

Enterprise Architecture Management in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken – Empfehlungen zur Interoperabilität

Jens F. Lachenmaier¹, Kathrin Pfähler¹ und Hans-Georg Kemper¹

¹ Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik 1, Stuttgart, Germany
lachenmaier,pfaehler,kemper@wi.uni-stuttgart.de

Abstract. Bestehende Enterprise-Architecture-Management-Ansätze fokussieren in der Regel ein einzelnes Unternehmen oder eine Organisation. In der Praxis finden sich jedoch auf Grund zunehmender Spezialisierung häufig dynamische Wertschöpfungsnetzwerke und zweckgebundene Zusammenschlüsse verschiedener Unternehmen. Damit diese erfolgreich sein können, müssen die Unternehmensarchitekturen der beteiligten Organisationen aufeinander abgestimmt werden. Dies betrifft nicht nur die technische Ebene der Schnittstellen, sondern auch die Geschäftsebene mit Prozessen und Rollen. Im vorliegenden Beitrag werden auf Basis der gesammelten Erfahrung in einem Projekt zur Entwicklung von Referenzarchitekturen für intelligente Verkehrsdienste (IVS) Empfehlungen erarbeitet, wie vorgegangen werden kann, um Unternehmensarchitekturen auf die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen vorzubereiten. Dabei wird ein gestaltungsorientierter Forschungsansatz verfolgt, bestehend aus Analyse-, Design und Evaluationsphase. Zentrale Pfeiler des Lösungsansatzes sind Capability-based Planning sowie Modellierung und Tailoring von Architektur-Artefakten.

Keywords: Enterprise Architecture Management, Unternehmensarchitektur, Intelligente Verkehrsdienste, Unternehmensnetzwerke, Capability-based-Planning

1 Einleitung und Ziel des Beitrags

Enterprise Architecture Management (EAM) umfasst die Entwicklung, Umsetzung und Pflege einer Unternehmensarchitektur eines spezifischen Unternehmens bzw. einer Organisation.[1] In großen Unternehmen handelt es sich meist nicht nur um eine, sondern häufig um mehrere Architekturen, die aufeinander abgestimmt werden müssen.[2] The Open Group Architecture Framework (TOGAF) geht an dieser Stelle bereits einen Schritt weiter und definiert eine Organisation über deren gemeinsame Ziele.[3] Ein solches gemeinsames Ziel kann die Erbringung einer gemeinsamen Leistung durch mehrere Unternehmen darstellen, die in einem dynamischen Wertschöpfungsnetzwerk zusammenarbeiten. Damit dieses gemeinsame Ziel erreicht werden kann, müssen die beteiligten Unternehmen eng zusammenarbeiten und auf allen

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018,
March 06-09, 2018, Lüneburg, Germany

Ebenen ihrer Unternehmensarchitekturen interoperabel werden. Das Thema des Beitrags ist demnach die Gestaltung von Unternehmensarchitekturen im Hinblick auf die ganzheitliche Interoperabilität zwischen Organisationen. Ziel ist es, Empfehlungen zu erarbeiten, welche Schwerpunkte dabei gesetzt werden können.

Die Autoren des vorliegenden Beitrags sind an einem Projekt zur Entwicklung von Referenzarchitekturen für intelligente Verkehrsdienste im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen beteiligt. Derartige Verkehrsdienste werden in einem Zusammenschluss von mehreren Unternehmen, Behörden und öffentlichen Einrichtungen erbracht. Die Erkenntnisse aus diesem Projekt werden im Rahmen des Beitrags abstrahiert, um Empfehlungen für die Modellierung und Gestaltung von Architekturen ableiten zu können.

2 Forschungsfrage, -methodik und Aufbau des Beitrags

Die Forschungsfrage des vorliegenden Beitrags lautet: „Welche Empfehlungen und Schwerpunkte können im Hinblick auf Interoperabilität mit anderen Organisationen bei der Entwicklung von Unternehmensarchitekturen festgelegt werden?“

Zur Beantwortung der Forschungsfrage orientiert sich der Beitrag an der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik, die sich der Design Science zuordnen lässt.[4-6] Anspruchsgruppen sind Unternehmensverbände, die gemeinsame Leistungen entwickeln und anbieten möchten. Das Ergebnis des Beitrags sind Empfehlungen zu Vorgehen, Modellierung und Tailoring in Form eines Leitfadens.

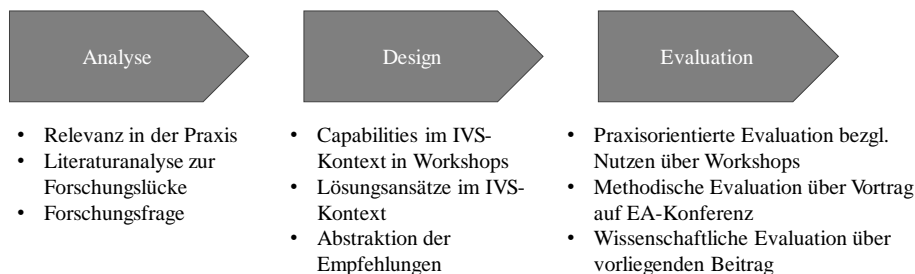


Abb. 1. Durchgeführter Forschungsprozess

Der Forschungsprozess deckt die Phasen Analyse, Design und Evaluation ab (siehe Abb. 1). Im Rahmen der Analysephase wird die Forschungslücke über eine Literaturanalyse nachgewiesen sowie die Forschungsfrage erarbeitet. Die Designphase basiert vor allem auf der Projekterfahrung der Autoren; hier werden in Workshops mit 15 beteiligten Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Softwareentwicklungssowie Beratungshäusern Anforderungen erhoben und mögliche Lösungen diskutiert, was zu den anschließenden Empfehlungen führt. In der Evaluationsphase werden die Ergebnisse aus der Designphase im Rahmen des Forschungsprojekts einem Kreis von 55 Organisationen vorgestellt und hinsichtlich ihres Nutzens überprüft. Ergänzend dazu werden die Empfehlungen bezüglich des Vorgehens auf einer Konferenz Enterprise-

Architekten vorgestellt und intensiv hinsichtlich ihrer Sinnhaftigkeit und der korrekten Anwendung etablierter Methoden diskutiert. Die Evaluation im wissenschaftlichen Bereich und die Diffusion erfolgen durch diesen Beitrag.

Da im Projekt bereits mehrere Organisationen vertreten sind, die Referenzlösungen entwickeln, sind die Empfehlungen bereits abstrahiert, beziehen sich jedoch zunächst auf intelligente Verkehrsdienste. Im Folgenden wird daher nach einer kurzen Erläuterung der Grundlagen auf das Projekt näher eingegangen. In der anschließenden Diskussion wird die Übertragbarkeit der Empfehlungen erörtert und in einem abschließenden Ausblick der weitere Forschungsbedarf dargelegt.

3 Enterprise Architecture Management und Interoperabilität

Grundsätzlich hat EAMt zur Aufgabe, neben der Erstellung, Umsetzung, Pflege und Steuerung der Unternehmensarchitektur den hierfür benötigten strategischen, organisatorischen und konzeptionellen Rahmen sowie erforderliche Methoden, Werkzeuge und Prinzipien bereitzustellen.[1, 7]

TOGAF ist ein hierfür etabliertes Rahmenwerk und dient der Erstellung, Implementierung und Pflege einer Unternehmensarchitektur.[3] Eine Ausrichtung der Unternehmensarchitektur an die Bedarfe und Anliegen der Unternehmen bzw. Organisationen ist von TOGAF vorgesehen. Demnach erfolgt prinzipiell nach Aufnahme der Anliegen der Stakeholder eines Unternehmens die bedarfsgerechte Ausrichtung bzw. der bedarfsgerechte Aufbau einer Unternehmensarchitektur.[8] Damit die Anliegen der Stakeholder bedarfsgerecht abgedeckt werden können, müssen die benötigten Informationen identifiziert und in Form von Modellen oder Matrizen bereitgestellt werden.[9]

Eine klassische Unterteilung der Ausgangsprodukte der durchgeführten Architekturarbeit erfolgt durch TOGAF in Artefakte und Bausteine. Welche Bausteine und Artefakte für eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit relevant sind, wird im vorliegenden Beitrag beschrieben.

Der Ansatz des EAM kann in diesem Kontext genutzt werden, um ganzheitliche Interoperabilität innerhalb dynamischer Wertschöpfungsnetzwerke zu schaffen.[10] Interoperabilität bezeichnet die Fähigkeit, die Interaktion von mehreren Systemen mindestens auf den Ebenen der Prozesse, Daten und technischen Ressourcen sicherstellen zu können.[11] Im Hinblick auf eine Enterprise Interoperabilität bedeutet dies die Gewährleistung von Interaktionen auf rechtlicher (Gesetze und Regeln), organisatorischer (Strategie und Prozesse), semantischer (Informationen) und technischer Ebene (Anwendungen und IT-Infrastruktur), um eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Unternehmen zu ermöglichen.[12] Dabei wird darauf geachtet, einen Mehrwert für alle Beteiligten zu generieren. Gerade im öffentlichen Bereich ist Interoperabilität ein erstrebenswertes Ziel, das aktuell in europaweiten Projekten adressiert wird.[13]

4 Literaturanalyse zur Forschungslücke

Eine Literaturanalyse in Anlehnung an [14-16] wird zum Nachweis der Forschungslücke und zur Identifikation verwandter Arbeiten durchgeführt. Durchsucht wurden dazu die Datenbanken Business Source Premier, die AIS Library sowie einschlägige Fachzeitschriften (insbes. Journal of Enterprise Architecture). Ergänzend werden Lehrbücher und den Autoren bekannte Beiträge berücksichtigt. Der verwendete Suchstring (EAM OR „Enterprise Architecture“ OR Unternehmensarchitektur) AND (Kooperation OR cooperation OR Netzwerk OR Konsortium OR Network OR „supply chain“ OR „virtual enterprise“) erbrachte knapp 500 Treffer, die im Anschluss auf Basis der Titel und Abstracts gefiltert wurden. Die verbleibenden, relevanten Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. Ergebnisse der Literaturanalyse

<i>Quelle</i>	<i>Inhalt</i>	<i>Bezug zum vorliegenden Beitrag</i>
[17, 18]	Die Autoren benennen Lücken in der Forschung zu Unternehmensarchitekturen, dazu gehören virtuelle Unternehmen.	Unterstützung der Schließung der Lücke bei virtuellen Unternehmen.
[11]	Der Autor stellt den aktuellen Stand der Praxis im Bereich Interoperabilität vor.	Vorschläge werden teilweise aufgegriffen und erweitert.
[19]	Die Autoren stellen fest, dass sich die EAM-Forschung allgemein vor allem auf die Informationsebene bezieht und dass in der Geschäftsebene noch Forschungsbedarf besteht – insbesondere auch bei Unternehmensnetzwerken. Beispiele dafür sind [20, 21].	Es werden alle Ebenen betrachtet, insbesondere Strategie- und Geschäftsebene.
[22-24]	Erste umfangreiche Lösungen zur EA-Interoperabilität stammen vornehmlich aus dem Bereich der Produktion.	Der vorliegende Beitrag gibt Empfehlungen, auf welche Aspekte besonders geachtet werden sollte und wendet die Konzepte auf Mobilitätsdienste an.

Aus der Literaturanalyse wird ersichtlich, dass es bereits erste Arbeiten im Bereich der unternehmensübergreifenden Architekturgestaltung gibt; die Autoren sehen jedoch in Übereinstimmung mit der Literatur noch Lücken und weiteren Forschungsbedarf. Die vorhandenen Forschungsarbeiten zeigen ebenfalls deutlich die Relevanz des Themas für die Praxis und Forschung auf.

5 Ansätze zur Entwicklung organisationsübergreifender Unternehmensarchitekturen im Kontext intelligenter Verkehrsdienste

5.1 Projektbeschreibung und Beschreibung intelligenter Verkehrsdienste

Die Autoren sind an einem Projekt zur Entwicklung von Referenzarchitekturen für intelligente Verkehrsdienste beteiligt. Das Projekt hat zum Ziel, drei Referenzarchitekturen für die Dienstkategorien „multimodale Reiseplanung“, „individualisierte Reiseinformationen“ und „hoheitsübergreifendes Verkehrsmanagement“ zu entwickeln. Das Projekt begann Ende 2015 und endet Mitte 2018. Vergleichbare Initiativen gab und gibt es auch in anderen Ländern, u.a. Großbritannien und Australien.[25, 26]

Intelligente Verkehrsdienste sind informationsbasierte Services, die schlussendlich Reisende (sowohl Privatpersonen als auch bspw. Logistikunternehmen) bei der Planung ihrer Reise und der Durchführung u.a. durch Baustellen- und Verkehrsdaten unterstützen sollen. Intelligenten Verkehrsdiensten wird dabei ein enormes Potenzial zugesprochen, denn sie sollen langfristig ein effizientes, umweltverträgliches und sicheres Reisen über alle Verkehrsmittel hinweg ermöglichen. [27, 28]

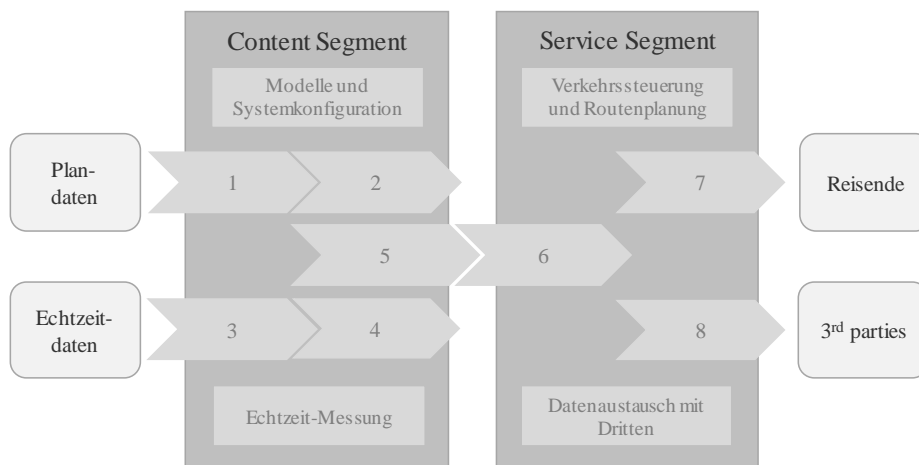


Abb. 2. Typischer Aufbau eines intelligenten Verkehrsdienstes

In der Regel werden intelligente Verkehrsdienste nicht von einem einzelnen Unternehmen erbracht, sondern eine Zusammenarbeit zwischen mehreren Organisationen ist erforderlich. Insbesondere sind neben privatwirtschaftlichen Unternehmen auch Kommunen, Behörden und weitere staatliche bzw. öffentliche Organisationen beteiligt. Grund dafür ist, dass meist die Rohdaten, die unter anderem von Straßenbetreibern oder Kommunen bereitgestellt werden (Content Segment), genutzt werden können, um verschiedene Dienste anzubieten (Service Segment). So

können Baustellendaten einerseits für die Navigation im Fahrzeug (Reisender), andererseits aber auch für eine Anreisesteuerung des Frachtverkehrs zu einer Messe (3rd parties) verwendet werden. Intelligente Verkehrsdienste können weiterhin neben Reisenden auch Behörden unterstützen, z.B. bei der Aufgabe, eine Ausweichroute bei Stau festzulegen. Der Unterschied liegt in der Aufbereitung der Daten und der darauf basierenden Funktionalität des Dienstes. (siehe Abb. 2) Private Unternehmen verfügen meist nicht über Möglichkeiten, ein komplettes Straßennetz zu überwachen oder sind aufgrund der Mengengerüste und dezentralen Planung auf die Weitergabe von Baustelleninformationen durch die jeweils verantwortlichen Behörden angewiesen.

Ergänzend können intelligente Verkehrsdienste auch aufeinander aufbauen. So kann ein Parkplatzassistent auf einem Navigationsdienst basieren, der von diesem die aktuelle Position, die Ankunftszeit und das Ziel der Reise erhält.

5.2 Ausgangssituation und Herausforderungen

Als Grundlage und Vorarbeiten für die Entwicklung der Referenzarchitekturen im Projekt gelten die europäische FRAME-Architektur und die Pyramide der intelligenten Verkehrssysteme (IVS-Pyramide). Die FRAME-Architektur beinhaltet Anforderungen an intelligente Verkehrssysteme und Hinweise zu deren funktionaler Gestaltung.[29] Darauf basierend ist erkannt worden, dass eine rein technisch-funktionale Betrachtung des Themas nicht ausreichend ist. Dies zeigt sich in der IVS-Pyramide. Diese macht deutlich, dass neben den IT-Aspekten auch organisatorische Aspekte bei Entwicklung und Betrieb von intelligenten Verkehrsdiensten zu berücksichtigen sind.[30] Die IVS-Pyramide ist grundsätzlich auf die Architekturebenen verschiedener EAM-Ansätze übertragbar, welche nach den Ebenen der Geschäfts-, Informations- und Technologiearchitektur unterscheiden.[7, 31] Jede an der Erbringung eines intelligenten Verkehrsdienstes beteiligte Organisation hat ihre eigene IVS-Pyramide, d.h. sie hat eigene Ziele, eigene Prozesse und eine eigene, individuelle IT-Infrastruktur. Beispielsweise können an einem multimodalen Reiseplanungsdienst diverse öffentliche Anbieter, wie Busgesellschaften oder Bahn, aber genauso Anbieter aus dem Individualverkehr, wie Navigationsdienstleister, beteiligt sein. Deren eigene, unternehmensbezogenen IVS-Pyramiden müssen angepasst werden, um eine Zusammenarbeit und Interoperabilität mit anderen Organisationen zu ermöglichen; gleichzeitig sollen aber die eigenen Unternehmensziele weiter bestehen bleiben und die Informationssysteme die internen Prozesse und Anforderungen abbilden.

Im Projekt wird mit dem EA-Framework TOGAF gearbeitet, wobei dieses angepasst werden muss, um bspw. neue Elemente wie Verträge mit aufzunehmen oder um die Interoperabilität zwischen den Unternehmen allgemein zu adressieren. Durch die Beteiligung vieler Unternehmen und Organisationen am Projekt soll bereits frühzeitig eine breite Akzeptanz für die Architekturen geschaffen werden und eine schnelle Adaption in der Praxis sichergestellt werden.

5.3 Lösungsansätze im Projekt und abgeleitete Empfehlungen

Grundsätzlich wird im Projekt das Capability-based-Planning angewendet.[32] Dabei werden insbesondere die Geschäftsfähigkeiten betrachtet, welche für die Zusammenarbeit in einem Netzwerk zur Erbringung eines gemeinsamen Services erforderlich sind. Basierend auf den Geschäftsfähigkeiten und den am Betrieb eines intelligenten Verkehrsdienstes erforderlichen Rollen werden dann die relevanten Architekturbausteine ausgewählt (siehe Abb. 3). Diese Auswahl relevanter Architekturbausteine ist verbunden mit der Anpassung des Vorgehensmodells zur Entwicklung einer Unternehmensarchitektur – der Architecture Development Method (ADM). Beides zusammen – also die Auswahl von Bausteinen und die Anpassungen der ADM – wird als Tailoring zusammengefasst.

Konkret wird im Projekt der Fokus auf Interoperabilität gelegt. Dazu werden im Projekt unter Anwendung der Szenariotechnik aus TOGAF in drei eintägigen Workshops der Projektbeteiligten aus den jeweiligen Domänen und einem Workshop des Leitungsgremiums folgende Capabilities zur Interoperabilität herausgearbeitet (Auswahl, siehe Tabelle 2):

Tabelle 2. Capabilities zur Interoperabilität im Projekt

<i>Fähigkeiten</i>	<i>Erklärung</i>
Flexible Vertragsschließung	Die Unternehmen müssen in dynamischen Netzwerken in der Lage sein, Vertragspartner und genaue Konditionen zu Datenlieferungen flexibel anzupassen.
Datenakquise und Datenaustausch, ebenso Bewertung und Integration von Daten	Die Fähigkeit, Daten von extern zu beziehen und mit anderen auszutauschen ist zentral und hat Auswirkungen auf alle Ebenen. Die Daten müssen häufig aus mehreren Quellen zusammengeführt werden.
Interoperabilität auf allen Ebenen	Schon auf der Strategieebene müssen sich Unternehmen verständigen und gemeinsame Ziele definieren. Zur Erreichung dieser müssen Informationssysteme interoperabel sein.

Capabilities stellen einen abstrahierten Ansatz zu Planungszwecken dar; die Umsetzung der Capabilities hat die im folgenden beschriebenen Auswirkungen auf die Architekturebenen. Beispielsweise sollte der Datenaustausch durch Verträge abgesichert werden und technische Schnittstellen die zeitnahe und korrekte Übertragung der Daten sicherstellen.

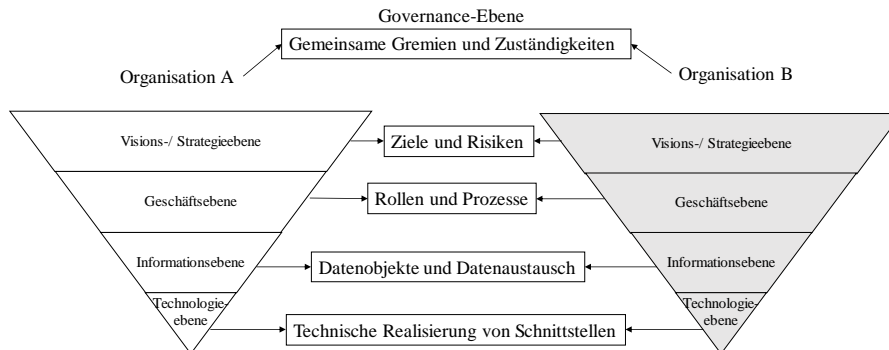


Abb. 3. Empfohlene Schwerpunkte für Interoperabilität

Visions- und Strategieebene: Einzelne Organisationen oder Unternehmen müssen zunächst unternehmensintern in den Wertschöpfungsnetzwerken eine Rolle einnehmen (z.B. die des Serviceproviders oder des Datenveredlers) und entsprechende Fähigkeiten, Ressourcen und Prozesse entwickeln, sofern sie nicht bereits über diese verfügen.

Anschließend müssen sich beteiligte Unternehmen und Organisationen darüber im Klaren sein, welche Ziele sie mit dem intelligenten Verkehrsdienst erreichen wollen und welcher Mehrwert für das einzelne Unternehmen im Verbund durch die Beteiligung entsteht. Gleichzeitig sollten Risiken für das eigene Geschäftsmodell abgewogen werden; so müssen sich beispielsweise Datenanbieter bewusst sein, dass die von ihnen bereitgestellten Daten nicht länger exklusiv der eigenen Organisation zur Verfügung stehen. Im Projektkontext der intelligenten Verkehrsdienste werden hierzu Bezahl- und Verrechnungskonzepte individuell ausgehandelt. Der Mehrwert der Datenbereitstellung wird von den Projektbeteiligten nicht in Frage gestellt, zumal diese staatlich forciert wird. Als Methodik zur Erarbeitung der Ziele wird im Projekt die Szenariotechnik angewendet.

Geschäftsebene: Auf der Geschäftsebene müssen Verträge, bspw. in Form von Service Level Agreements abgeschlossen werden, welche die Zusammenarbeit zwischen den Partnern regeln. Datenlieferungen, deren Häufigkeit und Datenqualität sind ein Thema solcher Verträge, aber auch die finanziellen Modalitäten. In dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken sollte die Möglichkeit bestehen, Verträge flexibel abzuschließen. Verträge werden im Projekt als eine besondere Form der Informationsobjekte betrachtet und finden sich auch auf der Informationsebene wieder.

Eine gemeinsame Begriffswelt in Form eines Glossars kann hilfreich sein, Barrieren zwischen den Unternehmen abzubauen. Im Projekt wurde ein gemeinsames Glossar für alle beteiligten Organisationen erarbeitet und abgenommen. Damit besteht die Chance, dass sich die Begriffe etablieren und die kommunikative Leistungsfähigkeit gesteigert wird.

Auf Seiten der Modellierung sollten Prozesse und Geschäftsprozesse modelliert werden, damit allen Beteiligten ihre Rolle und ihre jeweiligen Aufgaben im Prozess verdeutlicht werden. Zusätzlich werden dadurch Verantwortlichkeiten eindeutig definiert. Eine ergänzende Modellierung der Nachrichtenflüsse über UML oder BPMN 2.0 Kollaborationsdiagramme ist empfehlenswert, denn diese kann als Grundlage für die gemeinsame Informationsarchitektur dienen. Vollständige Prozessmodelle mit Teilprozessen, Rollen und benötigten Daten sowie Prozesslandkarten, die den Zusammenhang zwischen den Prozessen darstellen, sind bedeutend, da hierdurch auch Inkompatibilitäten bei bestehenden Abläufen aufgedeckt und Anpassungsbedarfe identifiziert werden können.

Zur Realisierung einer konkreten Capability kann es erforderlich werden, neue Organisationseinheiten zu bilden oder neue Mitarbeiter mit entsprechenden Skills zu beschäftigen. Dies ist ebenfalls der Geschäftsebene zuzuordnen und zeigt nochmals auf, dass die Zusammenarbeit nicht nur die Informationssysteme der Organisationen betrifft, sondern auch organisatorische Konsequenzen haben kann.

Informationsebene: Auf der Informationsebene müssen für die Informationssysteme Schnittstellen zur Datenübertragung erstellt werden. Vor allem aber müssen sich die beteiligten Unternehmen einigen, welche Datenobjekte ausgetauscht werden sollen – hierunter fallen auch die vorher beschriebenen Verträge in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken. Hier ist zunächst eine Betrachtung auf hoher Abstraktionsebene sinnvoll. Dazu gehört die Zuordnung, welche Organisation welche Datenobjekte an wen zu liefern hat. Im Projektkontext sind relevante Datenobjekte unter anderem Baustelleninformationen, Staudaten, Fahrpläne und Positionsangaben. Im nächsten Schritt sollten konkrete Datenmodelle bis zur Attributebene für die einzelnen Datenobjekte definiert werden.

Technische Infrastrukturebene: Für die Ebene der technischen Infrastruktur können auf Grund der Heterogenität der beteiligten Unternehmen und Organisationen wenig Vorgaben auf Ebene der Referenzarchitekturen gemacht werden. Auf Ebene einzelner realer intelligenter Verkehrsdienste sollten hier Absprachen u.a. zu Übertragungsprotokollen getroffen werden, die dann in Form von Architekturprinzipien oder Datenüberlassungserklärungen erfasst und dokumentiert werden können.

Governance: Besondere Bedeutung kommt im Falle dynamischer, unternehmensübergreifender Zusammenschlüsse der Governance zu. So sollte ein Architektur-Governance-Gremium für den einzelnen Dienst und zusätzlich ein hierarchisch höheres Entscheidungsgremium bestehend aus Vertretern der beteiligten Unternehmen etabliert werden. Bei Ausscheiden eines Partners muss die Governance den durchgehenden Betrieb des Dienstes langfristig sicherstellen. Auch technologische Innovationen oder geänderte Rahmenbedingungen (z.B. Gesetze) sollten auf ihren Einfluss auf alle Projektbeteiligten hin geprüft werden, damit diese in einem Konsens gemeinsam umgesetzt werden können. Die gemeinsam abgestimmten Prinzipien

sollten in Architekturprinzipien festgehalten werden und allen Beteiligten zur Verfügung gestellt werden.

Der Bereich Governance wird im Projekt erst zukünftig abschließend adressiert.

5.4 Evaluation im Rahmen des Projekts

Die Ergebnisse aus der Projektarbeit wurden einem Gremium von über 55 Experten aus der Mobilitätsbranche vorgestellt und mit diesen in einem eintägigen Workshop intensiv diskutiert. Dabei wurden einerseits die Anwendung von EAM und TOGAF auf intelligente Verkehrsdienste und andererseits die entstandenen Referenzarchitekturen für dynamische Unternehmensnetzwerke diskutiert und abschließend von den Experten positiv bewertet. Den Beteiligten gefällt besonders der ganzheitliche Ansatz, den TOGAF bietet, der neben der softwaretechnischen und datenzentrierten Lösung auch organisatorische Aspekte und Rahmenbedingungen miteinbezieht. Als Verbesserungsvorschlag wünschen die Experten eine einheitliche und durchgängig konsistente Verwendung von Bausteinen in allen Referenzarchitekturen. Gerade die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Unternehmen wird in der Praxis als Herausforderung angesehen, weswegen Lösungen in diesem Bereich gefragt und relevant sind. Die Ergebnisse des Projekts haben nach Ansicht der Experten in der Praxis das Potential, redundante Arbeiten zu vermeiden, indem die Referenzlösungen zur Orientierung verwendet werden.

Ergänzend wurde das Projekt mit Fokus auf die oben angeführten EAM- und TOGAF-Aspekte auf einer Konferenz der Open Group einer Gruppe von ca. 20 Enterprise-Architekten vorgestellt. Dort ist die Mobilitätsbranche als neue Nutzergruppe von TOGAF wahrgenommen worden und das Feedback zum Vorgehen im Projekt fiel positiv aus. Insbesondere betonten die Architekten den Mehrwert des Capability-based-Planning und stimmten zu, dass TOGAF 9.1 auch für den unternehmensübergreifenden Einsatz geeignet seien, wenn sie entsprechend zugeschnitten werden.

6 Abstraktion, Diskussion und Ausblick

Die Erkenntnisse aus dem Projekt lassen sich aus Sicht der Autoren abstrahieren. Dafür spricht vor allem die Beteiligung vieler Unternehmen und Organisationen am Projekt und die Bearbeitung mehrerer Arten intelligenter Verkehrsdienste. Eine Besonderheit ist sicherlich, dass viele öffentliche Einrichtungen am Projekt beteiligt sind, die nicht immer privatwirtschaftliche Interessen verfolgen, sondern deren Zielsetzung in der Förderung des Gemeinwohls liegt. Eine freizügige Datenbereitstellung ohne Gegenleistungen ist im privatwirtschaftlichen Umfeld weniger zu erwarten.

Der Bereich Sicherheit wird im Projekt und im vorliegenden Beitrag nicht betrachtet und bleibt somit Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten.

Das laufende Projekt zu intelligenten Verkehrsdiensten wird im Jahr 2018 abgeschlossen. Die Adaption der entwickelten Referenzarchitekturen und der angepassten Vorgehensweise zur Entwicklung von unternehmensübergreifenden

Architekturen in der Praxis beginnt gerade, was zu Anpassungen führen könnte. Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Umsetzung interorganisationaler Architekturen und einer darauf basierenden Abschätzung der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der Faktoren einer individuellen, dienstspezifischen Realisierung. Auch die längerfristige Pflege abgestimmter Architekturen ist im Vergleich zur intraorganisatorischen Pflege erschwert.

7 Danksagung

Diesem Bericht liegen Teile der im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, unter FE-Nr. 03.0483/2011/IRB durchgeführten Forschungsarbeit zugrunde. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein beim Autor.

References

- 1.BITKOM: Enterprise Architecture Management – neue Disziplin für die ganzheitliche Unternehmensentwicklung, Berlin (2011)
- 2.Fischer, R., Aier, S., Winter, R.: A Federated Approach to Enterprise Architecture Model Maintenance. *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures* 2, 14-22 (2007)
- 3.The Open Group: TOGAF Version 9.1. The Open Group, U.S. (2011)
- 4.Hevner, A.R., March, S.T., Park, J.: Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28, 75-105 (2004)
- 5.Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Krcmar, H., Loos, P., Mertens, P., Oberweis, A., Sinz, E.J.: Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. *Zeitschrift f. betriebswirtschaftl. Forschung* 6, 664 - 672 (2010)
- 6.vom Brocke, J., Buddendick, D.: Reusable Conceptual Models – Requirements Based on the Design Science Research Paradigm. *Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology* 576-604 (2006)
- 7.Hanschke, I.: Enterprise Architecture Management – einfach und effektiv - Ein praktischer Leitfaden für die Einführung von EAM. Carl Hanser, München (2016)
- 8.The Open Group: Archimate 3.0.1. The Open Group, Reading (2017)
- 9.Lankhorst, M.: Enterprise Architecture at Work. Springer, Berlin (2017)
- 10.Ziemann, J.: Architecture of Interoperable Information Systems. Logos, Berlin (2010)
- 11.Kosanke, K.: ISO Standards for Interoperability: a Comparison. In: Konstantas, D., Bourrières, J.-P., Léonard, M., Boudjlida, N. (eds.) *Interoperability of Enterprise Software and Applications*, pp. 55-64. Springer, London (2006)
- 12.van Pelt, V., Sprenger, M.: ANTILOPE - Adoption and take up of standards and profiles for eHealth Interoperability. Nictiz, Den Haag (2015)
- 13.Europäische Kommission: European Interoperability Framework, Brüssel (2017)

14. Levy, Y., Ellis, T.J.: A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. *Informing Science* 9, 181-212 (2006)
15. vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Reimer, K., Plattfaut, R., Cleven, A.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. *ECIS Proceedings* 2206-2217 (2009)
16. Schryen, G.: Writing Qualitative IS Literature Reviews - Guidelines for Synthesis, Interpretation, and Guidance of Research. *Communications of the AIS* 37, (2015)
17. Kaisler, S.H., Armour, F., Valivullah, M.: Enterprise Architecting: Critical Problems *HICSS Proceedings* (2005)
18. Goel, A., Schmidt, H., Gilbert, D.: Formal Models of Virtual Enterprise Architecture: Motivations and Approaches. *PACIS Proceedings* 1207-1217 (2010)
19. Simon, D., Fischbach, K., Schoder, D.: An Exploration of Enterprise Architecture Research. *Communications of the AIS* 32, (2013)
20. Cheng, Y.-Y., Lai, H.-H.: Constructing an interoperable, design-centric, service-oriented and knowledge-sharing architecture. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 24, 1075-1094 (2011)
21. Janssen, M., Feenstra, R.: Service portfolios for supply chain composition: Creating business network interoperability and agility. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 23, 747-757 (2010)
22. Medinia, K., Bourey, J.P.: SCOR-based enterprise architecture methodology. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 25, 594-607 (2012)
23. Choi, Y., Kang, D., Chae, H., Kim, K.: An enterprise architecture framework for collaboration of virtual enterprise chains. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 35, 1065-1078 (2008)
24. Chalmers, R., Pazos, V.: A step-by-step methodology for enterprise interoperability projects. *Enterprise Information Systems* 9, 436-464 (2015)
25. Venz, J.: National ITS Architecture: Context and Vision. Austroads Ltd., Sydney (2014)
26. Highways Agency, <http://www.highways.gov.uk/specialist-information/guidance-and-best-practice/enterprise-architecture/>
27. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Roadmap: Digitale Vernetzung im öffentlichen Personenverkehr, Köln (2016)
28. Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Aktionsplan zur Einführung intelligenter Verkehrssysteme in Europa Brüssel (2008)
29. Frame Forum: European ITS Framework Architecture (FRAME), Wien (2011)
30. Rittershaus, L., Aicher, P., Albrecht, H., Czogalla, O., Dölger, R., Dubbert, J., Gerres, S., Kroen, A., Ortgiese, M., Roszak, C., Schimandl, F., Schnittger, S., Scholtes, W., Schüler, T.: Hinweise zur Strukturierung einer Rahmenarchitektur für Intelligente Verkehrssysteme (IVS) in Deutschland – Notwendigkeit und Methodik. FGSV, Köln (2012)
31. Dern, G.: Management von IT-Architekturen. Vieweg Teubner, Wiesbaden (2009)
32. Aldea, A., Iacob, M.E., Lankhorst, M., Quartel, D., Wimsatt, B.: Capability-Based Planning - The Link between Strategy and Enterprise Architecture, Reading (2016)