



## RAIM – Rahmenwerk für Architekturen Intelligenter Mobilitätsdienste

### Metamodelle und Architekturprinzipien



### 1. INTELLIGENTER MOBILITÄTSDIENST - DEFINITION

- verstehen sich als intelligente Anwendungen im Bereich von Transport, Verkehr und Mobilität, die vom IVS-End-Nutzer als Intelligenter Mobilitätsdienst (engl. ITS service) genutzt werden können.
- betreiben IVS-Wertschöpfung, indem sie 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 Verkehrs-Systeme (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 IVS-Gesetz).
- 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.

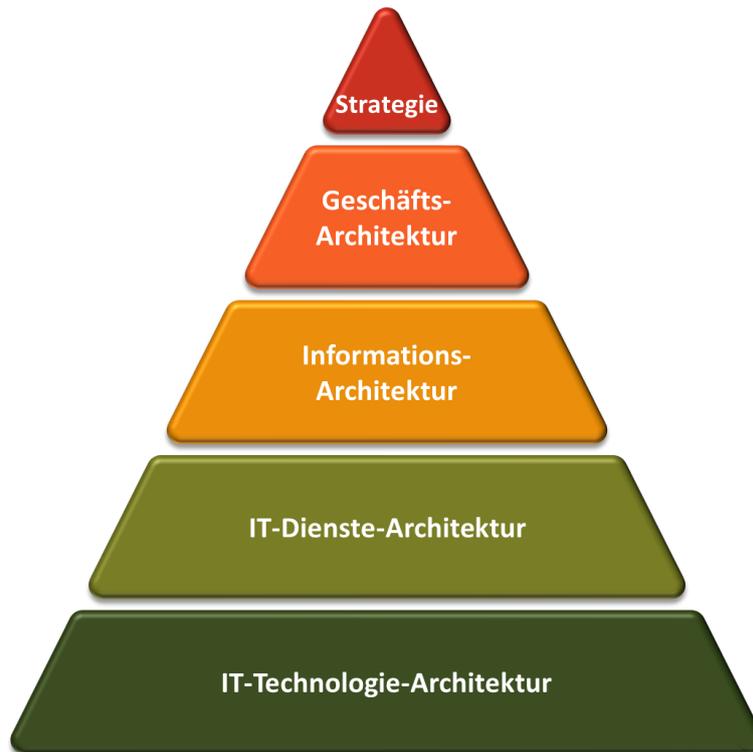
### 2. RAIM-ARCHITEKTUR - ARCHITEKTUR INTELLIGENTER MOBILITÄTSDIENSTE

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

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

### 3. DIE RAIM-ARCHITEKTUR-PYRAMIDE

Als geeignetes Metamodell und methodisches Hilfsmittel zur überschaubaren und nachvollziehbaren Darstellung und Beschreibung von Intelligenen Mobilitätsdiensten wird dem IVS-Architekten vom Arbeitskreis "ITS Systemarchitekturen" der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) die beschriebene und begründete „IVS-Pyramide“ vorgeschlagen (siehe [Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrs-Systeme \(IVS\) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik, FGSV-Nr. 305](#)).



*Die RAIM-Architektur-Pyramide mit 5 Ebenen*

## Die RAIM-Architektur-Pyramide

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

Die RAIM-Architektur-Pyramide enthält folgende Schichten:

### **Leitbild-/Strategie-Ebene** beschreibt...

- die Ziele von IVS bzw. Intelligenten Mobilitätsdiensten (Schaffung von Mehrwert) in Form eines Leitbildes,
- wie, d.h. auf welche Art und Weise die IVS-Ziele erreicht werden sollen (Strategie).

### **Geschäfts-Architektur-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,
- wie über die Zusammenarbeit/Beziehung zwischen den IVS-Rollen der IVS-Mehrwert/IVS-Nutzen generiert und über IVS-Geschäftsprozesse operationalisiert wird.

### **Informations-Architektur-Ebene** beschreibt und identifiziert...

- welche IVS-Informationen zur IVS-Mehrwertbildung beitragen und
- wie diese strukturiert sind.



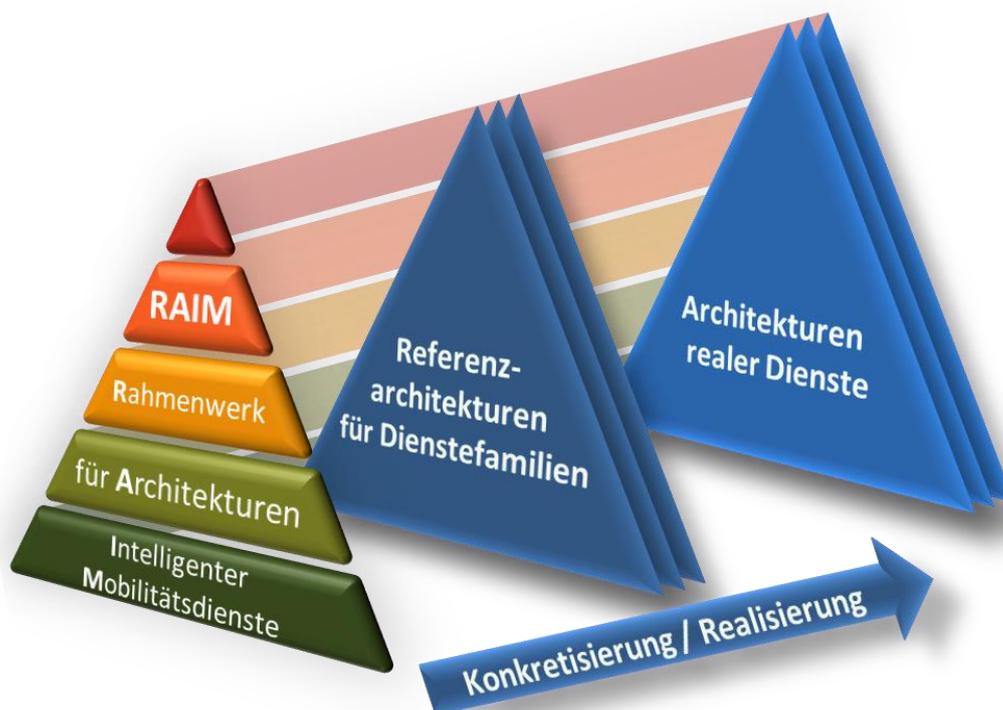
**IT-Dienste-Architektur- Ebene und IT-Technologie-Architektur-Ebene** beschreiben...

- wie die IVS-Informationen generierbar sind und
- wie/wo sie bereitgestellt werden.

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

#### 4. INSTANZEN VON RAIM-ARCHITEKTUR

In den [Hinweisen zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrs-Systeme \(IVS\) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik, FGSV-Nr. 305](#) werden drei Instanz-Ebenen von RAIM-Architekturen unterschieden.



*Instanz-Ebenen von RAIM-Architektur*

#### **Das Rahmenwerk RAIM...**

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



von Intelligenten Mobilitätsdiensten vorgehen soll.

## Eine Referenzarchitektur...

- konkretisiert die von der RAIM vorgegebenen Konzepte für eine Intelligente Mobilitätsdienstekategorie (Intelligente Mobilitätsdienstefamilie) für den Gestaltungsraum einer spezifischen IVS-Domäne.

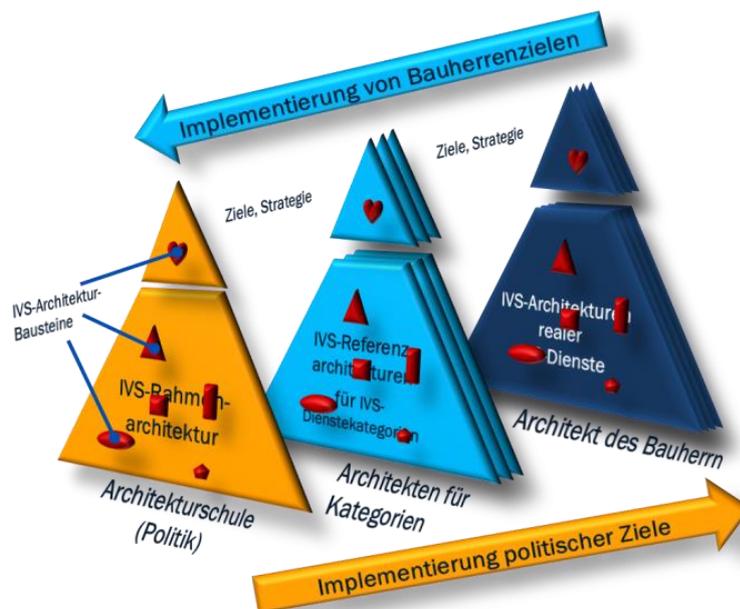
## Die Architektur realer Intelligente Mobilitätsdienste...

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

Die Zahl der Referenzarchitekturen ist vom Grunde her nicht begrenzt. Im vorliegenden Projektverbund der Lose 1- 4 ist mit den Losen 2 bis 4 die Entwicklung von Referenzarchitekturen für drei Intelligente Mobilitätsdienstekategorien umgesetzt, und zwar:

- Los 2: Durchgängige Verkehrsinformation Individualverkehr
- Los 3: Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement
- Los 4: Multimodale Reiseinformationen

## 5. RAIM-ARCHITEKTURMERKMALE ZUR IMPLEMENTIERUNG VON RAIM-ARCHITEKTUR



*Implementierung von RAIM-Architektur*

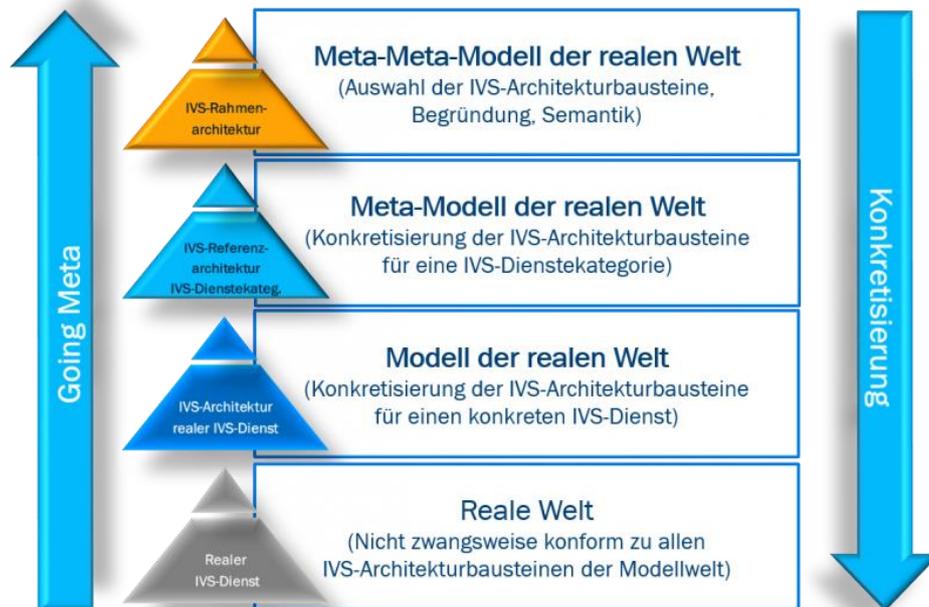
Für die Implementierung von RAIM-Architektur bedarf es der Entwicklung von RAIM-Architekturkonzepten, die über RAIM-Architekturmerkmale und deren Semantik formuliert werden und die durchgehend den Charakter und das Wesen von Intelligenten Mobilitätsdiensten bestimmen sollen. Die Gesamtheit der RAIM-Architekturkonzepte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

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



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

## 6. KONZEPTINSTANZIIERUNG ZUR KONKRETISIERUNG VON RAIM-ARCHITEKTUR



### Going Meta

Die Methodik der Konzeptinstanziierung, das heißt der Übertragung und Abbildung von RAIM-Architekturkonzepten mit ihrer Semantik (siehe auch Modelle - Grundlage für Nachvollziehbarkeit), ausgehend von der RAIM über die Referenzarchitekturen bis hin zu Architekturen realer Intelligenter Mobilitätsdienste soll nebenstehendes Bild verdeutlichen:

- mit der RAIM (Meta-Meta-Modell der realen Welt) werden die für die RAIM-Architektur von Intelligenen Mobilitätsdiensten notwendigen Architekturkonzepte über den Vorschlag diesbezüglicher RAIM-Architekturmerkmale strukturiert, semantisch beschrieben und letztendlich begründet.
- mit Referenzarchitekturen (Meta-Modelle der realen Welt) werden die Architekturkonzepte der RAIM für eine Intelligente Mobilitätsdienstkategorie konkretisiert.
- mit Architekturen realer Intelligente Mobilitätsdienste (Modelle der realen Welt) werden die bereits für eine Intelligente Mobilitätsdienstkategorie konkretisierten Architekturkonzepte der RAIM für einen realen Intelligente Mobilitätsdienst weiter konkretisiert und angewendet.



Beispiele für Konzeptinstanziierung sind:

Baustein RAIM	Verwendung für die Referenzarchitektur	Verwendung für die Architektur realer Intelligenter Mobilitätsdienste
Intelligenter Mobilitätsdienst als Konzept (Prinzip der IVS-Wertschöpfungskette/des IVS-Wertschöpfungsnetzwerks)	Stereotype von Intelligenen Mobilitätsdiensten (Verkehrsinformation Individualverkehr, Zuständigkeitsübergreifendes Verkehrsmanagement und Multimodale Verkehrsinformation)	Realer Intelligenter Mobilitätsdienst (Google Maps, Alternativroutensteuerung Dmotion, Reiseauskunft der Deutschen Bahn ...)
IVS-Rolle als Konzept (als Aufbauelement von IVS-Wertschöpfungsketten und -netzwerken)	Stereotype von IVS-Akteuren (Navigationsdienstleister, 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, Staubilanz, CO2 und NOX-Emissionen)

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

## 7. QUALITÄT VON RAIM-ARCHITEKTUR

### Gibt es eine „gute“ RAIM-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 Intelligente Mobilitätsdienst-Gestaltung nutzen, damit die aktuell zu realisierenden Dienstmerkmale einem der Hauptziele von RAIM-Architektur, soweit für ihn erkennbar, zukünftigen Integrations- oder Erweiterungsmöglichkeiten nicht im Wege stehen.

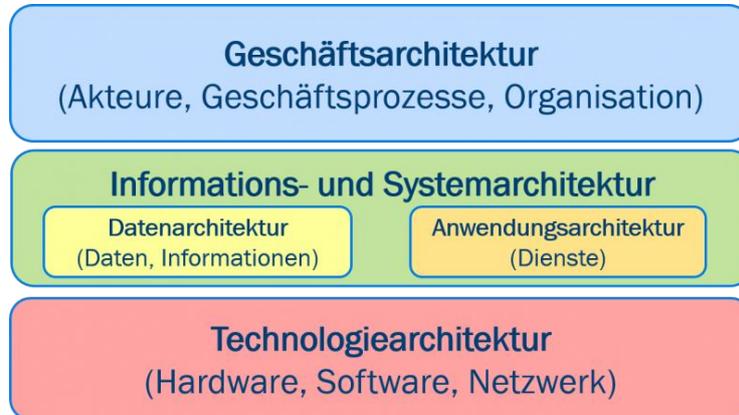
Eine IVS-Referenzarchitektur oder die RAIM-Architektur eines realen Intelligenen Mobilitätsdienstes sind dann eine „gute“ Architektur, wenn sie die Merkmale der RAIM konzeptgetreu in die Architektur einer Intelligenen Mobilitätsdienstekategorie oder eines realen Intelligenen Mobilitätsdienstes übertragen.

Es sollte jedoch beachtet werden, dass „gut“ ein Ideal ist. Das heißt, dass RAIM 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.



## 8. VERBINDUNG VON TOGAF KONZEPTEN MIT VORSTELLUNGEN VON RAIM-ARCHITEKTUR

### 8.1 Architekturdomänen von TOGAF



*Architekturdomänen von TOGAF*

Um die Diskussion um Begriffe und ihre Semantik im Projekt „IVS-Architektur Straße für Deutschland“ von Anfang an objektiver und effektiver zu gestalten und auf die übergeordnete Zielsetzung der konsensualen Schaffung einer RAIM und von drei IVS-Referenzarchitekturen auszurichten, bietet die [Standardisierungsinitiative TOGAF](#) das Metamodell der in Schichten angeordneten TOGAF-Architekturdomänen mit dem Ziel an, unter dem Schlagwort Unternehmensarchitektur das komplexe Verhalten von Unternehmen auf der Grundlage vereinbarter (standardisierter) Grundkonzepte (sogenannte Basisarchitekturen) zukünftig gleichartig beschreiben zu können.

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

#### **Wichtiger Hinweis:**

Um Genaueres über TOGAF und die einzelnen Schritte der TOGAF ADM zu erfahren, muss ein Account auf der Website der "The Open Group" angelegt werden. Hierzu kann folgender Link genutzt werden: [TOGAF-Login](#)

### 8.2 TOGAF-Architekturdomänen und die Ebenen der RAIM-Pyramide

TOGAF ist ein umfangreiches Modell und beinhaltet sehr mächtige Konzepte. Insofern besteht eine besondere Fragestellung für die Entwicklung der RAIM darin, die für RAIM-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 RAIM-Architektur zu eigen machen (Theorie trifft auf Praxis).

Vor diesem Hintergrund besteht die methodische Herausforderung der Verwendung von TOGAF darin:

- die mit den dargestellten TOGAF-Architekturdomänen verbundenen TOGAF Konzepte, also dessen, worum es strukturell und semantisch bei TOGAF wirklich geht, auf RAIM-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).

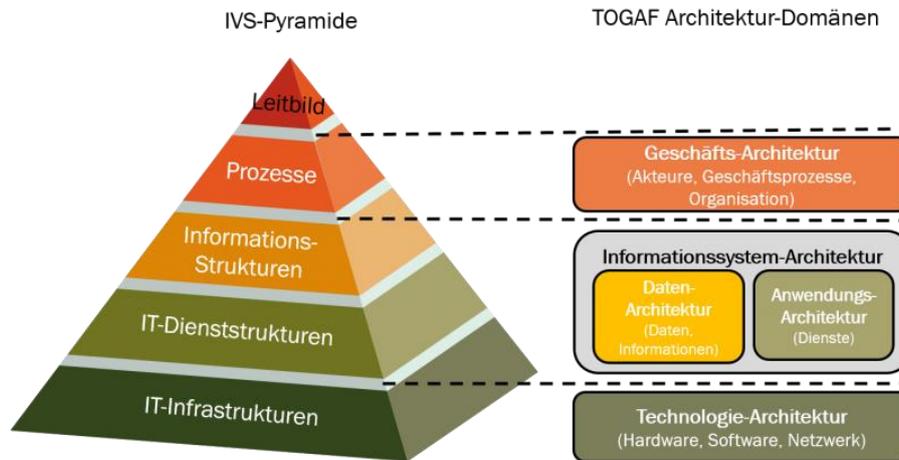


Abbildung der TOGAF-Architekturdomänen auf die Ebenen der RAIM-Pyramide

Natürlich muss klar sein, dass von der RAIM nur die wichtigsten Ebenen/Unterebenen und deren Bereiche adressiert werden können und müssen, eben diejenigen, die für die Funktionalität und das Verhalten von Intelligenen Mobilitätsdiensten bedeutsam sind. Bildhaft gesprochen geht es darum, für Intelligente Mobilitätsdienste solche Teilbereiche in den TOGAF-Ebenen zu identifizieren, die geeignet sind, allgemeine Gestaltungsziele für RAIM-Architekturen ( IVS-Referenzarchitekturen, RAIM-Architektur realer Intelligenen Mobilitätsdiensten)den allgemeinen TOGAF-Zielen unterzuordnen. 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.

### 8.3 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.