

KOMPASS

Methoden zur automatischen Komposition Web-Service-basierter Software-Komponenten

Doris Janssen, Wolfgang Beinhauer

Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
Nobelstrasse 12
70569 Stuttgart

Kurzfassung

Im Rahmen des BMBF-geförderten Forschungsprojekts KOMPASS werden Methoden und Techniken für den praktischen Einsatz dynamisch komponierter Web Services entwickelt. Als Anwendungsszenario dient KOMPASS die Zusammenstellung und Optimierung komplexer Logistikketten in Produktions- und Transportlogistik.

Zur Vereinbarung logistischer Dienstleistungen über Web Services müssen diese auf einheitliche Weise einfach beschreibbar und auffindbar sein. Im bisherigen Verlauf des Projekts wurde die Diskrepanz zwischen den praktischen Anforderungen und den Möglichkeiten, die serviceorientierte Architekturen bisher bieten, herausgearbeitet und bewertet. In Form erster Prototypen wurden neue Ansätze der Servicebeschreibung und –komposition bereits näher untersucht und umgesetzt, so daß nun eine fundierte Ausgangsbasis für den weiteren Projektverlauf gegeben ist.

1. Einleitung und Vorstellung des Themenkomplexes

Durch die Einführung einer zunehmenden Anzahl betrieblicher Softwarelösungen für nahezu alle Bereiche der Unternehmensführung und Produktion wächst die Notwendigkeit der Integration einzelner Anwendungen zu leistungsfähigen Softwaresystemen. So ist die innerbetriebliche Anwendungsintegration (Enterprise Application Integration, EAI) seit geraumer Zeit eine der wichtigsten Disziplinen der Wirtschaftsinformatik. Mit der Weiterführung des Integrationsgedankens über Unternehmensgrenzen hinweg zu e-business Szenarien ergeben sich bei der unternehmensübergreifenden Anwendungs- und Prozeßintegration neue Herausforderungen an die sie unterstützende Technik. So sind beispielsweise die zu integrierenden Anwendungen verschiedener Unternehmen nicht unbedingt von vornherein bekannt, und zum Abschluß verbindlicher Abmachungen sind entsprechende Business-Kontexte einzubeziehen.

Das Projekt KOMPASS adressiert sowohl die technischen wie auch die organisatorischen Aspekte der o.g. Fragestellungen und untersucht, inwieweit sich service-orientierte Architekturen zur Lösung der angeschnittenen Fragen eignen und erarbeitet neue Ansätze der dynamischen Komposition von Web Services zur Nutzung in komplexen e-business Szenarien. Als Anwendungsszenario dient dem Projekt KOMPASS die Zusammenstellung dynamischer

Serviceketten im Bereich der Produktions- und Transportlogistik. Gerade die Prozesse der Logistik zeichnen sich durch ein hohes Maß an Flexibilität und Vielfältigkeit aus und eröffnen ein immenses Wertschöpfungspotential. Zudem bietet sich in der Auslagerung einfacher Produktionsabläufe an Logistik-Dienstleister und der Abtretung von Verantwortlichkeiten ein ideales Anwendungsfeld für die Betrachtung von Service Level Agreements. Zur Realisierung derartiger Transaktionen sind mit die derzeit verfügbaren Werkzeuge und Standards der Web Services noch nicht hinreichend.

Zielvorstellung von EAI-Lösungen ist eine flexible Interoperabilität der betrieblichen Anwendungen über alle Systemgrenzen hinweg entlang der Geschäftsprozesse. Einen besonderen Aspekt spielt dabei die Möglichkeit einer Entkopplung der Prozessebene von ihrer Implementierung auf systemtechnischer Ebene. Das dadurch erreichbare Maß an Flexibilität wird Unternehmen in die Lage versetzen, in bislang ungeahnter Weise zeitnah und flexibel auf geänderte Anforderungen reagieren zu können. Aufgrund ihrer – wenn auch bislang limitierten – Selbstbeschreibungsfähigkeit erscheinen Web Services als ideales Mittel zur Abbildung flexibler Geschäftsprozesse in unterstützende Softwaresysteme.

In diesem Zusammenhang hat sich das Projekt KOMPASS folgende Ziele gesetzt:

- Die Konzeption und Entwicklung innovativer Verfahren zur automatisierten Komposition komplexer Web Services. Dies bedingt insbesondere den Einsatz semantischer Suchverfahren und intelligenter Planungskomponenten zur Erkennung und zum Aufruf dynamisch komponierter Web Services.
- Die Erarbeitung und Abbildung praxisnaher Business-Kontexte zum Einsatz dynamisch gekoppelter Web Services im e-business. Unter Business-Kontexten ist hierbei die Berücksichtigung der in einem speziellen Anwendungsfall gegebenen Rahmenbedingungen und deren Überführung in Randbedingungen der Web Service Komponenten zu verstehen.
- Die Erbringung des Nachweises der Tragfähigkeit der erarbeiteten Konzepte in der Praxis anhand des gewählten Anwendungsbeispiels der Logistikbranche. Durch die Ausrichtung der Entwicklungen entlang der tatsächlichen Marktbedürfnisse und Gegebenheiten wird die unmittelbare Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse sichergestellt.

Im Bereich der Web Services wurden in der Vergangenheit eine Vielzahl von Standards durch diverse Firmen und Initiativen vorgeschlagen und auch zurückgezogen. KOMPASS zielt daher bewußt nicht darauf ab, weitere, generalisierte Pseudo-Standards mit fragwürdigem Reife- und Verbreitungsgrad zu schaffen. Vielmehr liegt der Fokus des Projekts auf der praktischen Umsetzbarkeit dynamisch komponierter Service-Architekturen im Business-Kontext sowie ggf. der Erarbeitung praxisgerechter Erweiterungen bestehender Standards.

Das Projekt-Konsortium von KOMPASS besteht aus einem auf Web Services und Agenten spezialisierten Softwareunternehmen zwei Technologie- und Anwendungspartnern aus dem Bereich der Produktions- bzw. Transportlogistik sowie dem Fraunhofer IAO als wissenschaftlichem Koordinator. KOMPASS beabsichtigt, die Forschungsergebnisse mit Hilfe des weitreichenden Kontaktnetzwerks der Konsortialpartner zu verbreiten. So bestehen aus dem Konsortium heraus Kontakte zu den wesentlichen Standardisierungsgremien und Industrieunternehmen sowie den einflußreichen Branchenverbänden.

Auch wenn sich die Entwicklungsarbeiten in KOMPASS zunächst vom Anwendungsfall dynamischer Logistikketten leiten lassen, bleibt die Verallgemeinerbarkeit der Forschungsergebnisse jederzeit im Blickfeld des Projekts. So treten ähnliche Fragestellungen etwa bei der Formung von Behandlungsketten in der Medizin, in Produktionsabläufen oder in der Formung von Bildungsprogrammen im e-learning auf. Zudem stellt die dynamische Kopplung

web-basierter Softwarekomponenten einen äußerst interessanten Fall der EAI im Bereich von Intranets und Portallösungen dar. Die erwarteten Ergebnisse von KOMPASS werden also vielfältige und nutzenbringende Anwendungsgebiete erschließen.

2. Projektstatus

Die eingangs erwähnten Probleme lassen sich anhand einer Reihe konkreter Forschungsfragen präzisieren, denen KOMPASS mit neuen Ansätzen nachgeht. Um die wirtschaftliche Relevanz der untersuchten Forschungsfragen sicherzustellen, läßt KOMPASS sich dabei von den fachlichen Anforderungen des Anwendungsszenarios leiten, ohne allerdings die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse sowie die theoretischen Aspekte service-orientierter Softwarearchitekturen zu vernachlässigen.

Von fachlicher Seite ergeben sich im Supply Chain Management folgende Probleme bzw. Anforderungen, die in ihrer Art als exemplarisch betrachtet werden können und somit als richtungweisend für den erfolgreichen Einsatz einer neuen Generation service-orientierter Softwarearchitekturen dienen mögen:

- Eine Formierung durchgängiger Logistikketten ist derzeit nicht möglich. Aufgrund von Medienbrüchen ist eine elektronisch automatisierte Abwicklung unternehmensübergreifender Logistikprozesse nur in Einzelfällen möglich. Gerade kleinere Marktteilnehmer scheuen die Investitionen in großkalibrige Softwareprojekte. Zudem erschweren die Vielfalt der Standards sowie ihre verschiedenen proprietären Interpretationen die vereinheitlichte Kommunikation auf Systemebene.
- Bedingt durch die Medienbrüche ergibt sich derzeit ein hoher Bedarf an händischer Erfassung und Nachbearbeitung, was wiederum zu einer hohen Fehlerrate führt. Eine Verbesserung der Datenqualität und eine Reduktion der Fehlerrate durch eine durchgängig elektronische Bearbeitung sind daher von hoher Priorität für die Marktteilnehmer.
- Wichtigste Anforderung der Fachseite ist eine Maximierung der Transparenz entlang der Supply Chain. Eine verbesserte Transparenz bringt die Möglichkeit des Echtzeit Controllings mit sich und damit eine gesteigerte Planungssicherheit in der Disposition. Durch die Verknüpfung produktionslogistischer Prozesse mit der Transportlogistik lassen sich erhebliche Optimierungspotentiale freisetzen.

Mit den derzeit verfügbaren Mitteln simpler Web Services als gekapselte Softwarekomponenten lassen sich unternehmensübergreifende Anwendungen mit obigen Eigenschaften nicht realisieren. Die gravierendsten Defizite liegen hierbei in der Unmöglichkeit einer flexiblen Überbrückung unterschiedlicher Datenaustauschformate, dem bislang unzureichenden Konzept der Transaktionssicherheit von Web Services, den mangelhaften Such- und Kategorisierungsmöglichkeiten sowie dem Fehlen eines domänenspezifischen Aufsatzes auf die Selbstbeschreibungsfähigkeit komplexer Web Services. KOMPASS arbeitet hier an der Entwicklung einer neuen Generation service-orientierter Softwarearchitekturen, die eine Abbildung o.g. Eigenschaften in Web Services erlauben. Nachfolgend werden einige der entwickelten Ansätze und Konzepte vorgestellt bzw. in Kap. 3 genauer vorgestellt.

Dynamische Komposition von Web Services

Um über elementare Services hinausgehende Abläufe darstellen zu können, müssen die Service-Komponenten automatisiert gefunden, aneinandergereiht und abgearbeitet werden können. Diese Komposition von Services kann, wie in Abbildung 1 dargestellt, zu verschiedenen Zeitpunkten und auf verschiedene Arten erfolgen:

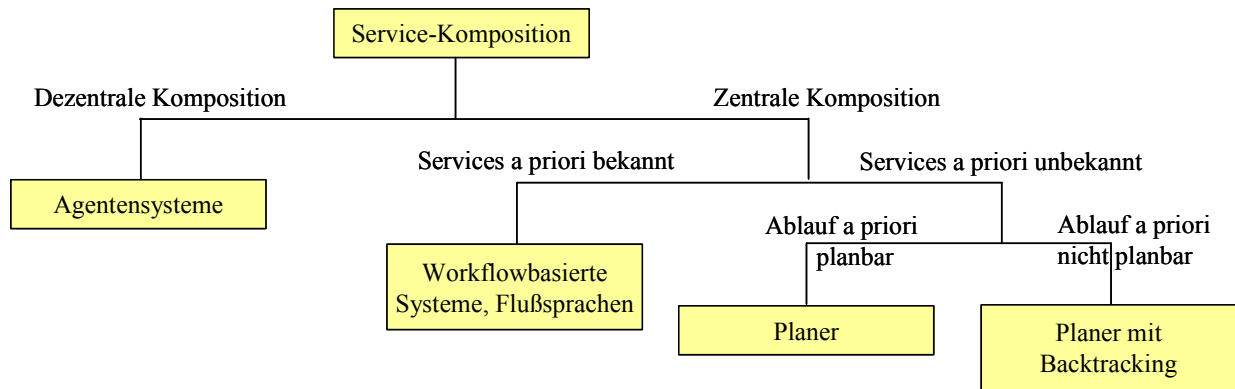


Abbildung 1: Arten der Service-Komposition

Während die statische Komposition im Vorhinein bekannter Services mittels Flußsprachen machbar ist, ist die dynamische Planung und Komposition von Komponenten eine anspruchsvolle, bislang ungelöste Aufgabe, insbesondere im Falle a priori unbekannter Servicekomponenten. Zur Synthese einzelner Bausteine benötigt ein Planer zumindest folgende Informationen:

- Ausgangslage
- Zielvorstellung
- Randbedingungen (etwa: wann soll auch bei suboptimaler Lösung abgebrochen werden)

Dabei gliedert sich die Ausgangslage in eine abstrakte Beschreibung der Welt (Klassen, Relationen, Regeln, Operatoren) und eine konkrete Zustandsbeschreibung (Instanzen und Instanzrelationen). Die Zielvorstellung wiederum stellt ebenfalls einen, ggf. jedoch nicht komplett ausdefinierten Zustand dar. Im Zuge einer automatisierten Verarbeitung o.g. Informationen ist es erforderlich, diese in geeigneten formalisierten Sprachen zur Verfügung zu stellen. Eine intelligente Planung benötigt daher zwingend eine formale Beschreibung der gegebenen Rahmenbedingungen und entsprechende Suchalgorithmen hierauf. Aufgrund der abzubildenden Unschärfe der Rahmenbedingungen sind formal-syntaktische Beschreibungen nicht hinreichend; vielmehr werden formale, semantische Modelle zur Verarbeitung in Expertensystemen, neuronalen Netzen o.ä. Konzepten der KI benötigt.

Weiterhin ist bei der dynamischen Aggregation einfacher Services zu komplexen Services zwischen verschiedenen Konzepten der Komposition zu unterscheiden, wie etwa zentraler oder dezentraler Kompositionsplanung bzw. der Kopplung zur Designzeit oder zur Laufzeit, auf die in Kap. 3 näher eingegangen wird.

Relevante Geschäftsprozesse der Logistik und e-Business Patterns

In betrieblichen Logistikprozessen ist ein hoher Datenaustausch sowohl zwischen unterschiedlichen, innerbetrieblichen Geschäftsbereichen, als auch unternehmensübergreifend über die Supply Chain hinweg notwendig, um beispielsweise Bedarfe zu prognostizieren und Lieferungen abzurufen. Da das Logistikwissen von vielen Unternehmen als eine geschäftskritische Kernkompetenz angesehen wird, werden Informationen hierüber als betrieblich hochsensibel angesehen. Daher stellen logistische Prozesse erhöhte Anforderungen an die Koordinierung des Datenaustauschs, die Datentransparenz und die Mächtigkeit der verwendeten Technologien.

KOMPASS versucht, die in praktischen Einsatzszenarien auftretenden Kommunikationsmuster und deren Service Levels in einheitlicher Form zu fassen und so en bloc zur Wiederverwendung bereitzustellen. Auf diese Weise stünden für die automatisierte Web Service Komposition bereits erprobte Business Patterns zur Verfügung, womit eine effizientere Zusammensetzung möglich

wäre. Gleichzeitig wäre dem Bedürfnis der Unternehmen, erfahrungsbasiertes Wissen für sich zu behalten, Genüge geleistet.

3. Erfahrungen und Bewertungen

Ergebnisse von Unternehmensbefragungen

Unternehmensbefragungen und Bedarfsrecherchen, die vor allem im Bereich Automobilbau, Handel und Transport vorgenommen wurden, ergaben einen hohen Bedarf an einer ganzheitlichen Integration über die Supply Chain hinweg, die nicht nur die Lieferanten-Kunden-Beziehung, sondern auch zwischengelagerte Dienstleister (z.B. Speditionen) berücksichtigt. Obwohl die meisten Beziehungen zwischen Lieferanten und Kunden bzw. Transportdienstleister langfristiger Natur sind, existieren auch kurzfristige Geschäftsbeziehungen (beispielsweise Sonderfahrten), bei denen ein hohes Optimierungspotenzial besteht: Zum einen könnten solche Ausnahmefälle vermieden werden, wenn – bedingt durch bessere Datenqualität und Transparenz über die Supply Chain– die Planungssicherheit erhöht würde, zum anderen kann gerade bei ad hoc auftretendem Bedarf eine automatisierte Anfrage- und Durchführungstechnologie zu erheblichen Kosteneinsparungen führen. Durch die Befragung von verschiedenen Logistik-Unternehmen ergab sich somit eine Fundierung des bestehenden Ansatzes vor allem unter der Berücksichtigung folgender Zielstellungen:

- Transparenz über alle Beteiligten der Supply Chain hinweg, incl. weiterer Dienstleister
- Verringerung der Integrationsproblemen und Erfassungsfehlern
- Verbesserte Planbarkeit und automatisierte Abarbeitung von Ad-hoc-Anfragen (Flexibilisierung)

Daher bietet sich eine Web-Service-Architektur zur Integration verschiedener Unternehmen über die Supply Chain hinweg an. Wie bereits in Kap. 2 angeschnitten, kann eine vereinfachte Integration und Flexibilisierung nur dann erreicht werden, wenn eine semantische Beschreibung der verwendeten Services vorliegt, die eine Komposition der Services sowie eine automatisierte Transformation der Parameter- und Rückgabewerte erlaubt. Daher wurden zwei Pilotstudien zur Komposition und zur Referenzierung von Web Services in Registries verfaßt, die die aktuell verfügbaren Technologien evaluieren, ihre Grenzen aufzeigen und neue Ansätze für eine automatisierte Komposition von Web Services liefern.

Die Komposition von Web Services

In serviceorientierten Architekturen ist die Frage nach verwendbaren Kommunikationsmuster von besonderer Bedeutung. Als Web Service Kommunikationspattern standardisiert sind bislang request-response, solicit-response, input-only und output-only¹. Bestimmte Kommunikations-Patterns (z.B. publish-subscribe) können nur dann verwendet werden, wenn auf beiden Seiten Web-Service-fähige Architekturen vorliegen und somit asynchroner Aufruf möglich ist. Oftmals ist jedoch der aufrufende Client nicht als Web Service konzipiert, so dass nur eine bestimmte Auswahl der Kommunikationspattern (request-response, input only) zum Einsatz kommen kann. Hier muss also abgewogen werden zwischen der Entwicklung von voll interoperablen, aber nur beschränkt funktionalen Services, und der Entwicklung von komplexen Services, die jedoch auch auf Client-Seite gewisse Anforderungen an die Systemarchitektur stellen.

Weiterhin reicht die Ermöglichung einer semantischen Komposition unter Berücksichtigung der funktionalen Anforderungen alleine nicht aus. Neben den funktionsbezogenen Anforderungen an

¹ Vgl. Kim et al (2003), Kap. 3.3

Services können weitere, nicht-funktionale Anforderungen existieren, beispielsweise eine bestimmte Form von Sicherheit, Ausnahmebehandlung oder Transaktionssteuerung. Die Formulierung derartiger Service Level Agreements (SLA) ist mit den derzeitigen Mitteln nicht möglich, obwohl ihnen bei der Komposition eine ebenso hohe Bedeutung zukommt wie der Beschreibung der funktionalen Anforderungen. Die derzeitige Vielzahl an verschiedenen, teilweise ähnliche Domänen betreffenden Web-Service-Standards und – Standardisierungsbestrebungen hat im Zusammenhang mit der Vielzahl verschiedener Organisationen, die sich für Web-Service-Standardisierung zuständig fühlen (z.B. w3c, oasis) zu einer starken Zerfaserung der Domäne geführt. Viele der Standards sind bisher nur auf dem Papier entstanden und müssen sich nun in der Praxis etablieren. Da jedoch andererseits eine dynamische Integration von Komponenten und Services verschiedener Anbieter nur dann möglich ist, wenn diese Anbieter sich auf gemeinsamen Kommunikationsstrukturen festgelegt haben, ist die Berücksichtigung der etablierten Standards notwendig. Daher ist es eine grundlegende Herausforderung für KOMPASS, serviceorientierte Architekturen so zu entwerfen, dass auch ein möglicher Wechsel bestimmter Komponenten oder Standards jederzeit integrierbar ist.

Die Behandlung des Kontrollflusses stellt ein weiteres Problem dar, das bei der Kombination von Web Services in KOMPASS adressiert werden muss. Eine service-orientierte Architektur sollte so aufgebaut sein, dass auch die Kompositionen von Services zu Prozessen wiederum als einzelne Services angesehen werden können, und so verwendet werden können². Das beinhaltet auch die Forderung nach der Ermöglichung von mehr als einem Ein- bzw. Ausgang pro Service, wie sie beispielsweise von DAML-S³ abgebildet werden kann. Auch die Unterscheidung zwischen zentraler und dezentraler Komposition spielt bei der Untersuchung des Kontrollflusses eine wichtige Rolle. Für die zentrale Komposition zur Designzeit existieren Prototypen, die Beschreibungssprachen wie BPEL4WS in ablauffähige Prozesse umsetzen können. So können beispielsweise durch BPWS4J⁴ spezifizierte Prozesse Schritt für Schritt im Sinne eines Workflow Management Systems abgearbeitet werden. Für die Umsetzung der dezentralen Komposition oder generell Komposition zur Laufzeit existieren noch keine im Reifegrad vergleichbaren Tools. Zur Umsetzung eignen sich insbesondere Adaptionen von bereits bestehenden Agentensystemen (z.B. JADE⁵). Beide Arten, eine serviceorientierte Architektur umzusetzen, befinden sich momentan noch in einem prototypischen Stadium und müssen noch in praxisbezogenen Anwendungen verifiziert werden.

Web Service Registries

Wenn auf Informationen über verschiedene Systemkomponenten über eine zentrale Stelle zugegriffen werden soll, bietet sich eine Registry als zentrales Nachschlagewerk für Meta-Informationen an. Im Bereich der Web Services hat sich dafür der Standard UDDI⁶ (Universal Description and Discovery Interface) in hohem Maße durchgesetzt. Über eine UDDI-Registry können Web Services veröffentlicht und verwaltet werden. Mögliche Service-Nachfrager haben die Möglichkeit, über die UDDI-Registry nach einem passenden Service zu suchen. Jedoch bietet UDDI auch in der neuesten Version momentan keine ausreichende Möglichkeit, qualitative und semantische Informationen zu einem Service abzuspeichern und nach diesen Informationen die

² Vgl. Peltz (2003), S. 47

³ Vgl. The DAML Services Coalition (2002)

⁴ Vgl. <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/bpws4j>, Letzter Zugriff am 11.06.2004

⁵ Vgl. <http://sharon.cselt.it/projects/jade/>, Letzter Zugriff am 11.06.2004

⁶ Vgl. <http://www.uddi.org>, Letzter Zugriff am 11.06.2004

Suche zu erlauben. Daher wurde in KOMPASS im Rahmen einer prototypischen Studie eine Möglichkeit evaluiert, in einer UDDI-Registry auch semantische Service-Beschreibungen abzulegen und darauf zu suchen. Da die Möglichkeit von UDDI, diese semantischen Informationen zugreifbar zu machen, von vorneherein als begrenzt angesehen wurde, wurde ein Konzept verfolgt, das die Verwaltung von semantischen Web-Service-Beschreibungen mittels der Ontologie DAML-S unter Verwendung von beliebigen Registry-Typen erlaubt. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt momentan auch IBM mit dem Pluggable Discovery Framework, das ein Bestandteil der ETTK⁷ ist und die Einbindung beliebiger Registry-Typen (z.B. UDDI, WSIL) ermöglicht. Das in KOMPASS entwickelte Framework namens SSRA⁸ (Semantic Service Registry Architecture) ist jedoch darüber hinausgehend auch in der Lage, semantische Beschreibungen zu Web Services zu verwalten. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich wird, reicht dabei zur Ersetzung einer Registry durch eine andere eine Änderung in der Schicht API Implementation aus:

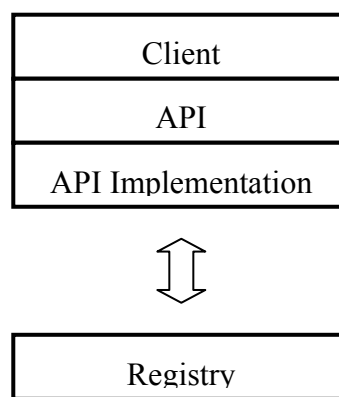


Abbildung 2: Architektur der SSRA

Über eine Implementierung von SSRA für UDDI wurden die Vorzüge von UDDI mit denen von DAML-S in Einklang gebracht, ohne dass dabei UDDI als einzig möglicher Registry-Standard festgelegt wurde. Das Framework und die dazugehörige UDDI-Implementierung, die in den ersten Projektmonaten entwickelt wurden, stehen mittlerweile im Internet unter <http://ssra.sourceforge.net> als Open-Source-Projekt allgemein zur Verfügung.

Im Rahmen dieser Arbeiten hat sich ergeben, dass die Speicherung beliebiger Informationen, auch semantischer DAML-S-Informationen in UDDI problemlos möglich ist. Allerdings sind die Suchmöglichkeiten auf die Datenstrukturen innerhalb von UDDI stark beschränkt, so dass UDDI als alleinige Registry in einer Architektur, die semantische Beschreibung und darauf aufbauenden Suche und Kombination von Services erlauben soll, nicht alle Anforderungen erfüllt. Hier muss also entweder das bisher bestehende UDDI wesentlich erweitert werden, oder eine neue Registry-Lösung (mit oder ohne Verwendung von UDDI) geschaffen werden. Arbeiten zur UDDI-Erweiterung sind hier bereits im Gange (beispielsweise arbeitet der Matchmaker⁹ der Carnegie Mellon University mittels einer UDDI-Registry, die durch eine eigene relationale Datenbank ergänzt wird). Diese haben jedoch noch nicht zu zufrieden stellenden Ergebnissen geführt, so dass sich in diesem Themenfeld noch Forschungsbedarf während des Projektes ergibt.

⁷ Vgl. <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/ettk>, Letzter Zugriff am 11.06.2004.

⁸ Vgl. <http://ssra.sourceforge.net>, Letzter Zugriff am 11.06.2004

⁹ Vgl. Paolucci et. al., 2002

Eine integrierende Infrastruktur

Neben einer Registry existieren weitere wichtige Komponenten für eine serviceorientierte Architektur, die eine semantische Komposition erlaubt. Um diese grundlegende Projektinfrastruktur zu schaffen, in der beispielsweise ein Planer-Service zur Komposition integraler Bestandteil ist, wurde ein Infrastruktur-Prototyp erstellt. Aus den bisherigen Projekterfahrungen ergab sich dabei, dass in einer solchen Architektur alle Bestandteile nur lose gekoppelt sein dürfen, da beispielsweise die Frage der Registry bisher nicht endgültig geklärt ist und somit hier Flexibilität gefordert ist. Des Weiteren ist verändern sich auch Web Service Standards und Technologien immer noch sehr dynamisch, so dass auch hier eine flexible Adaption auf neu auftauchende Technologien möglich sein soll. In dieser Integrations-Infrastruktur, die die optimale Anwendungsbasis für die in KOMPASS entwickelten Technologien bietet und zugleich die grundlegende Architektur des in KOMPASS zu entwickelnden Prototyps darstellt, werden mit dem Service Requester (Client), dem Service Provider und der Registry die drei grundlegenden Beteiligten an einer service-orientierten Architektur nachgestellt (siehe Abb. 3). Daneben steht mit der KOMPASS-Map eine Datenbasis zur Verfügung, in der domänenspezifische Ontologien, die zur Service-Beschreibung verwendet werden können, abgelegt werden. Alle Bestandteile der Infrastruktur sind über eine webbasierte Benutzerschnittstelle für den Menschen wartbar.

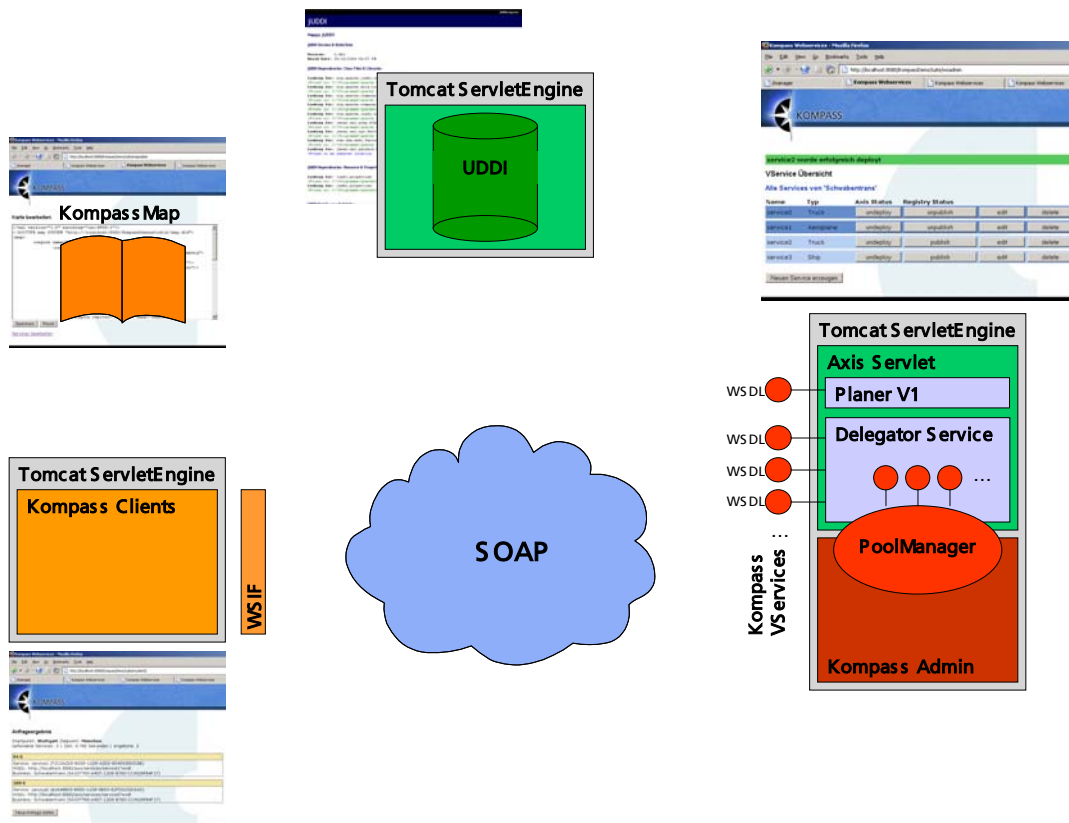


Abbildung 3: Architektur der Integrations-Infrastruktur

Alle Komponenten der Infrastruktur werden als Templates mit vorerst minimalem Funktionsumfang zur Verfügung gestellt. Je nach Anwendungsfall können diese Templates dann unterschiedlich implementiert werden.

Daneben steht auf Seite der Service Provider ein Web-Service-Generator zur Verfügung, über den sich standardisierte Web Services (vorerst ausschließlich Transport-Services) sehr schnell automatisch konfigurieren und erzeugen lassen. Dadurch kann sehr schnell eine große Vielzahl an Anbietern simuliert werden, um so auch schon zu früher Projektlaufzeit automatisiertes Retrieval und Kombination mit einer realistischen Anzahl an verschiedenen Services testen zu können.

In der weiteren Projektlaufzeit soll dieser Prototyp mit fundierter Server-Technologie (J2EE) hinterlegt werden. Dies bietet den Vorteil, eine stabile Architektur auch für aufwändigere Szenarien liefern zu können. Außerdem soll ein zunächst sehr einfacher Planer erstellt werden, der aufgrund einer gegebenen Ausgangssituation und einer gewünschten Zielsituation Services zusammenstellt und diesen Prozessablauf als BPEL4WS-Dokument abspeichert. Dieses BPEL-Dokument kann dann wiederum automatisiert abgearbeitet werden.

4. Ausblick

Die bisherigen Projektarbeiten in KOMPASS dienen dazu, die bestehenden Methoden und Vorgehensweisen zu analysieren und eine fundierte Ausgangsbasis sowohl fachlicher Seite als auch von technologischer Seite zu schaffen. Auf der fachlichen Ebene wurden dabei die Anforderungen aus dem Projektantrag sowohl bei den Partnern intern, als auch extern durch Kundenbefragungen intensiv überprüft und verfeinert. Mit Hilfe der Studien und prototypischen Umsetzungen ist es gelungen, einen technologischen Zugang zum sehr komplexen und sich schnell ändernden Feld der Web Service Technologien, insbesondere im Bereich der semantischen Beschreibung, der Suche und der Transaktionssteuerung zu erhalten. Die bisher erzielten Ergebnisse werden im weiteren Projektverlauf verwendet, um ein prototypisches Szenario der Logistik nachzustellen. Anschließend soll dieses Szenario in der Realität bei den Partnern erprobt werden, um etwaige Verbesserungsmöglichkeiten festzustellen und die Technologie im Praxiseinsatz zu evaluieren.

Durch die Konzentration auf einen praxisrelevanten, logistischen Anwendungsfall können die in KOMPASS entwickelten Techniken und Architekturen auf deren Praxistauglichkeit überprüft werden. Dies wird im weiteren Projektverlauf dazu führen, dass neben der funktionalen Ebene der Service-Komposition auch die nicht-funktionalen Anforderungen höheres Gewicht erhalten. Eine gute Ablaufplanung soll daher beispielsweise auch Service Level Agreements aushandeln können und Services danach bewerten können. Dazu müssen im Projektverlauf von KOMPASS die teilweise in der Logistik bereits vorhandenen Metadatenformate und Ontologien ausgebaut werden, um auch nicht-funktionale Informationen transportieren zu können. Wenn diese Grundlagen erst geschaffen sind, können darauf aufbauende, intelligente Systeme erzeugt werden, die beispielsweise aus vergangenen Geschäftsvorfällen „lernen“ können und – neben der kombinatorischen Planung eines Geschäftsvorfalles – auch bei der Ausführung eines geplanten Geschäftsvorfalles die Einhaltung sowohl der funktionalen als auch der weichen, nicht-funktionalen Faktoren explizit kontrollieren können.

5. Danksagung

Das Projekt KOMPASS wird durch die Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01 IS SC1 gefördert. Die Autoren danken allen Projektbeteiligten, insbesondere den Herren Hans-Jörg Tutsch von der flexis AG, Michel Zedler vom Fraunhofer IAO, Alexander Bugge, Andreas Michalski und Thomas Scheiffele von STEINLE sowie Elmar Borgmeier und Raphael Drüner von der syngenio AG für die wertvollen Beiträge im bisherigen Projektverlauf.

6. Literatur

Paolucci, M., Kawamura, T., Payne, T., Sycara, K.: "Semantic Matching of Web Service Capabilities", 2002. In: Lecture Notes in Computer Science - Proceedings of the First International Web Conference on The Semantic Web, Seite 333-347.

Kim, J.B.; Segev, A.; Patankar, A.; Cho, M.G.: „Web Services and BPEL4WS for Dynamic eBusiness Negotiation Processes“, in: Proceedings of the 1st International Conference on Web Services, 2003 (ICWS '03). Url: www.ieor.berkeley.edu/~jinbaek/publications/ICWS03.pdf.
Letzter Zugriff am 11.06.2004

Peltz, C.: „Web Services Orchestration and Choreography“, in: IEEE: “Computer“, October 2003, Volume 36, Number 10, S. 46-52.

The DAML Services Coalition (alphabetically Anupriya Ankolenkar, Mark Burstein, Jerry R. Hobbs, Ora Lassila, David L. Martin, Drew McDermott, Sheila A. McIlraith, Srinu Narayanan, Massimo Paolucci, Terry R. Payne and Katia Sycara): „DAML-S: Web Service Description for the Semantic Web“, 2002. in: Proceedings of The First International Semantic Web Conference (ISWC), S. 411-430.