

Unternehmensarchitekturen mit Semantischen Technologien

Jens Ortmann, Philipp Diefenthaler, Florian Lautenbacher, Claudia Hess und Willy Chen

Softplant GmbH,
Agnes-Pockels-Bogen 1,
80992 München, Deutschland
E-Mail: {vorname.name}@softplant.de

Zur Veröffentlichung angenommen (2014) in HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 299, Springer Fachmedien Wiesbaden,
DOI: <http://dx.doi.org/10.1365/s40702-014-0066-4>
The final publication is available at link.springer.com

Zusammenfassung Wir präsentieren eine Lösung für das Business-IT-Alignment in Unternehmen, um eine solide Informationsbasis für fundierte und sichere Entscheidungen aufzubauen. Die Grundlage dazu findet sich in einer semantischen Unternehmensarchitektur, einem ganzheitlichen, formalen Modell der zentralen Artefakte eines Unternehmens und ihrer Beziehungen. Semantic Enterprise Architecture Management setzt semantische Technologien ein, um Unternehmensarchitekturen formal zu modellieren, vorhandene Datenquellen direkt darin zu integrieren und auf dieser Basis komplexe Analysen oder auch die automatisierte Planung von Veränderungen in IT-Landschaften zu unterstützen. Der Einsatz semantischer Technologien reduziert den Aufwand für den Aufbau einer Unternehmensarchitektur und gewährleistet gleichzeitig die Aktualität und Konsistenz der bereitgestellten Informationen. Die Formalisierung der Unternehmensarchitektur macht die dort vorliegenden Informationen auch für neuartige intelligente Werkzeuge nutzbar.

Schlüsselwörter Business-IT-Alignment, Ontologie, Semantic Web, Unternehmensarchitektur

1 Herausforderungen des Business-IT-Alignment

In vielen Unternehmen sind IT-Landschaften über Jahre gewachsen, oft in verschiedenen Organisationseinheiten parallel zueinander. Diese zunehmende Komplexität der IT-Landschaft verursacht jedoch Kosten. Zusätzlich erhöhen immer kürzer werdende Iterationszyklen in der Technisierung und auch kürzer werdende Iterationszyklen in der Produktentwicklung und Markteinführung den Druck auf Unternehmen, schlank zu sein und agil zu agieren. Dazu muss die IT das Geschäft, mit allen internen und externen Veränderungen, aktiv unterstützen (Luftman u. Derksen 2012). Ein gezieltes Business-IT-Alignment, also die strategische, taktische und operative Ausrichtung der IT am Geschäft, minimiert die Kosten und erhöht die Agilität eines Unternehmens.

Um eine IT-Landschaft effizient und nachhaltig am Geschäft auszurichten, bedarf es einer soliden Informationsbasis über alle Unternehmensbereiche hinweg. Zum einen müssen die Geschäftsprozesse und fachlichen Bausteine des Unternehmens vorliegen, zum anderen müssen Informationen über die gesamte IT-Landschaft mit Anwendungen, Daten und Technologien nicht nur bekannt sein, sondern auch über die Grenzen der Abteilungen hinweg integriert werden (Silvius 2007). Es reicht also nicht die notwendigen Datenquellen zu identifizieren und zu sammeln, sondern es muss eine Informationsbasis geschaffen werden, in der Informationen sinnvoll zueinander in Beziehung gesetzt sind und intelligent ausgewertet werden. Denn nur wenn eine ganzheitliche Informationsbasis vorhanden ist und auch fortlaufend gepflegt wird, kann das Business-IT-Alignment in einem Unternehmen nachhaltig gestaltet werden.

Diesem enormen Informationsbedarf begegnet das Semantic Enterprise Architecture Management in dem eine Unternehmensarchitektur mit semantischen Technologien erstellt wird. Eine Unternehmensarchitektur ist ein Modell der zentralen Artefakte eines Unternehmens, sowie der Beziehungen zwischen diesen Artefakten (Aier et al. 2008). Die Unternehmensarchitektur bildet den aktuellen Stand von Geschäft, Anwendungen, Daten und Technologien auf einer abstrakten aber

ganzheitlichen Ebene ab. Es gibt bereits eine Reihe von Frameworks und Entwicklungsmethoden, um Unternehmensarchitekturen aufzubauen und zu pflegen (z.B. TOGAF, DoDAF, Zachman-Framework). Diese Frameworks geben ein allgemeines Vokabular vor, nach dem verschiedene Architekturebenen beschrieben werden. Dieses Vokabular wird für ein konkretes Unternehmen um die unternehmensspezifischen Begriffe erweitert. So entsteht - auch über unterschiedliche Unternehmensbereiche hinweg - ein einheitliches und abgestimmtes Modell, in dem IT, Anwendungen, Daten und Geschäft des Unternehmens abgebildet sind. Anhand dieses Modells werden dann relevante Datenquellen aus verschiedenen Unternehmensbereichen beschrieben und integriert. So bieten Unternehmensarchitekturen eine solide Informationsbasis für das Business-IT-Alignment in einem Unternehmen.

Zur Etablierung eines erfolgreichen Unternehmensarchitekturmanagements und zur Erstellung von nachhaltigen Unternehmensarchitekturen müssen einige Anforderungen erfüllt und Herausforderungen gelöst werden. Die für das Unternehmensarchitekturmanagement relevanten Informationen umfassen eine Vielzahl von Unternehmensbereichen und Managementebenen. Hier gilt es, nicht nur die richtigen Datenquellen zu identifizieren, sondern diese auch miteinander in Beziehung zu setzen, sodass sich aus der Verknüpfung der Datenquellen neue Informationen ergeben. Dabei muss mit der syntaktischen und semantischen Heterogenität der Daten umgegangen werden. Daten liegen in verschiedenen Formaten und verschiedenen Quellen vor, und die Bedeutung der Daten ist in verschiedenen Bereichen unterschiedlich definiert. Die verwendeten Begriffe, die genutzten Einteilungen in Kategorien und auch das Verständnis der Beziehungen zwischen Objekten unterscheidet sich von Anwendungsfeld zu Anwendungsfeld.

Während bestehende Methoden für das Unternehmensarchitekturmanagement insbesondere Identifikation und Aufnahme von Informationen abdecken, werden Wartung und Pflege der Informationsbasis oft im Qualitätsmanagement angesiedelt oder als Problem einer technischen Realisierung angesehen. Pflege und Wartung der Informationsbasis müssen jedoch bei Unternehmensarchitekturen ein integraler Bestandteil des Managements sein, sodass immer die aktuellen und richtigen Informationen zur Verfügung stehen und strategische, taktische und operative Entscheidungen nicht auf Grundlage veralteter oder falscher Informationen getroffen werden.

Schließlich dürfen Unternehmensarchitekturen keine statischen Modelle sein, sondern müssen sich gemäß den Veränderungen im Unternehmen weiterentwickeln. Es kommen neue Technologien und Trends, wie z.B. mobile Geräte oder Cloud-Dienste, auf, die die IT-Landschaft eines Unternehmens maßgeblich beeinflussen. Gleichzeitig ändern sich Marktbedingungen oder gesetzliche Vorgaben und dementsprechend auch die strategische Ausrichtung eines Unternehmens. Eine Unternehmensarchitektur muss diese Veränderungen fortlaufend abbilden und sich weiterentwickeln. Nur so kann die Ausrichtung der IT am Geschäft effektiv und nachhaltig unterstützt werden.

Zusätzlich werden Unternehmensarchitekturen nicht nur genutzt, um vorhandene Informationen leichter abzufragen, sondern auch, um komplexe Fragestellungen zu beantworten, eine Vielzahl weiterführender Analysen zu unterstützen und eine Grundlage für Entscheidungen zu liefern. Hierfür ist es hilfreich, wenn die Unternehmensarchitektur in einem offenen und verbreiteten Format gespeichert wird, sodass auch andere Werkzeuge über standardisierte Schnittstellen mit der Informationsbasis kommunizieren können. So werden Informationen effizient weitergegeben und Ergebnisse an die Informationsbasis zurückgegeben.

Im Semantic Enterprise Architecture Management werden standardisierte Technologien aus dem Semantic Web eingesetzt, die die Verfügbarkeit der aktuellen Informationen aus verschiedenen Datenquellen in einem einheitlichen und flexiblen Modell sicherstellen. So werden

Unternehmensarchitekturen erstellt, die eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Planungsaufgaben im Business-IT-Alignment bieten.

2 Abbildung von Unternehmensarchitekturen mit semantischen Technologien

Semantische Technologien wurden ursprünglich entwickelt, um die Vision des Semantic Web zu realisieren. Dabei sind im World Wide Web Dokumente nicht mehr durch namenlose Links verknüpft, sondern Informationsquellen stehen in einer sinnvollen Beziehung zueinander (Berners-Lee et al. 2001). So entsteht ein gigantischer Informationsgraph, den nicht nur Menschen verstehen, sondern den auch Computerprogramme interpretieren und analysieren können, um bestehende Informationen wiederzufinden und neue Informationen abzuleiten. Das World Wide Web Consortium (W3C) hat dazu einen Technologiestack¹ erarbeitet und verschiedene Modellierungs- und Abfragesprachen für das Semantic Web definiert und standardisiert.

Eine Kerntechnologie sind Ontologien. Ontologien sind formale Modelle, welche die Objekte, Kategorien und Beziehungen einer Wissensdomäne in einer logischen Sprache abbilden (Gruber 1993). Aufgrund der logischen Sprache werden in einer Ontologie automatisch Schlüsse gezogen und Inkonsistenzen aufgedeckt. Mit Hilfe von Ontologien lässt sich Wissen formal abbilden. Anhand dieses Wissens werden Datenquellen computerinterpretierbar beschrieben und miteinander verknüpft. Als ein wichtiger Schritt hin zum Semantic Web wurden bisher frei verfügbare Datenquellen zu einer großen Datenwolke („Linked Open Data Cloud“) verbunden, in der mittlerweile mehr als 30 Milliarden computerinterpretierbare Aussagen aus verschiedenen Wissensbereichen formalisiert sind (Jentzsch et al. 2011).

Ontologien, und semantische Technologien im Allgemeinen, eignen sich insbesondere auch, um vielfältige Datenquellen innerhalb eines Unternehmens intelligent miteinander zu verknüpfen. Die IT-Landschaft eines Unternehmens kann auch als World Wide Web im Kleinen verstanden werden. Die Datenlandschaft ist mit der Zeit gewachsen, es werden dabei verschiedene Technologien eingesetzt, verschiedene Modellierungsansätze verfolgt und verschiedene fachlich getriebene Terminologien verwendet. Dabei ist nicht nur eine heterogene und komplexe IT-Landschaft entstanden, sondern auch eine große Menge wertvoller Daten. Diese Daten bergen für ein Unternehmen ein mindestens ebenso großes Potenzial, um verlässliche und sichere Entscheidungen darüber zu treffen wo Veränderungen vorgenommen werden müssen, um ein Ziel zu erreichen, und um einem Unternehmen einen Informationsvorsprung gegenüber der Konkurrenz zu verschaffen (Hess et al. 2009).

Um dieses Potenzial zu nutzen, müssen Datenquellen jedoch sinnvoll und intelligent zueinander in Beziehung gesetzt werden. Ein erfolgreich erprobter Ansatz ist, Unternehmensarchitekturen als Ontologien zu entwickeln und vorhandene Datenquellen innerhalb der Ontologie zu beschreiben. So entsteht auch für ein Unternehmen ein vernetzter Informationsgraph, in dem relevante Informationen aus verschiedenen Datenquellen für Anfragen und ganzheitliche Analysen zur Verfügung stehen.

Der Einsatz semantischer Technologien löst allerdings nicht per se alle Herausforderungen bei der Integration verteilter Datenquellen. Vielmehr wird automatisch der Fokus der Integrationsarbeit auf die entscheidende Aufgabe gelegt, nämlich eine eindeutige und konsistente Beschreibung der genutzten Daten und ihrer Verbindung zueinander zu erarbeiten. Derartige Informationsgraphen

¹ <http://www.w3.org/2007/03/layerCake.png>

lassen sie dabei sehr gut in kleinen Iterationen (weiter-)entwickeln, während eine laufende Konsistenzprüfung des Gesamtmodells maschinell unterstützt wird.

3 In fünf Schritten zur semantischen Unternehmensarchitektur

Semantische Unternehmensarchitekturen lassen sich mit Hilfe von semantischen Technologien in fünf Schritten aufbauen. Wie in Abb. 1 dargestellt, sind diese Schritte (1) Datenquellen identifizieren, (2) Daten semantisch formalisieren, (3) Daten vernetzen, (4) Informationsbasis aufbauen und (5) Analysen für Entscheidungen. Obwohl die Schritte in einer Abfolge angeordnet sind, ist das Vorgehen eher zyklisch und iterativ - sodass nicht sofort alle Datenquellen identifiziert werden müssen, sondern die Informationsbasis nach und nach erweitert werden kann.

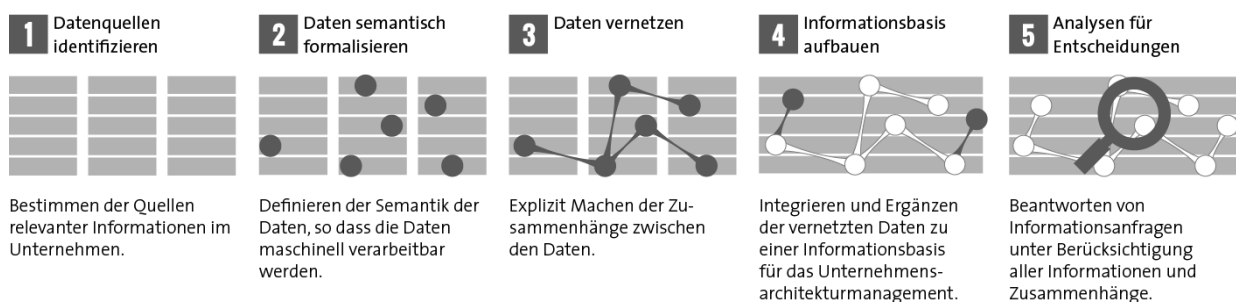


Abb. 1 Fünf Schritte zur semantischen Unternehmensarchitektur

Als Grundlage für den Ansatz dient das QL-Profil der Ontologiesprache OWL2 (Web Ontology Language 2, W3C 2012), das eine spezielle Menge an logischen Ausdrücken vorgibt, um eine effiziente Beantwortung von Anfragen auch bei großen Datenmengen zu gewährleisten.

Im ersten Schritt werden die Informationsbedarfe des Unternehmensarchitekturmanagements im Unternehmen bestimmt. Die Informationsbedarfe werden in Form von Fragen festgehalten, die die Unternehmensarchitektur beantworten soll. Davon ausgehend werden relevante Datenquellen identifiziert. In Unternehmen gibt es eine Vielzahl von möglichen Datenquellen für Unternehmensarchitekturen, z.B. strategische Ziele, Prozessbeschreibungen, Softwaredokumentationen, Schnittstellenbeschreibungen, Webservice-Repositories, Projektpläne, Releasepläne oder auch Infrastrukturdokumentationen. Als Ergebnis des ersten Schrittes liegt eine Liste der zu betrachtenden Datenquellen vor, z.B. ein Webservice-Repository und ein Mitarbeiterverzeichnis.

Im zweiten Schritt werden die Datenquellen semantisch formalisiert. In OWL2 wird dazu die Semantik der vorliegenden Daten leichtgewichtig erfasst. Objekte und ihre Beziehungen zueinander werden pro Datenquelle beschrieben. Diese Definition der Semantik ist für den Anwender noch leicht nachvollziehbar. Durch die Verwendung einer logischen Sprache zur Beschreibung der Datenquellen erhält auch der Computer eine definierte Interpretation der verschiedenen Datenquellen. Die Ergebnisse des zweiten Schrittes sind in Abb. 2 als Graph dargestellt.

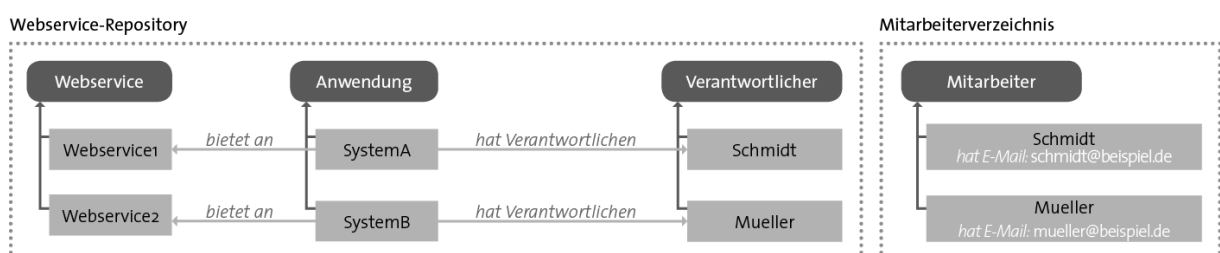


Abb. 2 Formalisierung der einzelnen Datenquellen nach Schritt 2.

Ein solches Modell bietet nun eine Grundlage für die Integration mehrerer Datenquellen. Es unterscheidet sich von Ansätzen der Datenbankintegration darin, dass eine logische Sprache verwendet wird und das Modell unabhängig von einer bestimmten Datenbanktechnologie bzw. Datenbank ist. Daten aus unterschiedlichsten Quellen lassen sich so zu einer Informationsbasis integrieren.

Im dritten Schritt werden die Daten aus den verschiedenen Quellen miteinander verknüpft. Daten, die sich auf dasselbe Objekt beziehen, werden falls möglich zusammengeführt. Dadurch wird ein einheitliches Vokabular festgelegt, anhand dessen die Objekte und Beziehungen eindeutig bezeichnet werden. Durch diese Integration werden Analysen über Datenquellen hinweg möglich. Nach dem dritten Schritt liegen die relevanten Daten aus dem Unternehmen als zusammenhängender und computerinterpretierbarer Informationsgraph vor. Inkonsistenzen können durch das Unternehmensarchitekturmanagement ermittelt und behoben werden. Damit ist sichergestellt, dass stets eine konsistente Informationsbasis für die weitere Nutzung zur Verfügung steht. Der zusammenhängende Informationsgraph der aus den formalisierten Datenquellen in Abb. 2 entsteht ist in Abb. 3 dargestellt.

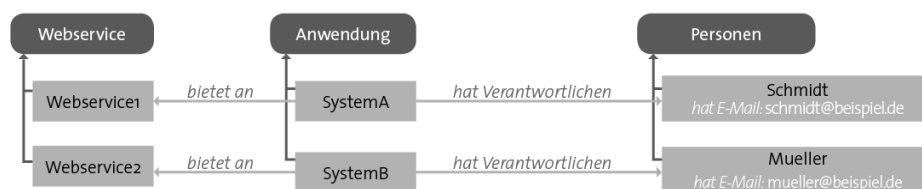


Abb. 3 Vernetzter Informationsgraph als Ergebnis des dritten Schrittes.

Im vierten Schritt wird aus dem Informationsgraphen eine Informationsbasis aufgebaut, um die konkrete Arbeit des Unternehmensarchitekturmanagements bestmöglich zu unterstützen. Dazu muss das vorliegende Modell um Elemente angereichert werden, die für das Management von Unternehmensarchitekturen notwendig sind, aber nicht durch vorhandene Datenquellen im Unternehmen abgedeckt sind. Dies sind beispielsweise Informationen zu Projekten (Projektziele, Stakeholder, etc.) sowie Planungen und Planungsszenarien zur Veränderung der IT-Unterstützung.

Das notwendige Wissen dazu liefern zum einen Standards und Frameworks im Umfeld des Unternehmensarchitekturmanagements (TOGAF, Zachmann-Framework), aber auch konkrete Erfahrungen von Unternehmensarchitekten über bestimmte Informationsbedarfe an und Methoden für das Unternehmensarchitekturmanagement. Um dieses Spezial- und Erfahrungswissen zu erfassen und nutzbar zu machen, wird dieses ebenfalls in einer Ontologie, einer sogenannten Basisontologie, abgebildet. Als Ausgangspunkt für diesen Teilschritt bieten sich entsprechende Vorarbeiten an, wie z.B. die Enterprise Ontology (Ushold et al. 1995) oder das TOGAF Content Metamodel (Gerber et al. 2010).

Durch ein Alignment des Informationsgraphen aus Schritt 3 mit der Basisontologie wird die Informationsbasis für das Unternehmensarchitekturmanagement vervollständigt. In Abb. 4 ist das Ergebnis des vierten Schrittes visualisiert. Beispielhaft ist in Abb. 4. nun ergänzt, dass Anwendungen verschiedene Anwendungsservices anbieten, wobei Webservices nur eine der möglichen Arten sind. Ebenso werden zusätzliche Informationen zur Nutzung von Anwendungsservices durch Anwendungen sowie zu Projekten ergänzt. Mit den konkreten Daten ergänzt – sei es durch manuelle oder automatische Pflegeprozesse – werden damit die vielfältigen Analysen im Unternehmensarchitekturmanagement ermöglicht.

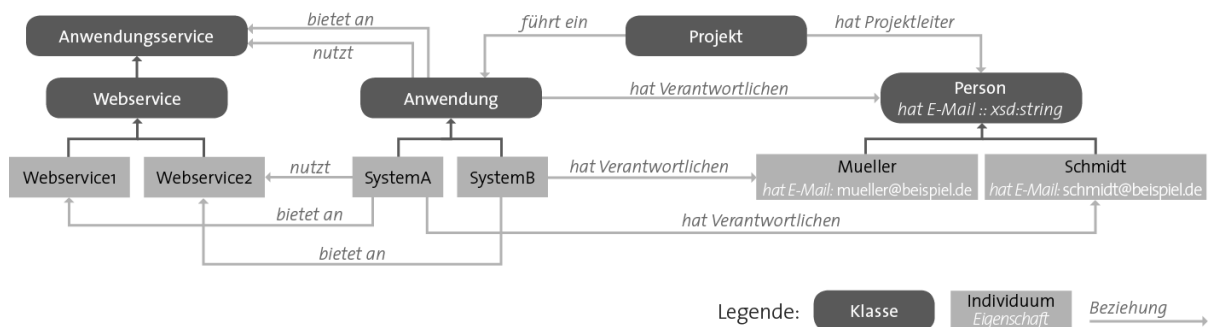


Abb. 4 Eine Informationsbasis für das Unternehmensarchitekturmanagement nach Schritt 4.

Im fünften Schritt werden zu beantwortende Fragen in einer passenden Ontologieabfragesprache implementiert und gegebenenfalls zusätzlich parametrisiert. Diese Anfragen decken die üblichen Informationsbedarfe der am Unternehmensarchitekturmanagement beteiligten Personen ab. Komplexe Fragestellungen über verschiedene Unternehmensbereiche hinweg lassen sich nun einfach und effizient beantworten. Im Beispiel aus der Abb. 4 kann so ermittelt werden, wer informiert werden muss, wenn Webservice2 abgeschaltet werden soll. In diesem Fall ist die Anwendung SystemA und somit Schmidt die verantwortliche Person, die informiert werden sollte. Zusätzlich kann aus den Informationen zum Projekt ermittelt werden, wer die Einführung der jeweiligen Anwendung als Projektleiter durchgeführt hat, um detaillierte technische Fragen zu erörtern. Anhand dieses kleinen Beispiels ist erkennbar, wie durch die Integration mehrerer Datenquellen zusätzliche Informationen im Unternehmensarchitekturmanagement zugänglich werden.

Die Informationsbasis steht auch für weitergehende Informationsverarbeitungsprozesse zur Verfügung, die nicht direkt an semantische Technologien geknüpft sind. So ist es zum Beispiel möglich, Veränderungen, Auswirkungen oder Redundanzen in der Unternehmensarchitektur zu ermitteln. Die Eigenschaften der Informationsbasis, d.h. die Formalisierung der Daten, die Konsistenz der Informationen sowie die Konformität mit bekannten Standards, erleichtern eine direkte Wiederverwendung.

Gleichzeitig laufen Ausbau und Pflege einer Unternehmensarchitektur als kontinuierliche Prozesse weiter. Neue Datenquellen bzw. neue Informationsbedarfe werden entsprechend der fünf oben beschriebenen Schritte nach und nach in die Informationsbasis aufgenommen. Durch die Verwendung semantischer Technologien zur Modellierung, Pflege und Auswertung lassen sich Unternehmensarchitekturen effizient und nachhaltig modellieren und es entsteht eine Informationsbasis, die für das Business-IT-Alignment relevante Informationen computerinterpretierbar und zentral zur Verfügung stellt.

4 Fortgeschrittene Analysen am Beispiel der Transformationsplanung

Als Beispiel für eine fortgeschrittene Analyse einer Unternehmensarchitektur zeigen wir, wie mit Hilfe von Planungsalgorithmen automatisch Vorschläge für die zielgerichtete Weiterentwicklung einer IT-Landschaft berechnet werden. Basierend auf einer aktuellen Unternehmensarchitektur wird, unter Hinzunahme eines im Rahmen des Unternehmensarchitekturmanagements definierten Zielzustandes, eine Abfolge von Transformationsschritten berechnet, mittels derer der Zielzustand erreicht wird. Einzelne Transformationsschritte können dabei nach unterschiedlichen Kosten gewichtet werden, um einen möglichst effizienten Plan zu erstellen. Dazu werden zunächst auf einer abstrakten Ebene mögliche Transformationsschritte spezifiziert. Diese werden dann automatisch instanziiert, um anschließend einen oder mehrere Pläne vorzuschlagen.

Zur Veranschaulichung verwenden wir ein stark vereinfachtes Modell mit drei verschiedenen Typen von Objekten: Anwendungen, Anwendungsservices und Informationsservices. Eine Anwendung ist ein konkretes Softwareprodukt, das einen Anwendungsservice implementiert. Der Anwendungsservice ist eine technische Schnittstelle, über die Anwendungslogik bereitgestellt wird. Er realisiert wiederum einen Informationsservice. Ein Informationsservice ist ein Service, der ein Informationsobjekt erstellt, liest, bearbeitet oder löscht. Informationsservices stellen konkrete Beziehungen zwischen Geschäft und IT her. Es lassen sich in diesem vereinfachten Modell eine Anwendungs- und eine Informationsarchitektur als Ebenen der Unternehmensarchitektur unterscheiden. Diese Ebenen fokussieren jeweils unterschiedliche Aspekte im Unternehmen. Für die Transformationsplanung der IT-Landschaft müssen diese Ebene integriert werden.

In einer von der Unternehmensstrategie getriebenen Entwicklung der IT-Landschaft geht man Top-Down, ausgehend von den Informationsservices, vor. Um im Zielzustand einen neuen Informationsservice zu realisieren, gibt es in diesem Modell vier mögliche Transformationsschritte. Diese sind in Abb. 5 schematisch dargestellt. Die einfachste Möglichkeit ist, einen bereits vorhandenen Anwendungsservice zur Realisierung des neuen Informationsservice wiederzuverwenden (Abb. 5a). Falls es keinen passenden Anwendungsservice gibt, kann man als zweite Möglichkeit einen bestehenden Anwendungsservice funktional erweitern, um den Informationsservice zu realisieren (Abb. 5b). Als dritte Möglichkeit kann auf Ebene der Anwendungen eine bestehende Anwendung erweitert werden, um einen neuen Anwendungsservice zu implementieren (Abb. 5c). Schließlich bleibt als vierte Möglichkeit die Entwicklung einer neuen Anwendung die einen neuen Anwendungsservice implementiert, welcher wiederum den gewünschten Informationsservice realisiert (Abb. 5d).

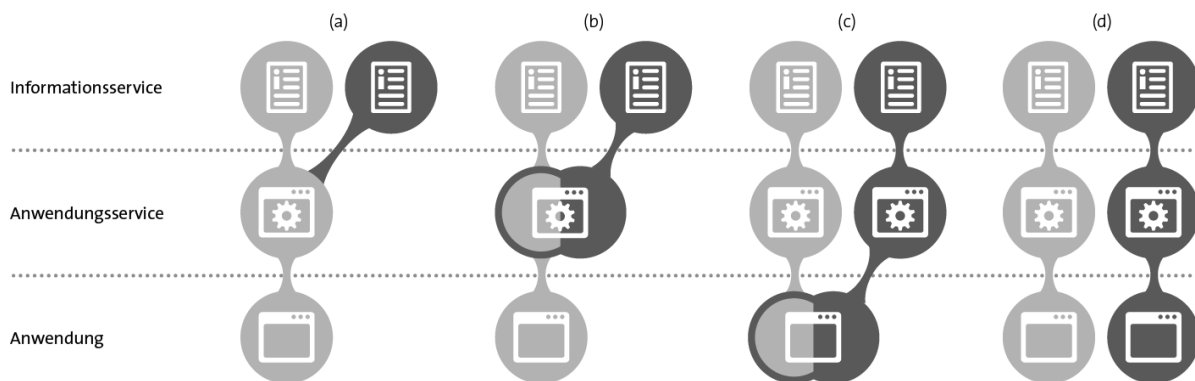


Abb. 5 Vier mögliche abstrakte Transformationsschritte um einen neuen Informationsservice zu realisieren.

Diese möglichen Transformationsschritte dienen als Vorlage und werden abstrakt, d.h. unabhängig von einer konkreten Unternehmensarchitektur, spezifiziert. Für eine konkrete Unternehmensarchitektur mit einem definierten Zielzustand werden die einzelnen Ausprägungen dieser Schritte für die Elemente der Unternehmensarchitektur generiert. Aus einem Vergleich der aktuellen Unternehmensarchitektur mit einem Zielzustand, in dem mehrere Veränderungen an verschiedenen Informationsservices geplant sind, werden die Unterschiede automatisch abgeleitet. Aus den Unterschieden werden dann die Transformationsschritte konkretisiert. Diese Transformationsschritte sind jeweils einmal anwendbar und es ist sichergestellt, dass sich aus einer Untermenge der Transformationsschritte ein Plan zur Erreichung des Zielzustandes erzeugen lässt.

Die Transformationsschritte werden technisch jeweils als ausführbare Regeln implementiert. Die Vorbedingung der Regel ist eine Menge logischer Aussagen die in der Ontologie wahr sein muss. Die Nachbedingung ist eine Veränderung an der Ontologie, wobei logische Aussagen entfernt oder eingefügt werden. Deshalb ist es möglich, dass nicht zu jedem Zeitpunkt alle Transformationsschritte

anwendbar sind. Insbesondere führt das Ausführen eines Schrittes dazu, dass dieser Schritt und seine (wie in Abb. 5 dargestellten) Alternativen im Folgenden nicht mehr ausführbar sind.

Um aus einer Menge möglicher Transformationsschritte eine zielführende Schrittfolge abzuleiten wird ein Graphtransformationssystem eingesetzt, welches die graphbasierte Struktur der semantischen Unternehmensarchitektur ausnutzt. Veränderungen an der Unternehmensarchitektur sind dann Transformationen des Graphen. Die Transformationsschritte und die resultierenden Zwischenzustände sind innerhalb des Graphtransformationssystems wiederum die Kanten und Knoten eines gerichteten azyklischen Graphen, der explorativ aufgespannt wird, bis ein Pfad gefunden ist über den der Zielzustand erreicht wird (Lautenbacher et al. 2013). Ein Pfad der zum Zielzustand führt, ist dann ein valider Transformationsplan.

Mit einer Erweiterung der Transformationsschritte um die jeweiligen Kosten, kann das Graphtransformationssystem auch den kostengünstigsten Plan zur Erreichung des Zielzustandes berechnen. Diese Berechnung ist eine Abwandlung bekannter Wegesuch-Algorithmien, wie sie auch Navigationssysteme verwenden.

Mit überschaubarem zusätzlichem Modellierungsaufwand von abstrakten Transformationsschritten, und falls gewünscht den Kosten der Transformationsschritte, wird so, unter Verwendung bestehender Technologien, ein Planungswerkzeug für das Unternehmensarchitekturmanagement realisiert, welches auch als Analysewerkzeug und Entscheidungsgrundlage für ein Business-IT-Alignment verwendet werden kann.

5 Nutzen und Möglichkeiten des Semantic Enterprise Architecture Management

Im Semantic Enterprise Architecture Management sind Informationen stets in einer hohen Qualität und Aktualität verfügbar. Durch den Einsatz semantischer Technologien stehen dem Unternehmensarchitekturmanagement alle Informationen in Echtzeit zur Verfügung. Analysen im Modell greifen immer auf die aktuellen Informationen aus verschiedenen Unternehmensbereichen und Datenquellen zu, unabhängig von ihrem ursprünglichen Format und in einer einheitlichen und abgestimmten Terminologie. Die Bedeutung der Begriffe, mit denen die Elemente im Modell bezeichnet werden, ist mit den Verantwortlichen abgestimmt und in der Ontologie logisch spezifiziert. Im Vergleich mit relationalen Datenbankmanagementsystemen erlaubt eine Spezifikation in einer logischen Sprache frühzeitig das Aufdecken von Inkonsistenzen und das Ableiten neuer Informationen, die sich aus der Verknüpfung verschiedener Datenquellen ergeben. So stehen nicht nur konsistente, sondern auch neue Informationen zu Verfügung. Die Entwicklung einer Ontologie erfordert jedoch Fachwissen in der Modellierung mit logischen Sprachen. Unterspezifikationen können dazu führen, dass nicht alle Inkonsistenzen automatisch erkannt werden. Überspezifikationen können dazu führen, dass Inkonsistenzen errechnet werden, die eigentlich keine sind. Die Pflege und Wiederverwendung einer Basisontologie hilft, diese Risiken zu minimieren.

Die Ontologie erfasst das konzeptionelle Wissensmodell der Domäne so, wie es dem Verständnis der Anwender entspricht. Das Schema der Informationsbasis bildet direkt die Kategorien, Objekte und Beziehungen ab, die in der Realität der Anwender existieren. Dabei ist die Informationsbasis, und somit das Modell an das die Anfragen gestellt werden, von einer bestimmten technischen Implementierung in einem relationalen Datenbankschema entkoppelt. So kann die Informationsbasis leicht und flexibel weiterentwickelt werden, weil das formale Modell erst zur Anfragezeit interpretiert wird, und nicht wie in der objektorientierten Programmierung kompiliert oder wie in der Datenbankmodellierung in Tabellen und Relationen übersetzt wird. Das Modell kann jederzeit

um neue Kategorien, Beziehungen und Individuen erweitert werden und mit dem Unternehmen wachsen.

Schließlich sind Unternehmensarchitekturen mit semantischen Technologien offen für fortgeschrittene Analysen. Neben der Möglichkeit komplexe Fragestellungen an den Informationsgraph zu formulieren und den aus der Logik bekannten Analysen von Konsistenz und Erfüllbarkeit, steht das formale Modell auch weiteren Analysen und externen Anwendungen zu Verfügung. Die Verwendungen von offenen Standards für die Anfrageschnittstelle und für die Implementierung der Ontologie vereinfacht die Nutzung der Informationsbasis in anderen Anwendungen und ermöglicht die Kombination mit anderen Werkzeugen.

Danksagung

Semantic Enterprise Architecture Management ist das Ergebnis eines Forschungsprojekts der Softplant GmbH und der Universität Augsburg. Das Projekt wurde im Rahmen des FuE-Programms „Informations- und Kommunikationstechnik“ des Freistaates Bayern gefördert.

Literaturverzeichnis

Aier S, Riege C, Winter R (2008) Unternehmensarchitektur Literaturüberblick und Stand der Praxis. *Wirtschaftsinformatik* 4(50):292-304

Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O (2001) The Semantic Web. *Sci. Am.* 284(5):28-37

Gerber A, Kotzé P, van der Merwe A (2010) Towards the formalization of the TOGAF content metamodel using ontologies. In: Filipe J, Cordeiro J (Hrsg) 12th Int. Conf. on Enterprise Information Systems (ICEIS), Funchal, Madeira, Portugal, 8-12 June 2010, S 54-65

Gruber T (1993) A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowl. Acquis.* 5(2):199-220

Hess C, Lambert J, Syldatke T (2009) Ontologien im Praxiseinsatz: Erfahrungen bei der Audi AG. *OBJEKTSpektrum Juni*:46-51

Jentzsch A, Cyganiak R, Bizer, C (2011) State of the LOD Cloud. <http://lod-cloud.net/state/>. Gesehen 8. Juli 2014

Lautenbacher F et al (2013) Planning Support for Enterprise Changes. In Grabis J, Kirikova M, Zdravkovic J, Stirna J (Hrsg): *Proc. of Practice of Enterprise Modeling (PoEM 2013)*, Riga, Latvia, November 6-7, 2013, Springer, Heidelberg, S 54-68

Luftman J, Derksen B (2012) Key Issues for IT Executives 2012: Doing More with Less. *MIS q. exec.* 11(4):207-218

Silvius AJG (2007) Business & IT Alignment in theory and practice. In Sprague RH jr (Hrsg) *Proc. of the 40th Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS'07)* Waikoloa, HI, IEEE, S 211b

Uschold M, King M, Moralee S, Zorgios Y (1995) *The Enterprise Ontology*. <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/pub/projects/enterprise/ontology/v1-1-md31-pub.ps>. Gesehen 8. Juli 2014

W3C (2012) *OWL 2 Web Ontology Language*. <http://www.w3.org/TR/owl-overview/>. Gesehen 8. Juli 2014