Dienst zustande kommt und welche Anforderungen es für dessen Führung und Steuerung (Governance) gibt.

IVS-Geschäftsprozess...

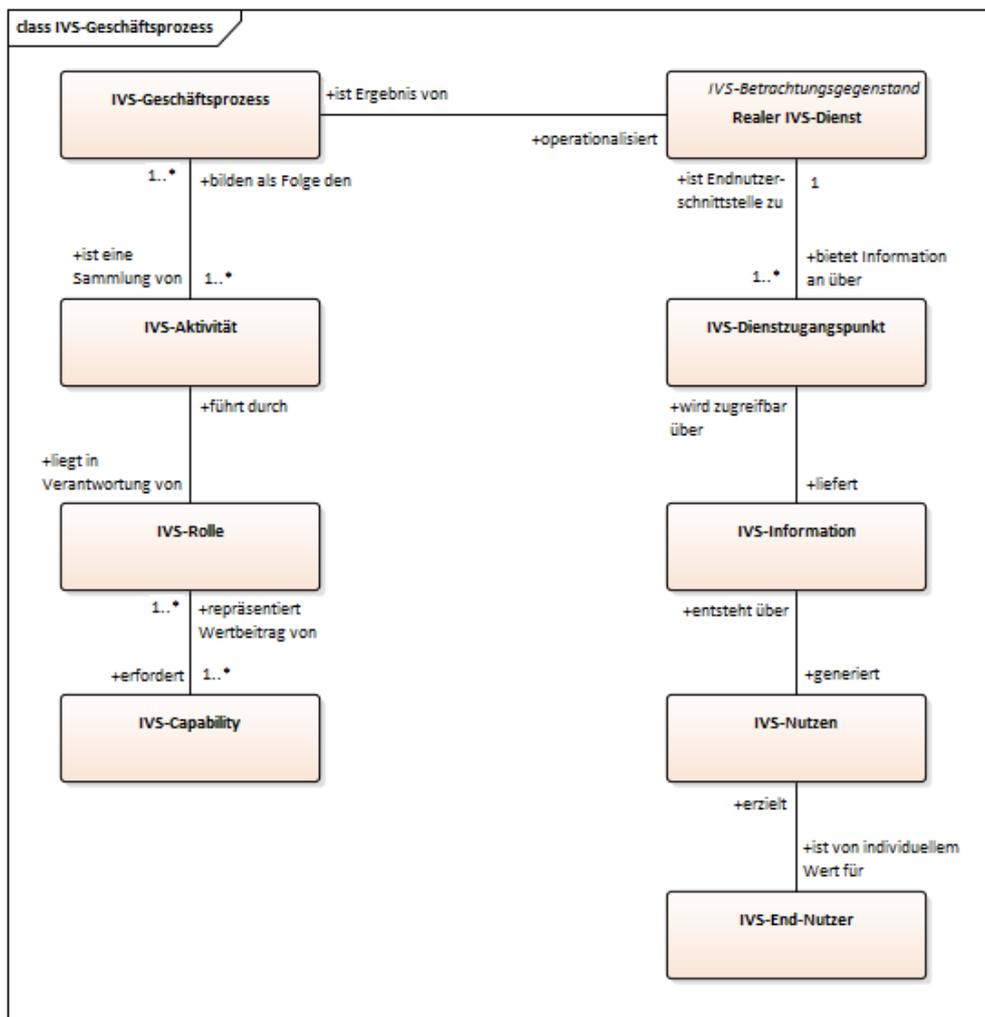


Abbildung 52 - IVS-Geschäftsprozess - Modell

- ist ein IVS-Architekturbaustein, mit dem (auf den verschiedenen Handlungsfeldern einer Wertschöpfungskette/eines Wertschöpfungsnetzwerks) die Aktivitäten von IVS-Rollen beschrieben und verknüpft werden, die in Summe einen IVS-Dienst implementieren/operationalisieren.
- ordnet einzelne Aktivitäten vordefinierten Rollen zu, die die zur Durchführung einer Aktivität erforderlichen IVS-Capabilities repräsentieren (siehe Abbildung 52).

- verwendet IVS-Informationsobjekte zum Informationsaustausch zwischen den Aktivitäten der IVS-Rollen und IVS-Anwendungen (IT-Dienste) mit Schnittstellen, über die IVS-Rollen auf die Informationsobjekte zugreifen können.

IVS-Architektur Roadmap...

- enthält eine zeitliche Planung der Änderungen, die benötigt wird, um die Ziel-Architektur zu erreichen.
- beschreibt Abhängigkeiten zwischen den Änderungen.
- wird sukzessive in den Architekturentwicklungsphasen B-D erstellt.

4.2.4 Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase C.1 - IVS-Datenarchitektur

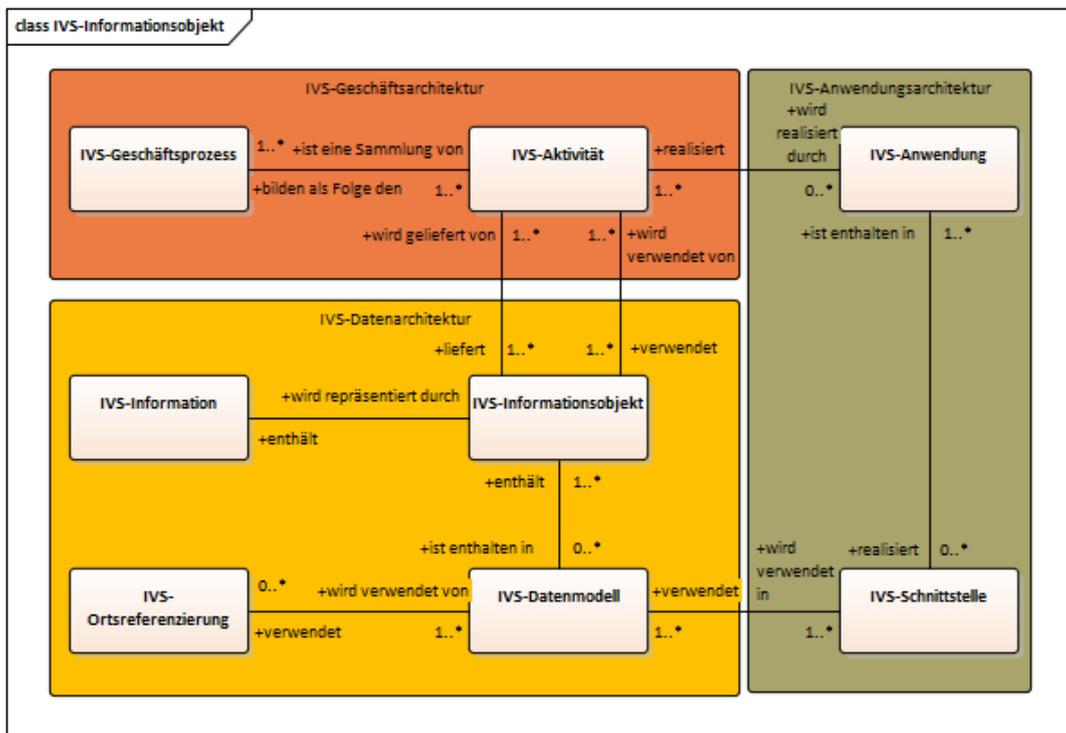


Abbildung 53 - IVS-Informationsobjekt - Modell

IVS-Datenarchitektur...

- beschreibt die Informationen, die in IVS-Geschäftsprozessen verwendet und generiert werden.
- enthält die Architekturbausteine: IVS-Informationsobjekt, IVS-Datenmodell und IVS-Ortsreferenzierung.

IVS-Informationsobjekt...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, der die semantische Bedeutung inhaltlich zusammengehöriger Informationen beschreibt.
- wird als Input bzw. Output in IVS-Geschäftsprozessen verwendet.
- werden in IVS-Datenmodellen beschrieben und verwendet (siehe Abbildung 53).

IVS-Datenmodell...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, der IVS-Informationsobjekte enthält und IVS-Referenzierungen zur Beschreibung von Orten verwendet.

- wird in einer IVS-Domäne entwickelt und ist historisch gewachsen.
- wird in IVS-Schnittstellen verwendet.

IVS-Ortsreferenzierung...

- ist ein IVS-Architekturbaustein, der verwendet wird, um geographische Orte zu beschreiben.
- wird in verschiedenen (nicht nur IVS-) Domänen entwickelt und ist historisch gewachsen.
- wird in Datenmodellen verwendet, um den Ort, an dem oder für den eine Information gilt, zu beschreiben.
- kann teilweise und oft nur verlustbehaftet in andere Ortsreferenzierungen umgerechnet werden.

4.2.5 Begriffe, Bausteine und Deliverables Phase C.2 - IVS-Anwendungsarchitektur

IVS-Anwendungsarchitektur...

- beschreibt IVS-Anwendungen, die benötigt werden, um IVS-Dienste zu realisieren.
- beschreibt IVS-Schnittstellen, die von IVS-Anwendungen verwendet werden, um Informationen auszutauschen.

IVS-Anwendung...

- ist ein IVS-Architekturbaustein und besteht aus einem Computerprogramm oder einem System von Computerprogrammen, mit dem nützliche Funktionen automatisiert oder computergestützt realisiert werden.
- kann in einer serviceorientierten Architektur realisiert sein.
- benutzt IVS-Schnittstellen zur Kommunikation mit anderen IVS-Anwendungen.
- realisiert technische Aktivitäten in einem IVS-Geschäftsprozess.
- unterstützt menschliche Aktivitäten in einem IVS-Geschäftsprozess.

IVS-Schnittstelle...

- ist ein IVS-Architekturbaustein und dient zum Austausch von Informationen zwischen IVS-Anwendungen.
- entspricht einer Schnittstellenspezifikation, die aus der Festlegung eines Protokolls und eines Datenmodells besteht.
- wird von IVS-Anwendungen verwendet und durch diese realisiert.

5 Weiterentwicklung und Pflege der IVS-Rahmenarchitektur 1.0

5.1 Problemstellung

Das nationale Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste ist konzeptionell ein an neue Anforderungen der Anwenderseite anpassbares Meta-Modell für die Entwicklung von IVS-Referenzarchitekturen und IVS-Architekturen realer IVS-Dienste.

Um Planungs- und Rechtssicherheit in der Anwendung und Handhabung des TOGAF-basierten Vorgehensmodells zur Entwicklung von IVS-Architekturen und der auf den fünf Ebenen der IVS-Architekturpyramide angesiedelten, primär die Zusammenarbeit von IVS-Akteuren adressierenden Kernaspekte von IVS-Architektur zu erhalten, muss dem Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste quasi der Stellenwert eines Standards beigemessen werden.

Dem Wesen eines Standards entsprechend, muss die Festlegung dessen, was das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste ist und wie es angepasst oder erweitert wird, auf einer übergeordneten, neutralen Ebene geregelt werden.

Das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste muss deshalb Betrachtungs- und Handlungsgegenstand eines offenen und transparenten Prozesses sein, der einen unmittelbaren Bezug zu Einrichtungen besitzt, welche die Kompetenz einer Standardisierungseinrichtung besitzen sollen. Der Anspruch, das Rahmenwerk als offenen Standard verfügbar zu machen, stellt an die an diesem Prozess beteiligten Personen bestimmte Anforderungen im Hinblick auf Kompetenz und Unabhängigkeit. Es muss mit dem Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste eine Interessenslage geweckt werden, die Personen dazu motiviert, sich am Prozess zum Zwecke der Pflege und Fortschreibung des Standards nebst der Festlegung der erforderlichen Konformitäts-Rahmenbedingungen zu beteiligen.

Einrichtungen und Unternehmen, die solche Personen beschäftigen, müssen Mittel bereitstellen wollen, damit sich Mitarbeiter auch wirklich an diesem Prozess beteiligen können. Damit das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste ein offener Standard bleibt, werden Mechanismen benötigt, die dies sicherstellen.

Eine gewisse Anlehnung an die Verfahren anderer Standardisierungseinrichtungen scheint hier angebracht. Ziel muss es sein, eine Organisationsgrundstruktur, das Qualitätsmanagement und die Anbindung an die Standardisierung zu entwickeln. Auf Grundlage dieses Modells soll der Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess nach Möglichkeit unter Beteiligung aller in die Entwicklung und den Betrieb von IVS und IVS-Diensten involvierten und aller sonstigen Stakeholder im Bereich IVS (Bund, Länder, Industrie, Beratungsunternehmen, ...) institutionalisiert und instanziiert werden.

5.2 Der Prozess zur Weiterentwicklung und Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen

Das Prozessmodell (siehe Abbildung 54) stellt sich als ein Kreislauf dar, der sich grundsätzlich für jede Version des Rahmenwerks in vier Phasen unterteilen lässt. Nach der Freigabe einer Version des Rahmenwerks für IVS-Architekturen, die aus Nutzersicht einer Bereitstellung der Version entspricht, erfolgt die Anwendung durch die Nutzer. Diese wird durch den Anwendersupport unterstützt. Feedback der Nutzer wird als Rückkopplung in das Rahmenwerk aufgenommen. Diese Rückmeldungen zu den aktuellen Versionen des Rahmenwerks für IVS-Architekturen sind von großer Bedeutung zur Weiterentwicklung bzw. zur Fehlerbehebung und wirken häufig als Initialzündung für die weitere Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen. Die in der Folge von IVS-Architekten entwickelten Versionen des Rahmenwerks für IVS-Architekturen werden in einer neuen (Unter-)Version dem Markt zur Verfügung gestellt.

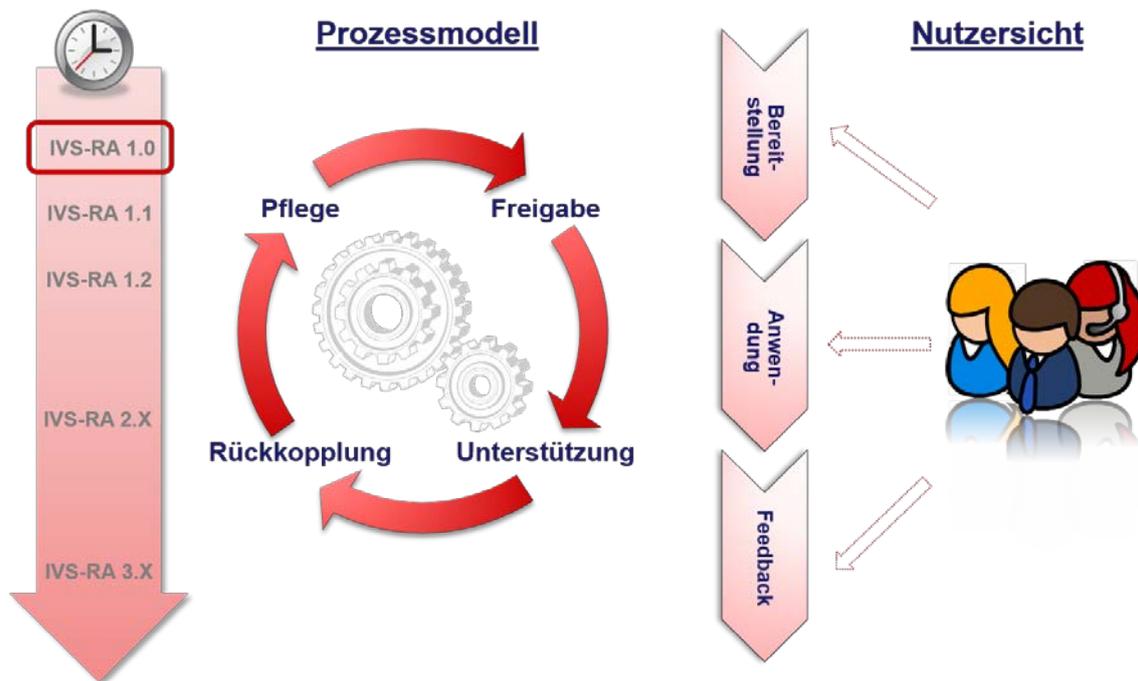


Abbildung 54 – Prozessmodell für die Weiterentwicklung der IVS-Rahmenarchitektur

Durch die Dokumentation des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses (Ereignisverfolgung/Issue-Tracking) sowie ggfs. die Veröffentlichung von Ergebnissen von begleitenden Forschungsprojekten werden die Nutzer stets über den aktuellen Stand informiert und damit aktiv bei der Umsetzung unterstützt. Eine formelle Freigabe von Ergebnissen des Prozesses gibt den Anwendern zusätzlich Planungssicherheit. Mit diesen Maßnahmen soll die Akzeptanz des Rahmenwerks für IVS-Architekturen bei den Nutzern gefördert und damit die Voraussetzung für ihre Durchsetzung am Markt geschaffen werden.

Ohne ein gewisses Maß an Marktakzeptanz kann der Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess nicht überleben. Durch die Anwendung ergeben sich beim Anwender weitere Bedürfnisse bzw. werden Lücken und Mängel der aktuellen Version des Rahmenwerks für IVS-Architekturen erkennbar, was wiederum durch ein entsprechendes Feedback in den Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess eingebracht wird und damit die Weiterentwicklung des Rahmenwerks vorantreibt.

Hieraus ergeben sich grundsätzlich folgende Fragen bzgl. des Standardisierungsprozesses:

- Wie passt sich das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste an neue Anforderungen an?
- Wie reagiert das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste auf die Entdeckung von Fehlern?

5.3 Aufgaben des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses

Die grundsätzlichen Aufgaben des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses unterteilen sich in die Bereiche

- Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen,
- Anwenderunterstützung Öffentlichkeitsarbeit sowie
- Selbstverwaltung des Prozesses.

Die Arbeiten zur Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen erfordern IVS-Architektur-Kompetenz und können u. U. nur von Experten (BASt, (außer)universitäre Einrichtungen, beratende Unternehmen, Hersteller und Betreiber von IVS-Diensten) übernommen werden. Sie umfassen im Wesentlichen folgende Teilbereiche:

- Pflege und Erweiterung der Basiskonzepte
- Pflege und Erweiterung der IVS-Architekturbausteine
- Pflege und Erweiterung des TOGAF-basierten Vorgehensmodells
- evtl. weitere...

Für die Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architektur müssen transparente und offene Prozedere definiert werden. Diese umfassen beispielsweise die Behebung identifizierter Fehler sowie die Weiterentwicklung des Rahmenwerks auf Basis eingereicherter Erweiterungsanträge, die ggf. in Abhängigkeit des Schweregrades bzw. nach einer definierten Prioritätenliste von Experten (IVS-Architektur-Spezialisten) zeitnah behandelt werden.

Die Ergebnisse des Pflegeprozesses werden in das Rahmenwerk für IVS-Architektur eingearbeitet und im IVS-Wiki veröffentlicht. Neben den vorherigen Aspekten, die mit der Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architektur zu assoziieren sind, haben die nachstehenden Aufgaben einen unterstützenden Charakter und sollten vom Aufwand her nicht unterschätzt werden.

Anwendersupport

Vor allem sei hier der Anwendersupport genannt. Er gliedert sich in eine Reihe von unterschiedlichen Leistungen, wie z.B. die Bereitstellung des Rahmenwerks für IVS-Architekturen und von weiterführenden, unterstützenden Dokumentationen (z.B. IVS-Referenzarchitekturen). Letztere können sich aus Tutorials, Guidelines, Webinars, etc. zusammensetzen.

Für eine Kollaboration von Entwicklern des Rahmenwerks für IVS-Architekturen und Firmen, die ihre Produktpalette konform zum Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste entwickeln und in ihren Systemlandschaften einsetzen, können als Werkzeuge oder Kommunikationsplattformen internetbasierte Foren etc. eingerichtet und betrieben werden. Beide Werkzeuge/Plattformen benötigen eine aktive Moderation, wenn sie im Rahmen einer problemorientierten Unterstützung als Helpdesk eingerichtet werden sollen.

Das IVS-Rahmenarchitektur-Portal

Es soll ein zentrales IVS-Rahmenarchitektur-Portal aufgebaut werden, über das alle Informationen rund um das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste zugänglich sind. Es ist aber nicht nur ein Informationszentrum, sondern auch ein Werkzeug für den Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess.

Über das Portal sollen nicht nur viele Informationen (Spezifikationen, Erweiterungen, IVS-Referenzimplementierung, u.v.m.) erhältlich sein. Es ist auch erforderlich, ein Issue-Tracker-Modul zu integrieren. Dieses soll eine Feedback-Möglichkeit für Nutzer des Rahmenwerks für IVS-Architekturen enthalten (Fehlerreports, Change-Requests, usw.).

Öffentlichkeitsarbeit

Zu den beschriebenen Aufgaben der Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen bedarf es zudem einer regen Öffentlichkeitsarbeit, um einerseits die Ergebnisse der Architekturarbeit zeitnah einem breiten Nutzerkreis zur Verfügung stellen zu können, und andererseits einen geeigneten Kanal für die Rückkopplung bereit zu halten. Nur über eine nachhaltig gewährleistete Kommunikation kann der Prozess wirklich lebendig gehalten werden. Diesbezüglich werden die Unterhaltung des

Internetauftritts inkl. Newsletter, die Durchführung von Nutzerforen, Workshops usw. sowie die Repräsentation auf geeigneten (externen) Veranstaltungen (z. B. auf Messen und Kongressen) wichtige Aufgabenfelder darstellen.

Im Projekt Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste für Deutschland wurde z. B. recht früh mit der Öffentlichkeitsarbeit begonnen, um die interessierten Kreise so früh wie möglich einzubeziehen. Zu den insgesamt zwei veranstalteten Workshops wurde ein breites Fachpublikum eingeladen. Auf den Veranstaltungen wurden die geleisteten inhaltlichen Arbeiten bzw. Ergebnisse im Projekt vorgestellt und das Feedback des Fachpublikums zurück in das Projekt eingespeist. Über die Veranstaltungen wurde erreicht, das Interesse am Projekt und seinen Ergebnissen zu wecken und das Fachpublikum an der Verfolgung des Entwicklungsprozesses zu binden.

Sekretariat

Letztendlich sollten auch Ressourcen für die Verwaltung des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses eingeplant werden, die die Koordinierung der Prozessabläufe, verwaltungstechnische Unterstützung der Gremien des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses, ggf. Verwaltung von Finanzen usw. umfasst. Für diese Aufgaben könnte ein Sekretariat eingerichtet werden. Gemessen an den Aufgaben scheint eine Realisierung des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses recht komplex und aufwendig zu sein. Es ist jedoch zu bedenken, dass, je transparenter und offener der Pflegeprozess und breiter der Support (auch mit wenigen Mitteln) aufgestellt werden kann, die Chancen für eine breitere Akzeptanz bei Entwicklern und Anwendern des Rahmenwerks für IVS-Architekturen steigen.

5.4 Organisation des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses

5.4.1 Überblick

Um den Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess für Hersteller und Anwender offen und transparent zu gestalten, bedarf es einer für alle Beteiligten klaren Organisation mit definierten Regeln. Die Organisation des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses orientiert sich dabei an bereits bestehenden erfolgreichen Organisationen. Abbildung 55 gibt einen Überblick über die Ausgestaltung der Organisation. Sie wird im Folgenden weiter erläutert.

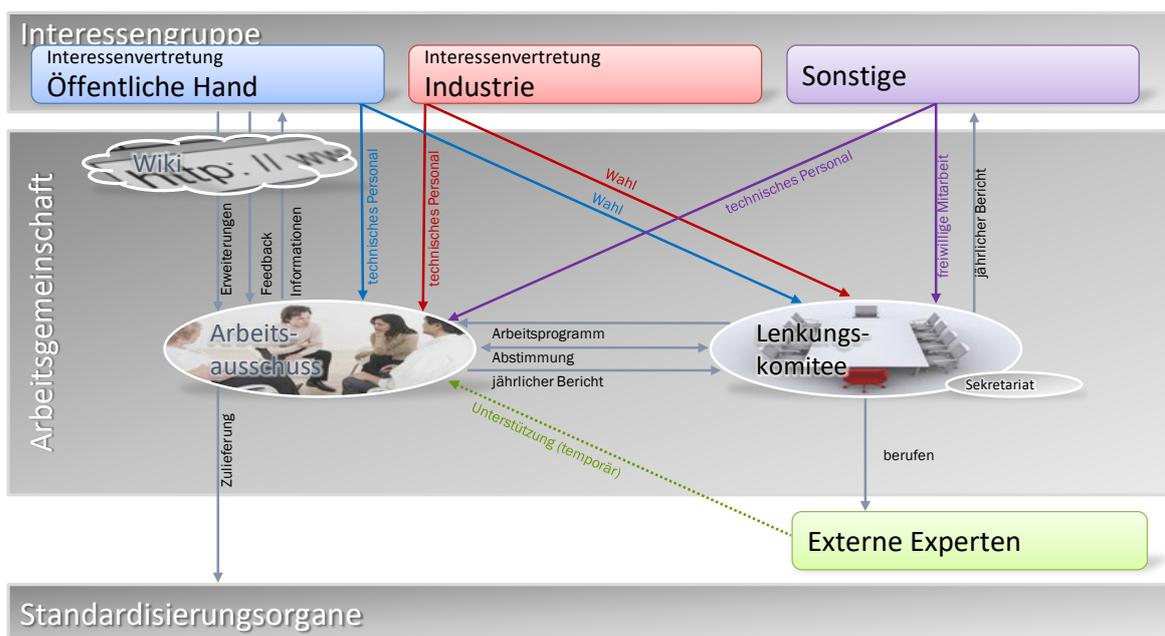


Abbildung 55 – Organisation des IVS-Rahmenarchitektur Prozesses

5.4.2 Organe des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses und ihre Funktion

Es gibt zwei primär beteiligte Organe im Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess, die zusammen eine Arbeitsgemeinschaft bilden. Jedes Organ hat eine andere Rolle zu erfüllen, wie im Folgenden aufgeführt wird:

Das Lenkungskomitee

Das Lenkungskomitee (LK) erstellt und steuert das Arbeitsprogramm. Dabei sind die Festlegung des Arbeitsprogramms und die Zuteilung entsprechender personeller oder finanzieller Ressourcen iterativ und zyklisch (z.B. jährlich) ablaufende (Verhandlungs-)Prozesse. Die Sitzungen des LK finden in regelmäßigen, z.B. halbjährlichen Abständen statt. Es bemüht sich zudem um eine Zusammenarbeit mit anderen relevanten Interessengruppen und leistet Öffentlichkeitsarbeit, wie z.B. die Organisation von Workshops oder Symposien. Die allgemeinen technischen Aufgaben werden vom LK auf den assoziierten Arbeitsausschuss übertragen.

Das LK besteht aus Vertretern der vorrangigen Interessengruppen zu gleichen Teilen, ergänzt um sonstige Interessenten. Die Mitglieder werden aus den jeweiligen Interessenvertretungen herausgewählt bzw. mandatiert und besitzen pro Teilnehmer im LK eine Stimme im Rahmen der Entscheidungsfindung. Existieren auf einer Seite mehrere Interessenvertretungen sind die Stimmen anteilig aufzuteilen. Die Mitarbeit sonstiger Interessenten im LK geschieht auf freiwilliger Basis und hat beratenden bzw. unterstützenden Charakter. Im Gegensatz zu Vertretern der vorrangigen Interessengruppen besitzen die sonstigen Interessenten kein Stimmrecht.

Im jährlichen Rhythmus liefert das LK einen Bericht über seine bisherigen Arbeiten im Rahmen des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses an die vertretenen Interessengruppen. Generell kann das LK bei seinen Aufgaben durch ein Sekretariat unterstützt werden. In diesem Fall ist die Finanzierung zu klären. Es sollte aber auch geprüft werden, ob ein Mitglied des LK die Sekretariatsfunktion ehrenamtlich übernehmen kann.

Der Arbeitsausschuss

Der Arbeitsausschuss (AAS) erhält sein Mandat vom LK und berichtet im Gegenzug z.B. jährlich über die Fortschritte seiner Arbeiten. Daher sollte der Leiter des AAS an den Sitzungen des LK teilnehmen. Der AAS besteht aus technischen Experten, die von den Interessensvertretungen entsendet werden. Ggf. können zur temporären Unterstützung auch externe technische Experten zur Mitarbeit im AAS berufen werden. Die Finanzierung der Experten ist im Einzelfall zu klären. Aufgabe des AAS ist es, sich mit dem Management und der Weiterentwicklung des zu pflegenden Rahmenwerks für IVS-Architekturen zu beschäftigen. Dies schließt den Anwender-Support, das Bearbeiten von Benutzer-Feedbacks (Fehlermeldungen, Change-Requests usw.) über das RAIM-Portal und die Verwaltung desselben ein.

Zu diesem Zweck ist der Einsatz eines Issue-Trackers unerlässlich, in dem das Benutzer-Feedback und die Aufgaben dokumentiert und einzelnen Bearbeitern des AAS zugeordnet werden. Der für Benutzer transparente Umgang mit dem Feedback wurde mit Hilfe der Business Process Modelling Notation (BPMN 2.0) modelliert. Die dort abgebildeten Prozesse orientieren sich an der ISO 14817. Zusätzlich zu den oben genannten Aufgaben führt der AAS alle erforderlichen technischen Arbeiten zur Unterstützung der laufenden Arbeiten aus. Begünstigt durch verteiltes Arbeiten auf einem gemeinsamen Datenbestand, ein definiertes Konfigurationsmanagement und Kommunikation über einen Emailverteiler, können die Sitzungen des AAS nach Bedarf stattfinden und auf ein Minimum reduziert werden. Natürlich muss eine Einigung darüber erzielt werden, wie das Hosting der Internetseite finanziert wird.

Entscheidungsfindung

Das Entscheidungsorgan im Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess ist das Lenkungscommittee (LK). Es orientiert sich bei der Entscheidungsfindung prinzipiell am Leitbild des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses. Um Entscheidungen über aufgeworfene Fragen im LK zu erreichen wird eine Abstimmung durchgeführt. Bei jedem Abstimmungsgegenstand hat jeder teilnehmende Interessensvertreter eine Stimme. Die Stimmen fehlender Interessensvertreter und Stimmenthaltungen haben keinen Einfluss auf den Ausgang der Abstimmung über ein Thema, es sei denn die Position der abwesenden Interessengruppe wurde dem LK zuvor mitgeteilt.

Ein abwesender Interessensvertreter kann dem LK seine Position vor der Abstimmung bekannt geben. Sie muss dem Vorsitzenden des LK in schriftlicher Form vorliegen. Der Vorsitzende des LK hat dafür zu sorgen, dass diese Position in der Abstimmung Berücksichtigung findet. Abstimmungen können auf zwei Arten geschehen:

- während eines Treffens des LK
- per E-Mail über den LK Email-Verteiler

Die Vorschläge sollten in einer Weise formuliert werden, dass folgende Wahloptionen möglich sind:

- Zustimmung
- Ablehnung
- Enthaltung

Abwesende und Stimmenthaltungen werden nicht berücksichtigt und haben somit keinen Einfluss auf das Ergebnis der Abstimmung. Zur Erreichung der Beschlussfähigkeit für eine gültige Entscheidung des LK müssten jedoch mindestens 50% der verfügbaren Stimmen entweder als Zustimmung oder als Ablehnung abgegeben werden (d.h. die Mehrheit der LK-Teilnehmer muss sich für eine bestätigte Position ausgesprochen haben). Ist eine Abstimmung unentschieden, wird eine erneute Abstimmung durchgeführt. Wenn diese zweite Abstimmung ebenfalls unentschieden ausfällt, gilt der Vorschlag als abgelehnt. Haben Erweiterungen des Rahmenwerks für IVS-Architekturen oder Problemlösungen des AAS zur Berücksichtigung von Änderungswünschen oder Behebung gemeldeter Fehler Auswirkungen auf die Abwärtskompatibilität zu einer vorherigen Version, beträgt die erforderliche Mehrheit im LK 75%. Wenn die erforderliche Mehrheit bezüglich einer Erweiterung/Änderung des Rahmenwerks für IVS-Architekturen erzielt ist, wird der AAS die Information über die angenommenen Änderungen auf der Website einstellen.

5.5 Finanzierung des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses

Letztendlich stellt sich nun die Frage, wer die oben dargestellten Aufgaben übernehmen soll/kann und wie dies finanziert werden kann. Würde niemand die Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen übernehmen, würde sie verkümmern. Selbst wenn eine Finanzierung des Prozesses möglich wäre und auch eine ausreichende IVS-Architekturkompetenz sichergestellt werden könnte, hätten die Anwender keine Sicherheit, ob IVS-Architekturen (evtl. durch fehlende Akzeptanz) in Richtlinien und Produkten umgesetzt werden.

Es muss also geklärt werden, wer sich an den Kosten dieses Standardisierungsprozesses beteiligt bzw. Ressourcen für die Pflege des Standards bereitstellt, einhergehend mit der Frage nach den eigentlichen Nutznießern. Einerseits sind es die Städte und Kommunen, Bund und Länder, die als Anwender von diesem Prozess profitieren. Aber auch Hersteller haben ein Interesse daran, die Entwicklung voranzutreiben und den Nutzen, sich mit Vorsprung am Markt behaupten zu können.

Es wird empfohlen, dass der Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess von den Interessengruppen gemeinsam betrieben wird. Die Finanzierung kann so auf mehrere Schultern verteilt werden z. B.

durch Bereitstellung von freiwilligen Herstellerressourcen und eine finanzielle Unterstützung durch Anwender (z. B. über Projekte bzw. Erwerb der Produkte). Die Kosten des Prozesses können durch eine politische Förderung und eine Öffnung des Prozesses durch Beteiligung von sonstigen Interessenten (z. B. universitäre und außeruniversitäre Einrichtungen) zusätzlich vermindert werden.

Die Zusammenführung von IVS-Architekturkompetenz der Entwickler und Praxiswissen der Anwender bringt für beide Seiten wesentlichen und in dieser Domäne bisher selten erreichten Nutzen; mündet sie auf der einen Seite in Realisierungssicherheit, auf der anderen Seite in Vertrauen und Anwenderakzeptanz gegenüber dem Standardisierungsobjekt. Ist letzteres erreicht wird die Motivation und die Bereitschaft einer direkten Rückkopplung im Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess (Feedback) durch die Anwender maximiert.

Im Vergleich mit der Pflege von DATEX II (internationaler Prozess), der mit einem Aufwand von etwa 100 Personen-Wochen pro Jahr betrieben wird, kann man beim Prozess zur Weiterentwicklung und Pflege des Rahmenwerks für IVS-Architekturen (nationaler Prozess) von einem Viertel dieser Aufwendungen pro Jahr ausgehen.

5.6 Zusammenfassung

Im Folgenden werden noch einmal die wichtigsten Aspekte der Handlungsempfehlung zusammengefasst:

Jeder lebendige Standard, so auch das Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste, braucht einen lebendigen Pflegeprozess. Da dieser Prozess nicht von den Standardisierungsinstitutionen CEN, DIN oder DKE betrieben wird, muss er von den Stakeholdern, wie Anwendern der öffentlichen Hand, Herstellern und sonstige Interessenten, betrieben werden, die damit einen Nutzen verbinden. Dabei kann der Prozess nur für alle zufriedenstellenden Ergebnisse liefern, wenn auch alle Stakeholder aktiv teilnehmen.

Die Akzeptanz des Rahmenwerks für IVS-Architekturen wird gesteigert, wenn der Pflegeprozess für alle Stakeholder offen und transparent ist. Zudem braucht der Prozess paritätische Verhältnisse, um alle Interessen auszugleichen. Dies bedeutet zum einen ein gleichmäßiges Verhältnis von Stimmen im entscheidenden Gremium (hier Lenkungscommittee). Zum anderen müssen die Kosten für den Prozess von den Stakeholdern getragen werden, die auch einen Nutzen haben – dabei muss der Nutzen die Kosten natürlich substantiell übertreffen.

Für die Finanzierung des Prozesses gibt es dabei viele Möglichkeiten, die zu prüfen sind:

- Bereitstellung von personellen Ressourcen
- Finanzierung über den Verkauf von Produkten
- Finanzierung über (geförderte) Projekte
- finanzielle Unterstützung durch die Politik

Insbesondere der letzte Aspekt ist von großer Bedeutung. Wenn die im Weiterentwicklungs- und Pflegeprozess gepflegten Standards einen übergeordneten Nutzen haben, sind auch die Träger übergeordneter Interessen potentielle (finanzielle) Unterstützer – speziell das BMVI und DG MOVE (IVS-Architektur Deutschland, Implementierung der EU IVS Richtlinie, Umsetzung des Urban Mobility Action Plan). Generell scheint die Etablierung und Finanzierung des Weiterentwicklungs- und Pflegeprozesses zunächst schwierig zu sein, ist aber bei Prüfung aller Variablen durchführbar.

6 Fazit und Ausblick

Mit Abschluss dieses Projekts ist eine Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme in Version 1.0 entstanden. Diese wurde bereits auf drei Domänen angewendet, indem Referenzarchitekturen erstellt wurden.

Es ist gelungen, die oberen Ebenen der IVS-Architektur-Pyramide abzudecken, was die Innovation im Projekt darstellt. Damit wird die Grundlage für Interoperabilität auf allen Ebenen geschaffen und damit eine wichtige Grundlage für stabile, innovative und zukunftsfähige IVS-Dienste gelegt.

Gleichzeitig konnten noch nicht alle Aspekte final abgedeckt werden, weswegen eine weitergehende Beschäftigung mit dem Thema erforderlich ist. Wie im Pflegekonzept vorgestellt, soll die IVS-Rahmenarchitektur weiterentwickelt werden, um sie neueren Entwicklungen anzupassen. Beispielsweise kommen von TOGAF neue Impulse oder es gibt im Bereich Mobilität neue Entwicklungen (u. a. autonomes Fahren), denen Rechnung getragen werden muss.

In Zukunft sollte der Nutzen und Mehrwert des Ansatzes in realen IVS-Projekten verifiziert werden. Auch können weitere IVS-Domänen mit weiteren Referenzarchitekturen adressiert werden.

Der gegenseitige Austausch auf der EU-Ebene ist von großer Bedeutung, da Deutschland nicht isoliert ist, sondern europaweite Lösungen politisch gewollt sind. Hier können die Bemühungen auf nationaler und europäischer Ebene gegenseitig voneinander profitieren, um mit kombinierten Ressourcen bestmögliche Ergebnisse für alle Beteiligten zu erzielen.

Literaturverzeichnis

CEN/TC 278 ITS Standardization, PT 1701 (2016): Technical Report Intelligent Transport Systems. Standards and actions necessary to enable urban infrastructure coordination to support Urban-ITS. Online verfügbar unter <https://www.urbanits.eu/publicdocuments>, zuletzt geprüft am 31.05.2018

CONVERGE. Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes. Online verfügbar unter <http://www.converge-online.de/?id=000000&spid=de>, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH (2013): Gesetz über Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr und deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern. Intelligente Verkehrssysteme Gesetz - IVSG. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/ivsg/IVSG.pdf>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

European Commission. Mobility and Transport: DATEX II. Online verfügbar unter <http://www.datex2.eu/>, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

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 38500 (2008): Corporate governance of information technology. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/ru/standard/51639.html>, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

Kieslich, Wolfgang; Albrecht, Hanfried; Dinkel, Alexander 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.

Luhmann, Niklas (2002): Einführung in die Systemtheorie. Heidelberg. Online verfügbar unter <https://www.amazon.de/Einf%C3%BChrung-die-Systemtheorie-Dirk-Baecker/dp/3896702920>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

OMG (2015): Business Motivation Model. V1.3 (formal/2015-05-20). Online verfügbar unter <http://www.omg.org/spec/BMM/1.3/>, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Pohl, Klaus; Rupp, Chris (2015): Basiswissen Requirements Engineering: Aus- und Weiterbildung nach IREB-Standard zum Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level. 4. Aufl. Online verfügbar unter <https://www.amazon.de/Basiswissen-Requirements-Engineering-Weiterbildung-IREB-Standard/dp/3864902835>, zuletzt geprüft am 19.10.2017.

Rittershaus, Lutz; Aicher, Peter; Albrecht, Hanfried u.a. (2012): Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik. Hg. v. FGSV. FGSV. Köln (Nr. 305). Online verfügbar unter <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1141880>, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Schmid, Daniel (2013): ARCHITEKTURMANAGEMENT MIT TOGAF. Online verfügbar unter <http://blog.itil.org/2013/01/allgemein/architekturmanagement-mit-togaf/>, zuletzt geprüft am 14.11.2017.

Schneider, Dieter (1995): Betriebswirtschaftslehre. Grundlagen. 2. Aufl. (1). Online verfügbar unter <https://www.amazon.de/Betriebswirtschaftslehre-Bd-1-Grundlagen-Dieter-Schneider/dp/3486234234>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Schulz, W. H.; Mainka, M.; Joisten, N. (2013): Entwicklung eines Konzeptes für institutionelle Rollenmodelle als Beitrag zur Einführung kooperativer Systeme im Straßenverkehr. Bergisch Gladbach.

Schulz, Wolfgang H. (2005): Application of System Dynamics to Empirical Industrial Organization – The Effects of the New Toll System. In: *Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften/Review of Economics* 56, S. 205–227.

Schulz, Wolfgang H.; Wieker, Hors (2016): Co-operative Intelligent Transport Systems: Neue Marktchancen durch den Systemverbund aus Automobil- und Telekommunikationsindustrie. In: *Future Telco III, Powerplay für Telekommunikationsunternehmen*, S. 138–147. Online verfügbar unter http://www.detecon.com/sites/default/files/detecon_buch_future_telco_iii_d_07_2016_0.pdf, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland. Bericht gemäß Artikel 17(1) der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Juli 2010 zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern (2010). Deutschland. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/doc/2011_its_initial_report_germany.pdf, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

The Open Group: TOGAF® Version 9.1. Online verfügbar unter <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

The Open Group: TOGAF® Version 9.1. Preliminary Phase. Online verfügbar unter http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/chap06.html#tag_06_04_04, zuletzt geprüft am 14.11.2017.

TISA (2012): Terms and Definitions for the Traffic and Travel Information Value Chain. Online verfügbar unter <http://www.tisa.org/assets/Uploads/Public/EO12013TISADefinition-ITS-value-chain20121018.pdf>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

TOGAF-Login. The Open Group. Online verfügbar unter <https://www2.opengroup.org/ogsys/common/createIndividual.html?popup=true/>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Wikipedia Artikel (2013): Platform-specific model. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/Platform-specific_model, zuletzt aktualisiert am 28.04.2013, zuletzt geprüft am 26.10.2017.

Wikipedia Artikel (2016a): Komponentendiagramm. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Komponentendiagramm>, zuletzt aktualisiert am 26.05.2016, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2016b): OMG Business Architecture Special Interest Group. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/OMG_Business_Architecture_Special_Interest_Group, zuletzt aktualisiert am 15.09.2016, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2016c): Operational Level Agreement. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Operational_Level_Agreement, zuletzt aktualisiert am 23.12.2016, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

Wikipedia Artikel (2017a): XML Metadata Interchange. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/XML_Metadata_Interchange, zuletzt aktualisiert am 20.01.2017, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2017b): Platform-independent model. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/Platform-independent_model, zuletzt aktualisiert am 24.04.2017, zuletzt geprüft am 26.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017c): Geschäftsmodell. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Gesch%C3%A4ftsmodell>, zuletzt aktualisiert am 22.05.2017, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017d): Serviceorientierte Architektur. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Serviceorientierte_Architektur, zuletzt aktualisiert am 26.07.2017, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2017e): TOGAF. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/TOGAF>, zuletzt aktualisiert am 27.07.2017, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017f): Unified Modeling Language. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language, zuletzt aktualisiert am 18.10.2017, zuletzt geprüft am 26.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017g): Business Motivation Model. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/Business_Motivation_Model, zuletzt aktualisiert am 21.10.2017, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017h): Governance. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Governance>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2017, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für Konzeptinstanziierung	7
Tabelle 2: Beispiele für institutionalisierte Rollen mit institutionalisiertem Verhalten.....	17
Tabelle 3: Beispiele von IVS-Rollenbeschreibungen von IVS-Akteurs-Stereotypen mit Hilfe des IVS-Rollen-Map-Templates.....	27
Tabelle 4: Ein Beispiel für die Beschreibung eines IVS-Akteurs in einer konkreten IVS-Rolle mit Hilfe des IVS-Rollen-Templates.....	29
Tabelle 5: Beispiele für IVS-Visionen für unterschiedliche IVS-Zielfelder	33
Tabelle 6: Beispiele für Qualitative und Quantitative IVS-Ziele	34
Tabelle 7: Beispiele für IVS-Handlungsoptionen	36
Tabelle 8: Beispiele für IVS-Handlungsmuster	37
Tabelle 9: Beispiele für IVS-Richtlinien.....	39
Tabelle 10: Ein Beispiel für das Segment „IVS-Inhalteanbieter der IVS-Wertschöpfungskette für Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement“	42
Tabelle 11: Das TOGAF-ADM Schrittmodell	68
Tabelle 12: Tailoring des TOGAF Phasen- und Schrittmodells	72

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Die IVS-Architektur-Pyramide mit 5 Ebenen (Schichten)	4
Abbildung 2 - Instanz-Ebenen von IVS-Architektur.....	5
Abbildung 3 - Implementierung von IVS-Architektur.....	6
Abbildung 4 - Going Meta	6
Abbildung 5 - Architekturdomänen von TOGAF	8
Abbildung 6 - Abbildung der TOGAF-Architekturdomänen auf die Ebenen der IVS-Architektur-Pyramide	9
Abbildung 7 - IVS-Architektur und Ebenen von IVS-Architektur - Modell.....	10
Abbildung 8 - Verbindung von IVS- und TOGAF-Architekturkonzepten - Modell	12
Abbildung 9 - Zusatznutzen durch Vernetzung von IVS-Diensten	14
Abbildung 10 - Grundverständnis für ein IVS-Wertschöpfungsnetzwerk am Beispiel von ÖV und IV (siehe Kieslich et al. 2014)	15
Abbildung 11 - Gemeinsames IVS-Leitbild als Grundlage der Zusammenarbeit der IVS-Akteure....	16
Abbildung 12 - TISA-Traffic und Travel Information Value Chain Model (siehe TISA 2012)	16
Abbildung 13 - Institutioneller Rollenmodell-Ansatz.....	18
Abbildung 14 - Power Grid für die Stakeholderanalyse (siehe The Open Group)	19
Abbildung 15 - Rollen mit hoheitlicher Sicht.....	20
Abbildung 16 - Rollen mit ökonomischer Sicht	21
Abbildung 17 - Rollen mit technischer Sicht.....	23
Abbildung 18 - Anforderung-Template (Version 00-00-01)	30
Abbildung 19 - Requirements Schablone (siehe Pohl und Rupp 2015)	30
Abbildung 20 - Übersichtsdarstellung des BMM - Business Motivation Models (siehe OMG 2015)	31
Abbildung 21 – Elemente des BMM - Business Motivation Models (siehe OMG 2015).....	31
Abbildung 22 - Ends-Konzept des Business Motivation Models (siehe OMG 2015)	32
Abbildung 23 - Übersichtsdarstellung über das Means-Konzept des Business Motivation Models	35
Abbildung 24 - Capability-Dimensionen (siehe The Open Group).....	40
Abbildung 25 - IVS-Wertschöpfungskette für einen Verkehrsmanagement-Service (CEN/TC 278 ITS Standardization, PT 1701 (2016))	40
Abbildung 26 - Interoperabilität zwischen den Schichten der IVS-Architekturpyramide	43
Abbildung 27 - Interoperabilität als Anforderung	44
Abbildung 28 - Typisierte Darstellung von IVS-Wertschöpfungsketten (siehe Kieslich et al. 2014).	48
Abbildung 29 - Architekturelemente der Ausprägung von Wertschöpfungsketten in der IVS-Rollenmatrix (siehe Kieslich et al. 2014)	49
Abbildung 30 - COBIT 5-Prozessreferenzmodell. Trennung und Integration der Kernbereiche (siehe ISACA).....	52
Abbildung 31 - Beispiel: Festlegung von Zuständigkeiten Governance (siehe ISACA).....	54
Abbildung 32 - IVS-Wertschöpfungskette - Modell	57
Abbildung 33 - Kern- und Supportprozesse	58
Abbildung 34 - Beispiel für einen IVS-Geschäftsprozess.....	60
Abbildung 35 - Datenarchitektur	61
Abbildung 36 - Anwendungsarchitektur	64
Abbildung 37 - TOGAF ADM	67
Abbildung 38 - Architektur Liefergegenstände (siehe The Open Group).....	69
Abbildung 39 - TOGAF Bausteine (siehe The Open Group).....	69
Abbildung 40 - Mögliche Artefakte zur Beschreibung einer Architektur nach TOGAF	70
Abbildung 41 - TOGAF-ADM und Fokus der IVS-Rahmenarchitektur (siehe The Open Group)	72

Abbildung 42 - Vorbereitungsphase	73
Abbildung 43 - Phase A - IVS-Architekturvision	74
Abbildung 44 - Phase B - IVS-Geschäftsarchitektur	75
Abbildung 45 - Phase C.1 - IVS-Datenarchitektur	76
Abbildung 46 - Phase C.2 - IVS-Anwendungsarchitektur	77
Abbildung 47 – IVS-Betrachtungsgegenstand (Gegenstand der architekturellen Betrachtung – Modell)	78
Abbildung 48 - IVS-Dienstekategorie und realer IVS-Dienst - Modell.....	79
Abbildung 49 - IVS-Wertschöpfungskette/IVS-Wertschöpfungsnetzwerk – Modell	81
Abbildung 50 - IVS-Rollenkonzept als UML-Diagramm	82
Abbildung 51 - IVS-Business-Szenario - Modell	83
Abbildung 52 - IVS-Geschäftsprozess - Modell.....	85
Abbildung 53 - IVS-Informationsobjekt - Modell.....	86
Abbildung 54 – Prozessmodell für die Weiterentwicklung der IVS-Rahmenarchitektur	89
Abbildung 55 – Organisation des IVS-Rahmenarchitektur Prozesses.....	91

**Anhang:
englische
Version**

**RAIM
Rahmenwerk für
Architekturen
intelligenter
Mobilitätsdienste**

**Ein Rahmenwerk zur Entwicklung von IVS-
Architekturen**

Projektnummer

03.0483

Hanfried Albrecht

Willi Becker

AlbrechtConsult GmbH

Aachen

Werner Scholtes

Werner Scholtes – IT-Beratung

Aachen

Jens Lachenmaier

Katrin Pfähler

Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik I

Universität Stuttgart

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 Architecture Framework

A framework for the development of ITS architectures

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

**Project FE 03.0483/2011/IRB
Final report**

Hanfried Albrecht & Willi Becker: AlbrechtConsult GmbH, Aachen
Werner Scholtes: Werner Scholtes – IT-Beratung, Aachen
Jens Lachenmaier & Katrin Pfähler: Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik I der Universität
Stuttgart, Stuttgart

**22.06.2018
Version 05-00-00**

Content

1	Introduction.....	5
1.1	Problem definition	5
1.2	Goal.....	5
1.3	Procedure	5
1.4	Structure of the report.....	5
2	ITS Architecture - Basics.....	7
2.1	ITS architecture - metamodels and architectural principles	7
2.1.1	Intelligent Transport Systems - definition	7
2.1.2	ITS architecture - architecture of Intelligent Transport Systems.....	7
2.1.3	The ITS architecture - pyramid	7
2.1.4	Instances of ITS architecture	8
2.1.5	ITS architecture features for the implementation of an ITS architecture.....	9
2.1.6	Concept instantiation to specify ITS architecture.....	10
2.1.7	Quality of the ITS architecture	11
2.1.8	Linking TOGAF concepts with the ideas of ITS architecture	11
2.2	ITS architecture – key terms	13
2.2.1	ITS architecture – Definition.....	13
2.2.2	Model of the connection of ITS and TOGAF architecture principles.....	16
3	The seven fundamental concepts of ITS architecture framework.....	17
3.1	The ITS services and added-value concept	17
3.1.1	Applied architecture building blocks.....	17
3.1.2	ITS value-added chains and value-added networks	17
3.1.2.1	ITS value creation.....	17
3.1.2.2	Interoperability of ITS roles as a fundamental prerequisite.....	18
3.1.2.3	ITS mission statement as a common flagship	18
3.1.2.4	ITS business models as an indispensable basis for understanding value-added chains	19
3.2	The ITS role and ITS actor concept	19
3.2.1	Applied architecture building blocks 1.0	19
3.2.2	TISA value-added chain as classification background for ITS roles.....	19
3.2.3	Meta model for ITS roles	20
3.2.3.1	Institutional approach to the model of ITS roles for linking actor stereotypes and behavioural stereotypes	20
3.2.3.2	Regulating and acting institutions	21

3.2.3.3	Categories of ITS roles	21
3.2.4	Significance of ITS roles (Power-Grid)	22
3.2.5	Stereotypes of ITS actors or ITS actors as instances of ITS roles	22
3.2.6	ITS roles in ITS value-added chains/networks.....	23
3.2.6.1	Views as a basis for differentiating roles	23
3.2.6.2	Sovereign view of ITS roles: establishment of sovereign ITS rules and frameworks	23
3.2.6.3	Economic view of ITS roles: management of ITS value-added stages.....	24
3.2.6.4	Technical view of ITS roles: technical operation of ITS value-added stages and ITS services) 25	
3.2.6.5	Additional ITS roles (ITS stakeholder).....	26
3.2.7	Example stereotypes of ITS actors	26
3.2.8	Acquisition and description of ITS roles	27
3.2.8.1	Aim of ITS role acquisition.....	27
3.2.8.2	Identification of ITS roles and their description	27
3.2.8.3	Result presentation of ITS role identification	27
3.2.8.4	Example of an ITS role map.....	28
3.2.8.5	Example role description.....	30
3.2.8.6	Requirements management as a support tool for the identification of requirements for ITS roles 31	
3.3	The concept for the formulation of ITS objectives and realisation concepts ...	32
3.3.1	Introduction	32
3.3.2	The Ends concept (formulation of objectives).....	33
3.3.2.1	Introduction	33
3.3.2.2	Ends categories.....	33
3.3.2.3	Transfer of the Ends concept to ITS	34
3.3.3	The means concept (formulation of realisation concepts)	35
3.3.3.1	Introduction	35
3.3.3.2	Tool categories.....	36
3.3.3.3	Transfer of the means concept to ITS.....	36
3.4	The ITS capability and collaboration concept.....	40
3.4.1	Capabilities in TOGAF	40
3.4.1.1	Capability definition.....	40
3.4.1.2	Capability dimensions	40
3.4.2	Transferring the capability concept into ITS architecture	41
3.4.2.1	Introduction	41
3.4.2.2	Interoperability as a key dimension of cooperation capability.....	43
3.4.2.3	Forms of interoperability.....	44
3.4.3	Interoperability as a requirement - Example	45
3.5	Aids, views and tools for ITS business architecture.....	46

3.5.1	Introduction	46
3.5.2	Illumination of business aspects of ITS services (views)	46
3.5.2.1	Introduction	46
3.5.2.2	Views on business aspects of ITS services.....	46
3.5.3	Tools for the presentation of the ITS business architecture	47
3.5.4	Setting up ITS value-added chains and networks.....	48
3.5.4.1	Preliminary remark.....	48
3.5.4.2	ITS role matrix.....	48
3.5.4.3	ITS cross-linking elements	48
3.5.5	ITS governance.....	50
3.5.5.1	Origin and application of the term governance	50
3.5.5.2	COBIT.....	51
3.5.5.3	Governance vs. Management	51
3.5.5.4	Transfer of the governance concept to ITS	51
3.5.5.5	Governance activities.....	53
3.5.5.6	What is part of ITS governance?	56
3.5.6	ITS business processes and value-added networks.....	56
3.5.6.1	Definition.....	56
3.5.6.2	Operationalisation through ITS business processes	57
3.5.6.3	Strategic and operational business processes	57
3.5.6.4	Core and support processes	58
3.5.6.5	Description of ITS business processes	58
3.5.6.6	Modelling guidelines for ITS business processes	58
3.5.6.7	Examples	59
3.6	ITS reference models and tools - Data architecture	60
3.6.1	ITS data architecture	60
3.6.2	Historical development	60
3.6.3	Definition of data architecture terms.....	60
3.6.4	Application of different tools.....	61
3.6.5	Modelling principles.....	62
3.6.6	Data modelling language.....	62
3.7	ITS reference models and tools - application architecture	62
3.7.1	ITS application architecture	62
3.7.2	Historical development	62
3.7.3	Definition of application architecture terms.....	63
3.7.4	ITS interfaces.....	63
3.7.5	ITS applications.....	63
3.7.6	Modelling principles.....	64

4	The ITS architecture framework 1.0.....	65
4.1	ITS architecture process model	65
4.1.1	Problem definition.....	65
4.1.2	TOGAF – an overview	66
4.1.3	The TOGAF-based ITS architecture framework	69
4.2	The ITS architecture building blocks of the ITS architecture framework 1.0 ...	76
4.2.1	Preparation of ITS architecture work.....	76
4.2.2	Terms, building blocks and deliverables Phase A - ITS architectural vision	78
4.2.2.1	ITS service and ITS service category	78
4.2.2.2	Mechanism of ITS value creation.....	80
4.2.2.3	Business scenarios for capturing requirements	82
4.2.2.4	Objectives, benefits and risks of ITS architecture	82
4.2.3	Terms, building blocks and deliverables Phase B - ITS business architecture	83
4.2.4	Terms, building blocks and deliverables phase C.1 - ITS data architecture	85
4.2.5	Terms, building blocks and deliverables phase C.2 - ITS application architecture.....	86
5	Further development and maintenance of the ITS architecture framework 1.0 .	87
5.1	Problem Definition	87
5.2	The process of developing and maintaining the ITS architecture framework..	87
5.3	Tasks of the further development and maintenance processes.....	88
5.4	Organisation of the development and maintenance process.....	90
5.4.1	Overview.....	90
5.4.2	Bodies of the development and maintenance processes and their function	91
5.5	Financing of the development and maintenance process.....	92
5.6	Summary	93
6	Conclusion and outlook	94
7	Bibliography	95
8	List of Tables.....	98
9	List of Figures	99

1 Introduction

1.1 Problem definition

Intelligent Transport Systems (ITS) today form an important technological and organisational basis for a wide variety of road traffic applications. The increasing networking of these systems, driven by the increasing importance of information and communication technology, presents new challenges when introducing new ITS and integrating existing ones. To ensure "intelligent" mobility in Germany and Europe, the consistency of information and the accompanying integration of the corresponding systems is an important prerequisite. In addition to the technical view, which is often in the foreground, the cooperation in content and organisation between the parties involved in the provision of mobility services must also be considered.

Intelligent mobility with end-to-end services for travellers requires in particular that the parties involved formulate common goals in terms of content. 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.

1.2 Goal

A national ITS architecture framework - the framework for architectures of intelligent mobility services (germ. abbreviation: RAIM) - has been introduced to ensure a coordinated and harmonised approach to the deployment and use of new ITS and the networking of existing ITS. RAIM provides the framework for the implementation of the ITS strategy or ITS mission statement. RAIM establishes the basic definitions of terms, standards and mechanisms necessary to ensure the interoperability of applications and components working and communicating at different levels. RAIM also defines the principle of order, processes and organisational forms in the field of intelligent transport systems. RAIM defines formal definitions for common understanding and the methods and requirements necessary to achieve the objectives.

1.3 Procedure

In addition to the RAIM framework, three ITS reference architectures were simultaneously developed as initial applications of the ITS architecture framework, published on the BAST website (ITS reference architecture for trans-competence traffic management, ITS reference architecture for traffic information in private transport and ITS reference architecture for multimodal travel information). An ITS reference architecture specifies the application-specific concepts derived from the RAIM framework for a specific application area of ITS towards implementation. The ITS reference architecture is, therefore, the basis for the specification, development and implementation of ITS architectures for real ITS services.

The international standard ISO/IEC/IEEE 42010 and the architectural framework TOGAF were specified as the starting point for the method to be used.

1.4 Structure of the report

This report describes the framework for architectures of intelligent mobility services (RAIM, synonymous with ITS architecture framework).

In addition, the ITS architecture wiki serves as a comprehensive repository for information on ITS architecture, available at www.its-architektur.de. The electronic version of this report contains links to this wiki, which always contains the current version of the contents of this report as well as more

detailed information. To illustrate this, the ITS reference architectures are partly mentioned or referenced, which can also be called up via the wiki.

Chapter 2 presents the basics for ITS architecture and for the development of ITS architecture concepts using the "metamodels and architectural principles" and the "key terms".

Chapter 3 then describes seven basic concepts for ITS architecture for understanding and as a semantic background to the actual ITS architecture framework 1.0.

- The ITS services and value-added concept
- The ITS Role and ITS Actor Concept
- The concept for formulating ITS objectives and realisation ideas
- The ITS Capability and Collaboration Concept
- Aids, views and tools for ITS business architecture
- ITS Reference Models and Tools - Data Architecture
- ITS reference models and tools - application architecture.

Building on this, the actual ITS architecture framework 1.0 is described as:

- the TOGAF-based ITS architecture process model
- the ITS architecture building blocks of the ITS architecture framework 1.0

A detailed description of the phases and steps to develop an ITS architecture can also be found in the ITS wiki.

Chapter 5 proposes how the ITS architecture framework 1.0 can be maintained and further developed and Chapter 6 provides a summary outlook.

2 ITS Architecture - Basics

2.1 ITS architecture - metamodels and architectural principles

2.1.1 Intelligent Transport Systems - definition

- are intelligent applications in the field of transportation, traffic and mobility that can be used by the ITS end user as an ITS service.
- operate ITS added-value by providing ITS end users with more comprehensive information to use transport networks in a safer, more coordinated and "smarter" way (see Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland 2010).
- use information and communication technologies (ICT) in road transportation and at the interfaces of other modes of transportation to collect, transmit, process and exchange traffic-related data and information (see Das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH 2013).
- may not be understood in the sense that the word intelligence is related to artificial intelligence, but must be understood in the sense of business intelligence. Intelligence is a synonym for information and insights gained by collecting and evaluating data and information with the aim of enabling the end user of ITS to make better strategic and/or operational decisions with regard to his or her objectives, or, from the operator's point of view, to exercise a special effect on end users of ITS in such a way that they shift their behaviour towards the operator's objectives.

2.1.2 ITS architecture - architecture of Intelligent Transport Systems

ITS architecture essentially deals next to the functional, technical and economic realisation with the creative planning of ITS and ITS services (above all). ITS architecture is hereby based on the overarching policies and aims of the owner.

In this respect, the core competence of an ITS architect goes beyond the simple knowledge of realising ITS and ITS services and lies primarily in the creation of an ITS architecture based on suggestions and implementation characteristics which correspond to the policies and aims of the owner or are suggested by the developer himself.

2.1.3 The ITS architecture - pyramid

The "ITS System Architectures" working group of the Road and Transportation Research Association (German abbreviation: FGSV) has suggested that ITS architects use the "ITS architecture pyramid" (see Rittershaus et al. 2012) described and substantiated below as a suitable meta-model and methodological aid for a well-organised and understandable representation and description of ITS services (see Figure 1).

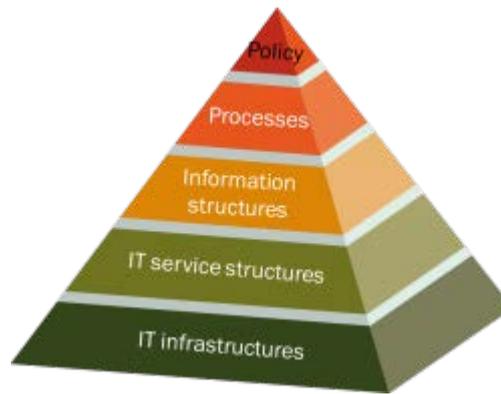


Figure 1 - The ITS architecture pyramid consists of 5 layers (levels)

The ITS architecture pyramid

- consists of five layers, which together cover the potentially possible scope and range of an ITS architecture.
- represents the structure of ITS services by enabling better identification and classification of characteristics and their respective correlation.
- provides the semantics for the ITS business models needed to describe ITS services.

The ITS architecture pyramid contains the following five layers:

- The policy/strategy level describes
 - the goals of ITS and ITS services (creation of added value) in the form of a policy, and
 - how and in which way the ITS goals are to be achieved (strategy).
- The processes level describes and identifies
 - which ITS roles are involved in the creation of added-value with the help of ITS,
 - how the ITS roles interpret ITS goals and ITS strategy for themselves as a business case, and
 - how the ITS added-value/ITS benefits are generated by means of the cooperation between the ITS roles and the corresponding operationalization into ITS business processes.
- The information structures level describes and identifies
 - which ITS information contributes to the creation of ITS added-value, and
 - how this information is structured.
- The IT services level and IT infrastructure level describe
 - how the ITS information can be generated, and
 - how/where it is accessible.

The ITS architecture pyramid can be used in all phases of a content-related discussion on all relevant aspects of ITS and ITS services. Above all, demands for an altered understanding of roles can be identified and specified using the ITS architecture pyramid. The ITS architecture pyramid can always convey the logical context, particularly if distributed ITS services are subject to realisation.

2.1.4 Instances of ITS architecture

In the notes on structuring an architecture framework for Intelligent Transport Systems (ITS) in Germany - necessity and methodology, FGSV No. 305 (see Rittershaus et al. 2012) three instance levels of ITS architectures are distinguished (see Figure 2).

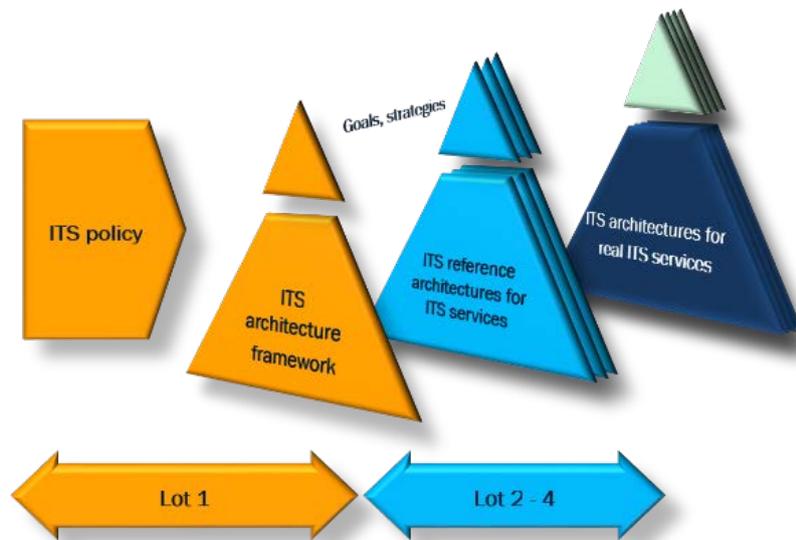


Figure 2 - Instances of ITS architecture

The ITS architecture framework...

- defines ITS design elements as architectural blocks (TOGAF: Building blocks) and defines terms and semantics (ITS glossary).
- establishes design principles according to which the ITS architect shall proceed in the planning and implementation of ITS services.

An ITS reference architecture...

- specifies the concepts for an ITS service category (family of ITS services) for the design space of a specific ITS domain as specified by the ITS architecture framework.

The ITS architecture of real ITS services...

- is the actual implementation of relevant ITS reference architectures up to the last level of detailing in a concrete application case.

The number of ITS reference architectures is basically unlimited. In the present project consortium, ITS reference architectures for three ITS service categories have been developed, namely:

- Integrated traffic information for private transport
- Interdepartmental traffic management
- Multimodal travel information

2.1.5 ITS architecture features for the implementation of an ITS architecture

The implementation of ITS architecture requires the development of ITS architecture concepts that are formulated using ITS architecture characteristics and their semantics and are intended to determine the character and nature of ITS services continuously. The ITS architecture concepts as a whole could be documented with the term ITS architecture school.

For example, if "interoperability" is a stylistic feature of the ITS Architect/School of Architecture, then the architectural feature "interoperability" will be found in all parts of the ITS subject matter in various forms. The ITS Architecture School, which is represented by the ITS architecture framework, primarily implements policy objectives (see Figure 3). However, since "smart" policy always incorporates the interests of the basis, the "school opinion" also reflects the interest of owners of

real ITS services through the sustainable involvement of stakeholders and ITS actors (see also "Open ITS" as a guiding principle).

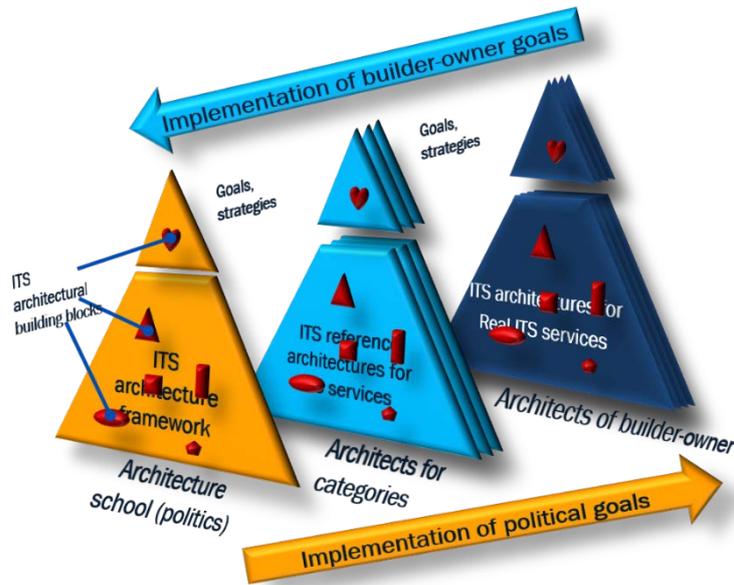


Figure 3 - Implementation of ITS architecture

2.1.6 Concept instantiation to specify ITS architecture

The methodology of concept instantiation, i.e. the transfer and mapping of ITS architecture concepts with their semantics (see also "Models - Basis for Traceability"), from ITS architecture framework to ITS reference architectures to ITS architectures of real ITS services (see Figure 4).

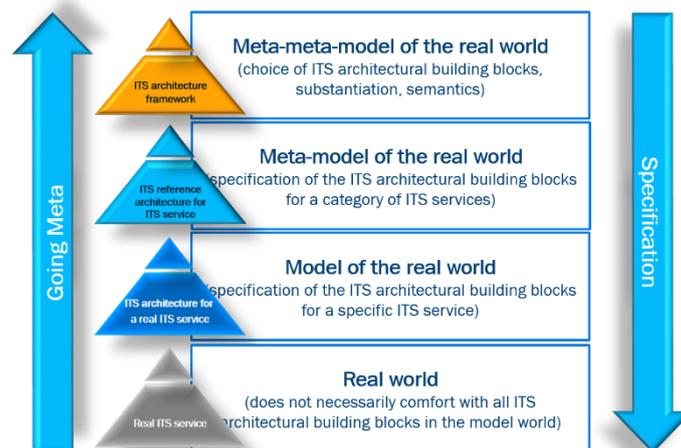


Figure 4 - Going Meta

- With the ITS architecture framework (meta-meta model of the real world), the architecture concepts required for ITS architecture of ITS services are structured, semantically described and ultimately justified by proposing relevant ITS architectural features.

- With ITS reference architectures (real world meta-models), the architecture concepts of the ITS architecture framework are specified for an ITS service category.
- With ITS architectures of real ITS services (real-world models), the architecture concepts of the ITS architecture framework for a real ITS service already specified for an ITS service category are further specified and applied.

Table 1 shows an example of concept instantiation.

ITS architecture framework building block	Use for the ITS reference architecture	Use for the ITS architecture of real ITS services
ITS service as a concept (principle of the ITS value-added chain/network)	Stereotypes of ITS services (traffic information on individual traffic, cross-competence traffic management and multi-modal traffic information)	Real ITS service (Google Maps, alternative route control Dmotion, railway travel information ...)
ITS role as a concept (as a building block of ITS value-added chains and networks)	Stereotypes of ITS actors (navigation service provider, public road operator, transport companies ...)	Real ITS actor (Google, Hessen Mobil/Amt für Verkehrsmanagement Düsseldorf and Deutsche Bahn)
ITS added value as a concept (as a goal and result of ITS value-added chains and networks)	Stereotypes of ITS added values (increased safety, improved efficiency, reduction of environmental influences ...)	Real ITS parameters (number of fatalities, dust balance, CO2 and NOX emissions)

Table 1: Examples of concept instantiation

However, the ITS architecture of a real ITS service does not necessarily have to comply with all aspects of the ITS architecture framework and ITS reference architecture. The width and depth of the ITS architecture concept instantiation is at the discretion of the implementer. The evaluation of the ITS architecture and thus the benefit of a real ITS service is then at the discretion of the user.

2.1.7 Quality of the ITS architecture

Is there a "good" ITS architecture?

Constructive foresight is a desirable qualification of an ITS architect; either he/she has it or he/she does not have it. If he/she has it, the ITS architect shall use the degree of freedom for the ITS service design so that the current service features to be implemented do not hamper one of the main objectives of ITS architecture, as far as he/she can see, future integration or extension possibilities.

An ITS reference architecture or the ITS architecture of a real ITS service is a "good" architecture when it faithfully translates the characteristics of the ITS architecture framework into the architecture of an ITS service category or a real ITS service.

However, it should be noted that "good" is an ideal. This means that the ITS architecture framework is primarily an orientation and evaluation tool in a concrete use case in order to be able to follow the intention of achieving a good architecture in a comprehensible manner. Unavoidable deviations can then be recognized, evaluated and classified in an overall picture.

2.1.8 Linking TOGAF concepts with the ideas of ITS architecture

Architecture domains of TOGAF

To make the discussion about terms used for ITS architecture and its semantics more objective and effective from the outset and to focus on the overall objective of the consensual creation of an ITS architecture framework and three ITS reference architectures, the standardization initiative TOGAF

provides the metamodel of the TOGAF architecture domains arranged in layers (see Figure 5), with the aim of describing the complex behaviour of companies on the basis of agreed (standardized) basic concepts (so-called basic architectures) in a uniform manner in the future under the banner of enterprise architecture.

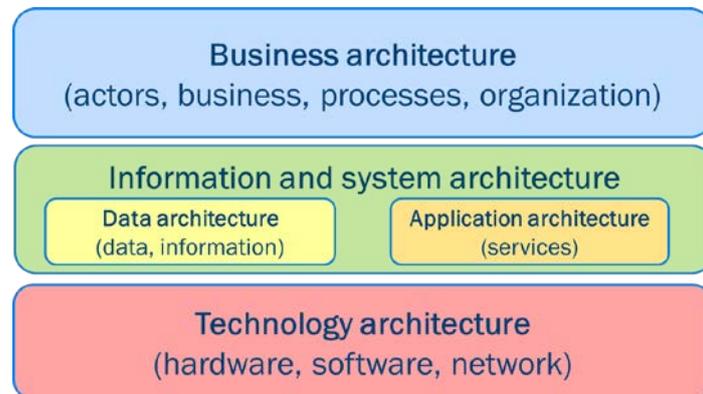


Figure 5 - Architecture domains of TOGAF

This comes full circle with the current idea of ITS architecture, which is shaped by the ITS architecture pyramid as a hierarchical ordering principle that can be mapped to the layers of the TOGAF layer model.

Extensive information about TOGAF and the individual steps of TOGAF ADM, is provided by the "The Open Group" on their website (The Open Group 2017).

TOGAF architecture domains and the levels of the ITS architecture pyramid

TOGAF is a comprehensive model and contains very powerful concepts. In this respect, a special question for the development of ITS architecture framework is to first identify the concepts of TOGAF that are really relevant for ITS architecture and then to transfer them to ITS in such a way that ITS experts see a real benefit in the sense of "open ITS", and really embrace them and make them their own in the form of an ITS architecture (theory meets practice).

Against this background, the methodological challenge was

- to transfer the TOGAF concepts associated with the TOGAF architecture domains described, i.e. what TOGAF is really about structurally and semantically, to ITS architecture domains and
- to address and interpret for ITS those levels and sub-levels of TOGAF architecture domains that are truly relevant for ITS functionality and behaviour through the application and adaptation of TOGAF-ADM (quality before quantity).

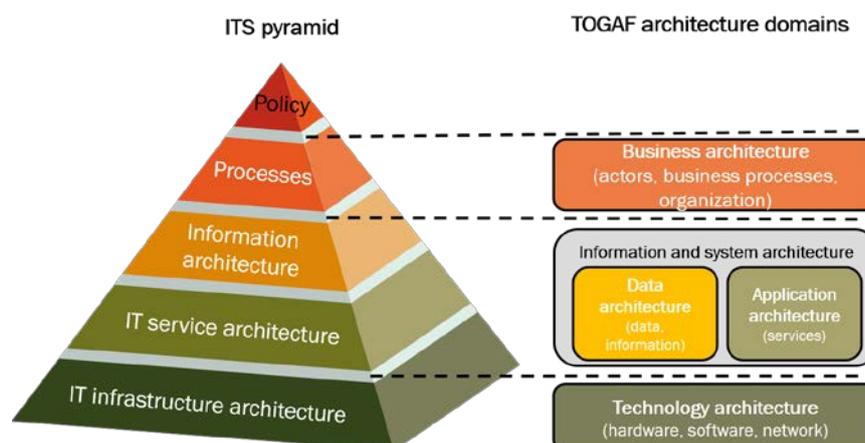


Figure 6 - Illustration of the TOGAF architecture domains on the levels of the ITS architecture pyramid

Of course, it must be clear that only the most important levels/sublevels and their areas can and must be addressed by lot 1, i.e. those that are important for the functionality and behaviour of ITS services (quality before quantity). Figuratively speaking, the aim is to identify, those sub-areas of the TOGAF levels that are suitable for subordinating general design objectives for ITS architectures (ITS reference architectures, ITS architecture of real ITS services) to the general TOGAF objectives (see Figure 6). ITS targets are therefore more specific than TOGAF targets. Conformity would exist, for example, if characteristics of an ITS target could also be identified as characteristics of a TOGAF target.

Relationship between TOGAF and ITS

TOGAF stands for a semantic structure that relates TOGAF-relevant concepts and thus provides a basic order for comprehensive design of TOGAF domains. Through design, forms of cooperation between ITS actors in global contexts are to be improved or even made possible in the first place. Efficiency and effectiveness are essential quality features in the orientation of design decisions.

ITS as a whole has so far not been defined precisely. Ways for interpretations have to be identified in which third parties can understand how a general TOGAF view of TOGAF concepts can be mapped to ITS concepts or related to them. Conversely, it must also be pointed out that the generally more specific ITS concepts have a TOGAF relevance. In other words, it must be verifiable that the ITS design priority corresponds to the TOGAF design objective.

For the linguistic equipment of the terminology components and their presentation, an agreement should be reached on the use of existing and proven standards and the respective concepts. This is the only way to objectify subjective facts, in terms of presentation at least.

2.2 ITS architecture – key terms

2.2.1 ITS architecture – Definition

ITS- Intelligent Transport Systems (Germ.: IVS – Intelligente Verkehrssysteme)...

- are intelligent applications in the fields of transport, traffic and mobility that can be used by ITS end users as an ITS service.
- add value by enabling ITS end users with more comprehensive information to use transport networks in a safer, more coordinated and "smarter" way (see Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland 2010).
- use information and communication technologies (ICT) in road transport and at the interfaces to other transport modes with the help of which traffic-related data and information can be collected, transmitted, processed and exchanged (see Das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH 2013).
- must not be understood in terms of artificial intelligence (AI) but in terms of business intelligence. Intelligence is synonymous with information and knowledge gained through the collection and evaluation of data and information with the aim of enabling the end user of ITS to make better strategic and/or operational decisions with regard to its objectives or, from the operator's point of view, to exert a particular effect on end users of ITS in such a way that they direct their behaviour towards the operator's objectives.

ITS architecture...

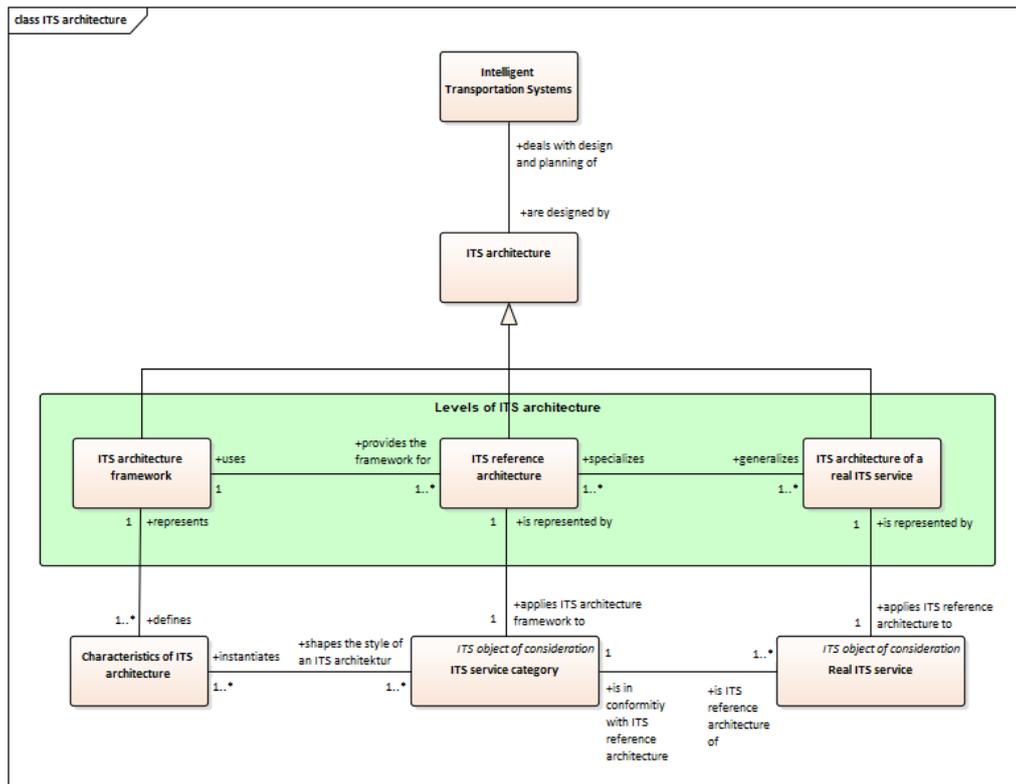


Figure 7 - Model of ITS architecture and levels of ITS architecture

- deals not only with functional, technical and economic realisation but also with the design planning of ITS and ITS services (see Figure 7).
- is based on overarching models and objectives of the owner. In this respect, the core competence of an ITS architect lies beyond the knowledge about the implementation of ITS and ITS services. Especially, in the creation of ITS architecture by proposing and developing ITS architectural characteristics that correspond to the owner's guiding principles and objectives or he develops his own ideas for this purpose.

The ITS architecture framework...

- defines the design levels (ITS architecture domains) and design objects (ITS architecture elements) that represent the architectural appearance of ITS and ITS services and characterise and make them recognisable as such.
- provides the design levels and objects of ITS and ITS services with ITS semantics for mutual understanding, using an (unambiguous) ITS term, which is explained in the ITS glossary in terms of language and images.
- also defines the steps and principles to be followed by the ITS architect in the planning and implementation of ITS services (following TOGAF's procedural model).

ITS architectural characteristics...

- determine the architectural appearance of the ITS object of observation and thus make the style of the ITS school of architecture/ ITS architect recognizable.
- represent the ITS architecture framework as a meta-meta model of ITS architecture through their selection and semantics.
- implement the ITS architecture of the ITS architecture school/architect by instantiating them as characteristics of an ITS service category/service (concept instantiation).

The ITS reference architecture...

- transfers the design levels and design objects specified by the ITS architecture framework to the design space of a specific ITS service category designated by an identifier (one could also say ITS family of services) and concretizes them to the extent that they meet the common conditions of the ITS service category from a technical point of view.
- is also the basis for the specification and development of ITS architectures for real ITS services and specific ITS products for specific ITS application domains.
- is of great value if it is accepted by a "larger" community and is used and applied as a quasi-standard.

The ITS architecture of real ITS services and products...

- is the actual implementation of the relevant ITS reference architectures down to the last level of detail in a concrete use case.
- maps the conceptual characteristics (semantic characteristics) of ITS reference architectures according to the principle of concept instantiation on concrete architectures of real ITS services or ITS products.
- ITS architecture of real ITS services and products may claim compliance with ITS architecture framework and ITS reference architectures if the ITS architecture concepts are traceable and recognisable

2.2.2 Model of the connection of ITS and TOGAF architecture principles

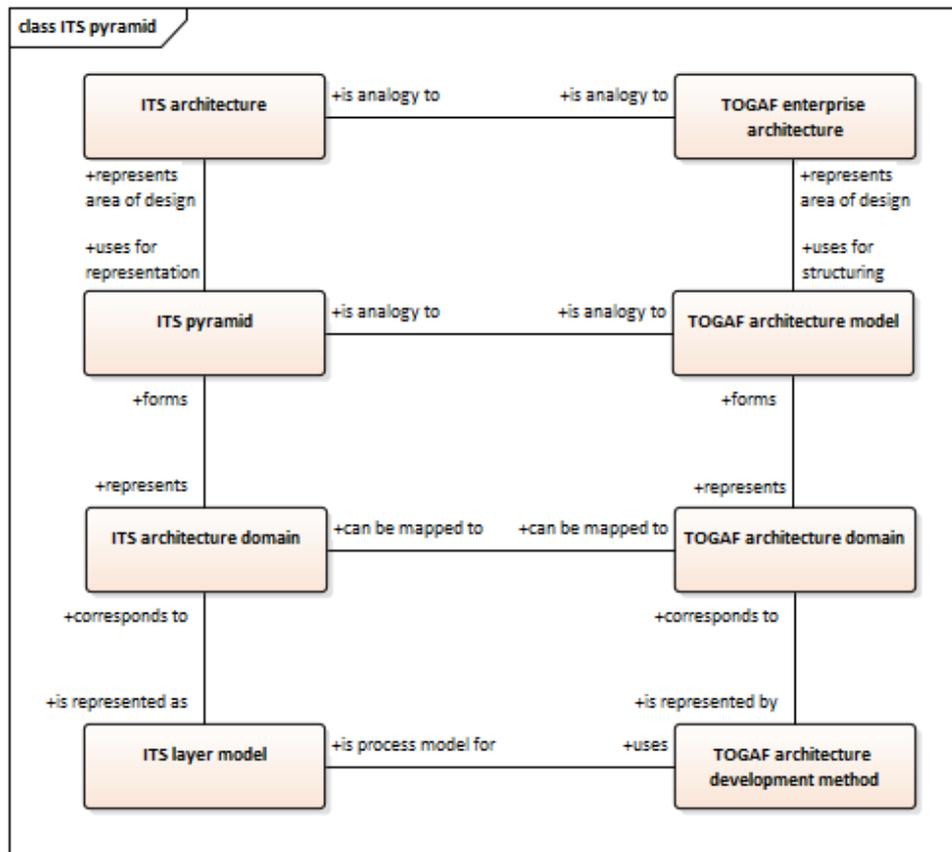


Figure 8 - Model of the connection of ITS and TOGAF architecture principles

The ITS architecture pyramid...

- consists of five layers called ITS architecture domains, which together span the potentially possible viewing and display area of ITS architecture.
- represents the structural setup of ITS services through its layers in order to better identify, classify and correlate their characteristics.
- is a concept that relates basic concepts of ITS architecture and thus provides a basic order for comprehensive design of ITS architecture.

The ITS architecture domain...

- divides the complex design space of ITS services into semantic layers.
- provides the architectural semantics underlying in the description of ITS services by naming them and specifying their content.
- as a layer of the ITS architecture pyramid is part of the idea of ITS architecture and as TOGAF-ADM phase (B to D) an object of the development of an enterprise architecture and combines ITS and TOGAF architecture concepts (see Figure 8).

3 The seven fundamental concepts of ITS architecture framework

3.1 The ITS services and added-value concept

3.1.1 Applied architecture building blocks

- ITS – Intelligent Transport Systems
- (Real) ITS service
- ITS end user
- ITS actor
- ITS role
- ITS capability
- ITS benefit
- ITS effect

3.1.2 ITS value-added chains and value-added networks

3.1.2.1 *ITS value creation*

Particular value-adding potential arises when it is possible to integrate/network several ITS actors with their ITS services based on specific ITS capabilities in order to create an additional ITS added-value (ITS benefit for ITS end users, ITS impact on ITS end user collectives) across organisations, i.e. into ITS value-added chains and networks (see Figure 9).

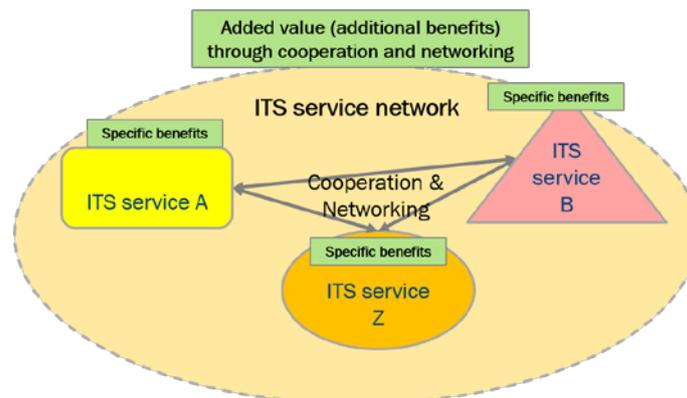


Figure 9 - Added value through cooperation and networking

However, appropriate ITS information logistics, i.e. the organisation, management, provision and optimisation of information flows, will then become the central lynchpin for tapping the additional value-adding potential. In the context of ITS, these must therefore be understood as process chains for ITS information logistics in which the handling of information is of primary importance.

3.1.2.2 Interoperability of ITS roles as a fundamental prerequisite

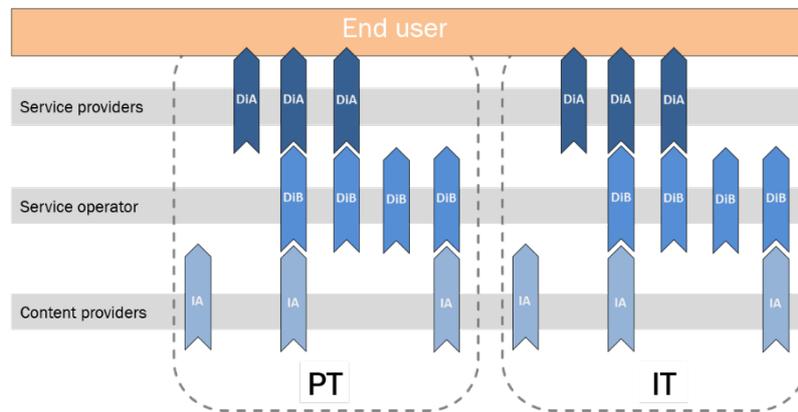


Figure 10 - Basic understanding of an ITS value-added network (see Kieslich et al. 2014)

ITS value creation can only occur when several ITS roles with their ITS (sub)services (ITS activities at ITS business process level) network to ITS value chains or ITS value creation networks and it becomes clear what relationship and collaboration network is required if ITS roles with very different history, cultural background and strategic and operational focus are to work together (see Figure 10). Cooperation and the interoperability capability of ITS actors taking on the specific ITS roles are therefore of fundamental importance for the implementation of ITS services.

Against this background, all ITS solutions, i.e. ITS technical or ITS service offerings, must in principle meet the requirement that they must also be presented as **ITS value-added chain or ITS value-added network**. The ITS architecture of ITS value chains and networks must show the relationship in which ITS actors involved cooperate in their ITS roles and how an ITS added-value (ITS benefit or ITS effect) can be generated therefrom.

3.1.2.3 ITS mission statement as a common flagship

Although ITS actors work together in value-added chains and networks to achieve ITS added-value, this is always done in the context of the own objectives and motivations of the companies/institutions involved. However, the focus of interest for ITS end users is solely on the ITS service and the personalised ITS added-value it links to the ITS service.

In this respect, it is important for ITS actors as part of value-added chains and networks to agree on a common ITS mission statement - as a flagship of ITS services, so to speak - and to subordinate their own specific objectives and motivations accordingly. Ideally, the ITS mission statement of ITS service also reflects the self-understanding and strategic orientation of the ITS actors involved themselves (see Figure 11).

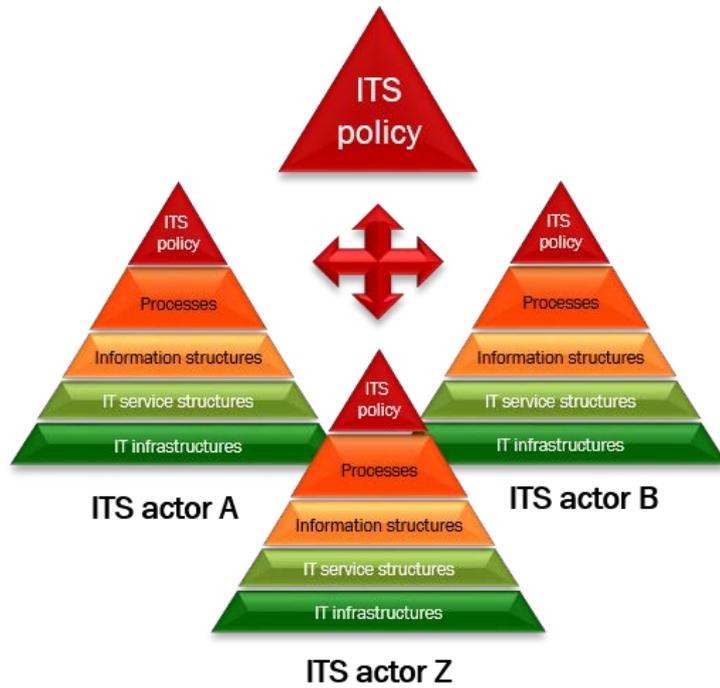


Figure 11 - Common ITS mission statement as a basis for ITS actors' cooperation

3.1.2.4 ITS business models as an indispensable basis for understanding value-added chains

ITS value-added chains and networks are also interpretations of business models that must be mapped in relation to business processes and activities and finally to technically supported workflows. The handling of business models, roles and processes must, therefore, be introduced bindingly in the context of ITS for the purpose of traceability of statements (effort, benefit, added-value).

3.2 The ITS role and ITS actor concept

3.2.1 Applied architecture building blocks 1.0

- ITS role

3.2.2 TISA value-added chain as classification background for ITS roles

The TISA Traffic and Travel Information Value Chain Model (see TISA 2012), developed by TISA specifically for the representation and description of value-added chains and networks for ITS traffic information services, is used as a starting point for the development of the ITS role and the ITS actor concept and the classification of ITS roles in value-added stages and is shown in Figure 12.



Figure 12 - TISA-Traffic and Travel Information Value Chain Model (see TISA 2012)

At the highest level, the model defines two value-added segments, namely the content segment and the service segment, each with two, i.e. a total of four value-added stages, which are typically required to establish an ITS information logistics chain:

- Content segment with:

- Content detection
- Content processing
- Service segment with:
 - Service provision
 - Service presentation

3.2.3 Meta model for ITS roles

3.2.3.1 Institutional approach to the model of ITS roles for linking actor stereotypes and behavioural stereotypes

An institutional role model approach is proposed for the definition and description of the ITS roles required for each ITS value-added stage, which, according to Schulz/Mainka/Joisten (Schulz et al. 2013) and Schulz/Wieker (Schulz and Wieker 2016) are based on the principles of institutional economics (Schneider 1995), systems theory (Luhmann 2002) and the theory of systems dynamics based on industrial economics (Schulz 2005) and which was used in the project (see CONVERGE) for a C-ITS system group.

In this context, institutional means that ITS roles necessary for the development and operation of an ITS value chain are characterised by institutionalised (i.e. expected) capabilities and behavioural standards. An example, see Table 2.

For the ITS architect, the institutional role model approach is of great advantage because it can be based on institutionalised roles (actor stereotypes) in building value chains, which can be expected to behave not only politically, economically, operationally and technically institutionalised (behavioural stereotypes), but also in terms of their human, technical and financial resources and skills with corresponding institutionalised skills (capability stereotypes).

actor stereotypes	behavioural stereotypes
Governments	make laws and create a legal framework
Road authorities	approve and order on the basis of laws and legal framework conditions
Public road operators	control and manage traffic collectively
Private navigation service providers	focus their services primarily on "paying" customers in order to generate profits

Table 2 – Examples of institutionalised roles with institutionalised behaviour

3.2.3.2 Regulating and acting institutions

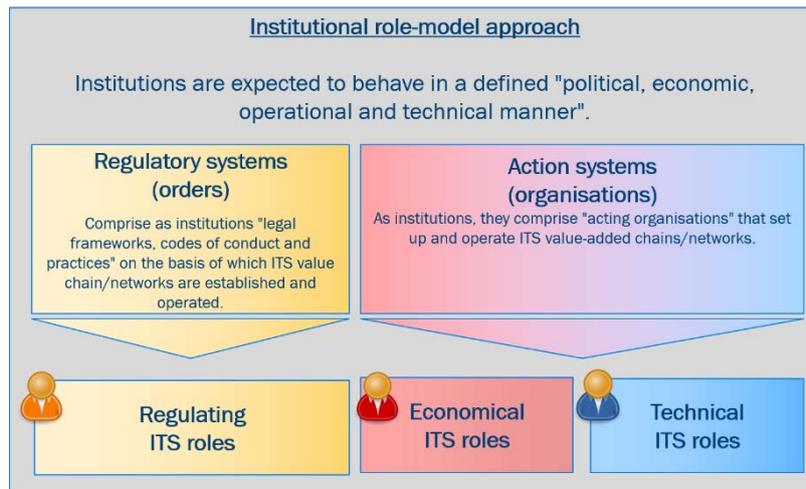


Figure 13 - Institutional role-model approach

According to Schneider (Schneider 1995), institutions are differentiated according to regulatory systems (orders) and systems of action (organizations), (see Figure 13):

- Regulatory systems comprise as institutions "legal frameworks, norms of conduct and practices" in markets and in other organizations as components of the market and corporate constitutions, but also organizations that create regulatory systems.
- Action systems comprise acting organisations and therefore always require acting persons. This property separates the action system from the control system.

3.2.3.3 Categories of ITS roles

With reference to the ITS role metamodel described above, "institutional" ITS role model differentiates three categories (families) from ITS roles:

ITS regulatory roles that create regulatory systems necessary for the deployment of ITS value-added chains/networks and the operation of ITS services are:

- Normative regulations (legal, technical)
- Economic environment conditions (promotion)
- Political environment conditions

These roles are usually taken by political, parliamentary, judicial and downstream executive institutions.

ITS roles that act operationally, which bear responsibility in ITS service systems of action and are expected to act in the development, deployment and operation of ITS services. ITS roles are distinguished as follows:

- Economic ITS roles (governance of ITS services) with the following responsibilities and tasks:
 - Development of the ITS objectives and realisation ideas for an ITS service and the ITS strategy to achieve them
 - Establishing the necessary contractual and financial basis for the development, implementation and operation of an ITS service

- the provision of administrative and operational resources for the management and operation of ITS services
- Management and controlling (of value creation) of an ITS service during operation
- Creation of the necessary technical framework conditions (technical standards, necessary IT and infrastructure ...) for the operation of the ITS service
- Technical ITS roles (operation of an ITS service) with the responsibility and tasks for the operation of an ITS service

Economic and technical roles are generally taken by institutions of business and public administration.

3.2.4 Significance of ITS roles (Power-Grid)

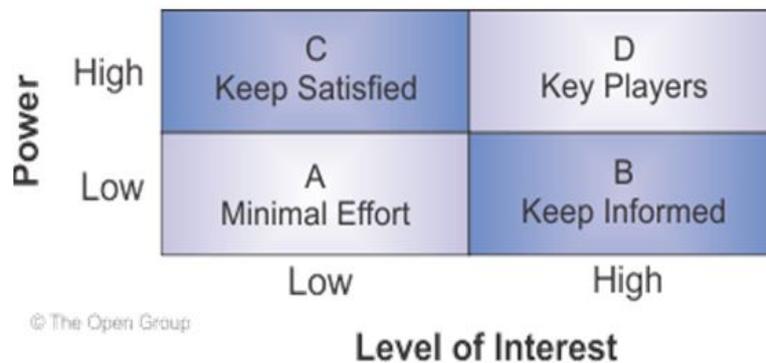


Figure 14 - Power grid for stakeholder analysis (see The Open Group)

ITS roles have different significances with regard to the establishment and operation of an ITS service. The role-power-grid model of the Open Group (see Figure 14) distinguishes four different values:

- ITS key roles (Power Grid D: Key Players)
 - are those that are essential for the occurrence of ITS services and directly involved in the value creation in the operational use of ITS services.
- Involved ITS roles (Power Grid C: Keep satisfied)
 - are ITS roles which, although not directly involved in the value creation of an ITS service, have a direct impact on the ITS service through cooperation with the key ITS roles.
- Interested ITS roles (Power Grid B: Keep informed)
 - are Stakeholders affected by ITS services as a community of interest.
- Other ITS roles (Power Grid A: Minimal Effort)
 - are ITS roles that are peripheral but on which the ITS service has neither an impact nor an interest.

3.2.5 Stereotypes of ITS actors or ITS actors as instances of ITS roles

In this specific case, ITS roles are taken by ITS actors. ITS reference architectures consider stereotypes of ITS actors (e.g. public road carrier, public road operator, transport company, navigation service provider); the ITS architecture for a real ITS service is a concrete instance of the stereotypes

of ITS actors (e.g. City X Civil Engineering Office, City X Office for Traffic Management, City X Transport Companies, TomTom, INRIX, GARMIN, Google, HERE).

3.2.6 ITS roles in ITS value-added chains/networks

3.2.6.1 Views as a basis for differentiating roles

Against the background outlined above, the roles required for the deployment and operation of ITS services are derived from three very different views of the ITS value-added chain/network or its individual stages:

- the sovereign view: sovereign ITS roles
- the economic view: economic ITS roles
- the technical view: technical ITS roles

3.2.6.2 Sovereign view of ITS roles: establishment of sovereign ITS rules and frameworks

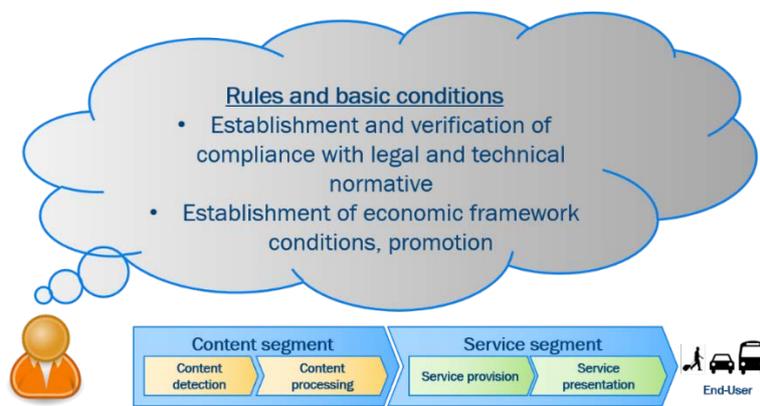


Figure 15 - Sovereign view of roles

The following roles with a sovereign view exist (see Figure 15):

- Legislative ITS roles
 - Parliamentary institutions which, as legislators, create legally and technically normative rules and framework conditions
- Judicial ITS roles
 - Legal institutions that administer justice in the event of disagreements and conflicts
- Executing ITS roles
 - Government institutions and public administrations that implement legal requirements
- Political ITS roles
 - Political institutions that create politically motivated legal and economic framework conditions by forming opinions and introducing laws (e.g. promotion of ITS or C-ITS)

3.2.6.3 Economic view of ITS roles: management of ITS value-added stages

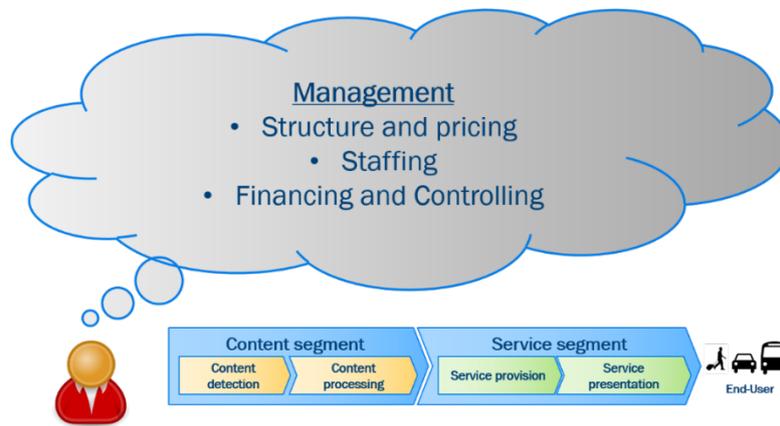


Figure 16 – Economic view of roles

A model by Schulz (see Schulz et al. 2013) is used as a proposal for an economic ITS role model, which replaces the classical business roles with specific roles shaped by value creation (see Figure 16).

Examples of economic ITS roles are:

- ITS business management
 - This role includes the decision-making power on how ITS services are deployed and operated. This concerns both strategy and operational implementation.
 - If this role is performed by a state institution, the associated actions cover the classic spectrum of instructions, ordinances, laws, directives and others.
 - If this role is performed by a private institution, it includes the function of corporate management.
- ITS service offering
 - This role covers all actions related to the value creation aspect of ITS services. This includes the design of the ITS service in general, the decision on the ITS architecture of the ITS service and how it is priced.
 - However, the decision as to whether the ITS service will be provided by the ITS business management role or by third parties lies in the decision area.
- ITS human resources
 - This role is a key role in the implementation of ITS services. The core task is the provision and target-oriented deployment of personnel to implement and operate ITS services.
 - The institutions are identified in the conceptual planning of an ITS service. In the event of implementation, this role is specified by the relevant institutions in such a way that a personnel assignment is enabled.
- ITS financial management
 - This role should ensure that both the initial investment and the replacement investment can be financed. How the financing is structured also depends on whether a state institution or a private institution is responsible for financing.

- In the case of state institutions, tax and/or fee-financed solutions are likely to be in the foreground.
- In addition to internal financing, private investments can fall back on the classic instruments of external financing (equity financing, external financing) and special forms of financing (factoring).
- ITS controlling
 - This role primarily includes internal accounting tasks. In addition to the correct recording of costs and revenues, ITS controlling fulfils a support function for the meta-role ITS Business Management.
 - Here, as well, it must be ensured during implementation that the economic variables to be recorded can be defined differently if they are either state or private institutions.
 - In addition to the economic costs and revenues necessary for operation, macroeconomic costs and benefits can also be recorded in order to optimise decisions on the introduction and operation of ITS services from an economic point of view.

3.2.6.4 Technical view of ITS roles: technical operation of ITS value-added stages and ITS services)

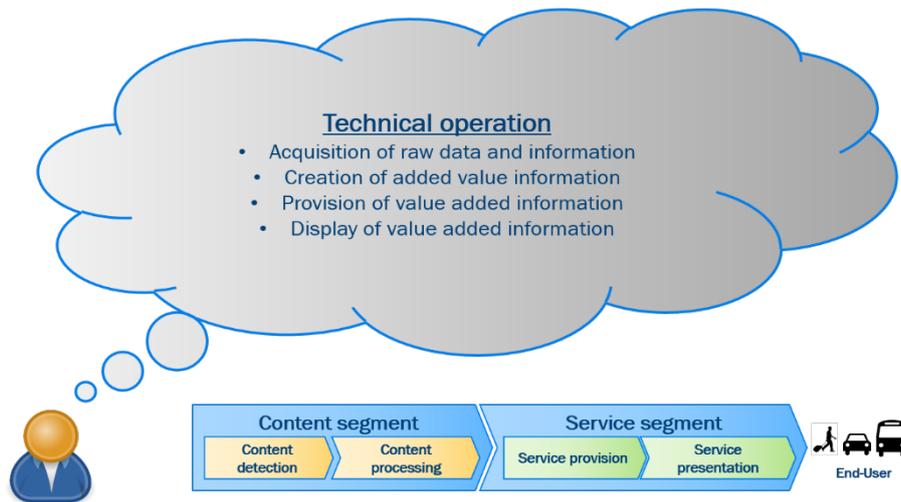


Figure 17 – Technical view of roles

- ITS content provider
 - Acquisition and collection of raw data through automatic data acquisition systems.
 - Collection/generation of (raw) information using so-called "non-technical sources" (e.g. police, fire brigade, authorities, road operators, mobility service providers and road users).
 - All raw data and information must include, if relevant, a location code and a time stamp. In addition to real-time data, historical data can also be used to generate forecasts.
 - Provision of data and information at interfaces in suitable data formats and by means of suitable protocols.
- ITS service operator
 - collection and refinement of raw data and information, possibly from several and different ITS content providers, into usable added-value information (creation of added-value).

- Application of different methods (fusion of data, special algorithms, traffic and decision models ...).
- Generation of information with identical content for different ITS service providers and different ITS terminals from ITS end users (smartphones, websites, navigation systems etc.)
- ITS service provider
 - Realisation of direct interfaces to ITS end users, often using ITS services of other ITS service providers.
 - Transmission of added-value information to ITS end users.
- ITS end user
 - is a customer of the ITS service provider and uses information for private or business purposes (see Figure 17).

3.2.6.5 Additional ITS roles (ITS stakeholder)

In addition to the ITS roles directly involved in value creation, there are other important ITS roles: e.g.

- Technical manufacturers and suppliers
- Standardization bodies
- Associations and representatives of political and economic interest groups
- Vested interests of citizens
- ...

3.2.7 Example stereotypes of ITS actors

In the specific case of the design, deployment and operation of ITS services, roles are taken up by specific ITS actors who can be assigned stereotypes of ITS actors.

The following list shows stereotypes of ITS actors:

- Public Institutions
 - Legislator/Regulatory authority
 - Funding and Subsidies
 - Public construction load carrier
 - Public road operator
 - Road traffic authority (police)
 - Public content and service operator (weather service ...)
 - Public Service Provider (State Registration Offices, Public Broadcasters ...)
 - ...
- Public/Private Institutions
 - Data and Information Broker (MDM)
 - Standardization bodies
- Private content and service providers
 - Private content providers, service operators and service providers (navigation service providers ...)

- Industrial sector
 - Traffic technology industry
 - ICT industry
 - Automobile industry
 - Automotive supplier
 - Communications infrastructure industry

ITS stereotypes can be further differentiated from ITS roles as follows:

- Legal form and tasks
- Business strategy and ITS business model(s) (see (siehe Wikipedia Artikel 2017c) (business case))
- Core businesses (content and objectives), financing models
- Organisational form, key resources and partnerships
- Value-added processes
- Information structures
- IT (IT services and IT infrastructures incl. data stock, data interfaces/networking)

3.2.8 Acquisition and description of ITS roles

3.2.8.1 *Aim of ITS role acquisition*

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

3.2.8.2 *Identification of ITS roles and their description*

For the acquisition and description of ITS roles it is necessary - possibly already in preparation of the step "development of an [ITS architecture vision](#)" - to develop an initial presentation for the ITS service itself and to illustrate the required ITS roles in the ITS value-added chain/network as follows:

- Description (possibly visualisation) of the ITS service and the associated benefits for the end customer
- Description of the ITS information logistic chain required for this purpose
- Identification of the ITS roles to be involved in value creation with
 - the degree of participation
 - the most important concerns and business requirements (business cases)
 - their concerns and prospects

3.2.8.3 *Result presentation of ITS role identification*

The ITS architecture framework provides two templates for the presentation of results:

- The ITS Role Map Template
 - [The ITS Role Map Template](#) is an ITS architecture deliverable that declares the stereotypes of ITS actors and stakeholders and describes them with your business concerns and ITS roles.

- It also classifies the importance of ITS actors and stakeholders through their role in the ITS service or service category (Power Grid).
- The ITS Role Template
 - [The ITS role template](#) is an ITS architecture building block, which describes stereotypes of ITS capabilities and responsibilities that are typical and necessary for ITS value creation of ITS services.

3.2.8.4 Example of an ITS role map

Table 3 shows examples of the role map.

ITS role for ITS value creation	View of the ITS role (S=sovereign, E=economic, T=technical, SR= supporting role)	Key concerns of the ITS role	ITS Capabilities/ ITS Responsibilities	Value of the ITS role (according to Power Grid)	ITS actor or ITS actor stereotype
Traffic planning	T	Creating a planning basis for traffic management according to traffic planning principles	Network, Infrastructure, Traffic Engineering Documents, Traffic Management Strategies... planning and providing it as supply data	Key player	Public road operator
Round table	T	Creating a planning basis for interdepartmental traffic management according to traffic planning principles	Planning cross-departmental TM strategies and making them available as supply data	Key player	Working group of two or more public road operators
Operating data acquisition	T	High availability of the traffic engineering infrastructure	Detect operating data of the traffic infrastructure	Key player	Public road operator
Parking space detection	T	Renting parking spaces according to economic criteria	Detect available parking spaces	Key player	car park operator
Data acquisition private	T	Best possible information of the individual customer (high customer satisfaction)	Detecting traffic data for cities and motorways	Keep satisfied	Private (mobility) service provider
Traffic data acquisition	T	High-quality recording of traffic-relevant data	Recording foreseeable events, detecting traffic data, detecting unforeseeable events	Key player	Public road operator
Traffic management	T	Avoiding network overloads and responding quickly and appropriately to unforeseeable disturbances in the network	Traffic data fusion, traffic modelling, operational data fusion, strategy selection	Key player	Public road operator

Traffic information	T	Fast and collective dissemination of traffic information in real time using as many information channels as possible (broadcasting)	Publish measures (and routes)	Key player	Public road operator
Traffic Information Private	T	Fast and personalized real-time distribution of traffic information through individual information channels	Publish measures (private)	Keep satisfied	Private Service Provider
National access point	T	Promoting the exchange of data between ITS actors	Toggling measures and strategies	Key player	Public or private service operator
Traffic management	T	Fast and effective implementation of traffic management strategies	Switching actuators	Key player	Public road operator
Individual end user	T	Receive high-quality, reliable information that helps them choose their route in real time	Processing collective and individual information	Key player	End user
End user collective	T	Receive high-quality, reliable information that helps them choose their route in real time	Processing Collective Information	Key player	End user collective
Traffic management as end user	T	Access to high-quality traffic information in real time	Processing traffic information	Key player	Public road operator as end user
OCA - Open Traffic Systems City Association	SR	Support of and participation in standards for cross-competence traffic management	Standards for cross-competence traffic management	Keep informed	Public road construction carrier
ITS service creator	E	The development of ITS services according to economic and technical principles	The procurement of funding for and the development of ITS services	Key player	Public construction load carrier
ITS legislator	S	Creating a clear legal framework for ITS services	Legislature	Keep satisfied	Parliamentary institutions
ITS services system supplier	SR	Manufacture and sale of competitive systems, software and infrastructure of ITS services	Manufacture, supply, implementation, maintenance and distribution of ITS services systems, software and infrastructure	Keep informed	Producers of ITS services systems, software and infrastructure

Table 3: Examples of ITS role descriptions of ITS actor stereotypes using the ITS Role Map template

3.2.8.5 Example role description

Table 4 shows an example of a completed ITS role template for the ITS role "Traffic Management City" in the reference architecture "Interdepartmental Traffic Management":

Master data of the ITS role	
ITS role (for ITS value creation)	Traffic management city (application of traffic management strategies in the area of responsibility city)
View of ITS role	Technical view
ITS Actor(s) or ITS Actor Stereotype(s) for this ITS role:	Traffic Management Department of the Public Road Operator City (Office for Traffic Management, Düsseldorf)
Goals and Interests	
Area of responsibility	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selection and application of traffic management strategies as a contribution to ensuring the safety and comfort of the traffic flow of the traffic participant in the urban road network ▪ Implementation and compliance with the requirements arising from this role ▪ In cross-competence traffic management in the role of contact person and responsible ITS actor on the part of the city
Goals and interests of ITS roles	Ensuring safety and ease of traffic flow for all users of the urban road network
Tasks and interests	
Tasks in interdepartmental traffic management	<p>Implementation of the agreed traffic management strategies in alignment with the motorway operator with an effect in the municipal network area. These can be extended in the context of a strategy and information network with other road operators (other municipalities, country) and/or with private service providers. Under the focus of the cross-road operator and private-sector strategy and information network, the following tasks are in the foreground:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategy management of foreseeable events ▪ Management of unforeseen events ▪ Cross-road operator cooperation <ul style="list-style-type: none"> ▫ Request for jointly agreed circuits in the network of the other area of responsibility. Strategy alignment between responsibilities based on predefined strategies ▫ Exchange of operating states and messages ▪ Exchange of traffic data (LOS, Q, V, etc.) for the entire network or only for the network transition area ▪ Cooperation with private individuals <p>The primary application of cross-departmental traffic management is alternative route control. In the context of a road operator and/or a private-sector network, however, the needs of private-sector ITS actors must also be taken into account, e.g. through strategy alignment, provision of traffic data, messages and operating states. The prerequisite is a planning and organisational coordination of measures in advance.</p>
Process involvement	<p>Coordination of strategy selection with responsibility for trunk roads in the event of congestion and special events (action exchange list)</p> <p>Exchange of traffic data and alternative routes with private service providers (strategy-compliant routing)</p>

Interaction with other ITS roles	Collecting and providing static and dynamic traffic management strategies and information of the responsible motorway authorities
Data and information	
Required data/information	Traffic status in network and action request
Generated data/information	Updated action exchange list
ITS capabilities	
ITS capabilities	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creation and visualization of operating states and traffic data processed into a traffic situation report ▪ Sending and receiving task exchange lists ▪ Sending and receiving confirmations of action requests by sending an updated action request exchange list ▪ Passing on route recommendations.
Prerequisites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Powerful roadside and central ITS infrastructure ▪ Control centre for traffic management with online and real-time interaction possibilities with other ITS actors ▪ Experienced personnel trained for interdepartmental traffic management.

Table 4: An example of the description of an ITS actor with a concrete ITS role using the ITS role template

3.2.8.6 Requirements management as a support tool for the identification of requirements for ITS roles

Requirements management can be used to identify requirements for ITS roles (see Figure 18). The business scenario technique can be used to identify and document these requirements.

1. ITS Requirement „ ... “

Master data	
Description	
ID	
Explanation	
Laws	
Others	
...	
Classification	
Belonging to the phase of architectural development	
...	
Formalities	
Version	
Author	
Status	

Figure 18 - Requirement Template (Version 00-00-01)

For the formulation of the requirements in natural language, it is recommended to use a set template tested in the requirements engineering according to Figure 19:

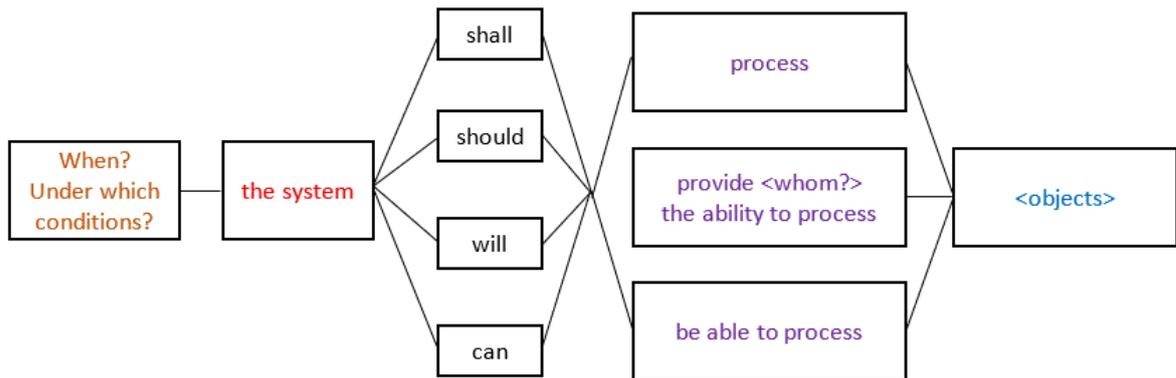


Figure 19 - Requirements template (see Pohl and Rupp 2015)

The advantage of the sentence template is the clear syntax. In addition, it helps to avoid common mistakes in the formulation.

3.3 The concept for the formulation of ITS objectives and realisation concepts

3.3.1 Introduction

In order to place the discussion on the formulation of objectives and implementation concepts for ITS services on a methodically consistent and comprehensible basis from the outset, the Business Motivation Model (BMM, Version 1.3) (see OMG 2015) of the OMG - Open Management Group (see Wikipedia Artikel 2017g) is used. An overview of the components of the Business Motivation Model is shown in Figure 20.

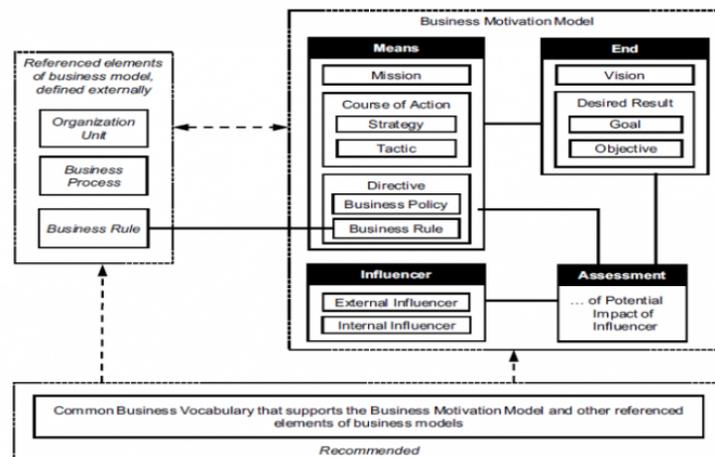


Figure 20 - Overview of BMM - Business Motivation Models (see OMG 2015)

The BMM - Business Motivation Model examines the requirements for the business operations of a company/organization on different levels in order to thoroughly and precisely understand and justify,

- why a company/organization wants to (or should) act,
- what the action is aimed at and what is to be achieved in the end,
- how a company/organization plans to get there and
- how a company/organization evaluates the results achieved.

BMM defines and uses various elements (semantic concepts) that are related to each other for the description of "business" (see Figure 21).

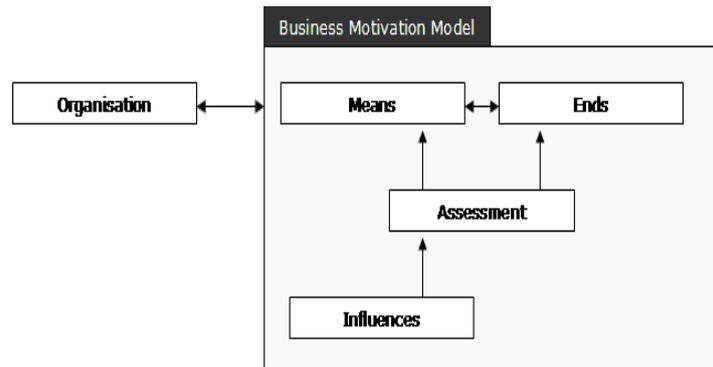


Figure 21 – Components of BMM - Business Motivation Models (see OMG 2015)

The most important elements are:

- Ends: What (in contrast to How) the company/organisation - in the end - wants to achieve
- Means: How - with what (auxiliary) means - the company/organisation intends to reach its ends
- Directives: The rules and principles that limit or regulate the available means
- Influences: Influencing factors that require changes while a company/organization is involved with the means or with achieving the ends. Influencers are neutral by definition
- Assessment: An assessment of an influencer that affects a company's ability to reach its end or to use its means

3.3.2 The Ends concept (formulation of objectives)

3.3.2.1 Introduction

In the context of the objectives discussion for ITS services, the Ends concept is of primary importance. Ends describe what a business (at the end) wants to be or where a business (at the end) wants to be. Ends themselves do not give any information about how they are to be achieved. If we transfer the business term to the ITS service, i.e. if we understand and interpret an ITS service as a business, the Ends concept helps to semantically differentiate objectives in terms of their meaning.

3.3.2.2 Ends categories

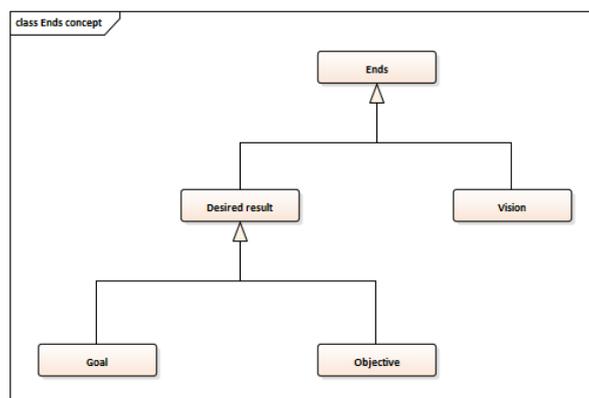


Figure 22 - Ends concept of the Business Motivation Model (see OMG 2015)

- A vision is a general picture of what a business wants to be or wants to become in the future. Note: The Business Motivation Model can be used even if a vision has not been explicitly defined.
- Desired results, differentiated as goals and objectives, are more specific than visions (see Figure 22):
 - A goal by nature is more long-term oriented and defined qualitatively rather than quantitatively. However, it should still be so close to the future that measurable individual targets can be defined for this purpose.
 - An objective is a step towards the general goal. It quantifies the general objective to a certain extent. It must be linked to an end date and a criterion must be defined to determine whether it has been achieved or not. Measurable individual objectives form the measurable basis for determining whether progress towards achieving the general objective has been achieved.

3.3.2.3 Transfer of the Ends concept to ITS

ITS Visions (BMM: Visions)

Every company/organization naturally has visions of where the journey should go, i.e. where the company/organization will be in ten years' time. However, visions are often not or only vaguely formulated and often fade into the background in day-to-day operations. However, visions are very important for ITS because ITS and ITS services play an important role in the context of political and societal discussions on traffic, transport and mobility. Typical visions of ITS are shown in Table 5.

ITS target area	ITS vision
Safety	Accident-free traffic and transport on motorways
Emissions	Emission-free traffic and transport by 2050
Mobility	The informed traveller (any time, any place)

Table 5 - Examples of ITS visions for different ITS target areas

Desired results (benefits and effects) of ITS services (BMM: Desired results)

An ITS service not only pursues visions but also concrete objectives (see Figure 22). The engagement of ITS actors and stakeholders should be rewarded with a result (ITS benefit/ITS effect).

In principle, of course, for every ITS service the big picture, i.e. the ITS benefit and the associated added-value for future ITS end users, must be kept in focus and collaboration is required to achieve this. ITS benefits arise when ITS end users or ITS end user collectives have access to ITS information to make their own ITS decisions safely, reliably, quickly and effectively.

Depending on the initial legal situation of ITS actors or stakeholders (private or public), general ITS objectives are formulated and interpreted in very different ways and may also be conflicting.

- For privately financed companies, the formulation of objectives focuses on their own business case and the economic added value for the company associated with an ITS service or conformity with an ITS architecture specification. Private law companies are therefore naturally more geared to the individual ITS benefits of those customers who are ultimately prepared to pay directly or indirectly for the ITS service.
- For public institutions financed by taxes or fees, the implementation of policy and general social policy objectives (services of general interest) and the added value for an end user

collective associated with an ITS service are at the forefront of the formulation of objectives.

Naturally, public institutions are geared to the collective benefit of owners who pay taxes.

The terms ITS benefit (privately financed) and ITS effect (tax or fee-financed) are used to distinguish between privately and publicly financed benefits of ITS services. ITS benefits and effects can be formulated as purely qualitative ITS goals and/or can be quantitatively measured as quantitative objectives (see Table 6).

ITS target area	ITS vision	Qualitative ITS goals	Quantitative ITS objectives
Safety	Accident-free traffic and transport on motorways	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduction of traffic accidents ▪ Reduction of accidents in construction sections 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduction of the accident frequency due to traffic jams by X% ▪ Reduction of traffic accidents involving trucks by X% ▪ Reduction of subsequent accidents in traffic jams by X%
Emissions	Emission-free traffic and transport by 2050	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduction of energy consumption ▪ Reduction of pollution emissions ▪ Reduction of noise pollution 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduction of fuel consumption by X% ▪ Reduction of CO2 emissions by X%
Mobility	The informed traveller (any time, any place)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Improvement of user-friendliness when requesting travel alternatives for multi-modal travel planning ▪ Educating and informing travellers 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduce latency from travel request to route presentation to < 5 seconds ▪ Conversion of 10% of current car drivers to public transport.

Table 6 - Examples of qualitative and quantitative ITS goals

As ITS services generally only emerge through the cooperation and collaboration of very different ITS actors, they ultimately have to agree on common objectives (the need for consensus).

3.3.3 The means concept (formulation of realisation concepts)

3.3.3.1 Introduction

A means represents any type of special ability, system, technology, set of rules, instrument or method, and so forth that can be used, activated or strengthened to achieve goals (ends). However, the means themselves do not say anything about the steps (business processes and procedures) that are necessary to use them, nor about responsibilities for such tasks. They only reveal the skills that are associated with the means and that can be used to achieve the desired results (ends).

When describing tools, it is also beneficial to document who is using the means at what point in time, in order to have an audit trail as a reference for the future.

3.3.3.2 Tool categories

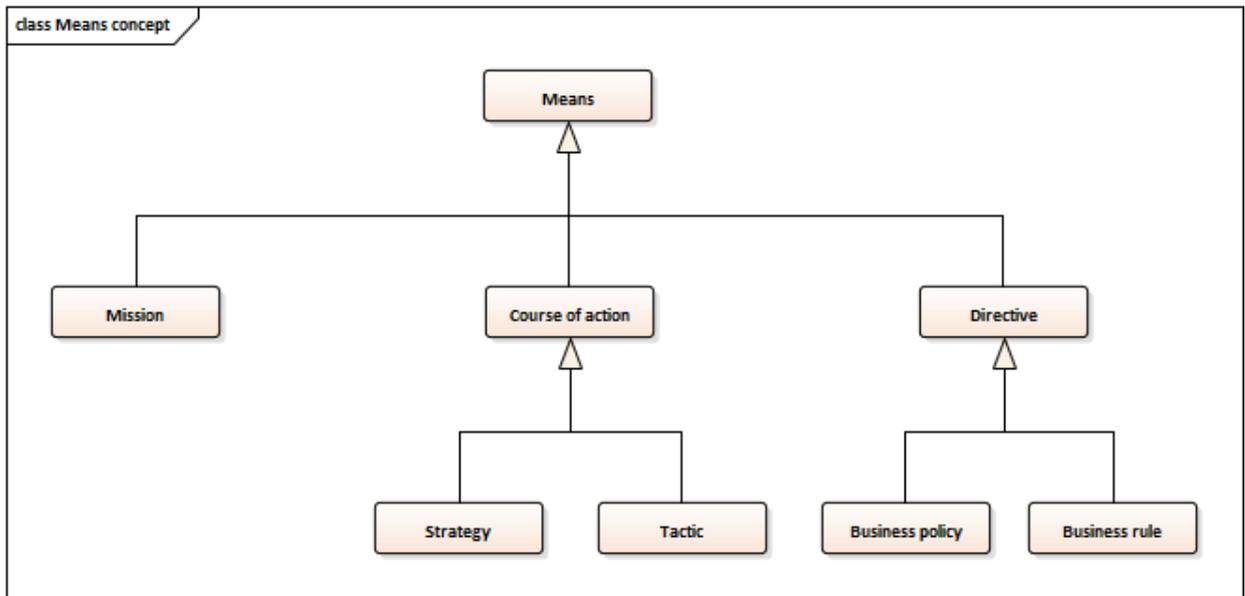


Figure 23 - Overview of the Means concept of the Business Motivation Model

In this respect, means can be:

- A mission (option for action, action, assignment)

A mission or option for action, like its counterpart Vision, is a long-term approach focused on fulfilling the vision (see Figure 23). Like the vision, the mission is not formulated very specifically. The choice of an option should be based on the best way to use resources, abilities, skills and competencies that a company/organisation can access in order to actually achieve its objectives.
- A course of action (strategic or tactical)

In a way, the course of action is of a fundamental nature. However, they are blunt instruments if they are not supported by directives to have a real chance of success.
- A directive (business policy, business rule)

Unlike course of action, directives (rules and directives) cannot stand on their own. Rather, they give the right polish to the course of action. In other words, they ensure that courses of action are applied intelligently within the limits that are acceptable or optimal for a company/enterprise. In short, directives represent the encoded (e.g. documented in written form) knowledge that gives a course of action the chance to maximize success.

A directive has something to do with leadership and guidance. In contrast, a course of action identifies the active approach of the way to achieve the ends. A course of action is always action-oriented.

3.3.3.3 Transfer of the means concept to ITS

ITS missions/ ITS options for action (BMM: Missions)

ITS missions are ITS options for action, which express what type of ITS services can be used in principle in which combination or which types of ITS services in which combination are best suited to move closer to the vision objective. The decision for a type of ITS service or a combination of services and their specific design should be based on the best possible way to achieve the set

objectives, e.g. the current use of financial and human resources, skills, competencies and technologies. However, ITS options for action must have a realistic time horizon (see Table 7 and Table 8). For example, ITS services which have not yet reached the required technological maturity in the considered period should not be regarded as an ITS option for action.

ITS target area	ITS vision	ITS options for action (mission)
Safety	Accident-free traffic and transport on motorways	Use of high-security cooperative ITS services
Emissions	Emission-free traffic and transport by 2050	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Use of energy-efficient ITS services (ITS and C-ITS) ▪ Increased particulate matter management
Mobility	The informed traveller (any time, any place)	Use of real-time multimodal ITS information services

Table 7 - Examples of ITS options for action

ITS course of action (BMM: Course of action)

ITS course of action determines the best way to choose an ITS mission/ ITS option for action. ITS course of action defines what needs to be done, but not how well something needs to be done. ITS performance criteria are formulated with the objectives supported by course of action. ITS course of action does not always aim directly at achieving desired results. Some are used to enable other ITS courses of action.

ITS course of action is differentiated according to:

- ITS strategies...
 - are more long-term oriented and broadly designed.
 - as characteristics, represent strategic factors and framework conditions, that are essential for the success of ITS course of action.
 - define best practices for ITS course of action, consistent patterns of behaviour, positioning and views of ITS actors in the modelling, planning, implementation and operation of transport systems.
 - are key factors that often determine the success or failure of ITS services. The strategic characteristics include financing concepts, but also often legal framework conditions and technological prerequisites to be established. These must be identified and implemented at an early stage to ensure the feasibility of ITS services from the outset.
- ITS tactics...
 - are more short-term oriented.
 - are chosen to ensure the best possible results.
 - can contribute to the implementation of several ITS strategies.

Just as ITS courses of action (examples see Table 8) correspond to the desired results (ITS benefit, ITS impact) of an ITS service, ITS strategies are directed towards the general objective. ITS tactics, on the other hand, are chosen to ensure the best possible results (although this is not necessarily the case). ITS strategies and ITS tactics are not clearly separated. In individual cases, everyone must decide for themselves according to which criteria they define both.

ITS target area	ITS options for action (mission)	ITS course of action	
		ITS strategy	ITS tactics
emissions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementation of energy-efficient ITS services ▪ Establishment of (dynamic) environmental zones (measures such as driving bans, etc. are taken if increased values are determined) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoidance of speed fluctuations on motorways ▪ Avoidance of energy-intensive braking and acceleration at light signal systems ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Harmonisation of traffic flow on motorways ▪ Homogenization of traffic flow on light-signal-controlled junctions and routes
mobility	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementation of multi-modal real-time ITS services 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Easily accessible, personalized, context-sensitive and means of transport-neutral travel information at any time and place 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Offering push services
safety	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementation of ITS services with high-security effect 	<ul style="list-style-type: none"> Avoidance of congestion-related accidents ▪ Avoidance of traffic congestion ▪ Prevention of rear-end collisions during traffic congestions ▪ ... Avoidance of accidents at construction site sections ▪ construction site slot management ▪ construction site warning ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ traffic flow balancing ▪ Warning for tail ends of traffic congestions ▪ Warning at accident hotspots (construction sites, black ice ...)

Table 8 - Examples of ITS course of action

ITS directives (ITS business policy and ITS business rules) (BMM: Directives)

ITS directives give the ITS courses of action "the right direction". They manage and guide the implementation of ITS course of action according to business policy and established business rules.

- On the one hand, ITS directives impose restrictions. By specifying ITS directives, it should be ensured that ITS courses of action - if possible in an intelligent manner - are applied within given boundaries.
- On the other hand, ITS directives represent the encrypted knowledge, usually documented in written form, which gives a course of action the chance of maximising success.
- ITS directives are categorized according to:
 - ITS business policy (directives)
 - In principle, it is the task of ITS business policy to regulate, i.e. to regulate the application of ITS in the form of political (including legal) directives or - in other words - to steer and manage and thus to design the ITS strategies and ITS tactics applied.

- ITS business policy defines what can be done, but also what needs to be done and indicates how or within what limits something can be done.
- ITS business policy is less structured and less detailed than ITS business rules. ITS business policy cannot be directly implemented in this sense either.
- ITS business rules (also ITS principles, see Table 9)
 - ITS business rules are derived from ITS business policy and are executable ITS directives.
 - They must also be defined as such and, for reasons of consistency and completeness, their execution must be monitored and verified.

ITS target area	ITS course of action		ITS directive	
	ITS strategy	ITS tactics	ITS business policy	ITS business rules
emissions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoidance of speed fluctuations on motorways ▪ Avoidance of energy-intensive braking and acceleration at light signal systems ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoidance of speed fluctuations on motorways ▪ Avoidance of energy-intensive braking and acceleration at light signal systems ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compaction of the measuring point network ▪ Compaction of VMS on sections at risk of traffic congestions ▪ Promotion (increased use of) of cooperative services (support for drivers through driver assistance systems) ▪ Increased use of Green Light Optimal Speed Advisories on signalised routes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distance between VMS < 2 km ▪ Avoidance over warning ▪ Implementation of Green Light Optimal Speed Advisories starting at a morning peak traffic of > X vehicles/h
mobility	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Easily accessible, personalized, context-sensitive and means of transport-neutral travel information at any time and place ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Easily accessible, personalized, context-sensitive and means of transport-neutral travel information at any time and place 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Open-Data initiative 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interfaces generally as DATEX II profiles
security	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoidance of congestion-related accidents ▪ Avoidance of traffic congestion ▪ Prevention of rear-end collisions during traffic congestions ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoidance of congestion-related accidents ▪ Avoidance of traffic congestion ▪ Prevention of rear-end collisions during traffic congestions ▪ Avoidance of accidents at construction site sections ▪ construction site slot management 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compaction of the measuring point network ▪ Compaction of VMS on sections at risk of traffic congestions ▪ Promotion (increased use of) of cooperative services (support for drivers through 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distance between VMS < 2 km ▪ Avoidance over warning

	Avoidance of accidents at construction site sections <ul style="list-style-type: none"> ▪ construction site slot management ▪ construction site warning 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ construction site warning 	driver assistance systems)	
--	---	---	----------------------------	--

Table 9 - Example of ITS directives

3.4 The ITS capability and collaboration concept

3.4.1 Capabilities in TOGAF

3.4.1.1 *Capability definition*

Capability in TOGAF is an ability that an organization, a person or a system has. Capabilities are named with general or superordinate terms and are typically a combination of people, organizations, processes and technology in order to be realized (see Figure 24) (see The Open Group).

Business capabilities are of strategic importance for every company. They identify characteristics of an organisation/company that are absolutely essential for the achievement of its strategic goals.

Capabilities...

- are the actual building blocks for the business operations of an institution/a company.
- represent stable business functions.
- are unique and independent of each other.
- abstract from the organisation of an institution/a company.
- ultimately represent the business interests of an institution/a company.

The special feature of capabilities is, on the one hand, their time stability, i.e. they change very rarely and only when the strategic orientation of an institution/company changes. Secondly, they are developed by the business department and not, as is often the case, dictated by IT. In this respect, they form an abstraction layer between business and IT processes.

3.4.1.2 *Capability dimensions*

As Figure 24 aims to symbolize, the creation of capabilities usually affects all levels (of the ITS architecture pyramid) of an organisation/a company. This is referred to as capability dimensions and is often associated with difficult interventions in existing company/institution structures and with corresponding, often painful change processes for those involved. Against this background, skills must be structured in concrete dimensions. This means that there are higher-level capabilities, which in turn require other lower-level capabilities. Capabilities should not be redundant.

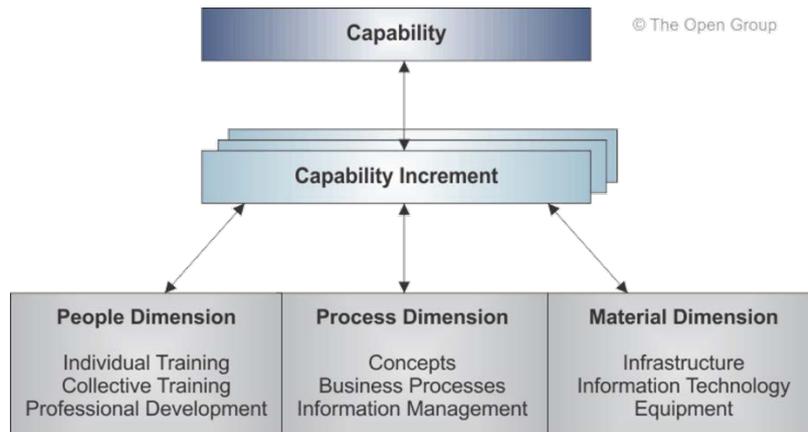


Figure 24 – Capability dimensions (see The Open Group)

3.4.2 Transferring the capability concept into ITS architecture

3.4.2.1 Introduction

ITS capabilities represent a set of capabilities that an ITS actor must bring with him as part of an ITS process chain (ITS value-added chain/network) in order to realise the potential benefit of the ITS service at the end.

End user requirements on the benefits of ITS services are becoming increasingly extensive and complex. As a result, most ITS services can only emerge through cooperation, i.e. the networking and interaction of different ITS actors with very specific capabilities and contributions (see chapter 3.2). Against this background, "the cooperation of ITS actors" is becoming increasingly important for ITS. All solutions in the area of ITS, i.e. technical products or services etc., must in principle meet the requirement that they can also be presented as part of a value-added chain or a value-added network (see Figure 25).

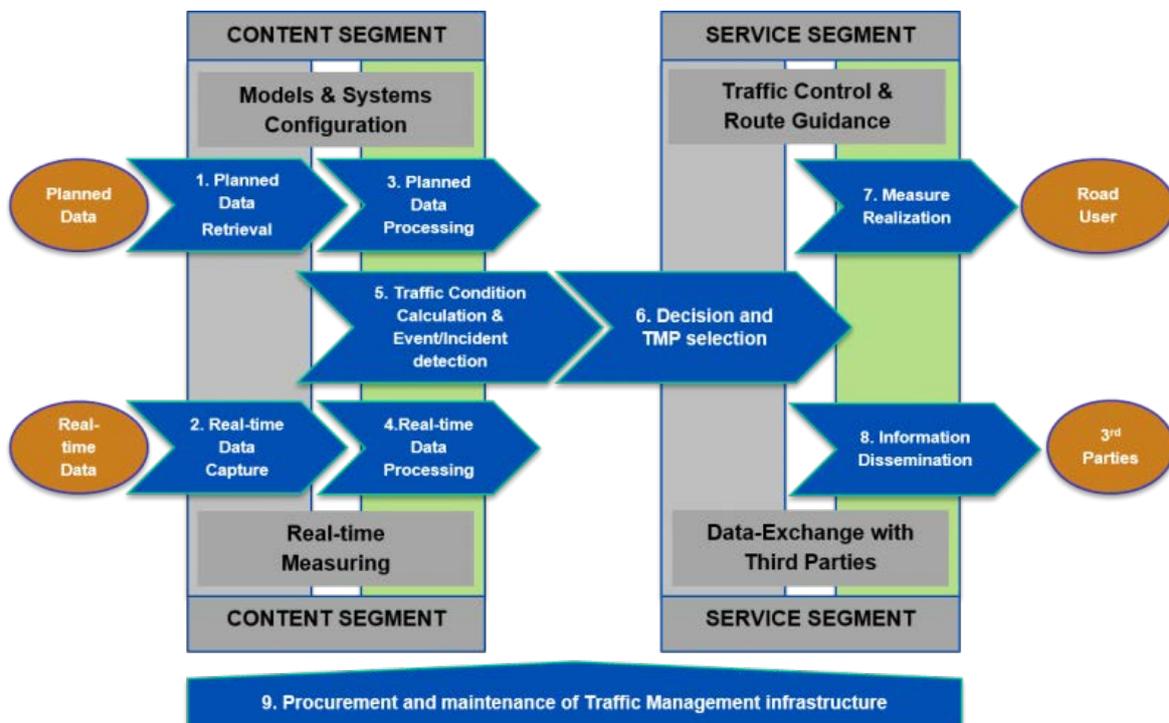


Figure 25 – ITS value-added chain for a traffic management service (CEN/TC 278 ITS Standardization, PT 1701 (2016))

This must indicate the relationship in which the ITS actors involved work together in their roles and which skills they need to develop in which dimensions in order to generate the expected benefits or added value in the value creation process.

Against this background, each ITS actor wishing to participate in an ITS value-added chain/network must ask the following questions,

- which capabilities he or she still has to develop in order to achieve successful cooperation and value creation and
- which capability dimensions will affect the development of capabilities of people, organization, processes and technologies of his/her institution/company.

An example shows Table 10.

ITS Capability		Involvements			De- pend- ence on other ITS ca- pabili- ties
Label	Description	Involved ITS roles	Involved ITS processes	Involved ITS application processes	
Acquisition of planning data	Continuous planning and supply of supply artefacts (digital road maps, LCL lists, supply lists of facilities, etc.) that are required for cross-departmental traffic management.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsible for planning of ITS actors ▪ Responsible for the supply of public and private ITS actors 	Planning and supply processes of public and private ITS actors	Planning and supply applications act directly on a supply database in which several (versioned) supplies are made available simultaneously. This allows importing and system-wide switching to a new supply in online mode.	
Capture and collection of real-time data and information	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data is recorded in real time on the basis of various sensor types and acquisition methods: ▪ Traffic volume and speed, occupancy rate ▪ Trajectories (travel time per trip segment) ▪ Floating car data 	Data collection systems of public and private ITS actors	Data collection processes of public and private ITS actors		

Recording of events and detection of faults	<ul style="list-style-type: none"> Foreseeable events (construction sites, events, trade fairs ...) Unforeseeable disturbances in the network (accidents, natural disasters ...) 	<ul style="list-style-type: none"> Events: Building block management systems, editing stations, event calendars... Disruptions: Automatic systems for the detection of malfunctions, police, traffic jam alarms... 	<ul style="list-style-type: none"> Event Capture Processes Malfunction Detection Processes 	<ul style="list-style-type: none"> Manual event recording (editing station) Automatic event recording (event calendar) Manual fault detection (police, traffic jam detector) Automatic fault detection (Incident-Detection-System) 	Capture and collection of real-time data and information
---	--	--	--	--	--

Table 10 - An example of the "ITS content provider" segment of the ITS value-added chain for trans-responsibility traffic management.

3.4.2.2 Interoperability as a key dimension of cooperation capability

One of the keys to successful cooperation is the interoperability of the ITS actors involved in an ITS value-added chain/network. In the ITS context, interoperability means the ability of independent ITS actors to work together as seamlessly as possible, preferably with very heterogeneous strategies, business processes, information structures and IT systems in ITS value-added chains in terms of information logistics, in order to exchange information in an efficient and usable way and make it available to the user at the end.

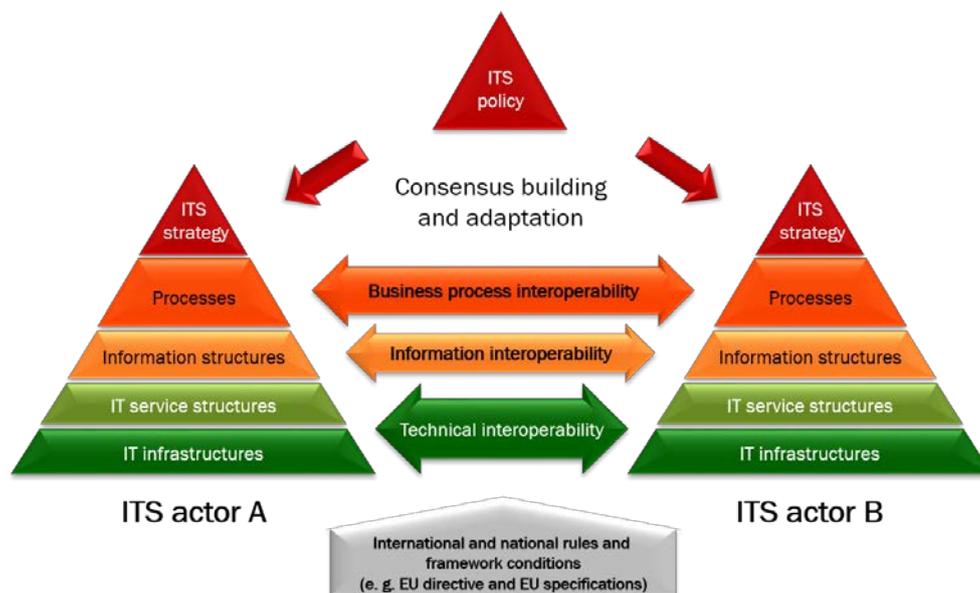


Figure 26 - Interoperability between layers of the ITS architecture pyramid

This is where the interest of the ITS architect and the ITS architecture comes in. The term interoperability must not be reduced to IT aspects. For the successful development of ITS value creation, interoperability must be established at all levels of ITS architecture and represented by appropriate architecture building blocks.

The ITS architecture pyramid is proposed to the ITS architect as a suitable metamodel and methodological tool for the clear and comprehensible presentation and description of ITS services. In the context of the capability discussion, it is also particularly suitable as a visualization model for interoperability at all levels of ITS architecture (see Figure 26).

3.4.2.3 *Forms of interoperability*

In the ITS architecture context, interoperability is part of the behaviour of an ITS actor at all levels of communication.

Interoperability becomes visible at interfaces. In general, a distinction must be made between the following two forms of interoperability:

- Communicative interoperability: Communicative behaviour at interfaces
- Behavioural interoperability: Functional behaviour at interfaces

The communicative interoperability of an ITS actor becomes visible in the communicative behaviour at the interfaces that he or she provides to other ITS actors at the different levels for the purpose of collaboration. As a rule, more and more European and international ITS standards and norms for communication and data will be applied here (see also [TOGAF Phase C - Information System Architecture](#)).

The behavioural interoperability of an ITS actor is reflected in the functional behaviour at the interfaces that he or she provides to other ITS actors at the different levels for the purpose of collaboration. By its very nature, each specific ITS domain or service requires very different behavioural interoperability's. However, more and more national and European ITS directives and specifications are also being applied here.

Examples of functional guidelines and specifications in the sense of the above-mentioned ITS behavioural interoperability are:

- Technology architectures and standards (e.g. ETSI-Standard)
- European implementation directives (e.g. EasyWay Deployment Guidelines)
- Comprehensive IT services (e.g. der Deutsche National Access Point - MDM)
- Architecture patterns (e.g. Service Oriented Architecture, SOA)
- Web services and industrial standards (e.g. WSDL, WMS, WFS, XML, REST, JSON, WS-*)
- Business architecture models from IT service management frameworks (e.g. ITIL)
- National directives and standards (e.g. Neuversion der MARZ)

3.4.3 Interoperability as a requirement - Example

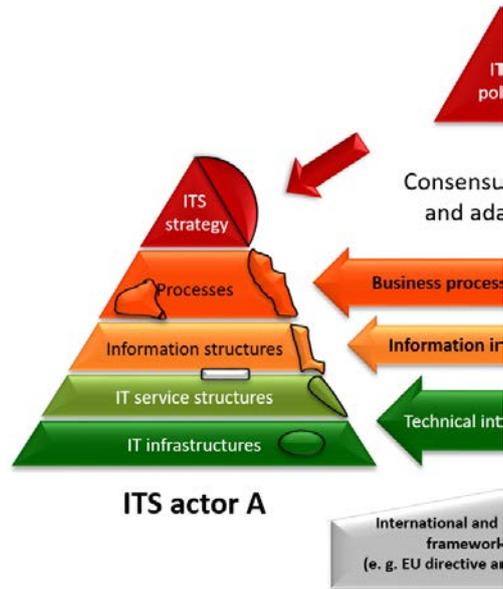


Figure 27 – Interoperability as a requirement

When ITS services are developed, it cannot be assumed that the ITS actors involved are inherently interoperable, even if they already have the capability in question. If the corresponding capability dimensions for interoperability are not yet available, one can define the capability dimensions to be developed in the sense of requirements (see Figure 27).

One example is the cooperation between a city and a private navigation service provider within the framework of alternative route control. The cooperation agreement includes the following elements:

- The city agrees to purchase FCD data from the private navigation service provider.
- In return, the private navigation service provider agrees to act "strategy-conform" in its route recommendations, i.e. to develop the capability of "strategy-conform routing".

This agreement includes the following requirements for the behaviour of the navigation service provider (capability dimensions):

- Strategic level: The navigation service provider must be able to adapt its service strategy for its customers in such a way that it does not always offer its customers the best individual route to a destination, but that it includes the route recommendations of the city and excludes routes with a speed limit of 30 km/h from the route recommendation.
- Business process level: The navigation service provider has to expand its business processes towards communication and collaboration with the city.
- Information structure level: The navigation service provider must extend its information structures to include the data model of the city's alternative route recommendations. On the other hand, he or she may have to develop a data model for FCD data that the city can process.
- IT service level: The navigation service provider must provide new IT services for the exchange of alternative routes (owner service) and FCD data (server service).

- IT infrastructure level: The navigation service provider must establish a permanent network connection with the city.

3.5 Aids, views and tools for ITS business architecture

3.5.1 Introduction

The aids, views and tools for presenting the ITS business architecture shall visualise and explain how the business objectives of an ITS service category/a real ITS service and the business strategy to achieve them are to be concretized and operationalised. Against this background, it is important to ensure that the principles developed and documented in the TOGAF phases Preparation and Phase A are used as a basis for the development of the ITS business architecture. In no case may the creation of the business architecture contradict the understanding of the objective, use and operation of the ITS category/real ITS service developed in the previous steps. If this is the case or if contradictions are recognized, the results of the previous phases must be put under scrutiny and possibly modified

3.5.2 Illumination of business aspects of ITS services (views)

3.5.2.1 *Introduction*

Views on an ITS service help to obtain a holistic understanding of the nature of an ITS service. Business views of an ITS service highlight specific business aspects of the ITS service and relate them to each other.

The BASIG - OMG Business Architecture Special Interest Group (see Wikipedia Artikel 2016b) differentiates the views as follows:

„In order to develop an integrated view of an enterprise, many different views of an organization are typically developed. Each "view" is typically a diagram that illustrates a way of understanding the enterprise by highlighting specific information about it. The key views of the enterprise that may be provided by business architecture address several aspects of the enterprise; they are summarized by the Object Management Group (2012) as follows:

- The Business Strategy view captures the tactical and strategic goals that drive an organization forward...
- The Business Capabilities view describes the primary business functions of an enterprise and the pieces of the organization that perform those functions...
- The Value stream view defines the end-to-end set of activities that deliver value to external and internal stakeholders...
- The Business Knowledge view establishes the shared semantics (e.g., customer, order, and supplier) within an organization and relationships between these semantics (e.g., customer name, order date, supplier name)...
- The Organizational view captures the relationships among roles, capabilities and business units, the decomposition of those business units into subunits, and the internal or external management of those units.”

3.5.2.2 *Views on business aspects of ITS services*

The focus of ITS architecture lies by definition on the design of the collaboration of ITS actors operating an ITS service as a "business". "Views on business aspects of an ITS service" therefore serve to structure, present and describe the collaborative relationships of ITS actors and capabilities that ITS actors need to contribute to the cooperation:

Against this background, the ITS architecture framework recommends the following views:

- View “ITS value-added chain/ ITS value-added network”
Identification, presentation and description of which components (sub-services) form the ITS service, which ITS roles must be involved and which requirements (ITS capabilities) are made on the roles.
- View “ITS governance”
Description of the legal, juridical and contractual basis on which the ITS service and the co-operation of ITS actors are established and how the latter is managed and controlled operationally.
- View “ITS business processes”
Presentation and description of the key business processes utilized to operationalise the ITS service.

Additional views can be developed and described on a project-specific basis.

3.5.3 Tools for the presentation of the ITS business architecture

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 kind of the following may be suitable:

- Textual descriptions (e.g. created with MS-Word ...)
- Tables (e.g. created with MS-Excel ...)
- Graphics (e.g. created with MS-PowerPoint, MS-Visio ...)
- Artefacts created with the help of special tools (IBM-Rational System Architect, Enterprise Architect ...)

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

View “ITS value-added chain/ ITS value-added network”

Various display formats are suitable for displaying this view.

- Presentation as ITS role matrix, as developed in the project "Development of a Public Transport ITS framework architecture in Germany with the integration of European ITS directives with public transport relevance" (see Kieslich et al. 2014). Instructions can be found in the ITS architecture wiki containing [the structure of ITS value-added chains and networks](#).
- Display as a roles/capability diagram. In the ITS architecture wiki you can find an example of an [value-added network in trans-competence traffic management](#).

View “ITS governance”

- A text document is recommended for display. A description structure can be found in the ITS architecture wiki.

View “ITS business processes”

- For the representation and visualization of the ITS business process architecture, a process modelling approach is chosen. By breaking down business functions and business services

using process modelling, it is possible to identify key processes and downstream services and functions.

- A template for describing business processes can be found in the ITS architecture wiki. The specification language Business Process Model and Notation (BPMN) is used to model business processes and business functions. Instructions regarding the modelling of business process diagram can be also found in the ITS architecture wiki.

3.5.4 Setting up ITS value-added chains and networks

3.5.4.1 Preliminary remark

The ITS actors associated with the respective role (content provider, service operator, service provider) need to evolve and network into functioning ITS value-added chains. To this end, it needs to be clarified whether ITS actors are suitable as part of ITS value-added chains (ITS capabilities) and how they must adapt themselves and their processes in order to be able to develop ultimately functioning ITS value-added networks with sustainable business and collaboration models.

In order to assess whether ITS actors are suitable candidates to fill a role in an ITS network, it must also be possible to identify and describe their motivation, objectives and strategy in the market, the business processes and rules they consider to be favourable and applicable. Furthermore, they must be aware of the external and internal influences affecting their business models. The definition of the suitability criteria and the format for their description is the task of ITS reference architecture development.

3.5.4.2 ITS role matrix

The ITS Role Matrix is a convenient tool for the development and visualisation of ITS value-added networks (see Figure 28). It was developed in the project "Development of a Public Transport ITS architecture framework in Germany with the integration of European ITS directives with public transport relevance" (Kieslich et al. 2014) and allows the design of ITS value-added chains and the classification of ITS actors via a role. The concept of the ITS role matrix shows Figure 28.

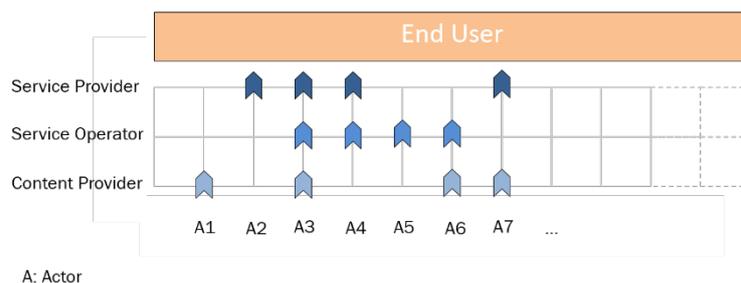


Figure 28 - Typical representation of ITS value-added chains (see Kieslich et al. 2014)

3.5.4.3 ITS cross-linking elements

The actual ITS value-added network arises from the networking of roles. Three cross-linking directions are possible:

Vertical

Vertical networking of roles takes place within a company/organization. This means that internal organisation and processes, systems and interfaces, rights and obligations as well as the financing of costs must all be regulated.

Two elements are distinguished:

- Content Provider - Service provider
- Service Provider - Service Provider

Horizontal

The horizontal networking of actors takes place exclusively between the same roles in information logistics and thus in many cases also between the private and public sectors. The regulation of the interaction of organization and processes, systems and interfaces, rights and obligations must be able to take this heterogeneity into account. The financing of the costs is to be regulated independently.

Three elements are distinguished:

- Content Provider - Content Provider
- Service Operator - Service Operator
- Service Provider - Service Provider

Diagonal

The diagonal networking of roles takes place as in the horizontal networking between companies/authorities and thus also between the private and public sectors. This means that the organisation and processes, systems and interfaces, rights and obligations as well as the financing of costs must be regulated bilaterally, analogous to horizontal networking.

Two elements are distinguished:

- Content Provider - Service Provider
- Service Provider - Service Provider

Figure 29 visualises the possible ITS networking elements necessary for the development of ITS value chains and networks.

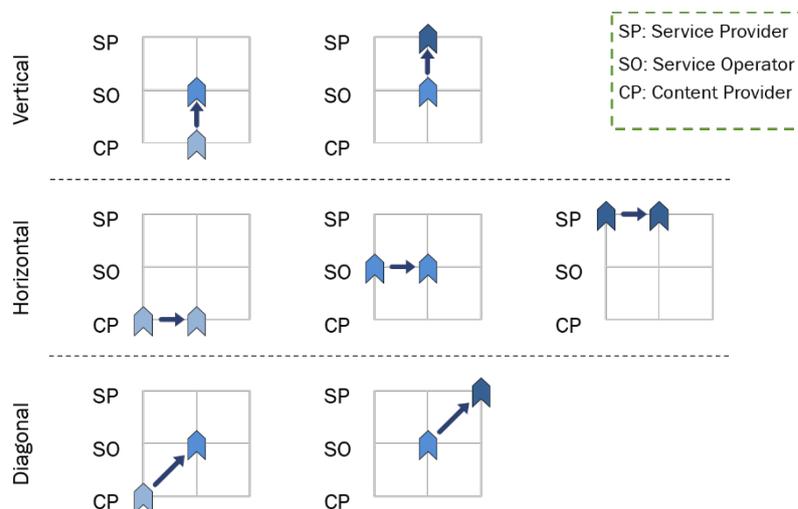


Figure 29 - Architectural elements of the characteristic value chain (see Kieslich et al. 2014)

The ITS role matrix and ITS networking elements can be used to analyse, generate and evaluate any domain-specific networking images. An assessment (time, effort) for the fulfilment of the missions of the ITS mission statement and thus the successful entry can be given by including the consideration of the status quo among the actors. This ultimately leads to recommendations for action and

implementation steps as well as to a prioritisation of networking tasks in the course of a migration plan for the implementation of ITS in the respective area under consideration.

3.5.5 ITS governance

3.5.5.1 *Origin and application of the term governance*

The term governance is often translated "(from French gouverner ("to administer, lead, educate"), from Latin gubernare; equivalent Greek κυβερνάω or (contrary) / κυβερνάω or κυβερνῶ: to lead the rudder; cf. cybernetics) as a governmental, official or educational system. Company management, also a form of control and generally describes the control and regulation system in the sense of structures (structural and procedural organisation) of a socio-political unit such as the state, administration, municipality, private or public organisation. It is also often used to control or regulate any organization (such as a company or a business)" (Wikipedia Artikel 2017h).

The ISO/IEC 38500 Standard - Corporate Governance in Information Technology (2008) (see ISO/IEC 38500 2008) introduces the term governance with the aim of supporting institutions in setting up their IT processes in such a way that both legal regulations and industry-specific regulations are observed and that the processes comply with them.

"The [ISO/IEC 38500] standard is based on six principles for good IT management:

- Responsibility

Responsibility for IT matters must be borne by the company management (top management).

- Strategy

The IT strategies are derived from corporate strategies in order to expand the IT potential. The corporate strategies define the requirements for the current and future orientation of IT.

- Acquisition

The design of IT budgets must be consistently geared to demand within the framework of transparent decision-making processes.

- Performance

The performance of the IT services should be designed according to the requirements of the specialist and organisational areas.

- Conformance

IT must comply with all legal requirements, standards, internal standards, etc.

- Human Behaviour

IT concepts must take into account the needs of internal and external users."

"ISO/IEC 38500 assigns three functions to each of these six principles:

- Assessment

Continuous assessment of IT deployment taking into account all influencing factors.

- Leadership

Control of a business-oriented focus of IT measures.

- Control

Systematic monitoring of compliance and IT performance."

3.5.5.2 COBIT

The COBIT 5 process reference model (see Figure 30) of the ISACA organization (see ISACA) divides the IT-relevant activities of corporate management into the areas of governance and management and thus differentiates them from each other:

- “The Governance domain contains five governance processes; within each process, evaluate, direct and monitor (EDM) practices are defined.
- The four Management domains are in line with the responsibility areas of plan, build, run and monitor (PBRM).

COBIT 5 for Information Security examines each of the processes from an information security view.”

3.5.5.3 Governance vs. Management

It is important to differentiate between governance and management. Both disciplines differ in their fields of design and with regard to

- their purpose,
- their responsibilities and
- their activities.

While governance focuses on

- evaluating (objectives, to be achieved, agreed on and set),
- directing (prioritisation and decision-making activities in order to achieve objectives) and
- monitoring (so that objectives are achieved through executed activities),

the focus of management lies on

- planning,
- determination,
- executing and
- monitoring

of those activities that lead to the achievement of objectives.

Management, therefore, ensures that activities are carried out and monitored. It also ensures that activities are managed in accordance with governance guidelines (according to COBIT 5.0, Principle 5 (see ISACA)).

3.5.5.4 Transfer of the governance concept to ITS

Why governance and not management of ITS services?

ITS services that are designed to meet the ever-growing and changing needs of today's end users have a complex business architecture. ITS actors wishing to integrate themselves into an ITS value-added network face high organisational, technological and financial requirements. In addition, ITS value-added networks are not necessarily stable over many years; they must be able to adapt quickly and purposefully to the constantly changing traffic, transport and mobility market.

Experience in the ITS sector has shown that the traditional one-company solutions that want to offer "comprehensive, integrated ITS services" and in which different independent institutions/companies are involved (e.g. PPP operator models) are generally not successful because one

company alone is not able to cover the integrated ITS service profile. Either an economically viable business model is missing or the partners involved are not permanently in a position to agree on common objectives and implementation structures or they lack the necessary adaptability to the changing market. In this respect, with a few exceptions (Google Maps, TomTom ...), today's ITS services only come into being if several ITS actors form ITS value-added networks on a permanent or ad hoc basis.

Against this background, it becomes clear that management as a classic instrument of corporate management for management, controlling and evaluation is not suitable for achieving the objectives of heterogeneous ITS value-added chains.

At this point, the governance principle and concept comes into play, which is oriented towards cooperation between independently managed institutions working together in ITS business processes with loosely coupled activities.

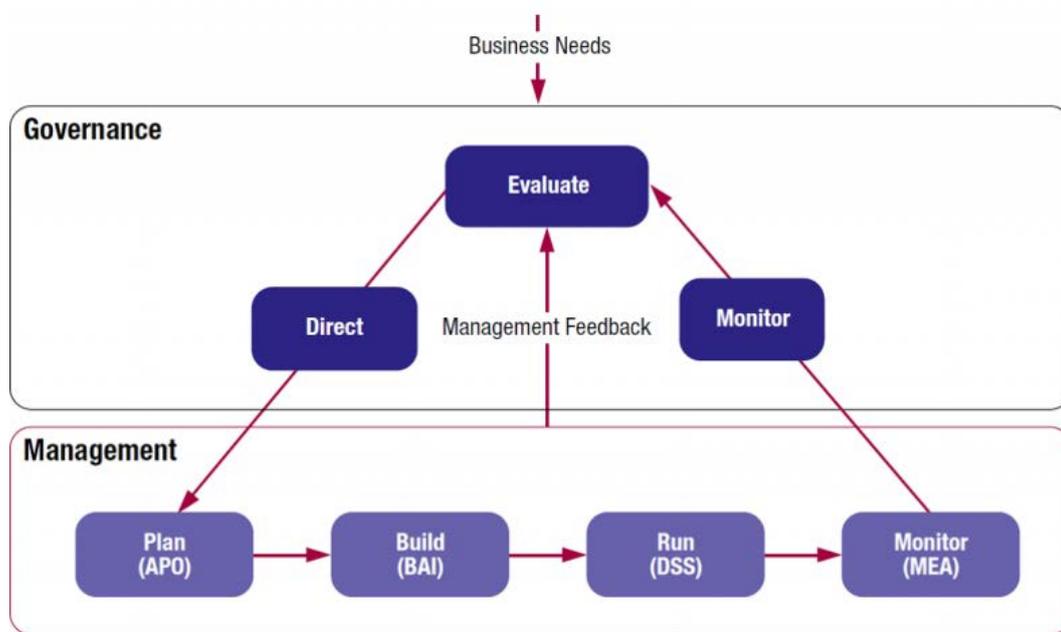


Figure 30 - COBIT 5 process reference model. Separation and integration of the core areas (see ISACA)

Significance of governance for ITS

In essence, ITS governance should ensure that previously set ITS objectives are achieved, but also that the interests of the ITS actors and stakeholders involved are safeguarded. This requires prioritization, decision making and performance monitoring.

This is done by setting guidelines (set the course), monitoring the results and evaluating the results for compliance (evaluation).

The specifications can refer, for example, to processes or the use of predetermined tools. Furthermore, a decision must be made as to who makes the respective specifications in which area.

Examples are:

- When developing real ITS services, the guidelines established by the framework and reference architecture should be taken into account.
- Within the ITS project and in subsequent operations, it must be ensured that the participating ITS actors can/must exchange information, data etc. and do so as smoothly as possible.

Governance structures are also necessary here (e.g. contractually regulated governance (SLAs) and relational governance with regard to exchange performance).

- SLAs play an important and profitable role in the area of service orientation, as loosely coupled services from different areas of responsibility and organisations must work together as stable and smoothly as possible. Therefore, interfaces should be defined, for example.
- It is also central to establish joint bodies for cross-company ITS services that can take decisions on ITS services.
- SLAs for ITS services, SLAs for all stakeholders to provide ITS services. Monitoring must take place and governance structures should also be set up here. Defined SLAs are also stored in a repository.

The necessity for ITS governance

Governance is of great importance to ensure that all artefacts are produced according to specifications or proposals and thus ultimately achieve the desired benefit. To ensure that defined processes and artefacts exist and can be executed, a suitable environment for the concrete execution of governance should be created. Reference data from existing standards and regulations (COBIT, ITIL) can be used and applied to monitor the appropriate implementation of projects.

Key factors for success in creating a functioning governance are (according to TOGAF):

- the management of governance processes,
- assessing compliance with the defined requirements,
- the definition of Service Level Agreements and Operational Level Agreements,
- the use of templates, customization and reuse, and
- the definition of specifications, roles, capabilities, the necessary structures and service support.

3.5.5.5 Governance activities

The execution of governance activities differs in size, structure and complexity in the organization to be executed and must be aligned accordingly. Possible governance activities are listed below.

- Setting targets to achieve objectives,
- determining responsibilities who makes the specifications,
- defining Service Level Agreements (SLAs),
- monitoring and reporting.

ITS governance requirements

- Types of targets for ITS value-added chains
 - spatial/transport policy
 - economical, from the point of view of funding
 - legal (EU, national, regional)
 - normative (guidelines and standards)
- Legal foundations
 - European and national laws and regulations (legal, technical)
 - Legal structuring of the cooperation

- Legal form of cooperation (cooperation of independent partners, limited liability company ...)
 - Form of contract (cooperation contract, cooperation agreement, MoU memorandum of understanding ...)
- Financing joint resources
 - Financial participation of the partners
 - funding sources
 - Distribution of income
- Organization of operations
 - Contact points of the ITS actors involved (responsible organisational unit with address, contact person and deputy)
 - Media (incl. fall-back) for the communication of ITS actors at all levels
 - Languages for communication (for cross-border cooperation)
 - Rules and conditions for communication (who is owner, who is server)
 - Time-out criteria
- Rules and framework conditions for ITS value-added chains
 - Spatial/Transport Policy
 - Economical, from the point of view of funding
 - Legal (EU, national, regional)
 - Normative (guidelines and standards)

Definition of responsibilities for ITS governance requirements

In the first step in the establishment of governance, it must first be determined who should make decisions on the specifications in which area. The connections can be represented in a matrix, as shown in example from the area of enterprise architectures in Figure 31.

	IT Principles	IT Architecture	IT Infrastructure Strategies	Business Application Needs	IT Investment
Business Monarchy					
IT Monarchy					
Feudal					
Federal					
Duopoly					
Anarchy					

Figure 31 - Example: Definition of responsibilities governance

Service Level Agreements

- Service Level Agreement (SLA)

These are contracts concluded between service consumers and service suppliers. Contracts are a result-oriented control instrument. The definition of service level agreements thus serves to monitor and ensure the achievement of objectives. For this purpose, a service quality and performance characteristics are defined that are assigned to the service or the service contract, among other things. The criteria defined serve to monitor results at a later date (monitoring and reporting). Fixed key figures also limit the opportunistic behaviour of service suppliers.

- Operational Level Agreement (OLA)

Wikipedia defines the term OLA as an agreement that is usually made within an organization between different organizational units and serves to secure a higher-level SLA of the organization against a third party. Thus, unlike the SLA, the OLA is an internal, non-contractual agreement to secure the higher-level agreement. However, both document types usually use identical structures and contain comparable concrete details on agreements on the provision of defined services (IT or telecommunications services) (see Wikipedia Artikel 2016c).

Monitoring and reporting

Monitoring is carried out, for example, using performance management. Performance management is closely linked to the process of continuous improvement and includes monitoring, controlling and the preparation of performance reports and performance evaluations. Performance management ensures that activities and services meet the defined criteria. Monitoring is carried out by comparing activities and services carried out with designated specifications and with reports (see The Open Group).

3.5.5.6 *What is part of ITS governance?*

ITS governance processes

- Policy Management
 - This formal process must ensure that any architectural changes, contracts or general information that arise are properly incorporated, updated if necessary, validated and published. This governance process thus enables integration into existing governance structures and manages and audits existing governance content.
- Compliance
 - Regular compliance assessments must be carried out to ensure compliance with SLAs, OLAs, standards and regulatory requirements. Once the assessments have been carried out, they are either accepted or rejected if the requirements are not met.
- Dispensation
 - If a compliance assessment is rejected because requirements have not been met, alternative options and activities are developed through the dispensation process in order to comply with the internal requirements again and thus react flexibly and above all to comply with SLAs and OLAs.
- Monitoring, Reporting
 - see performance management
- Business Control
 - A decision-making process in which appropriate decision logic is applied to the selection of an approach for the correct execution of a process with respect to the governance criteria applicable to it.
- Environment Management
 - This process serves to ensure a stable governance environment. This includes administrative processes, e.g. user management and definition/contents in internal SLAs.

Content of ITS governance

- requirements
- SLAs and OLAs
- structures of authority
- standards and
- a repository.

3.5.6 ITS business processes and value-added networks

3.5.6.1 *Definition*

The following list contains the relevant terms of the business architecture and relates them to each other:

- An ITS value-added chain/network operates a real ITS service.
- A Real Service provides ITS information via an ITS service access point.
- ITS information provides ITS benefits or achieves ITS effects.
- An ITS benefit is of value to ITS end users.

- An ITS actor is part of the ITS value-added chain/network and plays the ITS role.
- An ITS role represents ITS capabilities required to contribute to ITS value creation.

These terms and the relationships between them are shown in the UML diagram in Figure 32.

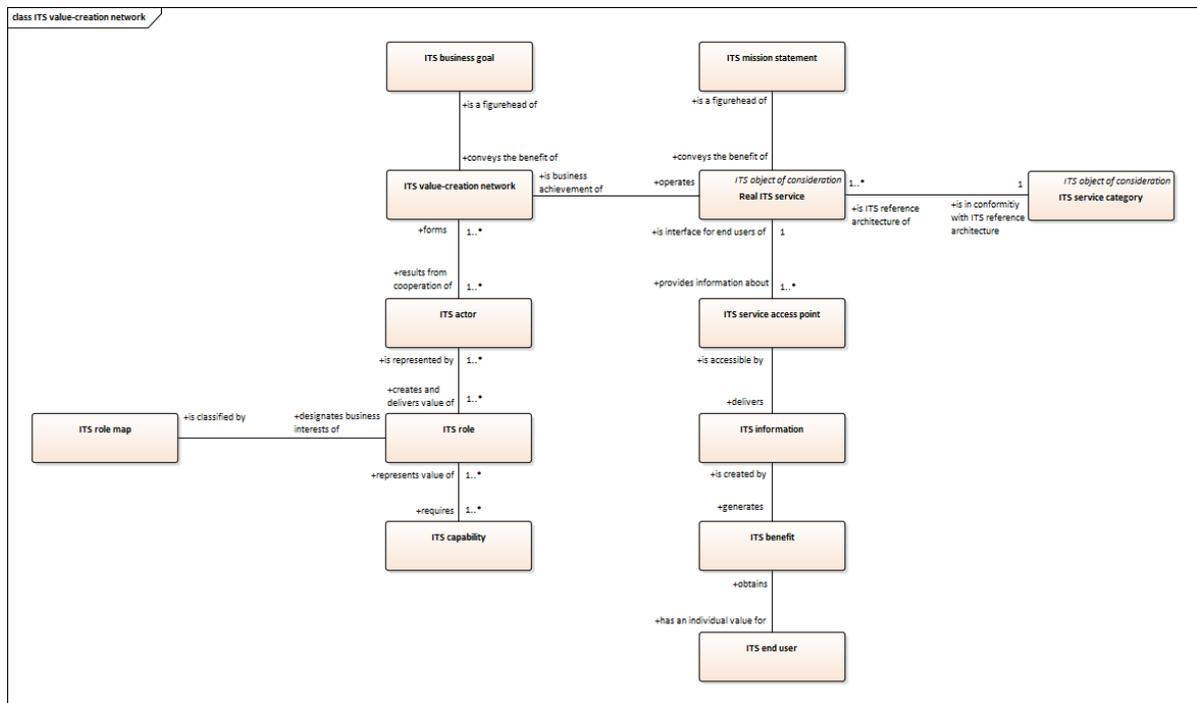


Figure 32 - Model of ITS value-added chain and ITS value-added network

3.5.6.2 Operationalisation through ITS business processes

An ITS business process operationalises an ITS value-added network by orchestrating individual ITS services. This orchestration defines the order in which ITS services are deployed, the events that trigger, influence or terminate the business process and the ITS information objects exchanged between ITS services. BPMN process diagrams are suitable for modelling ITS business processes (see Figure 34).

These diagrams show the ITS services involved, the relevant ITS roles and the ITS information objects used. The ITS roles were already recorded in phase A of the process model and are completed and supplemented as required in this architecture phase. ITS services have already been recorded in [Phase A](#) and can be completed and supplemented. The ITS information objects required to implement the value-added process are collected and described in [Phase C](#).

3.5.6.3 Strategic and operational business processes

Strategic business processes

Strategic business processes describe the process flow of a business process as compactly as possible. The aim is to provide a clear view from start to finish, showing all the details required for interoperability between different ITS actors. Details concerning only one ITS actor are usually omitted. For this reason, sub-processes are often used instead of tasks. All activities must be uniquely assigned to a role. The links between the roles and the information objects exchanged should be clearly described.

Strategic business processes are mainly used at the level of ITS reference architectures.

Operational business processes

The human and technical activities and the sequence flows between them are described in operational business processes. The description of human activities serves to highlight the non-automated parts of an operational business process. Technical activities can be automated, ideally with the help of process engines. The business process is therefore described in much more detail at the operational level than at the strategic level. The entire process is usually a complex interaction of people and IT systems or ITS services. The sub-processes used in strategic business processes are often described in operative business processes.

Operational business processes are mainly used at the level of ITS architectures of real ITS services and products.

3.5.6.4 Core and support processes

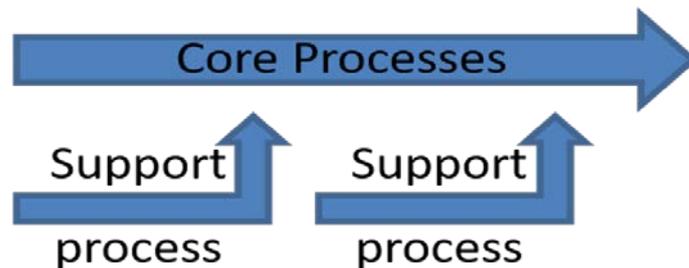


Figure 33 – Core and support processes

When differentiating between core and support processes, the core processes are particularly relevant, since the service is created here. Internal support processes belong to the respective organizations and do not usually have to be interoperable (see Figure 33).

3.5.6.5 Description of ITS business processes

ITS business processes are described in [the ITS business processes catalogue](#). In addition, they are to be modelled in BPMN business process diagrams. [Modelling guidelines for business process diagrams](#) determine how business process diagrams are to be structured.

3.5.6.6 Modelling guidelines for ITS business processes

In order to obtain high-quality and uniform business process diagrams, certain rules should be defined and adhered to. The rules serve to support the ITS architects in their work. The aim is also to ensure that the results of the architectural work are uniformly structured and comparable.

- Use of unique diagram names: The names of the business process diagrams should correspond to the name of the business process.
- Use of pools: For strategic business process diagrams mainly used in ITS reference architectures, pools should be used to represent the ITS roles involved. For operational business process diagrams, ITS actors should be used as pools.
- Use of ITS roles or ITS actors as pool names: Only ITS roles or actors should be used as pool names.
- Use of ITS information objects as data objects: If data objects are used in a business process diagram, the description of the data objects should match the ITS information objects.
- Use of names for activities: Activities must be named in a diagram so that it is clear what is meant.

- Naming sequence flows and message flows: Sequence flows and message flows must be named in a diagram so that it is clear what is meant by this flow.
- Consistent use of start and end events: The use of start and end events is necessary to show where the process starts and ends.
- Use of message flows only between pools: Notification flows should only be used between different pools or between activities of these pools.
- Maximum diagram size: The size of a business process diagram should not exceed DIN-A3. If a diagram becomes larger, activities are to be combined into sub-processes, which are then displayed in detail diagrams.
- No overlapping of edges: The overlapping of edges is not permitted. Both the comprehensibility and the clarity of the business process suffer from the violation of this rule.
- No overlapping of nodes: For the clarity and understanding of a business process diagram, no nodes should overlap.

3.5.6.7 Examples

The diagram in Figure 34 contains an example of an ITS business process. The horizontal boxes represent ITS roles, the yellow rectangles are ITS services and the green objects are ITS information objects. The entire diagram describes the ITS business process that operationalises an ITS value-added network:

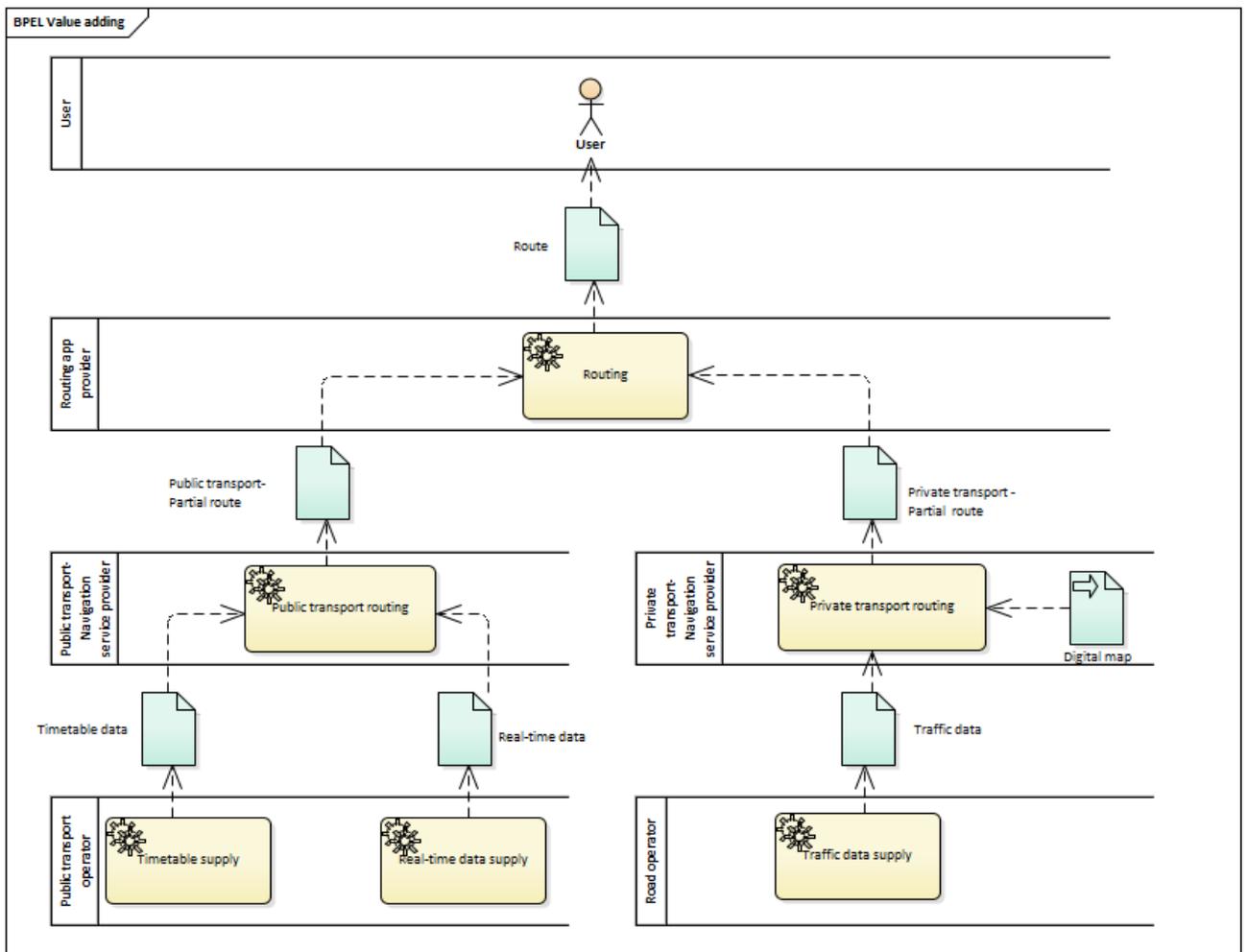


Figure 34 - Example of an ITS business process

3.6 ITS reference models and tools - Data architecture

3.6.1 ITS data architecture

The data architecture identifies and describes the data and its relationships that are required to execute the business processes. This is done in a model and a form of representation that is stable, complete, consistent and understandable for all parties involved (see Data Model).

3.6.2 Historical development

Over the past years and decades, interfaces for data exchange have been developed in the various ITS domains. Some of these interface descriptions contain explicit data descriptions (partly in formal data description languages such as UML (see Wikipedia Artikel 2017f)), other interface descriptions contain implicit data descriptions (also here partly in formal data description languages).

These standards were developed independently of each other and were designed for different areas of application. In the meantime, the standards have evolved and, in some cases, overlap in terms of content. Due to the different fields of application and depending on the time of origin, the data are described at different levels of abstraction.

There are now applications that work with two or more domain-specific data models. Since there is no superordinate data model, such applications have so far had to develop mappings between the data models application-specifically.

An essential part of traffic-related data is the place to which this data applies. In order to describe the spatial validity of traffic-related data, various procedures (so-called location referencing systems) have been developed. The domain-specific data models use different, in some cases several location referencing systems. There is also the problem with the location reference systems that the conversion of location references between different systems is not possible in some cases, but is often time-consuming and error-prone. As with domain-specific data models, there is no superordinate system in which all location referencing systems can be embedded easily.

3.6.3 Definition of data architecture terms

The UML diagram in Figure 35 shows the architecture building blocks of the data architecture and their relationships to each other.

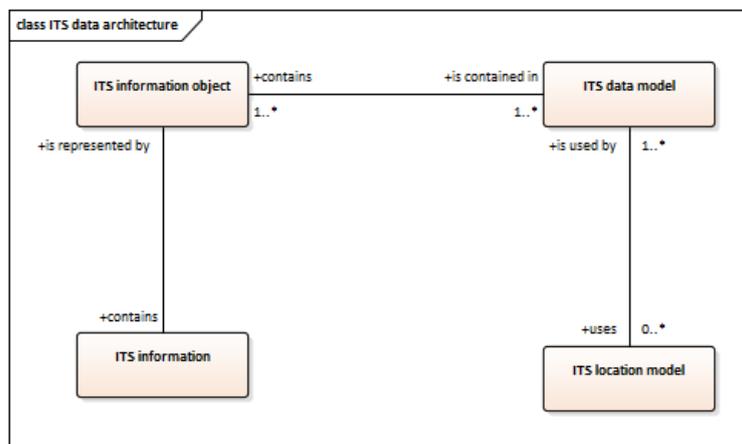


Figure 35 – Data architecture

The following architecture building blocks are described in the data architecture:

- An ITS information object contains information with a defined meaning (semantics).
- An ITS data model contains ITS information objects and defines their format (syntax).
- ITS location referencing describes a procedure for describing geographical locations and is used in ITS data models.

ITS information objects

An ITS information object contains the semantic meaning of related information that is used as input or output of a business process step. Each ITS architecture must create a catalogue of the **ITS information objects** being used. To be able to create this catalogue sensibly, the system uses the catalogue of existing ITS business processes to determine which input or output information objects are required to implement these business processes. When the catalogue is complete, a matrix of information objects/business processes can be created.

You can also use the pre-filled catalogue of ITS information objects. A copy of this catalogue can be created for this purpose. This copy must then describe the information objects relevant to the ITS architecture (by adding or deleting information objects).

ITS data models

An ITS data model consists of a collection of information objects and a specification of how the semantic information of the information objects must be coded in a syntactically correct manner. Each ITS architecture must create a catalogue of existing data models. The pre-filled catalogue of ITS data models can be used for this purpose. A copy of this catalogue can be created for this purpose. This copy shall then describe the data models relevant to the ITS architecture (by adding or deleting data models).

Each ITS architecture must create a matrix describing the assignment between information objects and data models. The pre-filled matrix of the ITS information object data models can be used for this. A copy of this matrix can be created for this purpose. The information objects and data models relevant for the ITS architecture are then included in this copy and the assignment between information objects and data models is described.

ITS location referencing systems

An ITS location referencing system defines the syntax and semantics for a method for describing geographical locations on earth or specific positions in or in parts of transport networks. Each ITS architecture must create a catalogue of existing location referencing systems. The pre-filled catalogue of ITS location references can be used for this purpose. A copy of this catalogue can be created for this purpose. This copy must then describe the location references relevant to the ITS architecture (by adding or deleting location references).

Each ITS architecture must create a matrix describing the relationship between data models and location references. The pre-filled matrix of ITS data model location references can be used. A copy of this matrix can be created for this purpose. The data models and location references relevant for the ITS architecture are then included in this copy and the assignment between data models and location referencing is described.

3.6.4 Application of different tools

When defining ITS reference models and tools, it must be taken into account that many different domain-specific **ITS data models** currently exist and will continue to exist. These data models have been generated with different tools and using different ITS reference models. Since these data

models are also maintained by different communities, a standardization of the modelling principles is difficult to achieve.

If one or more of the existing ITS data models are to be used, the modelling principles and tools are already specified. Only for newly developed ITS data models are the principles and tools set out below.

3.6.5 Modelling principles

Application of standards

If possible, standards should be used for the exchange of data.

Definition of technology- and platform-independent data models

In principle, data models should be described in a technology- and platform-independent model (PIM) (see Wikipedia Artikel 2017b). So-called platform-specific models (PSM) (see Wikipedia Artikel 2013) are then generated as automatically as possible from the PIM. This approach has already proven itself in the modelling of the DATEX II (see European Commission. Mobility and Transport) data model. It has the advantage that the specific implementation of the data model can be exchanged without changing the data model.

This enables the following application scenarios, among others:

- Specification of different PSMs (exchange formats) that are used simultaneously (e.g. binary data format for bandwidth restricted use and XML format for other uses)
- Upgrade from an outdated PSM to a newer PSM

These modifications can be made without changing the PIM data model.

3.6.6 Data modelling language

For new data architectures or data models to be developed, the Unified Modelling Language (UML) (see Wikipedia Artikel 2017f) is proposed as the modelling language to be used. UML has meanwhile established itself as a de-facto standard for the technological-agnostic modelling of data. Furthermore, UML has the advantage that the XML Metadata Interchange (XMI) (see Wikipedia Artikel 2017a) provides a data exchange format that is independent of the tools used and is also increasingly used by software development tools.

3.7 ITS reference models and tools - application architecture

3.7.1 ITS application architecture

Applications (services) and their interfaces are described in the application architecture.

3.7.2 Historical development

ITS applications generally have a very long service life (> 10 years). For this reason, there is a very heterogeneous application system landscape. Existing systems are often realized as monolithic applications and only in a few cases as composition or orchestration of services.

Due to the lack of ITS architecture framework and reference architectures, there is a historically grown situation in the area of application architecture consisting of applications, services and interfaces. This situation has arisen both in the overall area of transport systems and in the individual ITS domains by coincidences and project-related necessities without overall planning or control.

3.7.3 Definition of application architecture terms

The diagram in Figure 36 shows the architecture building blocks of the application architecture and their relationships to each other. The following architecture building blocks are described in the application architecture:

- An ITS application implements ITS interfaces
- An ITS interface uses an ITS data model

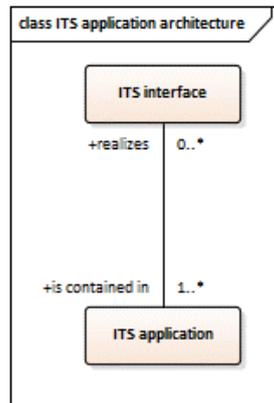


Figure 36 – Application architecture

3.7.4 ITS interfaces

An ITS interface is a device between systems used for connection and communication between these systems. For each ITS interface used for the exchange between different systems, interface specifications exist, which are usually defined in a written document or are specified by a standard. Each ITS interface specification consists of a protocol that defines how information is exchanged and a data model that determines what information can be exchanged. In the case of general and very "broad" interfaces, additional agreements are often made with which the information actually exchanged is specified further or with which extensions or modifications of the generally available interface specification are defined.

3.7.5 ITS applications

ITS applications are computer programs or computer program systems used to automate or implement useful functions. The technical activities of an ITS business process are implemented in ITS applications. An activity can be realized by one or more ITS applications. It is also possible for several activities of an ITS business process to be implemented in an ITS application.

Optimal support for ITS business services can be achieved through a service-oriented architecture (SOA). An SOA is an architectural pattern in which applications communicate with each other via defined service interfaces. Currently, very few ITS applications are realized with a service-oriented architecture. In the future, ITS applications are to be designed and implemented as services in a service-oriented architecture.

The connection between applications and services on the one hand and interfaces, on the other hand, shall be modelled in component diagrams (see Wikipedia Artikel 2016a). Applications and services are represented as components which exchange information via interfaces.

3.7.6 Modelling principles

Application of Standards

Where possible, standards should be used as ITS interfaces.

Application of a service-oriented architecture

New ITS applications will be designed using a service-oriented architecture (see Wikipedia Artikel 2017d). With this approach, ITS business processes can be easily implemented by integrating IT services. An ITS business process can then be implemented as a composition or orchestration of services.

Modelling tools

Basically, applications, services and interfaces are to be modelled in UML. Component diagrams (see Wikipedia Artikel 2016a) can be used to describe the relationship between applications, services and interfaces. Applications and services are modelled as components and interfaces as interfaces.

An individual application or service can also be modelled using a component diagram if required. The details of interfaces can be described in class diagrams.

4 The ITS architecture framework 1.0

4.1 ITS architecture process model

4.1.1 Problem definition

„ The Open Group Architecture Framework TOGAF provides an approach to the design, planning, implementation and maintenance of enterprise architectures. As an operational framework of the Government and Agency Frameworks group, TOGAF also offers the Architecture Development Method (ADM), a process model for the development of [Enterprise Architectures]" (Wikipedia Artikel 2017e).

Due to their worldwide distribution and recognition as the model for the development of enterprise architectures, TOGAF and TOGAF ADM are also very suitable as conceptual backgrounds for the development of ITS architectures. However, on the one hand, TOGAF is more focused on the development of the architecture of a single company and, on the other hand, provides many concepts for architectural aspects that are not relevant for ITS and ITS services. In the development of an ITS architecture, i.e. the architecture of ITS services, there are usually several institutions and companies involved. The TOGAF process model has therefore been adapted (tailoring) under three aspects:

- Development of a general model to adapt the TOGAF process model to the tasks of ITS architecture development in order to use it for ITS architecture development.
- Development of a TOGAF-based framework for the different phases of ITS architecture development and presentation in a wiki
- Development of an ITS architecture glossary and metamodel

For a better understanding of TOGAF ADM's tailoring for ITS architecture, please refer to the explanation below.

4.1.2 TOGAF – an overview

The TOGAF ADM phase model

With the TOGAF Architecture Development Method (ADM), TOGAF defines a process for developing a company's business architectures (see Figure 37).

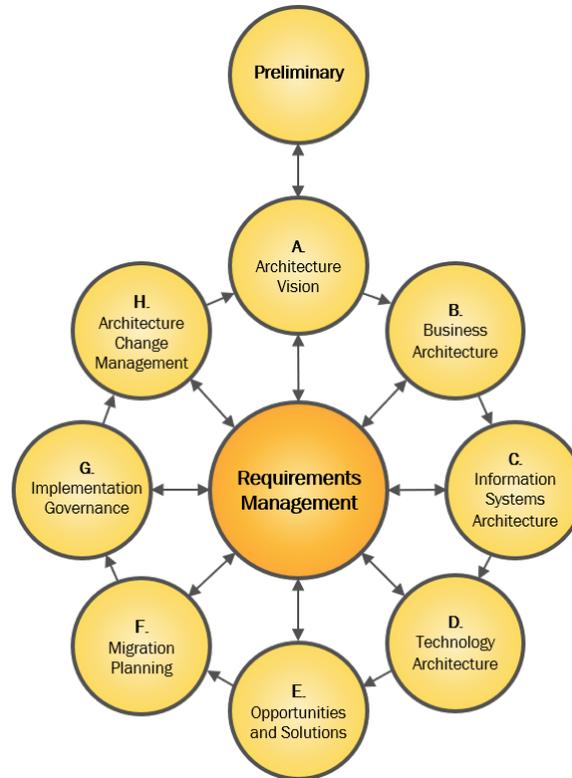


Figure 37 - TOGAF ADM

TOGAF-ADM will go through the following phases (see Schmid 2013):

- Preliminary Phase
The integration of underlying models is clarified, model adaptations and important principles for architectural development are defined.
- Phase A - Architecture Vision
This is where the goals of architectural development and those involved in it are defined.
- Phase B - Business Architecture
The current and desired state of the business architecture is described here. The decisive differences are highlighted. Business process models, use case and class diagrams are used for this purpose.
- Phase C - Information and Systems Architectures
The current and desired state of the information/data architecture and the application architecture are described here. The decisive differences are highlighted. The concrete data models and applications are used for this purpose.
- Phase D - Technology Architecture

The current and desired state of the technology architecture is described here. The decisive differences are highlighted. For this purpose, the technologies required for the execution of the applications and the processes above are described.

- In Phase E - Opportunities and Solutions
The planned tasks are defined which carry out the transformation from the current state to the desired state.
- Phase F - Migration Planning
The transfer of the current state to the desired state is planned.
- Phase G - Implementation Governance
The implementation into the desired state is monitored.
- Phase H - Architecture Change Management
The requirements and external influences are collected, which then serve as a basis for a possible repetition of the process.
- Requirements Management
Requirements management drives the ADM process continuously and is therefore at the centre of the process.

The TOGAF-ADM step model

According to TOGAF version 9.1, each phase is divided into individual steps, which are explained in detail in the TOGAF manual. This generally ensures a methodical and comprehensive approach to the development of an enterprise architecture. An example of the preparation phase is shown in Table 11.

Step	TOGAF specifications (see The Open Group)
1	Determination of the field of impact
2	Affected organizational units
3	Securing control and support frameworks
4	Definition and development of an enterprise architecture team and an organization
5	Identification and definition of architectural principles
6	Selection and organization-specific adaptation of architectural frameworks
7	Implementation of architecture tools

Table 11: The TOGAF-ADM step model

TOGAF Architecture Deliverables as results (delivery items) of the architectural work

The procedure in steps leads to so-called architecture deliverables as a result (delivery items) of the architectural work. TOGAF distinguishes between the following architecture deliverables (see Figure 38):

- artefacts (in the possible format of catalogues, matrices and diagrams)
- other deliverables

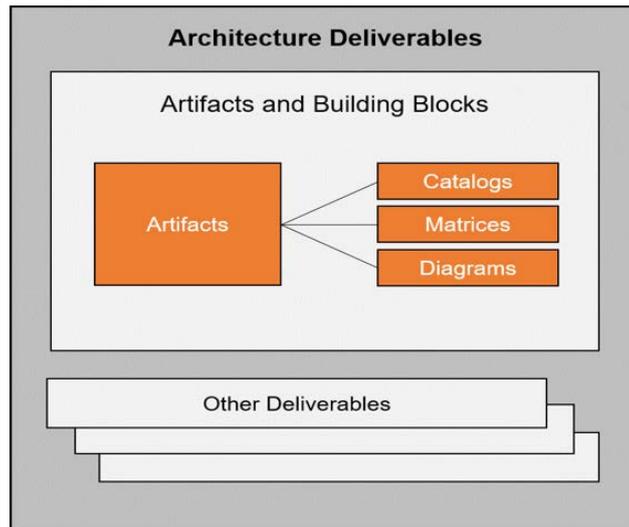


Figure 38 – Architecture deliverables (see The Open Group)

Artefacts describe building blocks. These are the elements that ultimately make up the actual architecture. TOGAF provides a metamodel that enables the assignment of building blocks to different areas of the enterprise architecture (see Figure 39).

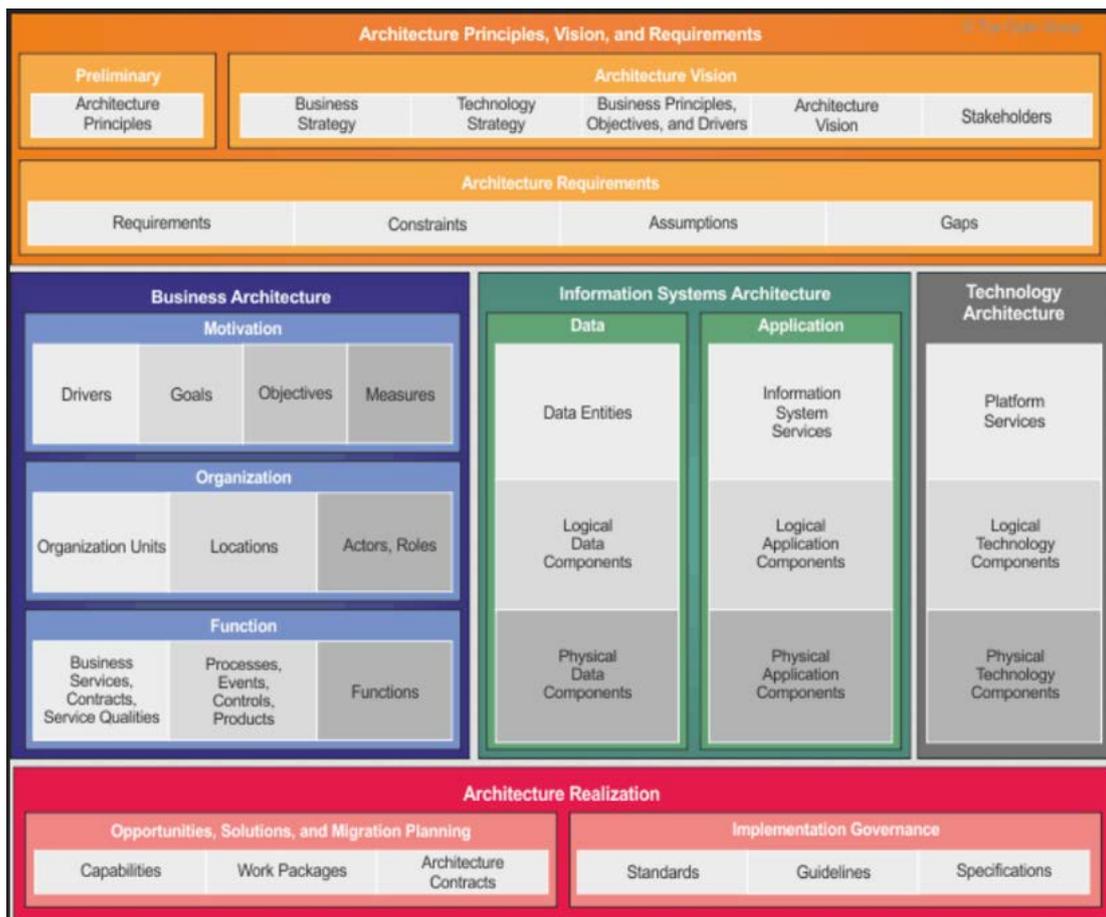


Figure 39 - TOGAF building blocks (see The Open Group)

An Architecture Deliverable is the result of architectural work. Deliverables are generated as output when the work is performed according to ADM. These deliverables are often used as input and

further specified in the following steps, e.g. in phase A relevant stakeholders are identified with the ITS role concept and then described in phase B based on the ITS role processes.

Difference between artefacts and deliverables

TOGAF distinguishes between artefacts and other deliverables. The reason for this is that artefacts always describe the architecture itself or the individual components of the architecture. Other deliverables describe, for example, the environment of the architecture or the project structure of the architectural project.

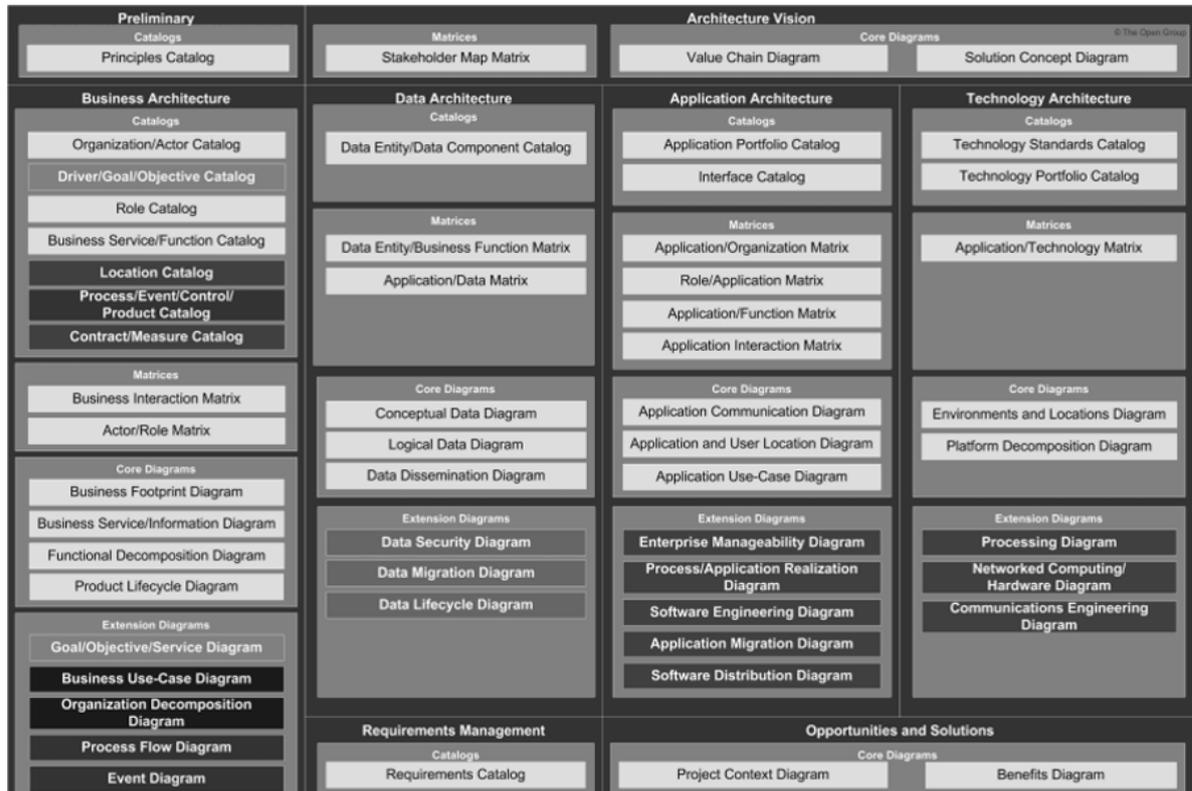


Figure 40 - Possible artefacts for describing an architecture according to TOGAF

Artefacts are either catalogues, matrices or diagrams and consist of the individual building blocks.

- For example, a building block is a single role. The roles catalog, which lists all roles, is a possible artefact. A process diagram with roles as swimlanes would be another possible artefact that combines the building blocks process and role.
- A catalogue always consists of only one building block type; matrices typically consist of two different building block types and diagrams of several.

TOGAF provides for a variety of artefacts (see Figure 40).

With the ITS architecture framework, both templates for describing individual components and templates for artefacts are developed and made available for the development of ITS reference architectures and ITS architectures of real services.

4.1.3 The TOGAF-based ITS architecture framework

Tailoring the TOGAF phase and step model

In order to adapt the TOGAF model for each phase and each individual step to the requirements of the development of an ITS architecture, a tailored model was developed which adds additional columns to the tables of the phases (see Table 12).

Step	TOGAF (see The Open Group)	Tailoring ITS architecture	Description	Artefacts {K=Catalogue, M=Matrix, D=Diagram}, O=Other Deliverables	Recommendation for ITS reference architectures	Recommendation for ITS architectures of real ITS services
1	Determination of the field of impact	Determination of the scope of ITS architecture	Scope of ITS architecture Background information and techniques	Project-specific solution	Project-specific solution	Project-specific solution
2	Identification of the affected organizational units	Identification of ITS architecture of affected institutions/companies	Institutions/companies and framework conditions affected by ITS architecture	Project-specific solution	Project-specific solution	Project-specific solution
3	Securing control and support frameworks	Securing control and support frameworks for ITS architecture	Control and support frameworks for ITS architecture	Project-specific solution	Project-specific solution	Project-specific solution
4	Definition and development of an enterprise architecture team and an organization	Definition and development of an ITS architecture team and an organisation	Notes on the formation of an ITS architecture team. Background information and techniques Model, basis for traceability Glossary, basis for common understanding	Project-specific solution	Project-specific solution	Project-specific solution
5	Identification and definition of architectural principles	Identification and definition of ITS architectural principles	ITS Architecture Principles <ul style="list-style-type: none"> ITS architecture principle building block Background information and techniques Examples of architectural principles in the ICT field	K: ITS architecture principles	K: ITS architecture principles for the ITS service category (inherited from the ITS architecture framework, extended for the ITS service category)	K: ITS architecture principles for the specific ITS service (inherited from the ITS service category, extended for the specific ITS service)
6	Selection and organization-specific adaptation of	Selection and adaptation of ITS architecture frameworks	National and international ITS architecture frameworks	Project-specific adaptation and extension	Project-specific adaptation and extension	Project-specific adaptation and extension

	architecture frameworks					
7	Implementation of architecture tools	Implementation of ITS architecture tools	Proposals for ITS architecture tools	Project-specific solution	Project-specific solution	Project-specific solution

Table 12: Tailoring of the TOGAF phase and step model

The TOGAF-based process model as a result of tailoring

The result of tailoring the TOGAF ADM phase model is the TOGAF-based process model for ITS architecture (see the Wiki navigation menu item "Phases and steps to develop an ITS architecture").

For the development of the ITS architecture framework 1.0, the focus was on the architecture vision, the business and the information system architecture (TOGAF phases A to C, see Figure 41).

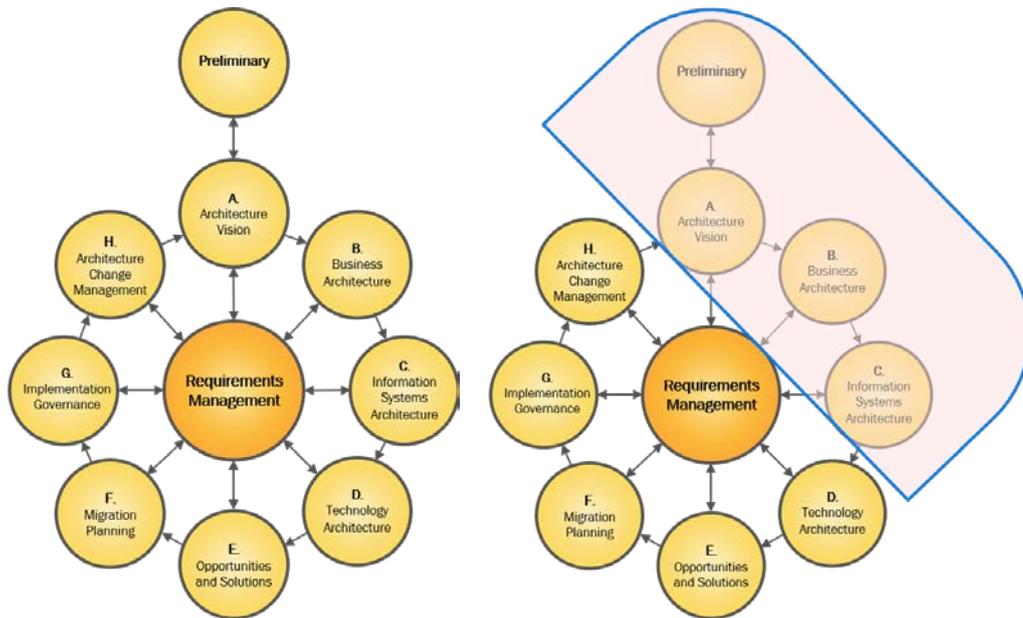


Figure 41 - TOGAF-ADM and focus of the ITS architecture framework (see The Open Group)

For TOGAF phases A to C, the ITS architecture framework provides guidelines for the development of the corresponding phases of the ITS reference architectures. The ITS reference architectures contain the description of architecture phases A to C for the respective domains. It develops and describes specifications and proposals for ITS architectures for real ITS services. This procedure is deviated from for TOGAF phases E to H. For ITS reference architectures, these phases are eliminated, as no uniform requirements can be developed for ITS architectures of real ITS services. Instead, in each project in which an ITS architecture of an ITS service is developed, these phases must be individually elaborated. For the ITS architecture framework, the view changes for phases E to H: instead of developing specifications for the ITS reference architectures, these phases are combined and the procedure for implementing the ITS architectures is described.

TOGAF Phase D documents the basic structure of the IT systems consisting of hardware, software and communication technology. This phase is an important phase for an ITS architecture of a real ITS service. Each stakeholder involved in an ITS architecture of a real ITS service must ask himself the question of the best possible technological embedding in the enterprise architecture of his field of activity. These decisions cannot and should not be taken by the ITS architecture framework or by an ITS reference architecture.

An overview of the tailoring of the preliminary phase and the phases A, B and C (C.1 and C.2) is provided by the graphs in Figure 42 to Figure 46.

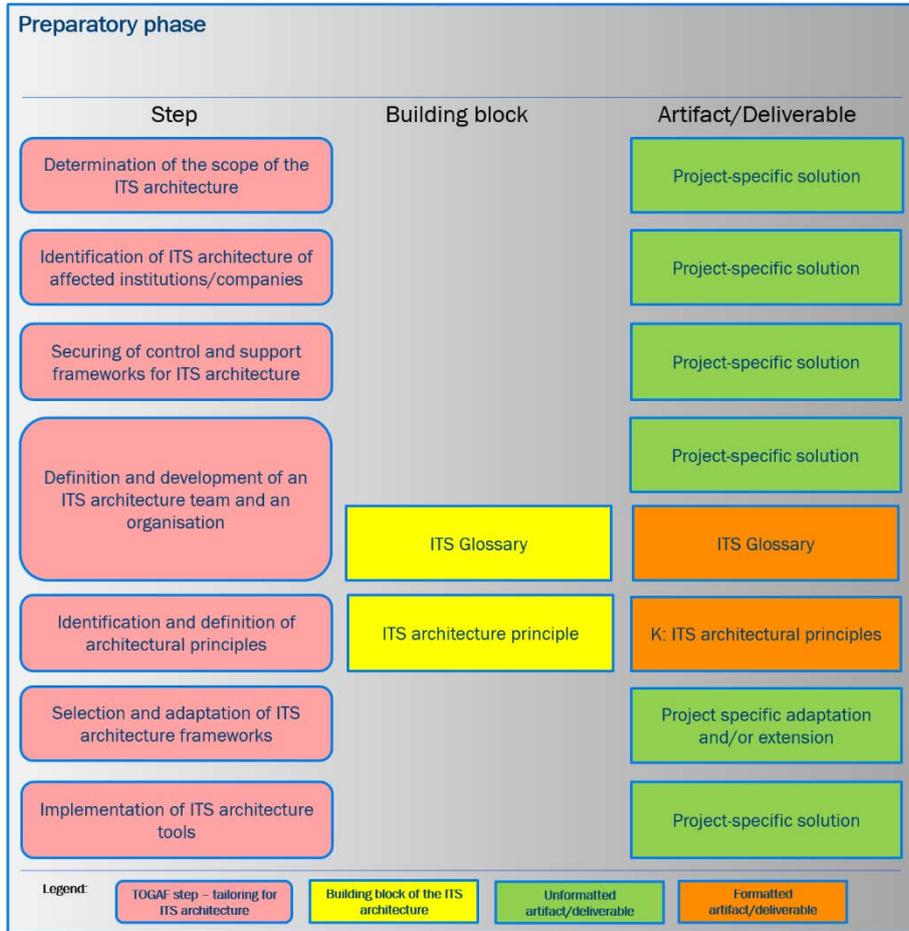


Figure 42 - Preparatory phase

Phase A - Architectural vision				
Step	Building block	Artifact/Deliverable		
Setting up the ITS architecture project	ITS domain ITS service	O: Setting up the ITS architecture project		
Identification of ITS roles with their concerns and business requirements		O: ITS role map		
	IST role	K: ITS castors		
	ITS requirement	K: ITS requirements		
Elaboration of business objectives, business drivers and framework conditions for ITS services	ITS policy	K: ITS policies		
	ITS business goals	K: ITS business objectives		
Development/evaluation of ITS capabilities of ITS roles	ITS capability	K: ITS-Capabilities		
Development of the ITS architectural vision		O: ITS architectural vision		
Definition of the value added and KPIs of the ITS architecture	Value contribution and KPIs of ITS architecture	K: Value added and KPIs of ITS architecture		
Identifying the risks of a business transformation	Risk of ITS architecture	K: Risks of ITS architecture		
Legend:	TOGAF step - tailoring for ITS architecture	Building block of the ITS architecture	Unformatted artifact/deliverable	Formatted artifact/deliverable

Figure 43 - Phase A – ITS architecture vision



Figure 44 - Phase B – ITS business architecture

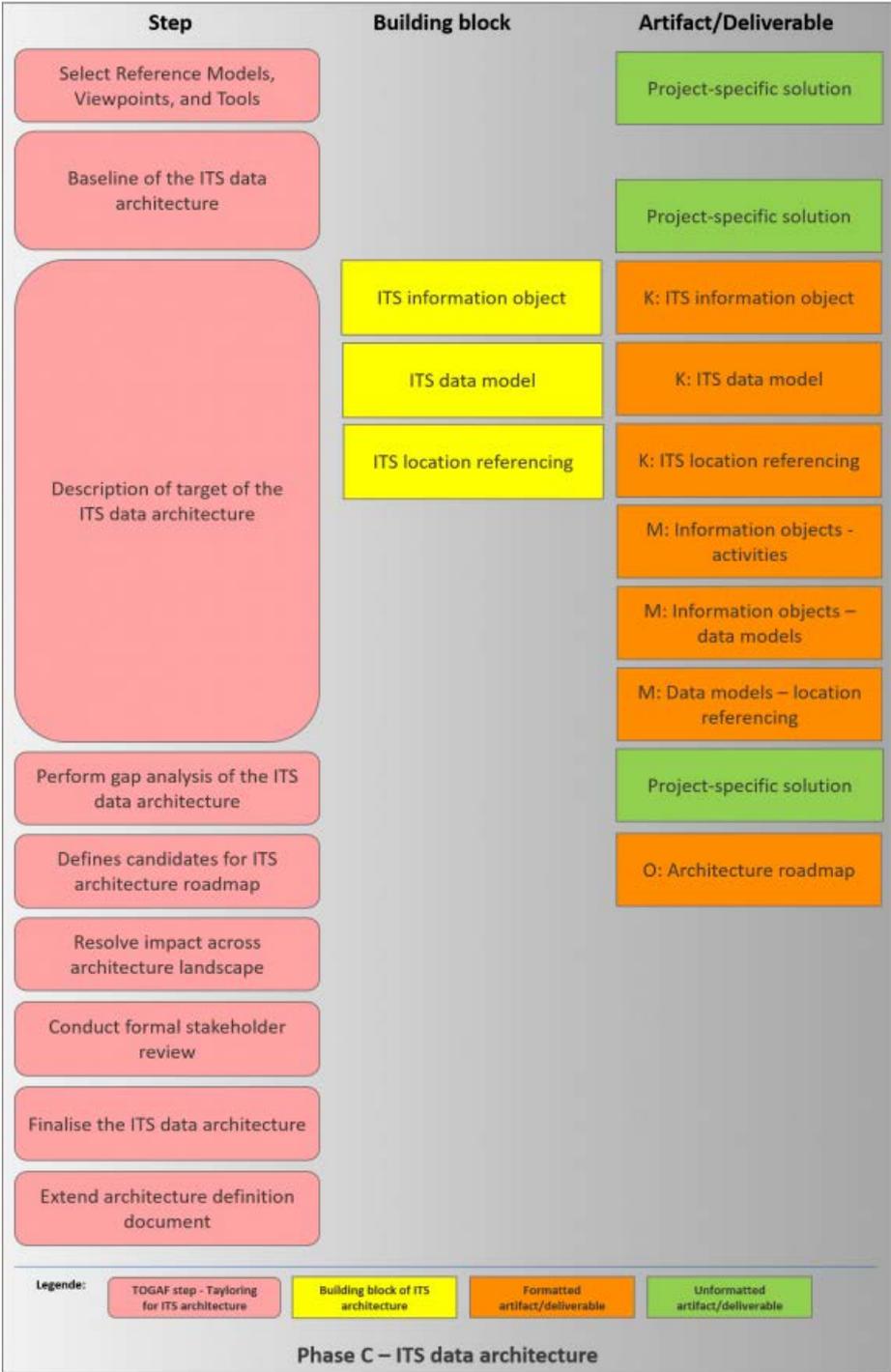


Figure 45 - Phase C.1 – ITS data architecture

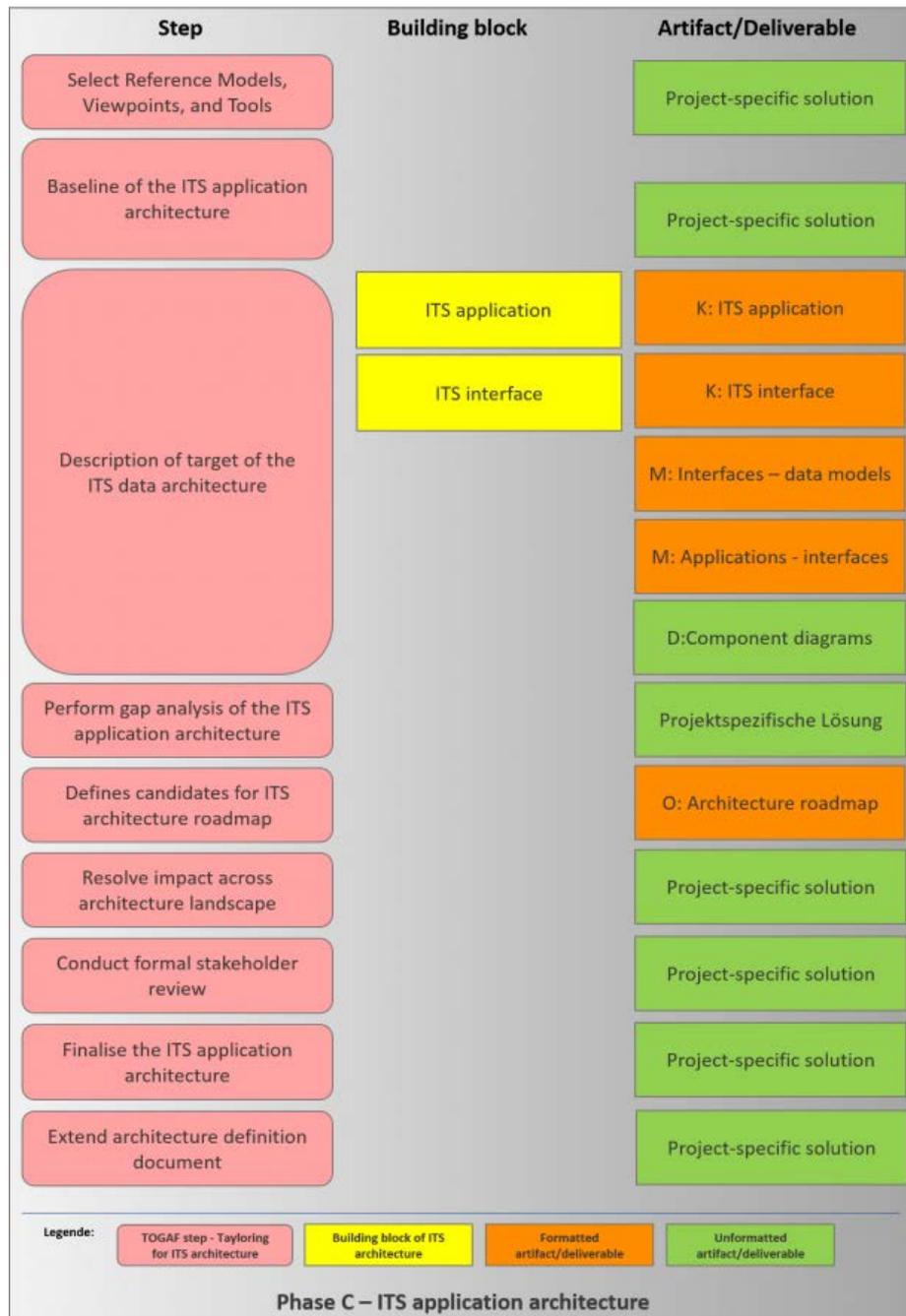


Figure 46 - Phase C.2 – ITS application architecture

4.2 The ITS architecture building blocks of the ITS architecture framework 1.0

4.2.1 Preparation of ITS architecture work

ITS Glossary...

- is an ITS architecture deliverable, which lays the foundation for a common understanding in an ITS architecture project.
- has the two components:
 - ITS architecture building blocks - ITS terms & definitions that are intended to provide an understanding of ITS architecture and which includes the ITS architecture building blocks as an independent result of the ITS architecture framework, and

- general terms from traffic, transport and mobility that do not represent specific ITS architecture semantics.

ITS architecture principle...

- is an ITS architecture deliverable, which establishes binding principles and also guidance for the development of an ITS architecture.
- is part of the architectural planning and can be developed for all ITS architecture domains (levels of the ITS architecture pyramid).

ITS object of consideration

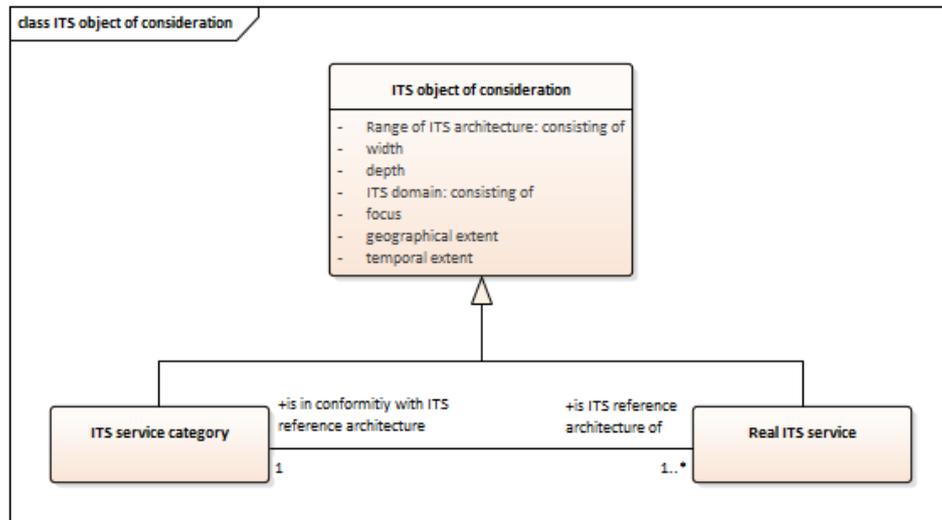


Figure 47 – Model of distinction of the object of architectural consideration

ITS domain...

- is an ITS architecture deliverable that divides the extremely extensive and complex range of applications of ITS services into specific application areas in which specific knowledge on ITS (domain knowledge) is applied. In the case of ITS architecture, architectural knowledge is applied to the ITS object of consideration (see Figure 47).
- is defined at the beginning of an ITS architecture project in order to make the object of observation and the way/focus of observation of the project and its spatial and temporal dimension manageable and to distinguish it from other similar or adjacent objects of observation and ways of observation.

Scope of the ITS architecture...

- determines how far-reaching the actual architecture and the desired architecture are to be described.
- has two dimensions: Width and depth.
- is specifically defined for ITS reference architectures and ITS architectures of real ITS services.

4.2.2 Terms, building blocks and deliverables Phase A - ITS architectural vision

4.2.2.1 ITS service and ITS service category

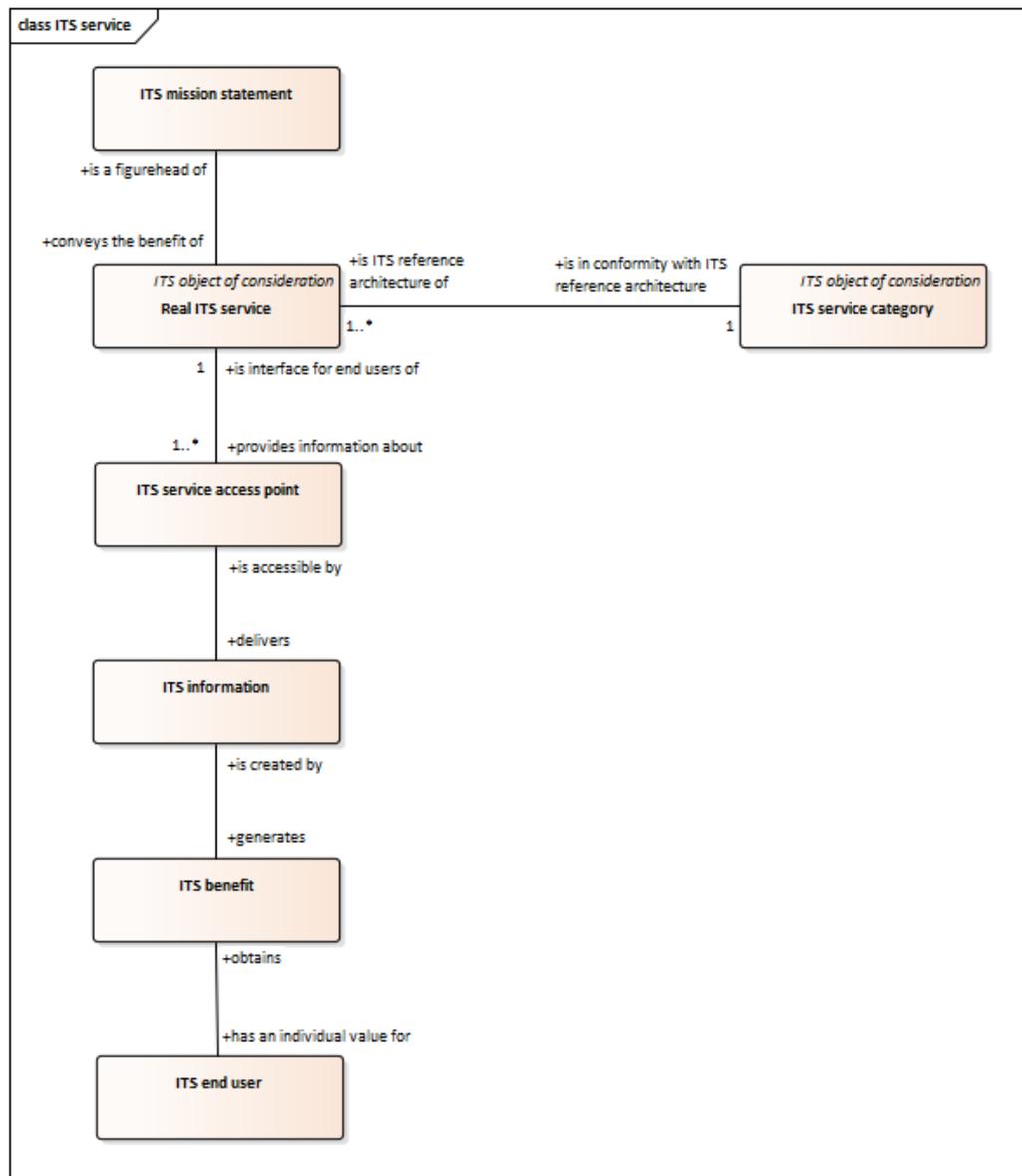


Figure 48 – Model of ITS service category and real ITS service

ITS mission statement...

- is an ITS architecture building block which, as a flagship to the outside world, formulates the desired state ("ideal image") in relation to the ITS object of consideration (ITS service or ITS service category).
- communicates to the outside world and the ITS end user the self-image and basic principles of an organisation/community of interest and the consensus of values and ITS benefits related to the ITS subject matter.

Real ITS service...

- is an ITS architecture deliverable, which identifies a business and value-added performance for ITS end users in the field of transport, transport and mobility by ITS value creation using a combination of people, organisation, processes and technology (ITS costs) to create ITS added value alone or in collaboration with other ITS actors.
- creates an ITS added value, which can consist of the following components:
 - an individual ITS benefit, personalised for individual ITS end users, for which they are prepared - directly or indirectly - to pay (user funding of the ITS service) or
 - a collective ITS effect, i.e. tailored to ITS end user collectives, for which the public authorities, as representatives of politics and society, are prepared to use tax revenues or fees (tax or fee financing of the ITS service) or
 - a mix of both when public and private ITS actors work together to create value.

ITS service category...

- is the subject of the development of ITS reference architectures and thus the identifier for an architectural style reference for ITS services equipped with similar ITS architecture features in terms of ITS architecture and architectural focus.
- transfers and specifies the design levels and design objects predefined by the ITS architecture framework to the design space of a specific ITS service family labeled with an identifier so that they meet common technical conditions (see Figure 48).

ITS benefit...

- arise when ITS end users can access ITS information during application processes via easily accessible ITS service access points (in the simplest case, for example, from a private individual on their smartphone) to make their own ITS decisions safely, reliably, quickly and effectively.

ITS impact...

- occurs when ITS end users access ITS information during application processes via easily accessible ITS service access points (in the simplest case, for example, from a private individual on their smartphone) and orientate their behaviour towards the objectives of ITS service providers.

4.2.2.2 Mechanism of ITS value creation

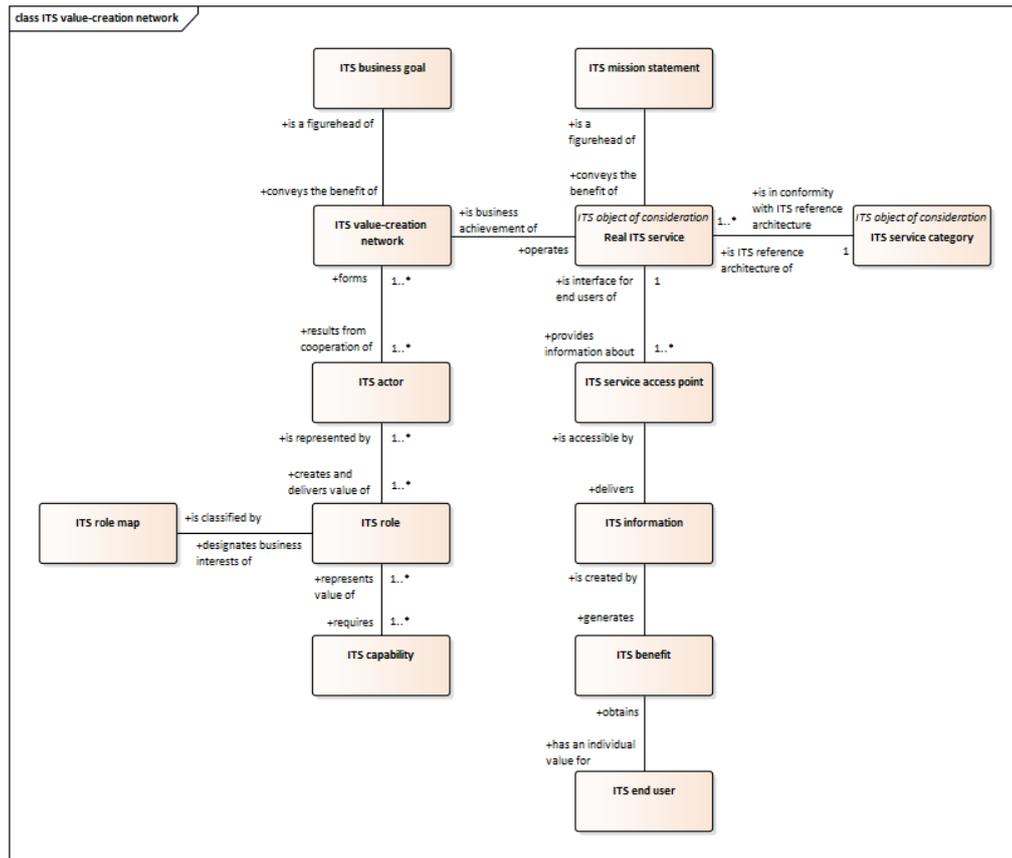


Figure 49 – Model of ITS value-added chain

ITS business objective...

- is an ITS architecture building block, which formulates the economic added value for an institution/company associated with an ITS service as an objective.

ITS value-added chains/ ITS value-added networks...

- result from the cross-organisational networking and cooperation of ITS actors taking on one or more ITS roles with the common objective of offering, implementing and operating an ITS service (see Figure 49).
- must be interpreted as process chains for ITS information logistics, i.e. the organisation, management, provision and optimisation of ITS-relevant information flows, which is the real challenge for ITS actors as part of ITS value-added chains/networks as a central hub for developing and exploiting the potential benefits of ITS.

ITS Actor...

- is part of an ITS value-added chain/network and as such directly involved in the value creation.
- contributes to the added value of ITS benefit by integrating and using its ITS capabilities in its ITS activities as part of the ITS (value-added) business process.
- usually also represents the interests of ITS stakeholders who themselves are not directly involved in the ITS value-added chain/network but who have strong interests attached to them.
- also includes as a term the ITS end user as a specific ITS actor.

ITS end user...

- are normally road users and passengers using ITS services to prepare or carry out a journey or a trip from A to B.
- in the case of C-ITS and automated driving, ITS end user systems, referred to as driver assistance systems, assist road users and passengers in preparing or carrying out a journey or a trip from A to B.
- are also ITS actors who themselves provide or participate in ITS services using the services of other ITS actors to support or improve their own ITS business services.

ITS role map...

- is an ITS architecture deliverable that declares the stereotypes of ITS actors and stakeholders and describes them with their business concerns and ITS roles.
- classifies the importance of ITS actors and stakeholders through their role in the ITS service and ITS category (Power Grid).

ITS role...

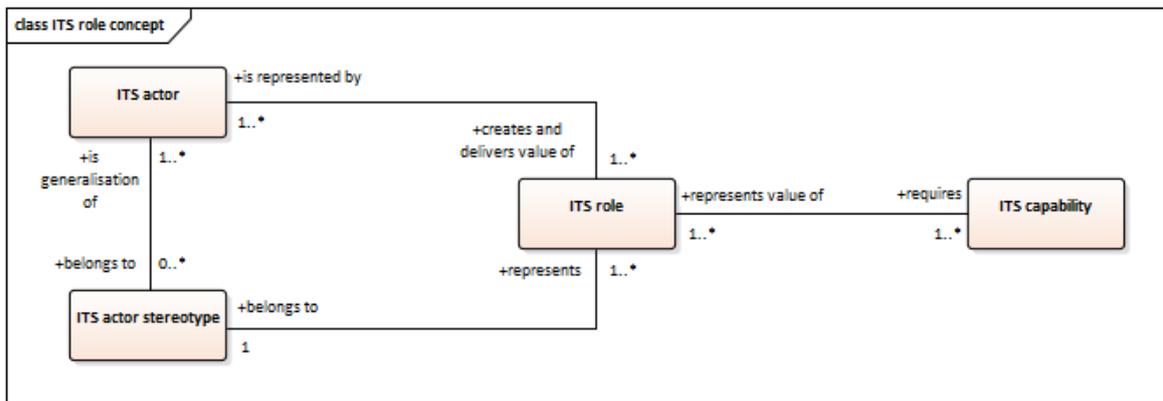


Figure 50 - ITS role concept as UML diagram

- is an ITS architecture building block that describes and semantically describes stereotypes of ITS capabilities, responsibilities and tasks that are typical and necessary for value creation using ITS services.
- is a significant part of ITS value-added chains for ITS information logistics taken by ITS actors and stakeholders, depending on the requirements of the ITS service to be implemented, with a single ITS actor or stakeholders being able to occupy one or more ITS roles.
- operationalises its ITS capabilities, responsibilities and tasks in the form of activities that form the ITS business process of an ITS service with the activities of other ITS roles (see Figure 50).
- is used in ITS reference architectures for stereotypes of ITS actors, in ITS architectures for real ITS services for concrete instances of stereotypes of ITS actors.

ITS capability...

- is an ITS architecture building block representing a capability that an ITS role must provide as part of an ITS process chain (ITS value-added chain/ network) in order to realise the potential benefit of the ITS service at the end.

- is of strategic importance for any company as a business capability because it identifies a characteristic that is absolutely necessary for an institution/company to achieve its strategic goals.

4.2.2.3 Business scenarios for capturing requirements

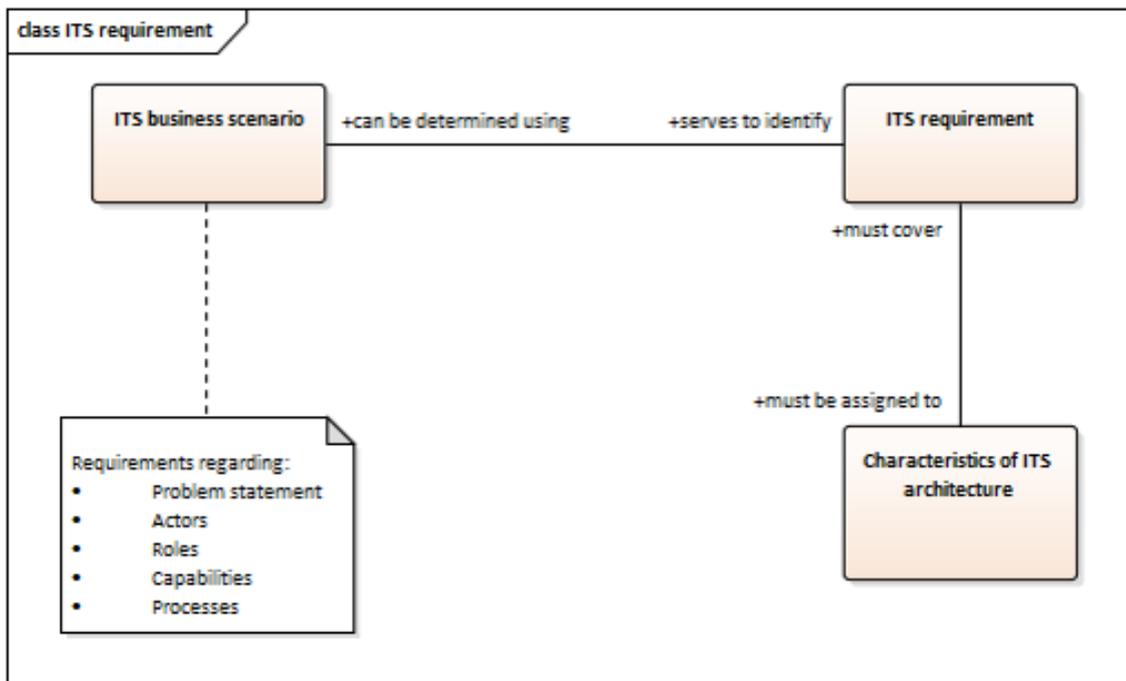


Figure 51 – Model of ITS business scenario

ITS requirements...

- is an ITS architecture building block that expresses a need that must be met with a specific ITS architecture characteristic.
- is identified during all phases of the development of an ITS architecture (requirements management).
- can be determined using the business scenario technique, which is also used to identify and document ITS requirements (see Figure 51).

ITS Business Scenario...

- is an ITS architecture deliverable, which serves to identify ITS requirements, e.g. in relation to stakeholders, ITS roles, ITS actors or the ITS architecture vision.
- describes a major problem and its solution comprehensively, taking into account that the description is from the point of view of the requirements and does not yet specifically address solutions.
- describes a comprehensive end-to-end scenario in phase A, the description of which is deepened in phase B.

4.2.2.4 Objectives, benefits and risks of ITS architecture

ITS architectural vision...

- is an ITS architecture building block used to develop a first high-level version of the ITS architecture for an ITS service category or a specific ITS service.

- typically focuses - at a high level - more on the breadth of requirements and less on their depth (see also Phase A - Architecture Vision, Step 6).

Value contribution and KPI's of ITS architecture...

- is an ITS architecture deliverable with which the benefits of ITS architecture building blocks and deliverables intended for ITS end users, ITS actors and stakeholders can be comprehensively evaluated.
- provides key performance indicators (KPIs for ITS architecture) and measurement techniques to measure and demonstrate the benefits of ITS architecture.

Risk of ITS architecture...

- is an ITS architecture building block which identifies risks before and after the implementation of ITS architecture and evaluates them in terms of probability of occurrence and severity.
- defines the steps for identification and evaluation and identifies possible countermeasures for critical risks (risk management).

4.2.3 Terms, building blocks and deliverables Phase B - ITS business architecture

ITS business architecture...

- ITS business architecture specifies and operationalises the business strategy (objectives and benefits) of an ITS value-added chain/network.
- develops views of the business of an ITS value-added chain/network in terms of structure (ITS role matrix), management and control (ITS governance) and activities of ITS actors (ITS business process) and derives requirements from them.

The ITS role matrix...

- is an architecture deliverable that can be used as a practical tool for developing and visualising the structure of ITS value-added chains and networks.
- was developed in the project „Development of a Public Transport ITS architecture framework in Germany with the integration of European ITS directives with public transport relevance“ (Kieslich et al. 2014) and, in addition to the design of ITS value-added chains and networks, allows the classification of ITS actors via a role.

ITS governance...

- is an architecture deliverable describing and communicating the legal, juridical and contractual basis on which an ITS service is built and how ITS actors can work together.
- conveys requirements as to how an ITS service comes about and what requirements there are for its management and control (governance).

ITS business process...

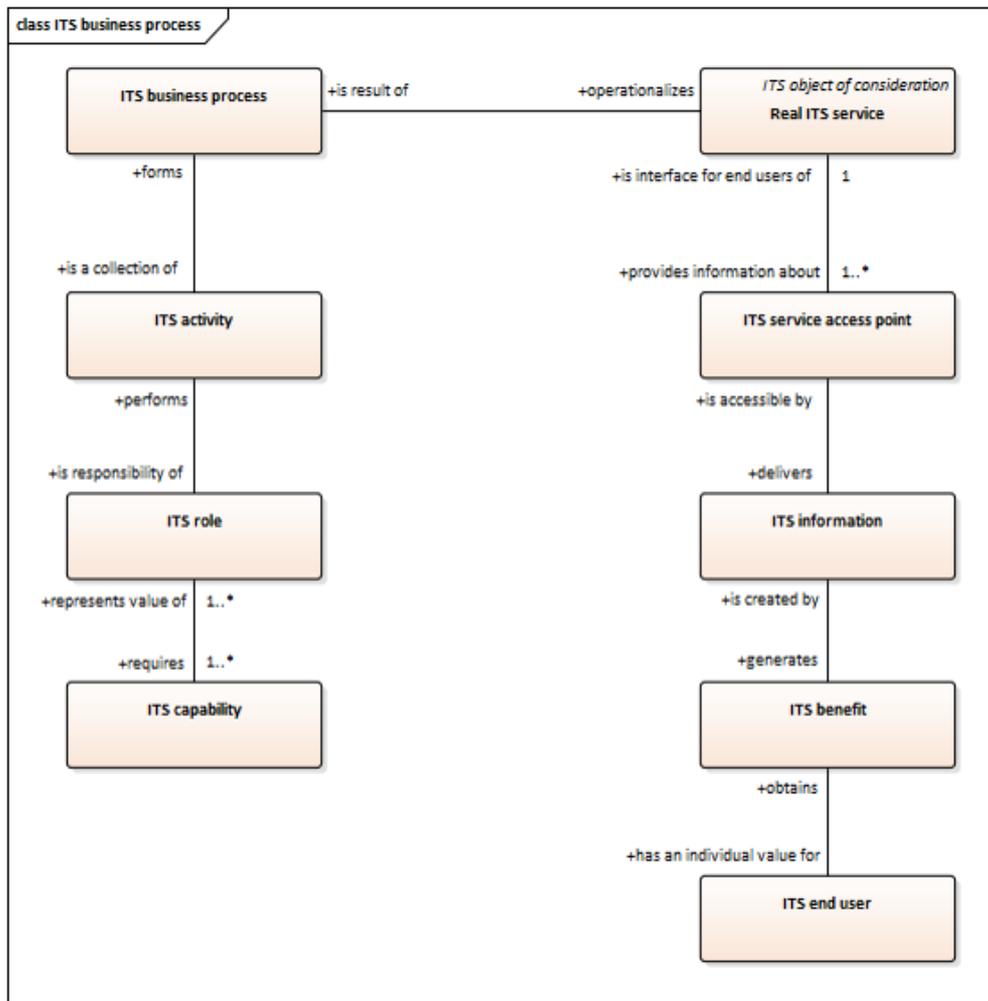


Figure 52 – Model of ITS business process

- is an ITS architecture building block with which (in the different fields of action of a value-added chain/network) the activities of ITS roles are described and linked, which together implement/operationalise an ITS service.
- assigns individual activities to predefined roles representing the ITS capabilities required to perform an activity (see Figure 52).
- uses ITS information objects to exchange information between the activities of the ITS roles and ITS applications (IT services) with interfaces through which ITS roles can access the information objects.

ITS architecture roadmap...

- contains a time schedule for the changes required to achieve the target architecture.
- describes dependencies between the changes.
- will be created successively in the architecture development phases B-D.

4.2.4 Terms, building blocks and deliverables phase C.1 - ITS data architecture

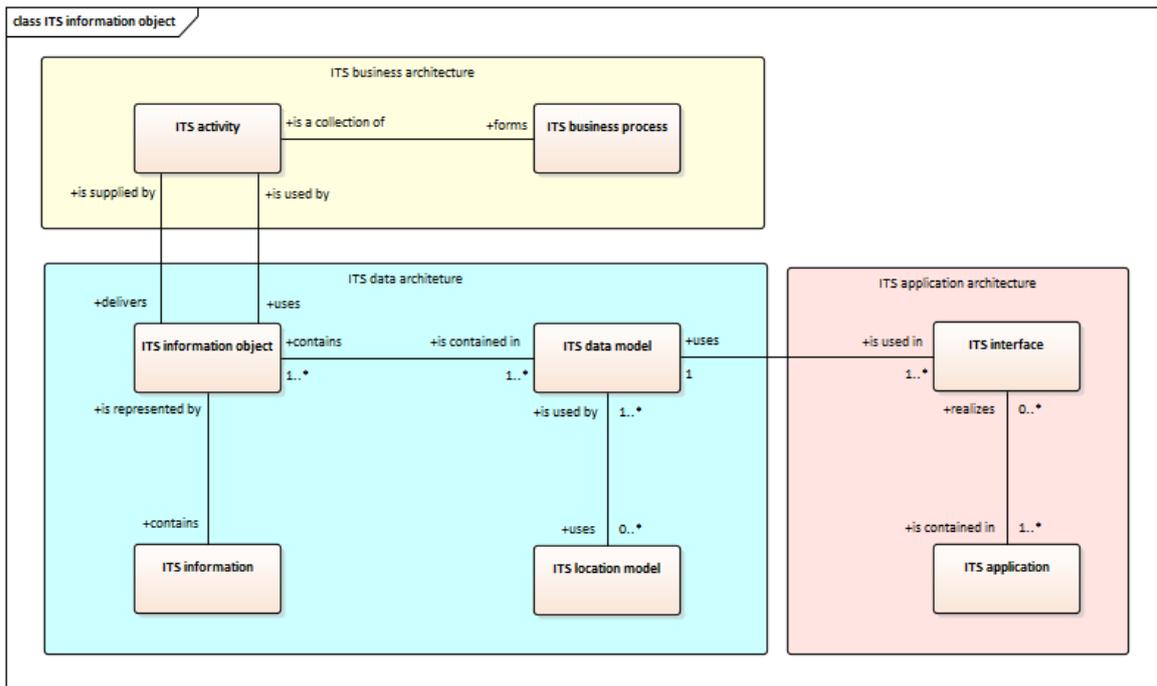


Figure 53 – Model of ITS information object

ITS data architecture...

- describes the information used and generated in ITS business processes.
- contains the architecture building blocks: ITS information object, ITS data model and ITS location referencing.

ITS information object...

- is an ITS architecture building block that describes the semantic meaning of related information.
- is used as input or output in ITS business processes.
- are described and used in ITS data models (see Figure 53).

ITS data model...

- is an ITS architecture building block that contains ITS information objects and uses ITS references to describe locations.
- is being developed in an ITS domain and has grown historically.
- is used in ITS interfaces.

ITS location referencing...

- is an ITS architecture building block used to describe geographic locations.
- is developed in different (not only ITS) domains and is historically grown.
- is used in data models to describe the place where or to which information applies.
- can only be partially and often only with losses converted into other location references.

4.2.5 Terms, building blocks and deliverables phase C.2 - ITS application architecture

ITS application architecture...

- describes ITS applications required to implement ITS services.
- describes ITS interfaces used by ITS applications to exchange information.

ITS application...

- is an ITS architecture building block and consists of a computer program or a system of computer programs with which useful functions can be implemented automatically or computer-assisted.
- can be realized in a service-oriented architecture.
- uses ITS interfaces to communicate with other ITS applications.
- implements technical activities in an ITS business process.
- supports human activities in an ITS business process.

ITS interface...

- is an ITS architecture building block and is used to exchange information between systems.
- corresponds to an interface specification consisting of a protocol and a data model.
- is used and implemented by ITS applications.

5 Further development and maintenance of the ITS architecture framework 1.0

5.1 Problem Definition

The ITS architecture framework is a conceptually adaptable meta-model for the development of ITS reference architectures and ITS architectures of real ITS services. It is adaptable to new user requirements.

In order to maintain planning and legal security in the application and handling of the TOGAF-based process model for the development of ITS architectures and the core aspects of ITS architecture that primarily address the cooperation of ITS actors at the five levels of the ITS architecture pyramid, the ITS architecture framework must be given the status of a standard.

In accordance with the nature of a standard, the definition of what the ITS architecture framework is and how it is adapted or extended must be regulated at a superordinate and neutral level.

The ITS architecture framework must therefore be the object of consideration and action of an open and transparent process that is directly related to institutions that are to have the competence of a standardisation institution. The requirement to make the framework available as an open standard places certain demands on the people involved in this process, with regard to competence and independence. The ITS architecture framework must arouse an interest that motivates people to participate in the process, for the purpose of maintaining and updating the standard and establishing the necessary compliance framework.

Institutions and companies employing such people must want to provide the means to ensure that employees can really participate in this process. In order for the ITS architecture framework to remain an open standard, mechanisms are needed to ensure this.

A certain reference to the procedures of other standardisation bodies seems appropriate here. The aim must be to develop an organisational basic structure, quality management and the link to standardisation. Based on this model, the further development and maintenance process should be institutionalised and instantiated where possible with the participation of all stakeholders involved in the development and operation of ITS and ITS services and of all other stakeholders in the ITS sector (federal, state, industry, consulting firms etc.).

5.2 The process of developing and maintaining the ITS architecture framework

The process model (see Figure 54) is a cycle that can generally be divided into four phases for each version of the framework. After the release of a version of the ITS architecture framework, which from the user's point of view corresponds to a provision of the version, the application is carried out by the users. The user support supports this. Feedback from users is incorporated into the framework. This feedback on the current versions of the ITS architecture framework is of great importance for further development and troubleshooting and often acts as an initial spark for further maintenance of the ITS architecture framework. The versions of the ITS architecture framework developed by ITS architects will be made available to the market in a new (sub-)version.

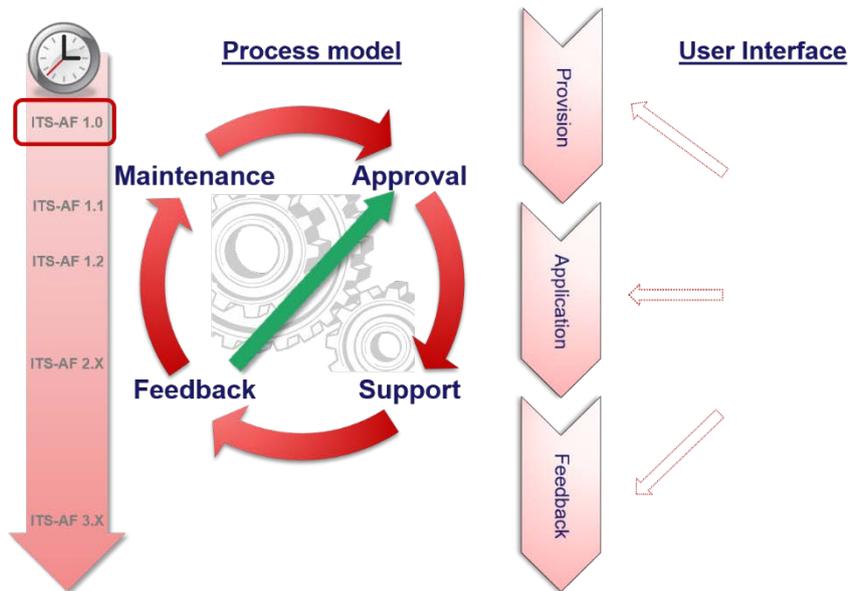


Figure 54 – Process model for the further development of the ITS architecture framework

By documenting the further development and maintenance process (event tracking/issue tracking) and, if necessary, publishing the results of accompanying research projects, users are always informed about the current status and thus actively supported in the implementation. A formal release of the results of the process gives users additional planning security. These measures are intended to promote acceptance of the ITS architecture framework among users and thus create the conditions for their implementation on the market.

Without a certain degree of market acceptance, the development and maintenance process cannot survive. The application creates additional needs for users or reveals gaps and deficiencies in the current version of the ITS architecture framework, which in turn is integrated into further development and maintenance processes through appropriate feedback. Thus, it drives the further development of the framework.

This raises the following fundamental questions regarding the standardization process:

- How does the ITS architecture framework adapt to new requirements?
- How does the ITS architecture framework react to the discovery of errors?

5.3 Tasks of the further development and maintenance processes

The basic tasks of the further development and maintenance process are divided into the following areas:

- Maintenance for the ITS architecture framework
- User support, public relations and
- self-administration of the process.

Work to maintain the ITS architecture framework requires ITS architecture expertise and may only be undertaken by experts (the Federal Highway Research Institute, (non-)university institutions, consultancies, manufacturers and operators of ITS services). They essentially comprise the following sub-areas:

- Maintenance and extension of the basic concepts
- Maintenance and enhancement of the ITS architecture modules

- Maintenance and extension of the TOGAF-based process model
- Possibly others...

Transparent and open procedures must be defined for maintaining the ITS architecture framework. These include, for example, the elimination of identified errors and the further development of the framework on the basis of submitted extension applications, which may be dealt with promptly depending on the severity or according to a defined list of priorities by experts (ITS architecture specialists).

The results of the maintenance process will be incorporated into the ITS architecture framework and be published in the ITS Wiki. In addition to the previous aspects to be associated with maintaining the ITS architecture framework, the following tasks are supportive and should not be underestimated in terms of effort.

User Support

Above all, user support should be mentioned here. It is divided into a number of different services, such as the provision of the ITS architecture framework and further supporting documentation (e.g. ITS reference architectures). The latter can consist of tutorials, guidelines, webinars, etc.

Internet-based forums etc. can be set up and operated as tools or communication platforms for collaboration between developers of the ITS architecture framework and companies who develop their product range in conformity with the ITS architecture framework and use it in their system landscapes. Both tools/platforms require active moderation if they are to be set up as helpdesks as part of problem-oriented support.

The ITS Architecture Framework Portal

A central ITS architecture framework portal is to be set up, through which all information relating to the ITS architecture framework can be accessed. However, it is not only an information centre, but also a tool for the further development and maintenance process.

Not only a lot of information (specifications, extensions, ITS reference implementation etc.) should be available via the portal. It is also necessary to integrate an issue tracker module. This should include a feedback option for users of the ITS architecture framework (error reports, change requests etc.).

Public Relations

In addition to the described tasks of maintaining the ITS architecture framework, active public relations work is required in order to make the results of the architecture work available to a broad circle of users in a timely manner and to provide a suitable "channel" for feedback. Only through sustainably guaranteed communication can the process be kept truly alive. In this respect, the maintenance of the Internet presence including newsletters, the implementation of user forums, workshops etc. as well as the representation at suitable (external) events (e.g. at trade fairs and congresses) will represent important fields of activity

In the project ITS architecture framework, for example, public relations work was started at a very early stage in order to involve interested parties as early as possible. A broad specialist audience was invited to the two workshop events. At the events, the content work and results of the project were presented and the feedback of the expert audience was fed back into the project. The aim of the events was to arouse interest in the project and its results and to bind the professional audience to the pursuit of the development process.

Secretariat

Finally, resources should also be allocated for the management of the development and maintenance process, including the coordination of process flows, administrative support to the bodies in the development and maintenance process, financial management where appropriate, and so on. A secretariat could be set up for these tasks. Measured in terms of the tasks involved, implementing the further development and maintenance process seems to be quite complex and costly. However, it should be borne in mind that the more transparent and open the maintenance process and the broader support can be established (even with few means), the chances of broader acceptance among developers and users of the ITS architecture framework increases.

5.4 Organisation of the development and maintenance process

5.4.1 Overview

To make the development and maintenance process open and transparent for manufacturers and users, a clear organisation with defined rules is required for everyone involved. The organization of the further development and care process is oriented towards already existing successful organizations. Figure 55 provides an overview of the structure of the organisation. It is explained below.

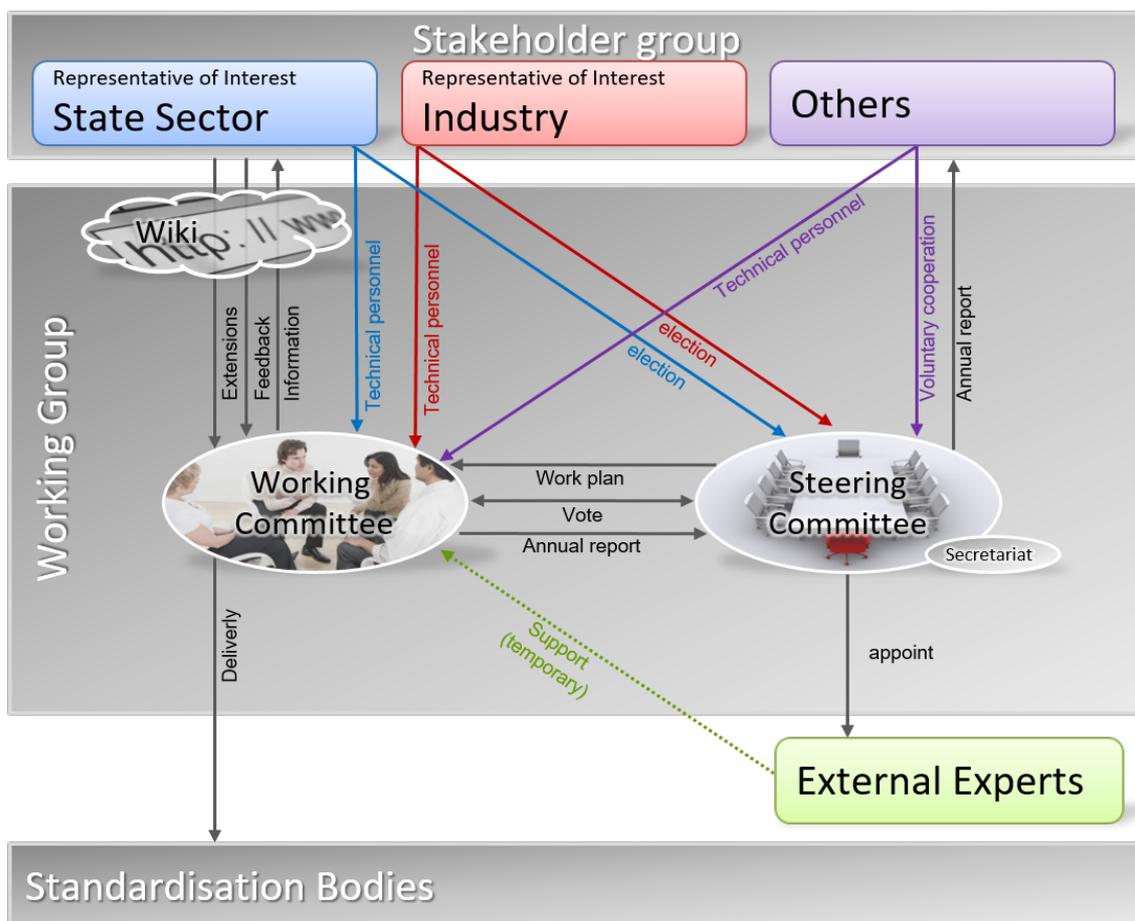


Figure 55 – Organisation of the ITS architecture framework

5.4.2 Bodies of the development and maintenance processes and their function

There are two primary bodies involved in the development and care process, which together form a working group. Each institution has a different role to play, as set out below:

The Steering Committee

The Steering Committee (SC) prepares and controls the work programme. The definition of the work plan and the allocation of appropriate human or financial resources are iterative and cyclical (e.g. annual) (negotiation) processes. The meetings of the SC take place at regular, e.g. semi-annual intervals. It also endeavours to cooperate with other relevant interest groups and carries out public relations work, such as organising workshops or symposia. The general technical tasks are transferred from the SC to the associated working committee.

The SC consists of representatives of the priority interest groups in equal parts, supplemented by other interested parties. The members are elected or mandated from the respective interest groups, which have one vote per member in the SC, as part of the decision-making process. If there are several interest groups on one side, the votes are to be divided proportionately. The cooperation of other interested parties in the SC is voluntary and has an advisory or supportive character. Unlike representatives of the priority interest groups, the other interested parties have no voting rights.

Every year, the SC delivers a report on its work to date within the framework of the development and maintenance process to the interest groups represented. In general, the SC can be supported in its tasks by a secretariat. In this case, the financing must be clarified. However, it should also be checked whether a member of the SC can take on the secretarial function on a voluntary basis.

The Working Committee

The Working Committee (WC) receives its mandate from the SC and in return, for example, reports annually on the progress of its work. Therefore, the head of the WC should attend the meetings of the SC. The WC consists of technical experts sent by the interest groups. If necessary, external technical experts can also be appointed to work for the WC as temporary support. The financing of the experts must be clarified on a case-by-case basis. The task of the WC is to deal with the management and further development of the ITS architecture framework which are to be maintained. This includes user support, editing user feedback (error messages, change requests etc.) via the RAIM portal and managing it.

For this purpose, it is essential to use an issue tracker in which user feedback and tasks are documented and assigned to individual WC personnel. The transparent handling of feedback for users was modelled using the Business Process Modelling Notation (BPMN 2.0). The processes shown there are based on ISO 14817. In addition to the tasks mentioned above, the WC carries out all necessary technical work to support the ongoing work. Benefiting from distributed work on a common database, defined configuration management and communication via an e-mail distribution list, the WC sessions can take place as required and be reduced to a minimum. Of course, an agreement must be reached on how the hosting of the website will be financed.

Decision Making

The Steering Committee (SC) is the decision-making body in the further development and maintenance process. In making its decisions, it is based in principle on the guiding principle of the further development and maintenance process. In order to reach decisions on issues raised in the SC, a vote is held. For each item to be voted on, each participating stakeholder has one vote. The votes

of missing stakeholders and abstentions do not affect the outcome of the vote on a topic, unless the position of the absent stakeholders has been reported to the SC beforehand.

An absent interest representative may inform the SC of his position before the vote. It must be submitted to the Chairman of the SC in writing. The Chairman of the SC shall ensure that this position is taken into account in the vote. Voting can be done in two ways:

- during a meeting of the SC
- by e-mail via the SC email distribution list

The proposals should be formulated in such a way that the following options are possible:

- In-favour
- Against
- Abstention

Absentees and abstentions are not taken into account and therefore have no influence on the result of the vote. To reach the quorum for a valid decision of the SC, however, at least 50% of the available votes must be cast either as in-favour or against (i.e. the majority of the SC participants must have voted for a confirmed position). If a vote is undecided, a new vote is held. If this second vote is also undecided, the proposal is deemed rejected. If extensions of the ITS architecture framework or problem solutions of the WC for consideration of change requests or elimination of reported errors have an effect on backwards compatibility with a previous version, the required majority in the SC is 75%. When the necessary majority has been obtained to extend/modify the ITS architecture framework, the WC will post the information of the adopted changes on the website.

5.5 Financing of the development and maintenance process

Ultimately, the question now arises as to who is/can take over the tasks described above and how this can be financed. If no one were to maintain the ITS architecture framework, it would degenerate. Even if financing of the process were possible and sufficient ITS architecture competence could be ensured, users would have no certainty whether ITS architectures would be implemented in policies and products (possibly due to lack of acceptance).

It must, therefore, be clarified who contributes to the costs of this standardization process or provides resources for the maintenance of the standard, along with the question of the actual beneficiaries. On the one hand, it is the cities and municipalities, federal and state governments that benefit from this process as users. On the other hand, manufacturers also have an interest in driving the development forward and the benefit of being able to assert themselves ahead of the market.

It is recommended that the development and maintenance process be carried out jointly by stakeholders. Financing can be spread over several levels, e.g. by providing voluntary manufacturer resources and financial support from users (e.g. through projects or product purchases). The costs of the process can be further reduced by political support and an opening of the process through the participation of other interested parties (e.g. university and non-university institutions).

The combination of ITS architecture competence of the developers and the practical knowledge of the users brings significant benefits for both sides that have rarely been achieved in this domain; on the one hand, it leads to implementation security, and on the other hand to trust and user acceptance of the object of standardization. Once the latter is achieved, users' motivation and willingness to provide direct feedback in the development and maintenance process (feedback) is maximized.

Compared to the maintenance of DATEX II (international process), which takes about 100 persons weeks per year, the process for the further development and maintenance of the ITS architecture framework (national process) can be estimated at a quarter of this expenditure per year.

5.6 Summary

The following is a summary of the most important aspects of the recommended action:

Every lively standard, including the ITS architecture framework, needs a lively maintenance process. Since this process is not operated by the standardization institutions CEN, DIN or DKE, it must be operated by stakeholders, such as public-sector users, manufacturers and other interested parties, who associate a benefit with it. The process can only deliver satisfactory results for everyone if all stakeholders are actively involved.

The acceptance of the ITS architecture framework is increased if the maintenance process is open and transparent for all stakeholders. In addition, the process needs equal conditions to balance all interests. On the one hand, this means an even ratio of votes in the decisive body (in this case the steering committee). On the other hand, the costs of the process must be borne by the stakeholders, who also have a benefit - the benefit must of course substantially exceed the costs.

There are many aspects of financing the process that need to be examined:

- provision of human resources
- financing through the sale of products
- financing through (funded) projects
- financial support from politics

The last aspect is of great importance. If the standards maintained in the further development and maintenance process have an overriding benefit, the supporters of overriding interests are also potential (financial) supporters - especially the BMVI and DG MOVE (ITS Architecture Germany, implementation of the EU ITS Directive, implementation of the Urban Mobility Action Plan). In general, the establishment and financing of the development and maintenance process seems to be difficult at first but is feasible when all variables are reviewed.

6 Conclusion and outlook

At the end of this project, an architecture framework for Intelligent Transport Systems version 1.0 was developed. This has already been applied to three domains by creating reference architectures.

It has been possible to cover the upper levels of the ITS architecture pyramid, which is the main innovation in the project. This will create the basis for interoperability at all levels and thus provide an important basis for stable, innovative and sustainable ITS services.

At the same time, not all aspects could be finally covered, which is why a further study of the topic is necessary. As presented in the maintenance concept, the ITS framework architecture is to be further developed in order to adapt it to new developments. For example, TOGAF is providing new impetus or there are new developments in the field of mobility (including autonomous driving) which must be taken into account.

In the future, the benefits and added value of the approach should be verified in real ITS projects. Further ITS domains with further reference architectures can also be addressed.

Mutual exchange at the EU level is of great importance, as Germany is not isolated, but politically motivated by Europe-wide solutions. Efforts at national and European level can benefit from each other in order to achieve the best possible results for all stakeholders with combined resources.

7 Bibliography

CEN/TC 278 ITS Standardization, PT 1701 (2016): Technical Report Intelligent Transport Systems. Standards and actions necessary to enable urban infrastructure coordination to support Urban-ITS. Online verfügbar unter <https://www.urbanits.eu/publicdocuments>, zuletzt geprüft am 31.05.2018

CONVERGE. Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes. Online verfügbar unter <http://www.converge-online.de/?id=000000&spid=de>, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH (2013): Gesetz über Intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr und deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern. Intelligente Verkehrssysteme Gesetz - IVSG. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/ivsg/IVSG.pdf>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

European Commission. Mobility and Transport: DATEX II. Online verfügbar unter <http://www.datex2.eu/>, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

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 38500 (2008): Corporate governance of information technology. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/ru/standard/51639.html>, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

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

Luhmann, Niklas (2002): Einführung in die Systemtheorie. Heidelberg. Online verfügbar unter <https://www.amazon.de/Einf%C3%BChrung-die-Systemtheorie-Dirk-Baecker/dp/3896702920>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

OMG (2015): Business Motivation Model. V1.3 (formal/2015-05-20). Online verfügbar unter <http://www.omg.org/spec/BMM/1.3/>, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Pohl, Klaus; Rupp, Chris (2015): Basiswissen Requirements Engineering: Aus- und Weiterbildung nach IREB-Standard zum Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level. 4. Aufl. Online verfügbar unter <https://www.amazon.de/Basiswissen-Requirements-Engineering-Weiterbildung-IREB-Standard/dp/3864902835>, zuletzt geprüft am 19.10.2017.

Rittershaus, Lutz; Aicher, Peter; Albrecht, Hanfried u.a. (2012): Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik. Hg. v. FGSV. FGSV. Köln (Nr. 305). Online verfügbar unter <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1141880>, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Schmid, Daniel (2013): ARCHITEKTURMANAGEMENT MIT TOGAF. Online verfügbar unter <http://blog.itil.org/2013/01/allgemein/architekturmanagement-mit-togaf/>, zuletzt geprüft am 14.11.2017.

Schneider, Dieter (1995): Betriebswirtschaftslehre. Grundlagen. 2. Aufl. (1). Online verfügbar unter <https://www.amazon.de/Betriebswirtschaftslehre-Bd-1-Grundlagen-Dieter-Schneider/dp/3486234234>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Schulz, W. H.; Mainka, M.; Joisten, N. (2013): Entwicklung eines Konzeptes für institutionelle Rollenmodelle als Beitrag zur Einführung kooperativer Systeme im Straßenverkehr. Bergisch Gladbach.

Schulz, Wolfgang H. (2005): Application of System Dynamics to Empirical Industrial Organization – The Effects of the New Toll System. In: *Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften/Review of Economics* 56, S. 205–227.

Schulz, Wolfgang H.; Wieker, Hors (2016): Co-operative Intelligent Transport Systems: Neue Marktchancen durch den Systemverbund aus Automobil- und Telekommunikationsindustrie. In: *Future Telco III, Powerplay für Telekommunikationsunternehmen*, S. 138–147. Online verfügbar unter http://www.detecon.com/sites/default/files/detecon_buch_future_telco_iii_d_07_2016_0.pdf, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Status und Rahmenbedingungen für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland. Bericht gemäß Artikel 17(1) der Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Juli 2010 zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern (2010). Deutschland. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/doc/2011_its_initial_report_germany.pdf, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

The Open Group: TOGAF® Version 9.1. Online verfügbar unter <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

The Open Group: TOGAF® Version 9.1. Preliminary Phase. Online verfügbar unter http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/chap06.html#tag_06_04_04, zuletzt geprüft am 14.11.2017.

TISA (2012): Terms and Definitions for the Traffic and Travel Information Value Chain. Online verfügbar unter <http://www.tisa.org/assets/Uploads/Public/EO12013TISADefinition-ITS-value-chain20121018.pdf>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

TOGAF-Login. The Open Group. Online verfügbar unter <https://www2.opengroup.org/ogsys/common/createIndividual.html?popup=true/>, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Wikipedia Artikel (2013): Platform-specific model. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/Platform-specific_model, zuletzt aktualisiert am 28.04.2013, zuletzt geprüft am 26.10.2017.

Wikipedia Artikel (2016a): Komponentendiagramm. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Komponentendiagramm>, zuletzt aktualisiert am 26.05.2016, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2016b): OMG Business Architecture Special Interest Group. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/OMG_Business_Architecture_Special_Interest_Group, zuletzt aktualisiert am 15.09.2016, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2016c): Operational Level Agreement. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Operational_Level_Agreement, zuletzt aktualisiert am 23.12.2016, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

Wikipedia Artikel (2017a): XML Metadata Interchange. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/XML_Metadata_Interchange, zuletzt aktualisiert am 20.01.2017, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2017b): Platform-independent model. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/Platform-independent_model, zuletzt aktualisiert am 24.04.2017, zuletzt geprüft am 26.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017c): Geschäftsmodell. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Gesch%C3%A4ftsmodell>, zuletzt aktualisiert am 22.05.2017, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017d): Serviceorientierte Architektur. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Serviceorientierte_Architektur, zuletzt aktualisiert am 26.07.2017, zuletzt geprüft am 02.11.2017.

Wikipedia Artikel (2017e): TOGAF. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/TOGAF>, zuletzt aktualisiert am 27.07.2017, zuletzt geprüft am 18.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017f): Unified Modeling Language. Online verfügbar unter https://de.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language, zuletzt aktualisiert am 18.10.2017, zuletzt geprüft am 26.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017g): Business Motivation Model. Online verfügbar unter https://en.wikipedia.org/wiki/Business_Motivation_Model, zuletzt aktualisiert am 21.10.2017, zuletzt geprüft am 24.10.2017.

Wikipedia Artikel (2017h): Governance. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Governance>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2017, zuletzt geprüft am 08.11.2017.

8 List of Tables

Table 1: Examples of concept instantiation	11
Table 2 – Examples of institutionalised roles with institutionalised behaviour	20
Table 3: Examples of ITS role descriptions of ITS actor stereotypes using the ITS Role Map template	29
Table 4: An example of the description of an ITS actor with a concrete ITS role using the ITS role template	31
Table 5 - Examples of ITS visions for different ITS target areas.....	34
Table 6 - Examples of qualitative and quantitative ITS goals	35
Table 7 - Examples of ITS options for action	37
Table 8 - Examples of ITS course of action	38
Table 9 - Example of ITS directives	40
Table 10 - An example of the "ITS content provider" segment of the ITS value-added chain for trans-responsibility traffic management.....	43
Table 11: The TOGAF-ADM step model	67
Table 12: Tailoring of the TOGAF phase and step model.....	71

9 List of Figures

Figure 1 - The ITS architecture pyramid consists of 5 layers (levels).....	8
Figure 2 - Instances of ITS architecture.....	9
Figure 3 - Implementation of ITS architecture.....	10
Figure 4 - Going Meta.....	10
Figure 5 - Architecture domains of TOGAF.....	12
Figure 6 - Illustration of the TOGAF architecture domains on the levels of the ITS architecture pyramid.....	13
Figure 7 - Model of ITS architecture and levels of ITS architecture.....	14
Figure 8 - Model of the connection of ITS and TOGAF architecture principles.....	16
Figure 9 - Added value through cooperation and networking.....	17
Figure 10 - Basic understanding of an ITS value-added network (see Kieslich et al. 2014).....	18
Figure 11 - Common ITS mission statement as a basis for ITS actors' cooperation.....	19
Figure 12 - TISA-Traffic and Travel Information Value Chain Model (see TISA 2012).....	19
Figure 13 - Institutional role-model approach.....	21
Figure 14 - Power grid for stakeholder analysis (see The Open Group).....	22
Figure 15 - Sovereign view of roles.....	23
Figure 16 – Economic view of roles.....	24
Figure 17 – Technical view of roles.....	25
Figure 18 - Requirement Template (Version 00-00-01).....	31
Figure 19 - Requirements template (see Pohl and Rupp 2015).....	32
Figure 20 - Overview of BMM - Business Motivation Models (see OMG 2015).....	32
Figure 21 – Components of BMM - Business Motivation Models (see OMG 2015).....	33
Figure 22 - Ends concept of the Business Motivation Model (see OMG 2015).....	33
Figure 23 - Overview of the Means concept of the Business Motivation Model.....	36
Figure 24 – Capability dimensions (see The Open Group).....	41
Figure 25 – ITS value-added chain for a traffic management service (CEN/TC 278 ITS Standardization, PT 1701 (2016)).....	41
Figure 26 - Interoperability between layers of the ITS architecture pyramid.....	43
Figure 27 – Interoperability as a requirement.....	45
Figure 28 - Typical representation of ITS value-added chains (see Kieslich et al. 2014).....	48
Figure 29 - Architectural elements of the characteristic value chain (see Kieslich et al. 2014).....	49
Figure 30 - COBIT 5 process reference model. Separation and integration of the core areas (see ISACA).....	52
Figure 31 - Example: Definition of responsibilities governance.....	55
Figure 32 - Model of ITS value-added chain and ITS value-added network.....	57
Figure 33 – Core and support processes.....	58
Figure 34 - Example of an ITS business process.....	60
Figure 35 – Data architecture.....	60
Figure 36 – Application architecture.....	63
Figure 37 - TOGAF ADM.....	66
Figure 38 – Architecture deliverables (see The Open Group).....	68
Figure 39 - TOGAF building blocks (see The Open Group).....	68
Figure 40 - Possible artefacts for describing an architecture according to TOGAF.....	69
Figure 41 - TOGAF-ADM and focus of the ITS architecture framework (see The Open Group).....	71
Figure 42 - Preparatory phase.....	72
Figure 43 - Phase A – ITS architecture vision.....	73
Figure 44 - Phase B – ITS business architecture.....	74

Figure 45 - Phase C.1 – ITS data architecture	75
Figure 46 - Phase C.2 – ITS application architecture.....	76
Figure 47 – Model of distinction of the object of architectural consideration	77
Figure 48 – Model of ITS service category and real ITS service.....	78
Figure 49 – Model of ITS value-added chain	80
Figure 50 - ITS role concept as UML diagram	81
Figure 51 – Model of ITS business scenario	82
Figure 52 – Model of ITS business process.....	84
Figure 53 – Model of ITS information object.....	85
Figure 54 – Process model for the further development of the ITS architecture framework	88
Figure 55 – Organisation of the ITS architecture framework.....	90