

# IT-Infrastrukturen für flexible, service-orientierte Anwendungen - Ein Rahmenwerk zur Bewertung

Stephan Buchwald<sup>1</sup>, Thomas Bauer<sup>1</sup> und Rüdiger Pryss<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Daten- und Prozessmanagement, Daimler AG,  
{stephan.buchwald, thomas.tb.bauer}@daimler.com

<sup>2</sup>Institut für Datenbanken und Informationssysteme, Universität Ulm  
ruediger.pryss@uni-ulm.de

**Zusammenfassung:** Service-orientierte Architekturen (SOA) sind in vielen Unternehmen ein zwar noch entstehendes, aber bereits auch sehr wichtiges Thema. Ein entscheidender Aspekt jeder SOA stellt die Standardisierung der IT-Infrastruktur des Unternehmens dar. Dadurch sparen Unternehmen Kosten, da sie die IT-Anbieter leichter austauschen können. Ferner reduziert sich durch Standardisierung der Wissensaufwand bei der Softwareentwicklung und die Funktionalität der IT für die Fachanwender wird so vereinheitlicht. Dies bedeutet, dass für jede im Unternehmen benötigte Funktionalität ein Produkt ausgewählt werden muss, das dann für IT-Applikationen als Implementierungsplattform fest vorgegeben ist (bzw. eine kleine Anzahl unterschiedlicher Produkte ggf. verschiedener Hersteller). Obwohl für eine solche Entscheidung die potentiell relevanten SOA-Komponenten bekannt sein sollten, gibt es in der Literatur keine systematische und produktunabhängige Darstellung und Bewertungsgrundlage von IT-Infrastrukturen für eine SOA. Da jedes Unternehmen unterschiedliche Anforderungen an die Flexibilität einer SOA hat, ist zudem eine Betrachtung unterschiedlicher Ausbaustufen der einzelnen SOA-Komponenten sinnvoll. Die Anforderungen der Unternehmen erstrecken sich von mehr Funktionalität für die Benutzer bis hin zu mehr Funktionalität bei der Prozesssteuerung. Darüber hinaus sollen Kosten infolge redundanter Implementierungen vermieden werden. Aus diesem Grund betrachtet dieser Beitrag Komponenten einer SOA ebenso wie eine Darstellung ihres Zusammenspiels in einer IT-Gesamtinfrastruktur. Der Fokus liegt auf Geschäftsprozessen, die geeignet durch IT-Applikationen unterstützt werden sollen.

## 1 Einleitung

Ein entscheidender Erfolgsfaktor für Unternehmen ist ihre Anpassungsfähigkeit auf Änderungen ihrer Umgebung [MRB08, Rei00, RMRD04, RMR07]. Diese Fähigkeit wird zum Wettbewerbsvorteil, wenn die jeweiligen Anpassungen schneller und kostengünstiger realisierbar sind als bei Konkurrenten. Um diesen Vorsprung zu erreichen, wird die geforderte Informationstechnologie (IT) immer mehr zum Schlüsselfaktor. Unternehmen haben erkannt, dass die geforderte Anpassungsfähigkeit mit monolithischen IT-Systemen nicht realisierbar ist. Um Anpassungen dennoch durchführen zu können, wurden im Laufe der Zeit zahlreiche Technologien und Methoden in den Unternehmen etabliert. Diese wurden eingesetzt, um die Abläufe zwischen den IT-Systemen abzubilden und damit die Integration zu ermöglichen.

Das kontinuierliche Anwenden neu entwickelter Technologien, mit dem Ziel der Integration von IT-Systemen, führte zu immer komplexer werdenden Unternehmenslandschaften. Die Komplexität ist in der Nutzung unterschiedlicher Integrationslösungen begründet, was zu intransparenten Abläufen geführt hat [RD00]. Erschwerend kommt hinzu, dass zusätzlich zur fehlenden Transparenz der Abläufe im eigenen Unternehmen auch die Beziehungen mit Partnern immer komplexer werden. Um dennoch die Transparenz dieser komplexen Abläufe zu erhöhen, werden diese losgelöst von den IT-Systemen dokumentiert, d.h. auf einer fachlichen Ebene. Dies bildet auch die Grundlage für Optimierungen. Diese Abläufe stellen die fachlichen Anforderungen dar, die von den IT-Systemen erfüllt werden müssen, um die Geschäftsfähigkeit des Unternehmens sicherzustellen.

Das Problem der Anpassungsfähigkeit resultiert aus der Notwendigkeit zur effizienten Abbildung der fachlichen Anforderungen, repräsentiert durch die Abläufe im Unternehmen, auf die IT-Systeme. Die fachliche Sicht muss sehr viel stärker betont werden als bisher. Dazu werden die Fachanwender des Unternehmens häufiger in die Anpassung der IT-Systeme einbezogen. Die bisher lang andauernden Software-Entwicklungszyklen werden durch diese Maßnahme kürzer, da Änderungen des Fachanwenders gezielter in die IT überführbar sind. Aus diesen Gründen müssen die fachliche und technische Sicht eines Unternehmens enger aufeinander abgestimmt werden.

Getrieben durch diese Erkenntnis versuchen Unternehmen ihre vorhandene Systemlandschaft service-orientiert auszurichten [Erl05]. Aus fachlicher Sicht beschreibt ein Service eine Funktionalität, die im Unternehmen angeboten oder verwendet wird. Die Einführung von Services und dazu notwendiger Technologien und Methoden führt zu einer service-orientierten Architektur (SOA). Darunter versteht man ein Architekturparadigma, welches das Modellieren von Services, das Ausführen von Services sowie das Kapseln von Funktionalität durch Services und die service-orientierte Softwareentwicklung unterstützt. Hierunter fallen vor allem die Ausrichtung der IT an fachlichen Anforderungen und die schnelle Reaktion auf (geänderte) fachliche Anforderungen. Darüber hinaus bilden Service-Prinzipien wie Kapselung, lose Kopplung, standardisierte Schnittstellen, Auffindbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Autonomie von Services die Basis für eine SOA [Erl05].

Wesentlich für die Realisierbarkeit dieser Funktionalitäten ist eine standardisierte, service-orientierte IT-Infrastruktur. Diese beinhaltet funktionale Komponenten zur Modellierung von fachlichen Anforderungen und deren Abbildung auf IT-Systeme. Die IT-Infrastruktur muss so gestaltet sein, dass die genannten SOA-Prinzipien umgesetzt werden können. Um die fachlichen Anforderungen abzubilden, werden Geschäftsprozesse modelliert, die die Abläufe im Unternehmen beschreiben [RD00]. Änderungen an Geschäftsprozessen müssen gestützt durch die IT-Infrastruktur flexibel auf die Implementierung abgebildet werden können. Sowohl die Geschäftsseite (z.B. Änderungen von gesetzlichen Rahmenbedingungen) als auch deren fachliche Umgebung (z.B. organisatorische Umstrukturierung) lösen Änderungen aus. Außerdem können Änderungen durch die Umgebung der Implementierung (z.B. dem physischen Ort der Service-Implementierung) initiiert werden.

Um Unternehmenslandschaften und deren IT-Systeme möglichst flexibel in einer SOA betreiben zu können, ist eine IT-Infrastruktur notwendig, welche die dafür geeigneten Komponenten verwendet. Obwohl Hersteller, Gremien und Autoren zahlreiche SOA-Produkte und -Konzepte beschreiben, gibt es keine konzeptionellen und plattformunabhängigen Betrachtungen von Komponenten sowie deren Funktionalität und Zusammenspiel. Des-

halb stellt dieser Beitrag eine produktunabhängige Sicht auf die Komponenten einer IT-Infrastruktur vor, welche deren Bewertung, Analyse und Weiterentwicklung unterstützt. Das Ergebnis dieser Betrachtung ist ein Rahmenwerk, das eine Orientierungshilfe hinsichtlich der Bewertung einer Unternehmenslandschaft bietet. Auf Basis dieser Bewertung soll eine Weiterentwicklung der bestehenden Unternehmenslandschaft in Richtung Service-Orientierung ermöglicht werden.

In Kapitel 2 wird ein Anwendungsszenario vorgestellt. Dieses führt einen vereinfachten Geschäftsprozess ein, der zur Verdeutlichung der Überführung von „hart verdrahteten“ IT-Systemen zu service-orientierten Architekturen dient. Bei der Beschreibung von Komponenten in Kapitel 3 wird dieses Anwendungsszenario aufgegriffen, um aufzuzeigen, wieso eine IT-Infrastruktur die dargestellten Komponenten beinhalten muss. Wir unterteilen unsere IT-Infrastruktur dazu in zwei Entwicklungsstufen, die dazu dienen, existierende IT-Systeme service-orientiert weiterzuentwickeln. Kapitel 4 betrachtet den Stand der Technik, bevor der Beitrag mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick schließt.

## 2 Anwendungsszenario und Ziele

Wir diskutieren im Folgenden ein typisches Anwendungsszenario. Abbildung 1 zeigt einen Prozess für das Änderungsmanagement in der Fahrzeugentwicklung. Dieser ist vereinheitlicht und verfremdet dargestellt, beinhaltet aber realitätsnahe Anforderungen. Er stellt sicher, dass Änderungsvorhaben an Bauteilen vor ihrer eigentlichen Umsetzung bewertet, genehmigt und entsprechend dokumentiert werden.

Im Geschäftsprozessschritt ① wird ein Änderungsvorhaben angelegt, indem die Änderung in Form eines Änderungsantrages beschrieben wird. Dieser enthält neben der Änderungskategorie eine Beschreibung der Änderung, mögliche Maßnahmen zur Umsetzung, Angaben zu betroffenen Bauteilen sowie eine grobe Abschätzung resultierender Kosten.

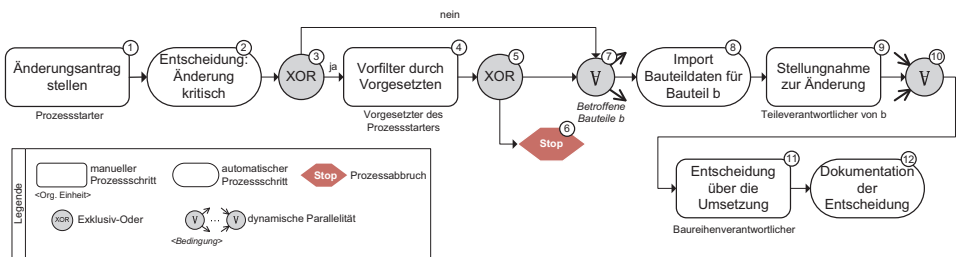


Abbildung 1: Geschäftsprozess zum Änderungsmanagement

Eine Änderung wirkt sich oft auf viele Bauteile aus. Das Durchlaufen des Änderungsprozesses kann deshalb hohe Kosten (für Stellungnahmen) verursachen. Diese sollten vermieden werden, wenn eine Umsetzung der Änderung unwahrscheinlich ist. Aus diesem Grund

bewertet im Prozessschritt ④ der Vorgesetzte des Antragstellers die Erfolgsaussichten des Änderungsvorhabens. Gegebenenfalls kann er den Änderungsprozess vorzeitig beenden ⑥. Allerdings sollen auch bei dem Vorgesetzten unnötiger Aufwand sowie unnötige Verzögerungen durch den Prozessschritt ④ vermieden werden. Deshalb wird dieser nur ausgeführt, wenn ein solcher Vorfilter sinnvoll ist. Wann dies der Fall ist, entscheidet ein automatischer Prozessschritt mittels vordefinierter Geschäftsregeln ②. So kann ein Vorfilter bei hoher Anzahl zu bewertender Bauteile, in Kombination mit hohen erwarteten Kosten für die Umsetzung der Änderung, sinnvoll sein.

Für alle vom Änderungsvorhaben betroffene Bauteile werden entsprechende Bauteildaten (z.B. Teilenummer, Beschreibung, Material, etc.) automatisch aus dem jeweiligen Produktdaten-Management-System (PDM) importiert ⑧. Anschließend geben die Bauteilverantwortlichen eine Stellungnahme zur Änderung ab ⑨. Hierbei werden insbesondere die technische Realisierbarkeit der Änderung sowie die tatsächlich resultierenden Kosten am Bauteil bewertet.

Der Baureihenverantwortliche entscheidet im Prozessschritt ⑪ über die Umsetzung des Änderungsvorhabens. Diese Entscheidung wird automatisiert dokumentiert ⑫. Es werden sowohl Informationen an das PDM zurückübermittelt, als auch an alle IT-Systeme übertragen, die später an der Umsetzung des Änderungsvorhabens beteiligt sind.

Das zuvor beschriebene Anwendungsszenario wurde bereits einer fachlichen Optimierung unterzogen, d.h. das Anwendungsszenario aus Abbildung 1 hatte bei der ersten Implementierung eine andere Struktur. Ursprünglich waren die Prozessschritt ③ bis ⑥ nicht vorhanden und sind erst durch eine fachliche Optimierung hinzugekommen. Aufgrund der nachträglichen Änderung am Geschäftsprozess, musste dieser erneut auf die IT-Systeme abgebildet werden.

Ziel einer SOA ist es zum einen, aus solch fachlich beschriebenen Geschäftsprozessen schnell und kostengünstig eine IT-Implementierung abzuleiten. Zum anderen sollten Änderungen, wie beispielsweise das Einfügen der Prozessschritte ③ bis ⑥, einfach realisiert werden können, um eine erneuten Implementierung des gesamten Geschäftsprozesses zu vermeiden. Deshalb sollte die Automatisierung durchgängig entlang des gesamten Prozesslebenszyklus gestaltet werden, um dadurch eine möglichst vollständige Informationsweitergabe von der fachlichen Geschäftsprozessbeschreibung bis zur konkreten Implementierung zu realisieren. Insbesondere die Änderbarkeit von Geschäftsprozessen und die zugehörige Synchronisation mit der konkreten IT-Implementierung sind essentiell, sowohl aus Sicht des Geschäftsprozessmodells in Richtung der IT-Implementierung, als auch in entgegengesetzter Richtung. Dadurch wird es möglich, Geschäftsprozesse in einer SOA zu etablieren und auf Änderungen zu reagieren. Ein Faktor zur Verringerung der Kosten für die Implementierung von Geschäftsprozessen ist die Wiederverwendung existierender Funktionalität. Beispielsweise sollte im Geschäftsprozessschritt ⑧ ein Service verwendet werden, der bereits existiert und die notwendigen Informationen über ein Bauteil bereitstellt.

Die zuvor beschriebenen Ziele lassen sich nur erreichen, wenn dafür geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden. Dazu gehört unter anderem, dass Informationen über fachliche Anforderungen und Geschäftsprozesse sowie Informationen, die für die konkrete Implementierung notwendig sind, zentral zugreifbar dokumentiert sein müssen. Dadurch können beispielsweise geeignete Services für die Geschäftsprozessschritte ⑧ und

⑫ bereits in frühen Phasen des Prozesslebenszyklus gefunden und verwendet werden. Organisatorische Faktoren wie Enterprise Architecture Management [MBL07] oder zentral gesteuerte Governance-Prozesse<sup>1</sup> und -Gremien nutzen diese Information, indem sie beispielsweise die zentral abgelegten Informationen als Grundlage für Entscheidungen verwenden. Neben der reinen Informationsspeicherung müssen insbesondere Abhängigkeiten zwischen Geschäftsprozessen, Services, IT-Systemen und Bearbeitern verwaltet werden. Auf Basis dieser Informationen setzen Analysemethoden an, um auftretende Fehler frühzeitig zu erkennen und entsprechend darauf reagieren zu können. Beispielsweise kann analysiert werden, welche Services von welchen Geschäftsprozessen verwendet werden. Diese Information ist wichtig, um bei Änderungen an Services, die davon betroffenen Geschäftsprozesse identifizieren und ggf. anpassen zu können.

### 3 Ausbaustufen einer IT-Infrastruktur

Das Zusammenspiel aller IT-Systeme verbessert die Geschäftsfähigkeit eines Unternehmens. Hierzu müssen die IT-Systeme miteinander interagieren. Um die grundlegende Funktionsfähigkeit der Unternehmenslandschaft sicherzustellen, ist die Integration der IT-Systeme notwendig. Diese Fähigkeit wird technisch durch IT-Infrastrukturen unterstützt. Darunter versteht man die Datenverarbeitung und die dafür benötigten Hard- und Softwarekomponenten sowie unterstützende Technologien zur Kommunikation zwischen diesen Komponenten. Da die Komplexität der IT-Systeme oftmals groß ist, ist schwer bewertbar, ob die im Unternehmen vorhandene IT-Infrastruktur in Bezug auf die Anpassungsfähigkeit adäquat ist. Um diese Bewertung vornehmen zu können, schlagen wir ein Rahmenwerk vor, welches Praktikern eine detaillierte Betrachtung der Komponenten und deren Zusammenspiel im Vergleich ermöglicht. Dieses Rahmenwerk beginnt mit der Beschreibung klassischer Integration auf Basis von Punkt-zu-Punkt-Verbindungen und endet mit der prozessorientierten Integration von Services. Bewusst ausgeklammert haben wir in dieser Betrachtung Aspekte wie Governance und Security. Eine solche Betrachtung würde diesen Beitrag sprengen, zumal unser Fokus auf der geeigneten Unterstützung von Geschäftsprozessen liegt.

Zur besseren Strukturierung unterteilen wir das Rahmenwerk in zwei Ausbaustufen, welche den oben genannten Übergang abbilden. Davor wird die Entwicklung von IT-Infrastrukturen vor Einführung von Services beschrieben, d.h. IT-Infrastrukturen wie sie heute in der Praxis meist zu finden sind. Aus service-orientierter Sichtweise sind diese meist unzureichend und weisen bei der Einführung von Services und einer SOA gewisse Probleme auf. Diese werden analysiert und motivieren zugleich die Ausgangsbasis für die beiden Ausbaustufen. Unternehmen erhalten durch diese die Möglichkeit zu evaluieren, an welcher Stelle sie sich in Bezug der Service-Orientierung befinden und was für eine Weiterentwicklung notwendig ist.

---

<sup>1</sup>Governance-Prozesse werden auch durch die IT-Umgebung gesteuert und unterstützt. Eine Behandlung der Governance-Prozesse geben wir indes nicht, da dies außerhalb unseres Beitrages liegt, welcher sich auf die Kern-Prozesse eines Unternehmens fokussiert.

### 3.1 IT-Infrastrukturen vor einer SOA-Einführung

Durch Eigenentwicklungen oder Zukauf von IT-Systemen hat sich in Unternehmen eine sehr heterogene IT-Infrastruktur entwickelt. Die Wartung und Pflege der immer komplexer werdenden IT-Infrastrukturen hat sich als schwer handhabbar herausgestellt [Pry05]. Hauptsächlich wird dies durch eine „harte Verdrahtung“ der IT-Systeme verursacht. Diese Verdrahtung ist meist als Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen den einzelnen IT-Systemen realisiert. Dies führt bei kontinuierlichem Hinzufügen neuer IT-Systeme zu vielen Abhängigkeiten, deren Zusammenhänge nur schwer nachvollziehbar sind. Erschwerend kommt hinzu, dass die IT-Infrastrukturen mit Fortschritt der Technik gewachsen sind, d.h. unterschiedliche Standards und Technologien für die Integration verwendet werden. Oftmals geschieht der Datenaustausch manuell. Ferner kann der gemeinsame Zugriff von IT-Systemen auf die Daten über den Austausch von Dateien oder über eine gemeinsame Datenbank erfolgen. Hierbei stellt sich das Problem, dass die Integration ausschließlich über die Datenbasis erfolgt und der eigentliche Ablauf oft nicht nachvollziehbar ist. Eine Analyse der Abläufe ist somit aufgrund der komplexen Beziehungen zwischen den IT-Systemen nicht möglich.

Diese Betrachtung einer IT-Infrastruktur behandelt bisher nur innerbetriebliche Aspekte. Die Probleme verstärken sich im unternehmensübergreifenden Fall, da hier nicht nur die unternehmenseigenen IT-Systeme betrachtet werden müssen, sondern auch die des Partnerunternehmens. Um dieses Problem zu vermeiden, wird eine abstraktere Sicht auf die Integration benötigt. Die erste abstrakte Verfeinerung geben wir in der Ausbaustufe 1, welche eine service-orientierte Sicht einführt.

### 3.2 Ausbaustufe 1: Minimale service-orientierte IT-Infrastruktur

Ziel dieser Ausbaustufe ist es, von hart verdrahteten, heterogenen IT-Infrastrukturen und ihren Problemen wegzukommen und in Richtung einer service-orientierten Architektur zu gelangen. Deshalb werden Services zur Kapselung vorhandener IT-Systemfunktionalität eingeführt. Dadurch wird es möglich, standardisierte Technologien für die Kommunikation zwischen Services einzusetzen, wodurch auch Punkt-zu-Punkt-Verbindungen ersetzt werden. Neben einer solchen Kapselung ist die Wiederverwendung von Services ein wichtiger Schritt in Richtung einer service-orientierten Architektur. Damit IT-Systeme bereits existierende Services wiederverwenden können, müssen diese zentralisiert abgelegt und auffindbar sein, d.h. eine zentrale Speicherung von Informationen ist notwendig. Ein weiteres Ziel ist die Betrachtung von Geschäftsprozessen, wodurch Abläufe zwischen IT-Systemen transparent und analysierbar werden.

Um dies zu unterstützen, sind diverse Komponenten in der IT-Infrastruktur notwendig, z.B. eine Komponente zur Modellierung von Geschäftsprozessen und eine weitere zur Ausführung von Services. Abbildung 2 zeigt diese Komponenten und stellt zugleich deren Zusammenspiel mittels Informationsfluss-Kanten dar. Im Folgenden werden die Komponenten detailliert beschrieben.

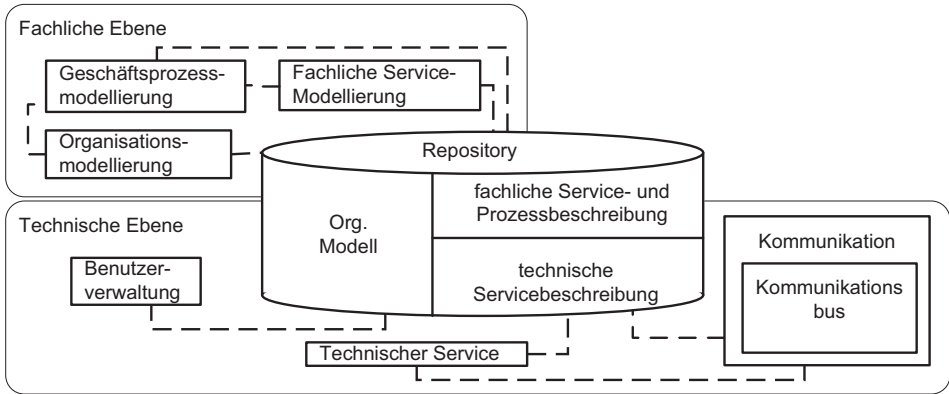


Abbildung 2: Ausbaustufe 1 - Minimale serviceorientierte IT-Infrastruktur

### 3.2.1 Fachliche Service-Modellierung

Fachliche Services sind Dienste, welche in einem Unternehmen angeboten oder konsumiert werden. Bei der Modellierung fachlicher Services geht es ausschließlich um eine fachliche Dokumentation der Dienste. Die Wiederverwendung solcher Dokumentationen ist ein weiteres wichtiges Ziel. Beispielsweise kann der fachliche Service zum Importieren von Bauteildaten (Geschäftsprozessschritt ⑧ in Abbildung 1) oder für die Dokumentation über die Entscheidung einer Umsetzung (Geschäftsprozessschritt ⑫) in verschiedenen Geschäftsprozessen (wieder) verwendet werden.

Der Nutzen einer fachlichen Modellierung besteht aus der Unterstützung beim Auffinden von fachlichen Services, der Komposition und dem Austausch von Services [Ste08]. Um diesen Nutzen zu realisieren, werden auf fachlicher Ebene Anforderungen definiert, die der fachliche Service unterstützen muss. Diese betreffen die Vergabe fachlichen Service-Bezeichner und der Signatur des fachlichen Service sowie der Unterstützung von Service-Level-Agreements (SLAs) und dem Aufstellen von Quality-of-Service Kriterien.

Beispielsweise muss für den fachlichen Service, der die Bauteildaten bereitstellt, definiert sein, welche Daten dieser benötigt, damit er im Prozessschritt ⑧ verwendbar ist. Grundsätzliches Ziel der fachlichen Service-Modellierung ist zudem, die Geschäftsfunktionen gegenüber Partnerunternehmen und auch innerhalb des Unternehmens gekapselt anzubieten.

### 3.2.2 Geschäftsprozessmodellierung

Geschäftsprozesse dienen der Dokumentation von fachlichen Anforderungen und realisieren damit die Geschäftsfähigkeit eines Unternehmens. Die einzelnen Fachbereiche des Unternehmens definieren Geschäftsprozesse, um fachliche Anforderungen aufzunehmen. Auf diese Art und Weise kann z.B. die in Kapitel 2.1 beschriebene Optimierung (Einführung der Geschäftsprozessschritte ② bis ⑥) beschrieben werden.

Daher ist bereits in dieser Ausbaustufe die Möglichkeit zur Geschäftsprozessmodellierung vorhanden. Außerdem ist eine Schnittstelle zur zentralen Speicherung in einem Repository (vgl. Abschnitt 3.2.4) erforderlich, damit bereits existierende fachliche Services zur Geschäftsprozessmodellierung verwendet werden können. Neben diesem rein lesenden Zugriff auf das Repository, müssen Informationen aus Geschäftsprozessen für strategische Vorgaben abgelegt werden können, z.B. Informationen über den Prozessverantwortlichen.

### 3.2.3 Modellierung des Organisationsmodells

Jedes Unternehmen besteht aus einer Vielzahl von Mitarbeitern und Fachabteilungen mit meist hierarchischer Organisationsstruktur. Rollen und Personen müssen sowohl bei der Modellierung als auch der Ausführung der Geschäftsprozesse einander eindeutig zugeordnet werden können. Deshalb werden Rollen, Abteilungen, etc. im Organisationsmodell des Unternehmens definiert [RMR07].

Die Organisationsstruktur, inklusive der entsprechenden Rollen, sollte zentral vorgegeben und in allen IT-Systemen verwendet werden. Dadurch reduziert sich der Pflegeaufwand für das Organisationsmodell. Die zentral gespeicherten Informationen werden bei der Geschäftsprozessmodellierung und der fachlichen Service-Modellierung verwendet, um Zuständigkeiten und Berechtigungen für die Ausführung von Geschäftsprozessschritten oder den Aufruf von Services zu definieren. Heute existiert (noch) keine standardisierte Methode für die Definition von Organisationsmodellen, dennoch sollte eine Komponente in der IT-Infrastruktur existieren, um Organisationsmodelle zu dokumentieren. Realisiert sind die Organisationsmodelle meist in bereits bestehenden Anwendungen wie SAP, Oracle oder Siebel. Eine weitere Möglichkeit ist die Speicherung in einem *Lightweight Directory Access Protocol* fähigen Directory (LDAP Directory) [YHK95].

### 3.2.4 Repository

In einer SOA werden ein zentrales Register zur Speicherung von Informationen sowie eine Dokumentation der Abhängigkeiten benötigt. [Jos07] unterscheidet zwischen einer Registry für Metadaten und einem Repository für Software-Artefakte. Hersteller von IT-Infrastrukturen folgen üblicherweise dieser Aufteilung [IBM07, HR08]. Wir unterscheiden in unserer IT-Infrastruktur zwischen dem fachlichen Repository für die Geschäftsprozess-Beschreibung, die Service-Beschreibung und Metadaten sowie dem technischen Repository für die zur Ausführungszeit von Services benötigten Informationen. Letzteres entspricht somit weitgehend der Registry. Ferner verstehen wir unter Repository die Kombination aus fachlichem und technischem Anteil.

Eine wichtige Frage in diesem Zusammenhang ist, mit welchen Informationen ein solches Repository befüllt werden soll. Dies wird im Folgenden diskutiert. Außerdem muss eine Schnittstelle existieren, um Repository-Daten zu schreiben und zu lesen.

- **Fachliche Sicht:** Daten des fachlichen Repositories entstehen bei der Modellierung der Geschäftsprozesse, des Organisationsmodells und der fachlichen Services. Es werden Informationen wie Prozessversionen, Prozessbeschreibung, Gültigkeitszeitraum des Prozesses und die konkrete Bearbeiterrolle aus dem Organisationsmodell



zu den einzelnen Schritten der Geschäftsprozesse gespeichert. Darüber hinaus wird die Information über die Verwendung fachlicher Services in Geschäftsprozessen im Repository abgelegt. Diese Informationen bestehen unter anderem aus Servicequalität (z.B. Reaktionszeit), Funktionalität (welchen Zweck erfüllt der Service) und Rahmenbedingungen (unter welchen Umständen erbringt der Service seinen Dienst) des Services als auch die von ihm erzeugten Geschäftsobjekte.

- **Technische Sicht:** Das technische Repository speichert Informationen über technische Services, die zur Ausführung notwendig sind (vgl. Abschnitt 3.2.6). Diese Informationen können z.B. den aktuellen Status (Service ist produktiv geschaltet oder in Testphase) beschreiben. Es handelt sich um Informationen, welche die konkreten Schnittstellen (z.B. WSDL), die zugehörigen Schemata (XSD) sowie Laufzeitinformationen betreffen [ACKM04].
- **Organisatorische Sicht:** Der organisatorische Teil des Repositories dient der zentralen Speicherung (meist LDAP-fähiges Verzeichnis [YHK95]), Pflege und Dokumentation der Organisationsmodelle, um die Auflösung von Rollen, Personen und Verantwortlichkeiten zur Laufzeit zu ermöglichen.

### 3.2.5 Benutzerverwaltung

Der Administrator (oder eine autorisierte Person) legt sowohl die hierarchische Struktur als auch die Benutzer und Rollen des Unternehmens an, die dann im Repository gespeichert werden. Eine Berechnung konkreter Mitarbeiter zu einer vorgegebenen Rolle erfolgt zur Ausführungszeit auf Basis des Repositories [RD00]. Die bei der Ausführung der Geschäftsprozessimplementierung einem Prozessschritt zugeordnete Person wird bei der Ausführung berechnet (so können den Geschäftsprozessschritt ⑤ aus Abbildung 1 nur diejenigen Personen bearbeiten, die der Rolle Teilverantwortlicher zugeordnet sind).

### 3.2.6 Technische Services

Technische Services realisieren die Schnittstelle zu den IT-Systemen der Unternehmenslandschaft. Teile der Funktionalität (sofern sie auch für andere Anwendungen oder Domänen relevant ist) verwendeter IT-Systeme werden durch die technischen Services abstrahiert. Geschäftsprozessschritte, die automatisiert ausgeführt werden, z.B. der Import von Daten aus einem PDM (vgl. Geschäftsprozessschritt ④) benutzen auf diese Weise die IT-Systeme der Unternehmenslandschaft. Durch die Abstraktion werden dem Geschäftsprozess die Daten der verwendeten IT-Systeme zur Verfügung gestellt. So wird über einen technischen Service *getBauteilDaten()* dem Geschäftsprozessschritt ⑧ aus Abbildung 1 die benötigte Information zur Verfügung gestellt. Technische Services haben standardisierte Interfaces (z.B. WSDL), welche im Repository abgelegt werden.

Da nicht alle technischen Services unmittelbar auf die IT-Systeme zugreifen, werden diese weiter unterteilt [ELK<sup>+</sup>06]. Diese Gliederung wird für Ausbaustufe 2 beibehalten und stellt sich wie folgt dar (vgl. Abbildung 3):

- Elementare Services:** Unternehmenslandschaften bestehen aus einer Vielzahl von IT-Systemen. Dazu zählen Datenbanken, Legacy-Anwendungen [Pry05] und individuelle Entwicklungen. Um IT-Systeme in service-orientierten IT-Infrastrukturen nutzen zu können, müssen sie abstrahiert werden. Dazu wird entweder die benötigte Funktionalität mittels Adapter-Technik als Service publiziert oder eine existierende Schnittstelle (Programmierschnittstelle des IT-Systems) durch Transformation einem Service-Standard angepasst [ACKM04].
- Zusammengesetzte Services:** Damit technische Services die vom Geschäftsprozess geforderte Funktionalität zur Verfügung stellen können, müssen Daten oder Funktionen aus mehreren IT-Systemen durch elementare Services extrahiert werden. In diesen Fällen werden elementare Services komponiert. Sie bilden in Kombination die geforderte Funktionalität ab. Eine solche Komposition kann in Ausbaustufe 1 der IT-Infrastruktur z.B. durch eine J2EE-Session-Bean realisiert werden. In der nächsten Ausbaustufe kann man hierzu einen Orchestrierungsstandard [RS04] wie WS-BPEL [AAA<sup>+</sup>07] nutzen.
- Öffentliche Services:** Dies sind entweder elementare Services oder zusammengesetzte Services. Wir gehen im Folgenden von öffentlichen Services als Grundabstraktion der IT-Systeme aus. Somit sind öffentliche Services die technischen Repräsentationen, welche in den Geschäftsprozessen verwendet werden.

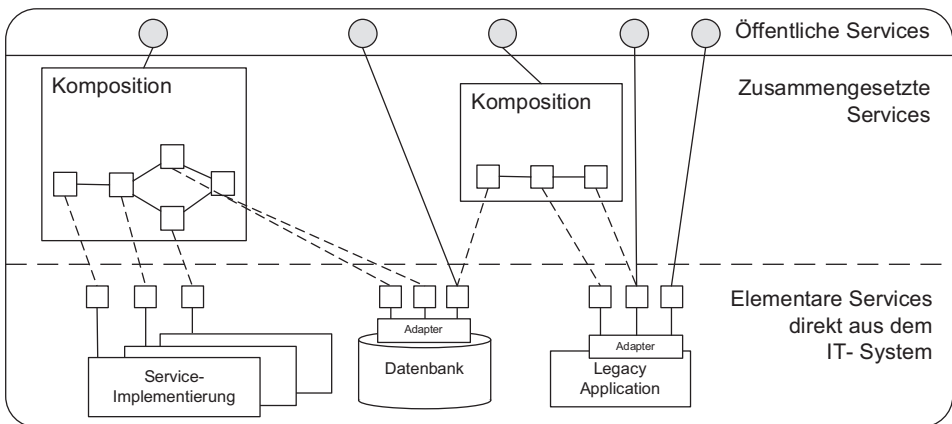


Abbildung 3: Kategorisierung technischer Services

### 3.2.7 Kommunikationsbus

Für Implementierungen von Geschäftsprozessen werden öffentliche Services benötigt. Diese müssen technisch aufrufbar sein. Deshalb wird ein Kommunikationsbus eingeführt, der diesen Aufruf realisiert. Dazu erhält dieser die Information über den öffentlichen Service (z.B. XSD und WSDL) aus dem Repository. Mit dieser Information ruft er

den Service durch ein entsprechendes Routing des Funktionsaufrufs (inklusive der enthaltenen Daten). Prinzipiell könnte in Ausbaustufe 1 auch auf das Repository zur Speicherung der Informationen verzichtet werden. Dann müsste jedoch die Information über den öffentlichen Service-Aufruf und dessen Routing fest im Kommunikationsbus implementiert sein. In Ausbaustufe 1 sehen wir den Kommunikationsbus nicht zur Transformation der Daten. Da meist aber auch nicht von einem einheitlichen Datenformat ausgegangen werden kann, müssen die Daten-empfangenden Anwendungen die Transformation selbst durchführen. Gewachsene IT-Landschaften beinhalten oftmals einen Kommunikationsbus dieser Art (ohne explizite Datentransformationsfunktionalität). Wie gezeigt, ist diese notwendig und sollte zentral im Kommunikationsbus erfolgen. Diese Erweiterung beschreiben wir in Ausbaustufe 2.

### **3.3 Ausbaustufe 2: Typische service-orientierte IT-Infrastruktur**

In diesem Abschnitt beschreiben wir die aus unserer Sicht notwendige IT-Infrastruktur, um Geschäftsprozesse technisch umzusetzen (vgl. Kapitel 2) und flexibel auf Änderungen zu reagieren. Es soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass in vielen praktischen Fällen noch nicht einmal die Ausbaustufe 1 umgesetzt wurde.

In Ausbaustufe 1 ist es möglich, öffentliche Services aufzurufen, jedoch mit der Einschränkung, dass die Hintergrundausführung mehrerer Services hart verdrahtet erfolgt. Um eine lose Kopplung zwischen den öffentlichen Services zu erreichen, und auch deren Aufruf möglichst dynamisch zu realisieren, ist erweiterte Funktionalität notwendig.

Ausgehend von Ausbaustufe 1 beschreibt Ausbaustufe 2 weitere Komponenten, welche die geforderte Funktionalität bereitstellen. Die einzelnen Komponenten werden anschließend in kombinierbaren Unterstufen detailliert. Die Unterstufen dienen dem Zweck, Komponenten und deren Abhängigkeiten untereinander zu beschreiben. Wenn beispielsweise öffentliche Services erst zur Ausführungszeit der Implementierung bekannt sind, reicht die Funktionalität des Kommunikationsbusses aus Ausbaustufe 1 nicht aus. Dies bedeutet, es muss Funktionalität geschaffen werden, welche das Binden von öffentlichen Services zur Ausführungszeit ermöglicht. Die Geschäftsprozessschritte ⑧ und ⑫ aus Abbildung 1 sind hierfür gute Beispiele: Die Lokation (Endpunkte) der Services muss nicht fest sein. Erst zur Laufzeit ist klar, welche Bauteildaten zu importieren sind. Eventuell sind für die Anfrage durch PDM-Systeme notwendig, die in verschiedenen Geschäftsbereichen angesiedelt sind. Unter Umständen sind sogar die Schnittstellen der verschiedenen PDM-Systeme unterschiedlich. Diese Funktionalität kann jedoch nicht alleine durch die Erweiterung des Kommunikationsbusses erreicht werden. Deshalb werden zusätzliche Komponenten notwendig und bestehende erweitert. Die resultierenden Abhängigkeiten werden durch eine detaillierte Beschreibung der Komponenten transparent gemacht. Erst dadurch lässt sich bewerten, welche Komponenten für eine Unternehmenslandschaft in welcher Detaillierung sinnvoll sind.

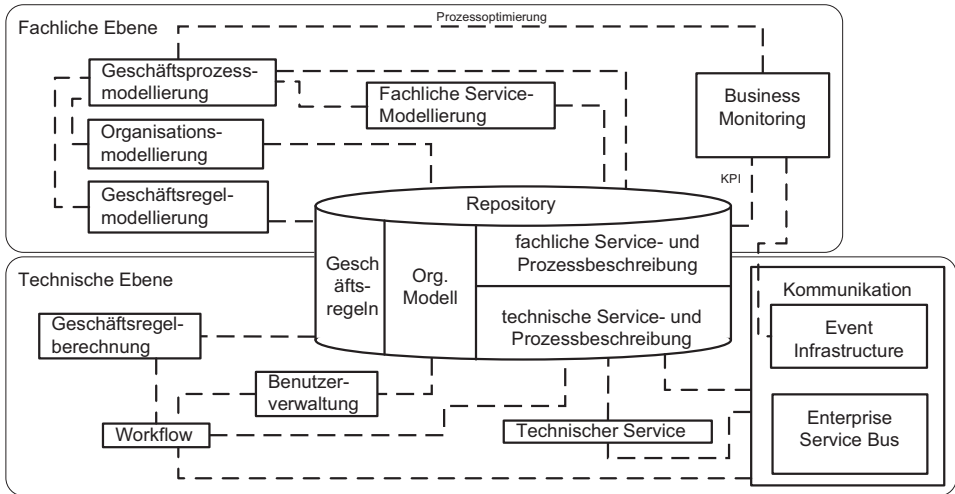


Abbildung 4: Ausbaustufe 2 der SOA IT-Infrastruktur

### 3.3.1 Geschäftsregeln

In Geschäftsprozessen sind Geschäftsregeln häufig mit Verzweigungsknoten verknüpft. Hierzu werden bei Verzweigungsentscheidungen in Geschäftsprozessen Variablen mittels Geschäftsregeln berechnet. Die Flexibilität des Geschäftsprozesses wird hierdurch erhöht, da auch Fachanwender diese Regeln zur Ausführungszeit anpassen können. In unserem Anwendungsszenario aus Kapitel 2 geschieht die Auswertung bei Geschäftsprozessschritt ② mittels einer Geschäftsregel. Dazu wertet die Geschäftsregel aus, inwieweit sich der Aufwand für den Geschäftsprozessschritt ④ rechnet.

Außerdem werden Geschäftsregeln für die Zuordnung von Ressourcen und Bearbeitern verwendet. Geschäftsregeln können unternehmensweit, für einen bestimmten Geschäftsprozess oder genau einen Prozessschritt definiert werden.

Die Geschäftsregeldefinition findet auf fachlicher Ebene statt. Die Berechnung dieser Regeln erfolgt je nach Art der Detaillierung (auf fachlicher Ebene) zur Ausführungszeit der Implementierung (technische Ebene). Die in Abbildung 2 dargestellte Komponente zur Geschäftsregelberechnung dient der beschriebenen Berechnung zur Ausführungszeit.

**Fachliche Ebene:** Auf fachlicher Ebene werden Geschäftsregeln von Fachanwendern definiert. Der Vorteil liegt in der Transparenz für den Geschäftsprozess. Die definierten Geschäftsregeln sind sofort als solche erkennbar, können im Geschäftsprozess verwendet werden und sind flexibel änderbar. Die Mächtigkeit zur Modellierung von Geschäftsregeln unterscheidet sich wie folgt und bedingt dadurch eine entsprechende Berechnungsmethode zur Ausführungszeit:

- Eine rudimentäre Definition von Geschäftsregeln geschieht meist durch eine textuelle Beschreibung.

- Idealerweise existiert zur Definition der Geschäftsregeln eine grafische (z.B. Regeditor) oder anders geartete Tool-Unterstützung.
- Dieses Tool sollte die Geschäftsregeln geeignet im Repository ablegen.
- Als Erweiterung dieser Funktionalität können syntaktische und strukturelle Prüfungen der Geschäftsregeln automatisch vorgenommen werden.

**Technische Ebene:** Die fachlich modellierten Geschäftsregeln müssen zur Ausführungszeit genutzt werden können. Dazu erfolgt die Speicherung der Geschäftsregeln im Repository. Die Berechnung der Geschäftsregeln durch die Geschäftsregelberechnung kann ggf. als öffentlicher Service realisiert werden.

- Die Geschäftsregelberechnung greift zur Ausführungszeit (zur Berechnung der Geschäftsregeln) auf die im Repository hinterlegten Werte zu. Das heißt, es erfolgt eine Abfrage zur Ausführungszeit bei der Komponente zur Geschäftsregelberechnung. Diese liefert dann lediglich das Berechnungsergebnis anhand statisch vordefinierter Regeln zurück. Sollte auf fachlicher Ebene eine reine textuelle Definition der Geschäftsregeln erfolgt sein, muss diese nun manuell durch eine entsprechende Transformation in Regeln in das Repository eingepflegt werden.
- Ausgehend von der statischen Berechnung der Geschäftsregeln zur Ausführungszeit, ergänzt diese Unterstufe die Berechnung der Geschäftsregeln um einen dynamischen Aspekt. Dazu kann die Geschäftsregelberechnung zur Ausführungszeit dynamische Schwellwertänderungen an Regelbedingungen berücksichtigen. Das ermöglicht Fachanwendern selbst zur Ausführungszeit eine Einflußnahme auf die Geschäftsprozesse vorzunehmen.
- Im Vergleich zu den vorherigen Unterstufen können zusätzlich Geschäftsregeln zur Ausführungszeit ausgetauscht werden. Der Austausch ist oft mittels vordefinierter Geschäftsregel-Fragmente möglich. Dies bedeutet, dass ein Satz solcher Fragmente durch Fachanwender definiert wird, die zur Ausführungszeit kombiniert und verwendet werden. Dadurch kann z.B. im Prozessschritt ② aus Abbildung 1 zusätzlich berücksichtigt werden, ob die beantragte Änderung das Gewicht des Fahrzeugs positiv oder negativ beeinflusst und dadurch einen Vorfilter notwendig macht.

### 3.3.2 Workflow

In Ausbaustufe 1 wurde die Geschäftsprozesslogik fest in Programm-Code implementiert. Die in dieser Ausbaustufe verwendete Implementierung von Geschäftsprozessen wird hingegen durch Workflows realisiert. Nach [JBS97] ist ein Workflow die Automatisierung eines Geschäftsprozesses. Dabei werden alle zugehörigen Informationen über Geschäftsprozessschritte, Kontroll- und Datenflüsse sowie Ressourcenspezifikationen oder zeitliche Abhängigkeiten verwendet. Durch den Einsatz von Workflows lösen wir die Ablauflogik aus den IT-Systemen heraus [RD00]. Aufgrund dieser Zentralisierung und Entkopplung der Logik wird die Unternehmenslandschaft flexibler, da nicht nur auf fachlicher

Ebene durch den Geschäftsprozess, sondern auch auf technischer Ebene die Transparenz erhöht wird. Im Folgenden unterscheiden wir zwischen der Modellierung eines Workflow-Schemas und der Ausführung des Schemas durch eine Workflow-Engine.

**Workflow-Modellierung:** Bei der Workflow-Modellierung werden die fachlich modellierten Geschäftsprozesse technisch abgebildet. Dazu werden meist grafische Editoren zur Erstellung der Workflow-Schemas eingesetzt. Die Workflow-Schemas beschreiben dabei die Logik, wie öffentliche Services orchestriert [RS04] werden. Dadurch wird die Logik, welche bisher in den einzelnen IT-Systemen verteilt lag, an zentraler Stelle änderbar.

- Die erste Unterstufe beschreibt die Modellierung eines Workflow-Schemas. Dazu sind die Modellierung des Kontrollflusses, des Datenflusses und der Ressourcenzuteilung einzelner Geschäftsprozessschritte notwendig. Das resultierende Workflow-Schema kann später durch Ergänzung von Laufzeitinformationen von der Workflow-Engine ausgeführt werden.
- Der nächste Schritte ist die automatische Transformation eines Geschäftsprozesses in ein Workflow-Schema. In einem zweiten, manuellen Schritt muss dieses Schema um Informationen ergänzt werden, die zu dessen Ausführung notwendig sind. Dabei handelt es sich unter anderem um Informationen, die zum Aufruf der öffentlichen Services notwendig sind.

**Workflow-Ausführung:** Die Workflow-Engine führt das Workflow-Schema aus. Dabei steuert sie die Aufrufe öffentlicher Services (vgl. Geschäftsprozessschritte ②, ⑧ und ⑫ aus Abbildung 1) sowie das Auflösen von Ressourcen und die Zuordnung von konkreten Bearbeitern für manuell ausgeführte Geschäftsprozessschritte (vgl. ①, ④, ⑨, ⑪). Sowohl für das Aufrufen von öffentlichen Services als auch für die Interaktion zwischen den öffentlichen Services und notwendige Datentransformationen werden weitere Komponenten benötigt. Dies sind insbesondere Komponenten für die Kommunikation (Erweiterung des Kommunikationsbus) und die zentrale Informationsspeicherung (Repository).

- Die Workflow-Engine muss in der Lage sein, Workflow-Schemata auszuführen. Dazu gehören auch die eingangs erwähnten Aufgaben, etwa das Rufen von öffentlichen Services.
- In der Praxis muss oftmals auf eine Ausnahmesituation reagiert werden [WRRM08]. Beispielsweise könnte der Geschäftsprozessschritt ⑪ aus Abbildung 1 in einem Sonderfall entfallen, da die Umsetzung bereits durch einen Vorstandsbeschluss genehmigt wurde. Kontrollierte Ad-hoc Abweichungen ermöglichen solche Ausnahmesituationen bei der Ausführung von Workflow-Schemas [Rei00] zu behandeln. In Fällen einer Ad-hoc Abweichung muss die Workflow-Engine in der Lage sein, die vom Workflow-Schema abgeleiteten Workflow-Instanzen durch entsprechende Eskalationsmechanismen und Kompensationen zu unterstützen. Deshalb muss zur Vermeidung von Laufzeitfehlern ein manueller Eingriff möglich sein.
- Über den Aspekt einer Ad-hoc-Abweichung hinaus kann es notwendig sein, dass komplette Workflow-Schema zu ändern (und nicht nur eine einzelne laufende

Workflow-Instanz). In einem solchen Fall muss die Workflow-Engine die Migration laufender Workflow-Instanzen auf ein geändertes Schema unterstützen [Rin04, RMRD04]. Ferner unterscheidet die Workflow-Engine, ob laufende Workflow-Instanzen migriert werden oder auf dem alten Workflow-Schema weiterlaufen sollen. Auch für noch nicht gestartete Workflow-Instanzen kann die Workflow-Engine unterscheiden, ob das alte oder das neue Workflow-Schema verwendet werden soll.

### 3.3.3 Enterprise Service Bus (ESB)

Der ESB ist die Erweiterung des Kommunikationsbusses aus Ausbaustufe 1. Durch den zusätzlichen Einsatz von Geschäftsregeln und Workflow-Engine in Ausbaustufe 2, zur Erhöhung der Flexibilität, sind die Anforderungen an den ESB höher als an einen Kommunikationsbus. Die eindeutige Zuordnung der von Herstellern angebotenen Tools zur ESB-Komponente gestaltet sich oft schwierig. Am Beispiel des ESB wird daher gut die Notwendigkeit ersichtlich, allgemeine Kriterien zur Evaluierung der eigenen IT-Infrastruktur aufzustellen.

- Beim Kommunikationsbus der Ausbaustufe 1 wurden öffentliche Services statisch gebunden. Beim ESB erfolgt die Bindung von Services dynamisch: Endpunkte für öffentliche Services werden vom ESB zur Ausführungszeit mittels Informationen aus dem Repository ermittelt und gebunden. Der ESB bekommt lediglich eine Service-Spezifikation vom Service-Consumer (z.B. einer Workflow-Engine) übergeben und ruft mittels dieser den passenden öffentlichen Service. Durch das Zusammenspiel von ESB und Repository ist es möglich, öffentliche Services physisch zu verschieben ohne dabei laufende Workflow-Instanzen zu beeinträchtigen. Die eigentliche Information über die Lokation des öffentlichen Services ist im Repository hinterlegt und wird vom ESB zur Ausführungszeit verwendet.
- Über den Aspekt des dynamischen Bindens hinaus, ist der ESB in der Lage, erweiterte Suchanfragen an das Repository zu stellen. Diese Suchanfragen können über Service-Eigenschaften und Service-Merkmale - wie Service Level Agreements (SLA) - verfügen. Ein SLA könnte zum Beispiel lauten, dass der Service-Aufruf zwingend verschlüsselt ablaufen muss. Findet der ESB zu einer Servicespezifikation mehr als einen passenden Service, existieren vorgegebene Strategien (z.B. der erste passende) zur Auflösung dieses Szenarios.
- Eine weitere Aufgabe des ESB ist die Transformation von Daten zwischen Service-Consumer und -Provider. Dazu wird im ESB meist die notwendige Transformation definiert.
- Um den im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Aufruf zwischen Service-Consumer und -Provider zu realisieren, werden im ESB statisch Abläufe definiert. Diese realisieren durch Komposition elementarer Services, und der dazu notwendigen Transformation der Daten, öffentliche Services (vgl. Abschnitt 3.2.6). Durch den einfachen und zentral konfigurierbaren Austausch dieser Abläufe wird die Flexibilität der IT-Systeme erhöht.

### 3.3.4 Event Infrastructure

In einer IT-Infrastruktur ist es wichtig, Ereignisse definieren zu können. Durch den Einsatz von Ereignissen können Anwendungen untereinander Daten austauschen, die außer den reinen Nutzdaten wichtige Statusinformationen liefern. Ferner können Ereignisse zum Überwachen von Anwendungen genutzt werden. Technisch wird dies durch einen Nachrichtenaustausch (standardisiertes Format) über den ESB realisiert. Mittels eines Publish und Subscribe-Mechanismus [Pry05] können sich Empfänger für relevante Ereignisse registrieren, etwa Start- und Endezeitpunkte (z.B. wann wurde Workflow-Instanz x auf Workflow-Engine z gestartet und beendet) sowie auch jede Art von Anwendungsdaten (z.B. Kundennamen) [Buc05]. So könnte ein Ereignis zum Geschäftsschritt ⑨ aus Abbildung 1 definiert werden, welches anzeigt, ob der zuständige Teileverantwortliche den Freigabestatus schon erteilt hat. Dauert diese Freigabe zu lange, kann entsprechend darauf reagiert werden.

Durch das Überwachen (Business Monitoring) von Ereignissen ist es möglich, Engpässe bei der Bearbeitung von Aufgaben (z.B. sehr lange Arbeitslisten von Benutzern oder größere Verzögerungen bei einzelnen Aufgaben) zu identifizieren, was die Grundlage für Maßnahmen zur Prozessoptimierung ist.

### 3.3.5 Business Monitoring

**Business Activity Monitoring:** Ein wichtiger Aspekt, um die Qualität einer Unternehmenslandschaft messbar zu machen, ist das Überwachen (Monitoring) der Applikationen und Geschäftsprozesse. Überwachung meint hier nicht, dass technische Monitoring der IT-Infrastruktur auf Verfügbarkeit von Komponenten. Es geht vielmehr um eine geeignete Überwachung der Applikationen zur Sicherstellung der Geschäftsziele, was auch als Business Activity Monitoring (BAM) bezeichnet wird. Informationslieferant für BAM ist der ESB, der für das Monitoring relevante Ereignisse an die Monitoring-Komponente übermittelt. Die auf fachlicher Ebene definierten Key-Performance-Indicators (KPI) werden dann auf Basis dieser Ereignisse berechnet [AAC<sup>+</sup>08].

- In der ersten Unterstufe des BAM müssen die KPI - und dazu notwendige zu überwachenden Ereignisse - manuell in der Monitoring-Komponente definiert werden [BWRJ08]. Ein solcher KPI könnte zum Beispiel die maximale Durchlaufzeit eines Geschäftsprozesses sein, die von der Fachabteilung vorgegeben wird. Anschließend werden im ESB Ereignisse definiert, welche die Zeitpunkte der einzelnen Aktionen enthalten, und welche dann zur Ausführungszeit an die BAM-Komponente übermittelt werden. Auf dieser Basis berechnet das BAM die benötigte KPI. Beispielsweise soll so überprüft werden, wie sich der Vorfilter aus Abbildung 1 auf die Durchlaufzeit der Geschäftsschritte ② bis ① ausgewirkt hat.
- Als Erweiterung unterstützt das System Benutzer bei der technischen Definition von KPIs. Dazu leitet es, ausgehend von der Geschäftsprozessmodellierung und den fachlich modellierten KPIs, die für den ESB notwendigen Events ebenso ab, wie den in der BAM-Komponente notwendigen Algorithmus zur Berechnung der KPIs.



**Prozessvisualisierung:** Im Vergleich zu unserem stark vereinfachten Geschäftsprozess aus Abbildung 1 sind reale Prozesse oftmals sehr komplex. Da IT-unterstützte Geschäftsprozessabläufe dem Ziel Flexibilität bei Prozessänderungen und Effizienzsteigerung dienen sollen, müssen diese gut analysierbar sein. Eine adäquate Visualisierung von ausgeführten Workflow-Instanzen kann die Geschäftsprozessanalyse unterstützen. Hierbei benötigt nicht jeder Nutzer oder Analyst den kompletten Prozess, um seine Analyse durchzuführen, sondern vielmehr personalisierte Sichten (Views) auf den Geschäftsprozess [Bob08, BRB07]. Durch den Einsatz solcher Views kann zum Beispiel bei zu hohen Durchlaufzeiten erkannt werden, bei welchen Geschäftsprozessschritten Probleme auftreten, ohne dass eine Vielzahl irrelevanter Funktionen den Analysten verwirrt.

### 3.3.6 Repository

Das Repository der Ausbaustufe 2 speichert zusätzlich zur Stufe 1 noch Daten, die für den ESB, die Geschäftsregelberechnung, den Workflow und das Monitoring notwendig sind. So werden aufzurufende Service-Endpunkte für die Geschäftsprozessschritte ⑧ und ⑫ aus Abbildung 1 oder Schwellwerte der Geschäftsregel für ② aus Abbildung 1 verwaltet. Außerdem kann ein Repository noch weitergehende Funktionalität realisieren:

- Ein wichtiger zusätzlicher Aspekt ist die Speicherung und das Management von Versionen, die Dokumentation von Abhängigkeiten zwischen öffentlichen Services, Geschäftsprozessen und Daten, sowie zwischen fachlichen und technischen Objekten. Aufbauend darauf lassen sich Analysen durchführen, die Problemsituationen frühzeitig erkennbar machen und eine Reaktion darauf ermöglichen (bspw. ein im Geschäftsprozess verwendeter öffentlicher Service ist nicht mehr verfügbar).
- Neben der Dokumentation von Abhängigkeiten werden Analyseverfahren für Problemsituationen bereitgestellt (z.B. Suchen verletzter Abhängigkeiten). Außerdem werden Notifikationsmechanismen angeboten, welche die von Änderungen betroffenen Objekte (bspw. Geschäftsprozess- oder Service-Verantwortliche) informieren.

## 4 Stand der Technik

SOA ist ein Thema, mit dem sich viele Softwarehersteller, Gremien und Autoren beschäftigen. Seit der Definition von SOA durch Gartner [Nat03] hat sich in dieser Domäne sehr viel getan. Keine dieser Arbeiten bietet eine generelle Betrachtung der IT-Infrastruktur wie in Kapitel 3 erfolgt. Dies führt dazu, dass für Unternehmen die Bewertung der eigenen IT-Infrastruktur im Hinblick auf die Unterstützung von Änderungen schwer möglich ist. Hersteller von SOA-Produkten (wie z.B. IBM) haben viele Komponenten in ihrem Portfolio, betrachten die IT-Infrastruktur aber nicht auf einer konzeptionellen Ebene. Ferner wird auch die Kombination der Komponenten nicht konzeptionell betrachtet. Als Ergebnis wird die Gesamtfunktionalität, die wir in unseren Ausbaustufen beschrieben haben, nicht erreicht. So hat IBM zum Beispiel mächtige ESBs [FN08] und Prozess-Engines. In der

Praxis wird jedoch zur Modellierung von Geschäftsprozessen meist ARIS [Sch00] bevorzugt. Dies erfordert es dann, die in ARIS modellierten Geschäftsprozesse auf dem IBM SOA-Portfolio technisch abzubilden. Dies ist nur ein Beispiel für die Kombination von Komponenten verschiedener Hersteller aufgrund unterschiedlicher Funktionalität. Unsere IT-Infrastruktur bietet die Möglichkeit, zu bewerten, welche Funktionalität eine Komponente aufweisen muss, um der Forderung, flexibel auf Änderungen reagieren zu können, gerecht zu werden.

Gremien wie OASIS [MLM<sup>+</sup>06] beschäftigen sich mit einer abstrakten Sicht auf SOA. Eine funktionale Beschreibung von Komponenten, etwa ein ESB, erfolgt nicht. Auch eine detaillierte Beschreibung, wie und in welcher Form Informationen im Repository abgelegt werden, existiert nicht. Ein Beispiel dazu ist die Frage, wie das Repository Service-Versionen unterstützt und wie die Struktur im Repository hierfür genau aussehen muss.

Fachbücher und Forschungsarbeiten zum Thema SOA existieren in großer Zahl. Diese Arbeiten führen oft abstrakte Sichten auf eine SOA ein. Die Auswertung der von uns betrachteten Arbeiten hat dazu geführt, dass wir eine konzeptionelle Sicht auf die Funktionalitäten benötigen. Eine solche Sicht muss sowohl die einzelnen Komponenten betrachten als auch deren Interaktion.

Es existieren weitere Forschungskonzepte, wie zum Beispiel technische Services, die sich in einer ändernden Umgebung selber adaptieren [CKP06]. Um ein solches Konzept zu verwirklichen, müssen Teilkomponenten der IT-Infrastruktur, wie das Repository, erweitert werden. Diese Konzepte beschäftigen sich speziell mit der Verbesserung von Teilaspekten einer service-orientierten IT-Infrastruktur. Wir sehen dies daher als Stellhebel, einzelne Komponenten effizienter zu gestalten, die konzeptionelle Gesamtsicht wird hierdurch jedoch nicht verändert.

## 5 Zusammenfassung

Der Weg zu einer service-orientierten IT-Infrastruktur, um flexible Geschäftsprozessanwendungen zu unterstützen, ist aus vielen Gründen schwierig. Wir haben die Gründe hierfür diskutiert. Um den Erfolg einer Einführung dennoch zu gewährleisten, ist es zwingend notwendig, die eigene IT-Infrastruktur bewerten zu können. Für diese Bewertung wird eine Referenz benötigt, die einen Rahmen von Komponenten zur Realisierung von SOA-Funktionalität vorgibt.

Wir haben ein Rahmenwerk vorgestellt, welches in unterschiedlichen Ausbaustufen eine Referenz für eine service-orientierte IT-Infrastruktur definiert. Unternehmen sollen in der Lage sein, Geschäftsprozesse effizient umzusetzen. Deshalb beinhaltet das Rahmenwerk zahlreiche relevante Komponenten, z.B. zur Verwaltung von Services, Workflows und Geschäftsregeln. Hierdurch werden Unternehmen in die Lage versetzt, fehlende Komponenten oder Funktionalität zu identifizieren. Ferner wird durch die detaillierte Betrachtung der Komponenten in Unterstufen sichergestellt, dass auch die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten bewertbar sind.

Wie in Kapitel 4 beschrieben, beschäftigen sich viele Gruppen mit dem Thema SOA. Hersteller bieten mächtige Tools an, die seit der Einführung von SOA einen ausgereiften Stand

erreicht haben. So deckt das Portfolio von IBM zum Beispiel einen großen Funktionsumfang ab. Was aktuell noch fehlt, ist eine konzeptionelle Sicht, die das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten in einer IT-Infrastruktur betrachtet, um die eigene Unternehmenslandschaft geeignet migrieren zu können. Da auch die Mächtigkeit einzelner Komponenten unterschiedlicher Hersteller aktuell differiert, ist deren Kombination eine wichtige Anforderung. Dies ist aber aufgrund fehlender Richtlinien und Standards schwierig. Unser Rahmenwerk soll auch hier den Herstellern ermöglichen, die eigene Tool-Palette evaluieren zu können, um deren Funktionalität oder Integrationsfähigkeit zu erhöhen. Ferner sehen wir eine Betrachtung weitergehender Konzepte, wie in Kapitel 4 beschrieben, noch in einem frühen Stadium. Auch hier soll unser Rahmenwerk als Basis dienen, vom dem ausgehend solche Konzepte bewertet werden können, um entsprechende Komponenten in Zukunft einsetzen und mit anderen Komponenten integrieren zu können.

## Literatur

- [AAA<sup>+</sup>07] A. Alves, A. Arkin, S. Askary, B. Bloch, F. Curbera, Y. Golland, N. Kartha, C.K. Liu, V. Mehta, S. Thatte, P. Yendluri und A. Yiu. Web Services Business Process Execution Language Version 2.0 Standard. WS-BPEL TC OASIS, <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.html>, 2007.
- [AAC<sup>+</sup>08] S. Amnajmongkol, J. Angani, Y. Che, T. Fox, A. Lim und M. Keen. *Business Activity Monitoring with WebSphere Business Monitor V6.1*, IBM Redbooks, 2008.
- [ACKM04] G. Alonso, F. Casati, H. Kuno und V. Machiraju. *Web Services Concepts, Architectures and Applications*. Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- [Bob08] R. Bobrik. *Konfigurierbare Visualisierung komplexer Prozessmodelle*. Dissertation, Universität Ulm, 2008.
- [BRB07] R. Bobrik, M. Reichert und T. Bauer. View-based process visualization. In: *Proc. BPM'07*, LNCS 4714:S. 88–95, 2007.
- [Buc05] S. Buchwald. *Konzeption und Realisierung einer Infrastruktur zur prozessorientierten Integration von Applikationen in Workflows*. Diplomarbeit, Fachhochschule Ulm, 2005.
- [BWRJ08] L. Bodenstaff, A. Wombacher, M. Reichert und M.C. Jaeger. Monitoring Dependencies for SLAs: The MoDe4SLA Approach. In: *Proc. SCC'08*, Seiten S. 21–29, 2008.
- [CKP06] F. Cubera, B.J. Krämer und M.P. Papazoglou, Hrsg. *Service-Oriented Computing: A Research Roadmap, Number 05462*. Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum für Informatik (IBFI), Schloss Dagstuhl, Germany, 2006.
- [ELK<sup>+</sup>06] C. Emig, K. Langer, K. Krutz, S. Link, C. Momm und S. Abeck. *The SOA's Layers*, C+M Research Report, University of Karlsruhe. 2006.
- [Erl05] T. Erl. *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design, Book*. Prentice Hall Verlag, 2005.
- [FN08] T. Freund und P. Niblett. *ESB Interoperability Standards*, Whitepaper. IBM Corporation, 2008.

- [HR08] M. Herzog und A. Richter. SOA benötigt Governance - Eine virtuelle Diskussion zwischen IBM und SAP über das optimale Repository. Bericht, IBM SAP Competence Center Walldorf, IBM WebSphere Technical Sales BPM, 2008.
- [IBM07] IBM. *Websphere Service Registry and Repository Handbook*, IBM Redbook, 2007.
- [JBS97] S. Jablonski, N. Böhm und W. Schulze. *Workflow Management: Entwicklung von Anwendungen; Facetten einer neuen Technologie*. dpunkt-Verlag, 1997.
- [Jos07] N.M. Josuttis. *SOA in Practice; The Art of Distributed System Design*. O'Reilly, 2007.
- [MBL07] D. Maurer, P. Büch und M. Linke. Vom Geschäftsprozess zur Enterprise Architecture - ARIS Solution for Enterprise Architecture Management. Bericht, 2007.
- [MLM<sup>+</sup>06] C.M. MacKenzie, K. Laskey, F. McCabe, P.F. Brown und R. Metz. *Reference Model for Service Oriented Architecture. OASIS Committee Specification 1*, August 2006.
- [MRB08] B. Mutschler, M. Reichert und J. Bumiller. Unleashing the Effectiveness of Process-oriented Information Systems: Problem Analysis, Critical Success Factors and Implications. *IEEE Computer Society Press, IEEE Transactions on Systems*, 38, 2008.
- [Nat03] Y.V. Natis. Service-Oriented Architecture Scenario, Technical Report, Gartner Research ID Number: AV-19-6751. 2003.
- [Pry05] R. Pryss. Enterprise Application Integration, Diplomarbeit. University of Ulm, 2005.
- [RD00] M. Reichert und P. Dadam. Geschäftsprozessmodellierung und Workflow-Management Konzepte, Systeme und deren Anwendung. *GITO-Verlag, Industrie Management*, Vol. 3:S. 23–27, 2000.
- [Rei00] M. Reichert. *Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen*. Dissertation, Universität Ulm, Mai 2000.
- [Rin04] S. Rinderle. *Schema Evolution in Process Management Systems*. Dissertation, Universität Ulm, 2004.
- [RMR07] S. Rinderle-Ma und M. Reichert. A Formal Framework for Adaptive Access Control Models. *Journal of Data Semantics, Vol. IX, LNCS 4601*:S. 82–112, 2007.
- [RMRD04] S. Rinderle-Ma, M. Reichert und P. Dadam. Flexible Support of Team Processes by Adaptive Workflow Systems. *Distributed and Parallel Databases*, 16(1):S. 91–116, 2004.
- [RS04] M. Reichert und D. Stoll. Komposition, Choreographie und Orchestrierung von Web Services - Ein Überblick. *EMISA Forum*, 24(2):S. 21–32, 2004.
- [Sch00] A. W. Scheer. *ARIS: Business Process Modelling*. Springer-Verlag, Berlin, 2000.
- [Ste08] S. Stein. Fachliche Servicebeschreibung am Beispiel eines virtuellen Autokonzerns, Expert Paper. Bericht, 2008.
- [WRRM08] B. Weber, M. Reichert und S. Rinderle-Ma. Change Patterns and Change Support Features - Enhancing Flexibility in Process-aware Information Systems. *Data and Knowledge Engineering*, 66(3):S. 438–466, 2008.
- [YHK95] W. Yeong, T. Howes und S. Kille. Lightweight Directory Access Protocol. RFC 1777, Internet Engineering Task Force (IETF), Specification, 1995.