

Reihe B: Sonderdrucke 2006-W01

Modellierung für Wissensmanagement

Workshop im Rahmen der Modellierung 2006

Knut Hinkelmann, Ulrich Reimer (Hrsg.)

März 2006

ISBN 3-03724-086-5

© Fachhochschule Nordwestschweiz und der Autor.
Jede Reproduktion, auch von Teilen und
unabhängig vom Medium, ist nur mit Genehmigung
der Fachhochschule Nordwestschweiz und der
Autoren gestattet.

Publikationsreihe

Die Fachhochschule Nordwestschweiz veröffentlicht in dieser Reihe Forschungsarbeiten ihrer Mitarbeitenden. Mit diesen Publikationen sollen die Fachkollegen und die interessierte Öffentlichkeit über die Forschungstätigkeiten und deren Ergebnisse informiert werden. Beachten Sie die Liste der verfügbaren Publikationen und die Bestelladresse am Schluss dieses Hefts.

Inhalt

Vorwort	1
Modellierung und Analyse wissensintensiver Aktivitäten in einem Geschäftsprozess mit der Knowledge Modeling and Description Language <i>Norbert Gronau, Jane Fröming, Roman Korf (Universität Potsdam)</i>	3
Semantic Visualisation of Heterogenous Knowledge Sources <i>Hans-Georg Fill (Universität Wien)</i>	17
Automatische Wissensintegration mit Ontologien <i>York Sure, Marc Ehrig, Rudi Studer (Universität Karlsruhe)</i>	29
Modeling Information Technology – A Pattern Approach for Enhancing Technology Intelligence Processes <i>Michael Schermann, Helmut Krcmar (Technische Universität München)</i>	41

Vorwort

Erfolgreiches Wissensmanagement umfasst die Dimensionen Prozesse, Inhalte, Mensch, Unternehmenskultur und Informationstechnologie. Dabei ist ein wichtiger Bestandteil die Modellierung des relevanten Wissens

- auf einer Meta-Ebene z.B. bzgl. seines Anwendungskontexts, seiner Verfügbarkeit, seiner Wichtigkeit oder wie es zugreifbar ist, um die Relevanz des Wissens beurteilen und es einer Nutzung zuführen zu können;
- auf der inhaltlichen Ebene, um (unter anderem) die Erfassung, Pflege, Verteilung und Verarbeitung des Wissens durch IT- Systeme zu unterstützen.

Die Erstellung geeigneter Wissensmodelle des zu behandelnden Wissens ist deshalb ein integraler Bestandteil von Wissensmanagementvorhaben. Wissensmodellierung für Wissensmanagement beinhaltet zu einem guten Teil klassische Modellierungsaufgaben, wie Geschäftsprozessmodellierung, konzeptioneller Schema-Entwurf für Datenbanken, fachliche Modellierung als Teil des Software- Entwurfs. Jedoch ist die Modellierung im Wissensmanagement vor allem dadurch charakterisiert, dass das zu modellierende Wissen sich in der Regel durch einen hohen Grad an Heterogenität bzgl. Inhalt und Form auszeichnet:

- Inhaltlich reicht es beispielsweise von Wissen über Abläufe, wie Geschäfts- und Wissensprozesse, über terminologisches Wissen bis hin zu Erfahrungswissen.
- Das Wissen kann textuell in Dokumenten abgelegt sein, strukturiert in Datenbanken, partiell formalisiert in fallbasierten Systemen oder formalisiert in Expertensystemen.

Trotz dieser Heterogenität muss das modellierte Wissen miteinander integrierbar sein, so dass Mitarbeiter über entsprechende Anwendungssysteme (soweit nötig) auf das gesamte Wissen in einheitlicher Weise zugreifen können.

Aus den recht zahlreichen Beiträgen, die für diesen Workshop eingereicht wurden, spiegeln die schliesslich zur Präsentation ausgewählten Beiträge die Bandbreite der relevanten Themen wider.

Der Beitrag von Hans-Georg Fill widmet sich der Visualisierung von Wissensmodellen als eine erweiterte Dimension der Modellierung von Wissen. Ein zentraler Gedanke ist dabei die Zuordnung von Modellierungs- zu Visualisierungsmustern auf einer Meta-Ebene.

Der Beitrag von Norbert Gronau, Jane Fröming und Roman Korf befasst sich mit der Verbindung von Wissensmanagementaktivitäten und Geschäftsprozessen, um so eine bessere Anbindung von Wissensmanagement an die Wertschöpfung zu erzielen. Dazu stellt der Beitrag eine Modellierungssprache vor, mit welcher sowohl die Prozessaspekte als auch die Wissensversorgungs- und -entstehungsprozesse modelliert werden können.

Der Beitrag von Michael Schermann und Helmut Krcmar überträgt die Idee von Entwurfsmustern aus der objektorientierten Programmierung auf die Wissensmodellierung und erläutert die Verwendung solcher Modellierungsmuster an einem Anwendungsbeispiel.

Der Beitrag von York Sure, Marc Ehrig und Rudi Studer befasst sich mit Möglichkeiten, die Integration von Ontologien, bzw. der Abbildung zwischen ihnen, algorithmisch zu unterstützen. Mit der wachsenden Anzahl an Ontologien, die vermehrt für inhaltsorientiertes Management von Wissen (aber nicht nur dort) eingesetzt werden, ist dies ein Thema mit zunehmender Bedeutung, um die auf den Ontologien basierenden Anwendungssysteme interoperabel zu gestalten.

Knut Hinkelmann, Fachhochschule Nordwestschweiz
Ulrich Reimer, Fachhochschule St. Gallen

Modellierung und Analyse wissensintensiver Aktivitäten in einem Geschäftsprozess mit der Knowledge Modeling and Description Language

Norbert Gronau, Jane Fröming, Roman Korf

Universität Potsdam
{ngronau, jfroeming, rkorf}@wi.uni-potsdam.de
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government
August-Bebel Straße 89
14482 Potsdam

Abstract: Noch immer werden Wissensmanagementlösungen technikgetrieben. Die Integration der Wissensmanagementlösungen in die Wertschöpfungskette findet häufig nicht statt und stößt selten auf Akzeptanz. Die in diesem Beitrag vorgestellte Methode zur Modellierung und Analyse wissensintensiver Aktivitäten in einem Geschäftsprozess bietet die Möglichkeit Wissensmanagementaktivitäten direkt in einem Geschäftsprozess zu analysieren und Verbesserungsvorschläge anzugeben. So ist es möglich, das Wissen der Mitarbeiter in die Wertschöpfungskette zu integrieren und die Nachnutzung zu fördern.

1 Einleitung

Wissensmanagementlösungen sind derzeit stark technikgetrieben und berücksichtigen lediglich das leicht verfügbare, dokumentierte Wissen. Das stillschweigende Wissen der Mitarbeiter eines Unternehmens wird in diesem Zusammenhang jedoch nur unzureichend berücksichtigt. Wissensmanagementprojekte werden häufig eher im strategischen Bereich des Unternehmens angesiedelt [GrMü05]. Laut GRONAU ET AL. führt das dazu, dass die Wissensmanagementaktivitäten nicht in die alltäglichen Aufgaben eingegliedert werden, sondern losgelöst davon existieren [GrMü05]. Die Akzeptanz der eingeführten Wissensmanagementaktivitäten bzw. -systeme ist bei den Mitarbeitern häufig gering, da diese Aktivitäten eher als zusätzliche Arbeitsbelastung empfunden werden. Hinzu kommt, dass die Maßnahmen noch immer aus Sicht der Wissensanbieter konzipiert werden [GrMü05]. GRONAU ET AL. empfehlen die Gestaltung einer nachfrageorientierten Wissensmanagementlösung [GrMü05].

In der Literatur für Wissensmanagement wird zwischen den beiden Richtungen produktorientiertes und prozessorientiertes Wissensmanagement unterschieden [GrMK05]. Der produktorientierte Ansatz ist stark auf die Ressource Wissen und deren

Erzeugung und Bewahrung in Informationssystemen gerichtet [GrMK05]. Hierbei fehlt jedoch oft der Bezug zu den Geschäftsprozessen [Heis02]. Im Gegensatz dazu wird im prozessorientierten Ansatz (vgl. [GrMü05], [Remu02], [AHMM02], [BaVÖ02]) Wissensmanagement als interpersoneller Kommunikationsprozess verstanden [GrMK05]. Wissen wird dabei nicht mehr als handhabende Ressource betrachtet, sondern als prozessrelevantes Unternehmenskapital in der Wertschöpfungskette. Die Betrachtung der dynamischen Wissensumwandlungsprozesse ist dabei ein wesentlicher Bestandteil.

Die Betrachtung von Wissen in der Knowledge Modeling and Description Language (kurz: KMDL®) beruht auf den Überlegungen von POLANYI [Pola58] sowie NONAKA und TAKEUCHI [NoTa95] mit deren Unterscheidung zwischen stillschweigendem und explizitem Wissen. Explizites Wissen kann in formaler und systematischer Sprache formuliert sowie leicht übertragen bzw. ausgetauscht werden. Im Gegensatz dazu ist stillschweigendes Wissen schwer artikulierbar. Es ist personengebunden, kontextspezifisch und basiert auf persönlichen Erfahrungen, Intuition, Wahrnehmungen und Erkenntnissen. Informationen, also explizites Wissen, können in konventioneller Form als Text, Bild oder Diagramm auf Papier oder in elektronischer Form in Dokumenten, Audiodateien, Bitmaps oder Video bzw. in zusammengesetzten Dokumenten auftreten.

2 Knowledge Modeling and Description Language v2.0

Die Knowledge Modeling and Description Language wurde zur Modellierung, Analyse und Bewertung von wissensintensiven Geschäftsprozessen und –aktivitäten entwickelt. Im folgenden Abschnitt werden zuerst die Grundlagen der Modellierungssprache erläutert, dann die KMDL® in ihrer aktuellen Version 2.0 sowie ein Beispielprozess vorgestellt.

Die Basis der KMDL® v2.0 bilden die Wissenskonversionen, welche innerhalb wissensintensiver Aktivitäten entlang und zwischen den Geschäftsprozessen auftreten. Die Interaktion zwischen explizitem und stillschweigendem Wissen ist die Hauptantriebskraft bei der Wissenserzeugung [NoTa95]. Wissenskonversionen beschreiben die Umwandlung von einer Wissensform in eine Andere. Es werden die vier Konversionstypen Sozialisation, Externalisierung, Kombination und Internalisierung unterschieden (s. Abbildung 1).

- **Sozialisation** ist ein Erfahrungsaustausch bei dem stillschweigendes Wissen, wie etwa gemeinsame mentale Modelle, z.B. in einem persönlichen Gespräch auf einer Konferenz oder durch Nachahmung beobachteter Verhaltensweisen weitergegeben wird.

- **Externalisierung** ist die Artikulation von stillschweigendem Wissen in explizite Konzepte. Unter der Nutzung von Metaphern, Analogien oder Modellbildung können die explizierbaren Aspekte des stillschweigenden Wissens so ausgedrückt werden, dass sie von Dritte verstanden werden können.
- Bei der **Kombination** wird bestehendes explizites Wissen durch dessen Verknüpfung zu expliziten Wissen zusammengesetzt. Eine Kombination kann mit Hilfe verschiedene Medien, einer erneuten Konfiguration, Kategorisierung, Hinzufügen neuer Information bzw. eines neuen Kontextes, verwendet werden.
- **Internalisierung** ist der Prozess zur Eingliederung von expliziten in stillschweigendes Wissen, stark verwandt mit dem "Learning-by-doing". Erfahrungen, die auf Basis von Sozialisation, Externalisierung und Kombination gesammelt wurden, werden in die individuelle Wissenslandkarte und das mentale Modell („Know-how“) integriert.

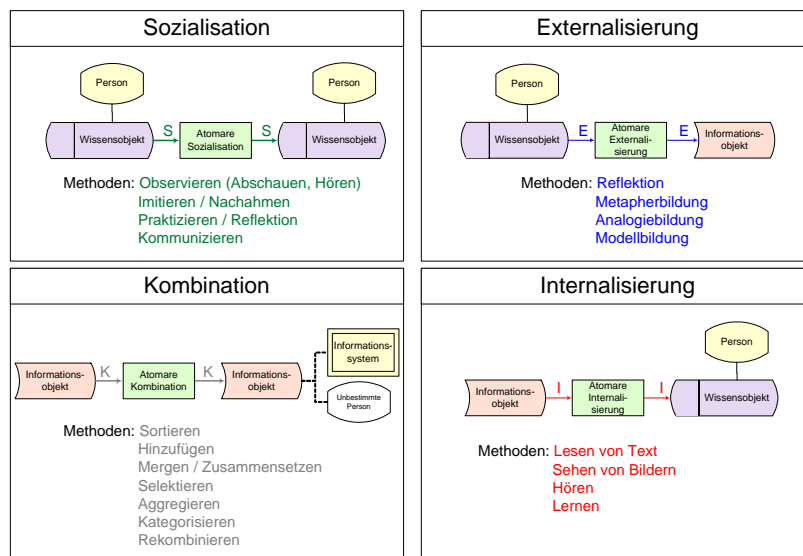


Abbildung 1: Atomare Konversionen mit ihren Methoden

Die von NONAKA und TAKEUCHI [NoTa95] eingeführten Wissenskonzersionen reichen nicht aus, um eine realitätsnahe Abbildung der auftretenden Wissenstransformationen und -aktivitäten sicherzustellen. Die Möglichkeit beispielsweise ein Buch zu lesen und gleichzeitig mit dem vorhandenen Wissen zu kombinieren ist nicht möglich. Aus diesem Grund wurden während dem Praxiseinsatz

der KMDL® v1.1, die prozessorientiert ist, weitere Konversionsarten entwickelt [FrKF05].

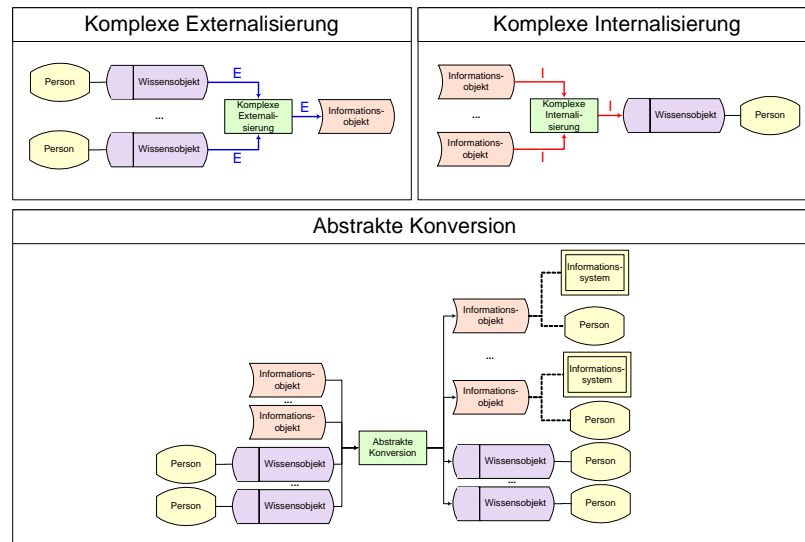


Abbildung 2: Beispiele für die Konversionsarten

- **Atomare Konversionen:** Atomare Konversionen (s. Abbildung 1) beschreiben die kleinstmögliche Konversion und besitzen jeweils genau ein Start- und ein Zielobjekt. Durch atomare Konversionen ist eine eindeutige Identifizierung der Entstehungswege von Information und Wissen möglich.
- **Komplexe Konversionen:** Komplexe Konversionen (s. Abbildung 2) bestehen aus atomaren Konversionen. Sie besitzen mehrere Startobjekte und ein Zielobjekt oder ein Startobjekt und mehrere Zielobjekte. Durch komplexe Konversionen ist ebenfalls eine eindeutige Identifizierung der Entstehungswege von Information und Wissen möglich.
- **Abstrakte Konversionen:** Abstrakte Konversionen (s. Abbildung 2) bestehen aus mehreren Start- und Zielobjekten. Sie werden als Summe mehrerer stattfindender Konversionen verstanden. Bei abstrakten Konversionen ist eine eindeutige Zuordnung bzw. das Nachvollziehen der Entstehungswege nicht mehr gegeben.
- **Unbestimmte Konversionen:** Unbestimmte Konversionen können entweder atomar, komplexe oder abstrakte Konversionen sein und sind daher Platzhalter für die anderen Konversionsarten.

In der Literatur werden für die Wissenskonzersionen verschiedene Methoden diskutiert [NoTa95], [Hytt04], [PrRo94], [SAAH00]. Die für die KMDL® v2.0 identifizierten Methoden sind im Folgenden näher erläutert (s. Abbildung 1). Viele der diskutierten Methoden werden nicht einzeln vorkommen, sondern gemeinsam mit anderen Methoden. Bei multimedialen Anwendungen sind beispielsweise Bild, Schrift und Ton oft gleichzeitig aktiv.

Der Sozialisation kann das Observieren, Imitieren, Praktizieren und Kommunizieren zugeordnet werden. Mit Observieren ist hierbei die Beobachtung beispielsweise eines Experten gemeint. Beim Imitieren wird die Handlung des Experten nachgeahmt und beim Praktizieren werden die theoretischen Grundlagen in praktische Erfahrungen ausgereift.

Für die Externalisierung werden Reflektion, Metapherbildung, Analogiebildung und Modellbildung erwähnt. Metaphern dienen einer Veranschaulichung von Zusammenhängen [Nona94]. Analogien zeigen funktionale Gemeinsamkeiten zwischen getrennten Wissensgebieten auf [Nona94]. Durch die Bildung von Modellen werden komplexe Zusammenhänge problemspezifisch vereinfacht und strukturiert dargestellt.

Zur Kombination gehören Sortieren, Hinzufügen, Vereinigen, Aggregieren, Selektieren, Kategorisieren/Klassifizieren und Rekombinieren. Durch das Hinzufügen von Textteilen in ein Dokument kann der Informationsgehalt des Dokumentes erhöht werden. Das Vereinigen beinhaltet das Zusammenfügen mehrerer Informationen. Die Aggregation ist dabei eher eine Ansammlung von Informationen. Die Kategorisierung oder Klassifikation kann ebenfalls zu einer Informationsgenerierung führen.

Diskutierte Methoden der Internalisierung sind das Lesen von Texten, das Sehen von Bildern bzw. Grafiken und das Hören. Diese Methoden beinhalten immer eine Reflektion über das Gesehene oder Gehörte. Theoretisch sind auch die anderen Sinne, wie Tasten und Riechen für die Internalisierung von Wissen verantwortlich. Diese werden jedoch nur in speziellen Bereichen für die Modellierung mit der KMDL® v2.0 relevant sein.

Neben der Unterscheidung zwischen stillschweigendem und explizitem Wissen findet in der Literatur auch eine Unterscheidung zwischen individuellem und kollektivem Wissen statt [Remu02], [Lehn00], [NoTa95]. Als kollektives Wissen wird das gesamte Wissen des Kollektivs angesehen, das beinhaltet sowohl das individuelle Wissen jedes Einzelnen als auch das Wissen das lediglich im kollektiven Kontext verwendet wird.

2.1 Die Beschreibungssprache KMDL®

Dieser Abschnitt beschreibt die einzelnen Objekte der Beschreibungssprache KMDL® v2.0 (s. Abbildung 3). Einige der Elemente existierten bereits in der KMDL® v1.1. Andere Elemente, wie das Informationssystem und die Funktion wurden in KMDL® v2.0 zusätzlich eingeführt.

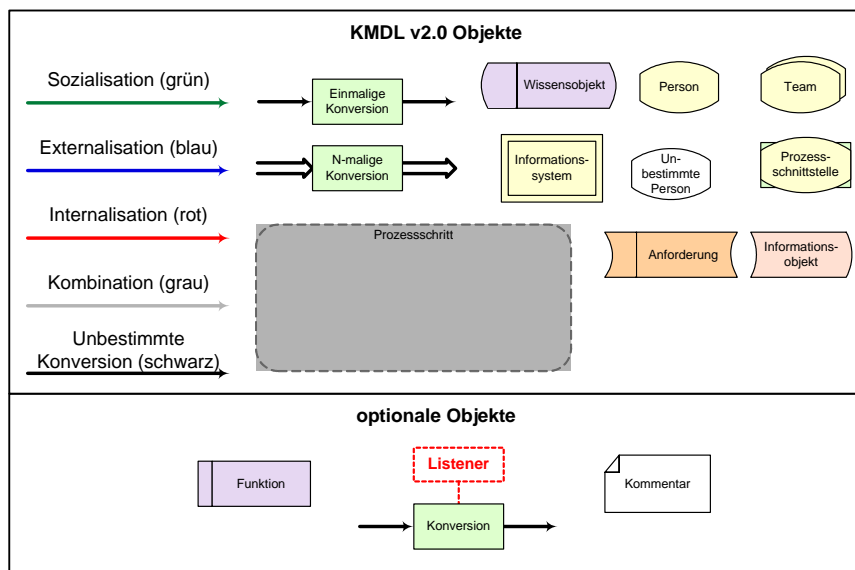


Abbildung 3: Objekte der KMDL® v2.0

Informationsobjekt: Informationen werden in der KMDL® als Informationsobjekt dargestellt und können dabei in konventioneller Form, wie Text, Zeichnung oder Diagramm auf Papier oder in elektronischer Form, z.B. in Dokumenten, Audiodateien, Bitmaps oder Videoformaten existieren. Informationen bestehen unabhängig von Personen und können das explizite Wissen von Personen enthalten.

Wissensobjekt: Wissensobjekte repräsentieren das Wissen von Personen oder Teams. Bei der Modellierung von Wissen werden die Kompetenzen einer Person abgebildet. Kompetenzen beinhalten das Wissen, die Fähigkeiten, die Erfahrungen, die Einstellungen und das Verhalten von Personen bzw. Teams. In KMDL® v2.0 werden die vier Ausprägungen fachliche, methodische, soziale Fähigkeiten sowie Handlungsfähigkeiten unterschieden.

Konversion: Konversionen beschreiben die Erzeugung, Anwendung, Verteilung und Bewahrung von Wissen und Information. Die Konversionsart und der Konversionstyp sind durch die Input- und Outputobjekte einer Konversion eindeutig bestimmt. Die Konversionslinien zwischen den Input- und Outputobjekten besitzen die gleiche Bedeutung wie die Wissenskonversionen von NONAKA ET AL. oder sind unbestimmt. Neben den vier Konversionsarten gibt es die fünf Konversionstypen: Externalisierung, Internalisierung, Kombination, Sozialisation und unbestimmt.

Anforderung: An eine Konversion können Anforderungen gestellt werden um diese zu realisieren bzw. durchzuführen. Anforderungen können durch das Wissen von Personen oder Teams oder durch die Funktionalität eines Informationssystems abgedeckt werden. Die KMDL® v2.0 unterscheidet zwischen fachlichen, methodischen, sozialen und Handlungsanforderungen sowie technischen Anforderungen. Technische Anforderungen können nur durch Informationssysteme abgedeckt werden. Alle Anforderungen können sowohl obligatorisch als auch fakultativ sein.

Person: Eine Person repräsentiert eine real existierende Person in einem Unternehmen die Aufgaben in einem Geschäftsprozess durchführt. Personen sind Wissensträger.

Team: Ein Team kann aus Personen bzw. weiteren Teams bestehen und repräsentiert eine Gruppe von Personen, die zusammen an der Lösung eines Problems arbeiten. Teams sind ebenfalls Wissensträger. Das an ein Team modellierte Wissen repräsentiert das kollektive Wissen des Teams.

Unbestimmte Person: Eine unbestimmte Person repräsentiert entweder eine Person oder ein Team und wird vorwiegend in der Schemaebene eingesetzt, beispielsweise bei Referenzprozessen bzw. Sollprozessen.

Informationssystem: Informationssysteme repräsentieren Informations- bzw. Kommunikationstechnologie, die in wissensintensiven Prozessen eingesetzt werden. Ein Informationssystem dient der rechnergestützten Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Pflege, Analyse, Benutzung, Disposition, Übertragung und Visualisierung von Information [SaMc86]. Informationssysteme decken die technischen Anforderungen von Konversionen ab und erzeugen bzw. bearbeiten Informationen.

Funktion: Funktionen spiegeln die Funktionalität von Informationssystemen wieder. Sie sind immer an Informationssysteme gebunden und stellen somit die technischen Anforderungen von Konversionen sicher.

Prozessschnittstelle: Eine Prozessschnittstelle ist eine Schnittstelle zu einem anderen Prozess. Informationsobjekte, die in anderen Prozessen erzeugt wurden können durch Prozessschnittstellen auf andere Prozesse verweisen. Prozessschnittstellen bieten

dadurch die Möglichkeit einer prozessübergreifenden Auswertung und Verbesserung der organisatorischen Geschäftsprozesse.

Listener: Listener werden zur Beobachtung der Input- und Outputobjekte von Konversionen verwendet. Sie dienen der Definition von zusätzlichen Bedingungen und Einschränkungen.

Prozessschritt: Ein Prozessschritt repräsentiert einen geschlossenen Sachverhalt im Prozess. Es kann mit dem Objekt Aufgabe in der klassischen Geschäftsprozessmodellierung (z.B. EPKs) verglichen werden.

Kommentar: Kommentare können im gesamten Prozess annotiert werden. Sie dienen der Aufnahme von Informationen, die so nicht im Modell erfasst werden können.

2.2 Prozessbeispiel mit KMDL® v2.0

In diesem Abschnitt wird ein vereinfachter Prozess aus der Softwareentwicklung vorgestellt. Der Beispielprozess besteht aus den drei Prozessschritten Konzeption, Implementierung und Test. Im ersten Prozessschritt (s. Abbildung 4) wird die Konzeption der Software durchgeführt. Hierzu werden zunächst die „Kundenanforderungen“ gelesen, wodurch das neue Wissensobjekt „Kundenanforderungen“ entsteht. Anhand des Wissens über die Kundenanforderungen und der Erfahrung in der Softwarekonzeption wird anschließend die „funktionale Spezifikation“ erstellt.

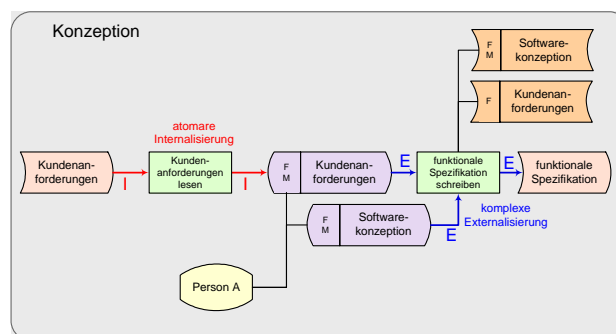


Abbildung 4: Prozessschritt 1 – Konzeption

Im nächsten Prozessschritt (s. Abbildung 5) wird die funktionale Spezifikation umgesetzt. Dazu wird zunächst die Spezifikation vom Entwickler gelesen. Dieser

erstellt mit seinem Wissen und seinen Erfahrungen, in einem individuellen Lernprozess, gedanklich den Quellcode bevor er diesen aufschreibt und umsetzt.

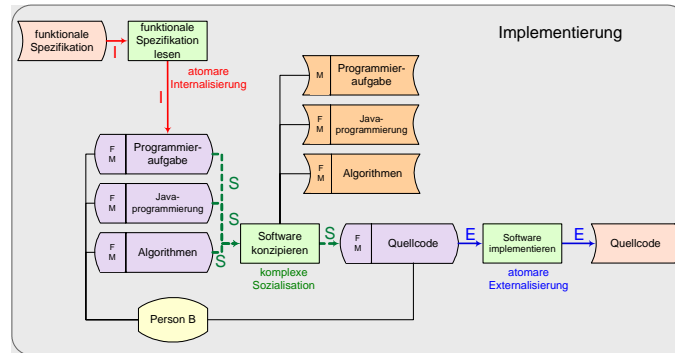


Abbildung 5: Prozessschritt 2 - Implementierung

Im letzten Prozessschritt (s. Abbildung 6) wird die umgesetzte Funktionalität getestet. Dazu werden vom Entwickler zunächst die Testroutinen konzipiert und implementiert. Das eigentliche Testen der Software wird dann vom „Testsystem“ durchgeführt. Dabei wird der Fehlerreport vom System erzeugt.

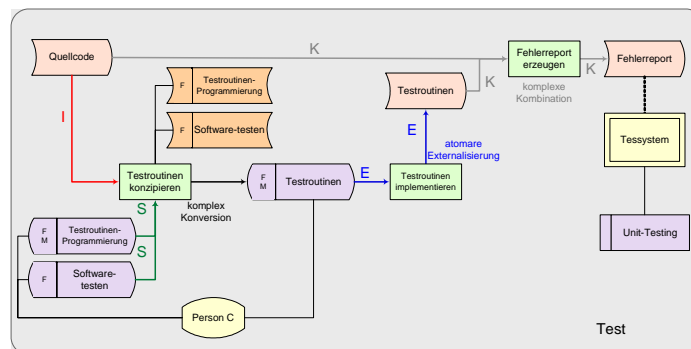


Abbildung 6: Prozessschritt 3 – Test

2.3 Analyseinstrumente der KMDL®

Mit der KMDL® ist nicht nur die Modellierung wissensintensiver Geschäftsprozesse möglich, sondern auch weitgehende Analyse der Prozessmodelle. Nachfolgend werden die am häufigsten benutzten Analyseinstrumente (Prozessmuster, Sichten, Reports) vorgestellt.

Prozessmuster:

In den durchgeführten Praxisprojekten konnten mehrere Prozessmuster [Gron04a], [BaBS05] identifiziert werden, welche auf Potenziale und Schwachstellen hindeuten. Diese wurden zu fünf Familien kategorisiert. Ein Muster beschreibt dabei eine konkrete Prozesssituation und besteht aus der Konstellation der Objekte.

- *Occurrence Pattern:* Diese Familie beschreibt die Häufigkeit der einzelnen KMDL®-Objekte in einem Prozess. Z.B. Personen, die sehr häufig in einem Prozess involviert sind. Das kann ein Hinweis auf ein Wissensmonopol oder eine prozessrelevante Person sein.
- *Multi-Step Pattern:* Multi-Step Pattern beschreiben die Kombination von zwei Wissenskonversionen. Das Multi-Step Socialization Pattern beschreibt die Weitergabe von Informationen und Wissen durch Kommunikation. Dabei können die Informationen nur unzureichend übertragen werden und somit werden wichtige Informationen verzerrt, verwascht oder deformiert.
- *Relevance Pattern:* Diese Familie beschreibt prozessrelevante Muster. Sind z.B. für die Bearbeitung einer Aufgabe sehr viele Informationen notwendig oder werden in der Aufgabe sehr viele Informationen erzeugt, so ist diese Aufgabe prozessentscheidend.
- *Exclusive Patterns:* Diese Patterns deuten auf Wissens- bzw. Informationsobjekte in einem Prozess hin, die sehr häufig nachgefragt werden.
- *Prerequisite Pattern:* Das Prerequisite Knowledge Socialization Pattern beschreibt eine im Prozess beteiligte Person, die zur Ausführung ihrer Arbeit das Wissen einer nicht im Prozess involvierten Person benötigt.

In Abbildung 7 ist als Beispiel das Multi-Step-Socialization Pattern (auch als Stille-Post-Effekt bekannt) dargestellt. Im Beispiel wird das Wissen von Person A an Person B weiter gegeben. Anschließend gibt Person B das Wissen an Person C weiter. In jedem Schritt lässt die Qualität des übertragenen Wissens nach bzw. wird das Wissen verändert.

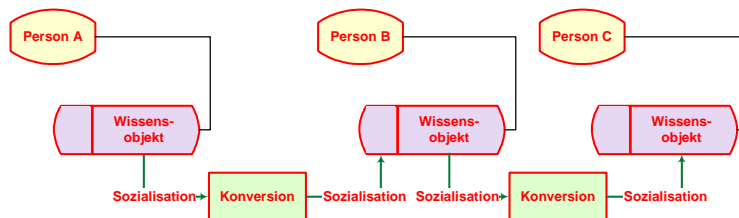


Abbildung 7: Multi-Step-Socialization Pattern

Sichten:

Neben den Prozessmustern können Sichten zur Auswertung verwendet werden. Eine Sicht bildet eine Untermenge aller im Prozess vorhandenen Objekte ab und bietet somit eine Betrachtung des Modells aus einer bestimmten Perspektive. Die Prozesssicht beinhaltet alle KMDL®-Objekte und bietet somit eine Sicht auf den gesamten abgebildeten Prozess mit allen Sachverhalten. In dieser Sicht sind sowohl die Wissenskonversionen als auch der Prozessablauf sichtbar. Die Konversionssicht [GrMü05] hat gegenüber der prozessorientierten Sicht den Fokus auf die Wissenskonversionen. Es werden lediglich Objekte angezeigt, die an den Wissenskonversionen beteiligt sind. Damit können leichter die existierenden Wissensflüsse betrachtet werden, wodurch eine manuelle Auswertung dieser Wissensflüsse durchgeführt werden kann.

Reports:

Ein weiteres Analyseinstrument der KMDL® stellen die Reporte dar. Reports bilden einen Sachverhalt des Prozesses zu einem bestimmten Zeitpunkt ab. Damit haben Reports einen statischen Charakter, im Gegensatz zu Sichten, bei denen die Änderungen am Modell direkte Auswirkungen haben. Der Competence Report stellt beispielsweise alle Wissensobjekte einer Person dar und kann somit zur Identifikation von Kompetenzen verwendet werden. Der Task-Coverage Report stellt den Abdeckungsgrad einer Person für die gestellten Anforderungen an eine Aufgabe dar. Über den Externalisation Report kann festgestellt werden, welches Wissen im Prozess externalisiert wurde, also in Dokumenten oder anderer Form festgehalten wurde.

In Abbildung 8 sind die Möglichkeiten der KMDL® v2.0 aufgezeigt.

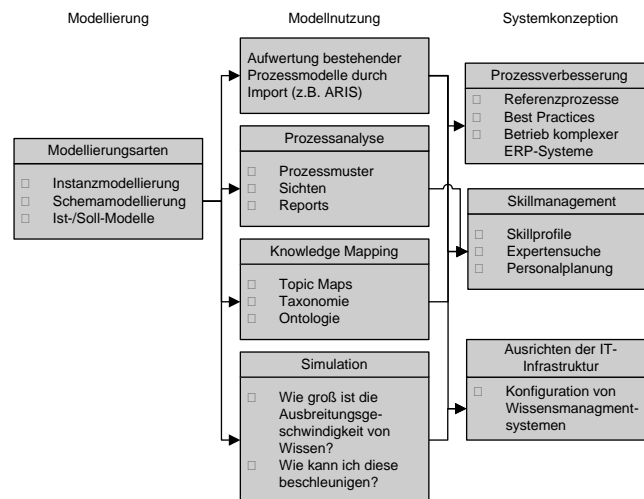


Abbildung 8: Möglichkeiten der KMDL® v2.0

3 Der K-Modeler

Der K-Modeler (s. Abbildung 9) ist nicht einfach nur ein Modellierungswerkzeug zur Dokumentation der Prozesse, sondern unterstützt das Management der Prozesse umfassend während der Modellierung, der Analyse und der Auswertung [BoKo05]. Ein leicht bedienbarer Modelleditor sowie Wizards und Benutzerdialoge vereinfachen den Modellierungsprozess und minimieren somit den Modellierungsaufwand. Aus der Objektpalette können KMDL® Objekte einfach auf die Zeichenoberfläche gezogen werden und die jeweiligen Attribute der Objekte verändert werden. Bei der Verbindung verschiedener Objekte erkennt der K-Modeler selbständig den Verbindungstyp. Eine im Hintergrund ablaufende Syntaxüberprüfung gewährleistet, dass lediglich formal korrekte Modelle erstellt werden. Die Analyse der Prozesse kann über die Prozessmuster erfolgen, welche vom K-Modeler automatisch erkannt und in der Analysekomponente aufgeführt werden [GrMü05]. Zur weiteren Auswertung der Prozesse können Reports erzeugt werden, welche sowohl in XML als auch in HTML exportiert werden können und gewährleisten somit einen leichten Austausch der Modelle sowie die Weiterverwendung außerhalb des K-Modeler. Weiterhin bietet die KMDL® durch die Abbildung von personengebundenem Wissen gute Voraussetzungen für Kompetenzmanagement [Gron04b].

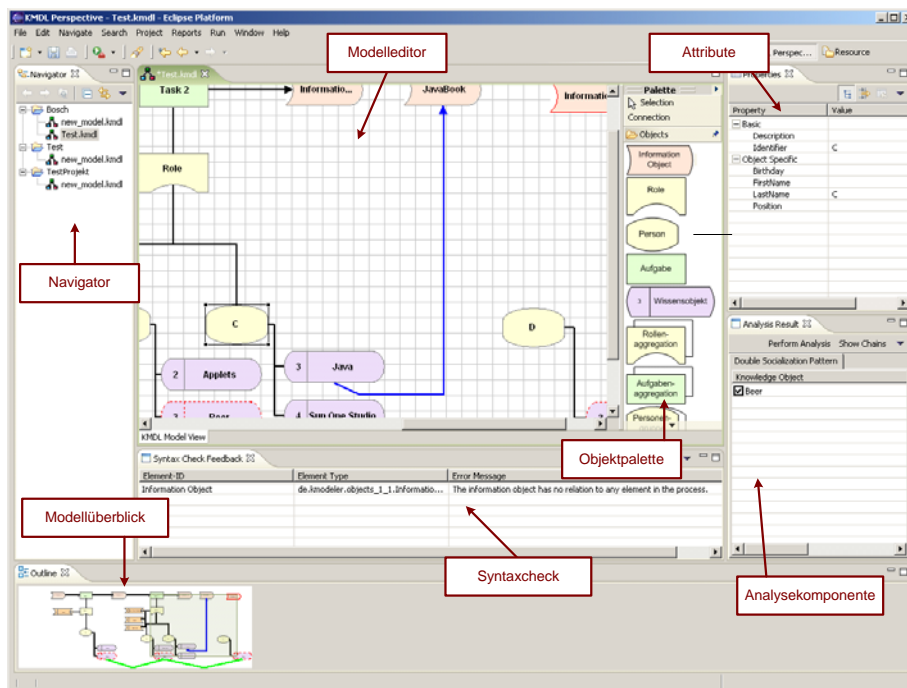


Abbildung 9: Benutzerschnittstelle des K-Modelers

4 Ausblick

Die mit der KMDL® v2.0 vorgeschlagenen Konzepte ergänzen die Präzision der Beschreibungssprache und konzentrieren sich verstärkt auf Wissenskonversionen. Der Fokus liegt weniger auf einer ablaufforientierten Betrachtung der Geschäftsprozesse, sondern stellt die Wissensflüsse in vernetzten Organisationsstrukturen in den Mittelpunkt. Die anschließenden Forschungsschwerpunkte beschäftigen sich u. A. mit der vereinfachten Prozessaufnahme, der Entwicklung von Wissensmanagementmaßnahmen und der Generierung von Referenz- bzw. Sollprozessen. Die Simulation der wissensintensiven Geschäftsprozesse ist ein paralleler Forschungsschwerpunkt, der die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wissen simulieren soll. Im Bereich des Kompetenzmanagement [Gron04b] konnten Schulungskonzepte und Staffing wissensorientiert erarbeitet werden. Mit der KMDL® v2.0 steht eine semiformale Modellierungs- und Beschreibungssprache zur Verfügung, um vor allem wissensintensive Aktivitäten zu modellieren. Es ist ein Wissensmanagementwerkzeug, das zur Identifikation von Unternehmenswissen, Prozesswissen und Teamwissen bestens geeignet ist.

Literaturverzeichnis

- [AHMM02] Abecker, A., Hinkelmann, K., Maus, H., Müller, H.J. (Hrsg.): Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, (2002).
- [BaVÖ02] Bach, V.; Vogler, P.; Österle, H. (Hrsg.): Business Knowledge Management. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, (2002).
- [BaBS05] Bahrs, J.; Bogen, J.; Schmid, S.: Pattern based Analysis and Redesign of knowledge intensive Business Processes, 13. Leipziger Informatik Tage 2005 (LIT05), Leipzig, (2005) 21.-23.
- [BoKo05] Bogen, J.; Korf, R.: Management von wissensintensiven Geschäftsprozessen mit KMDL(R), ERP-Management 3/2005, GITO-Verlag (2005), 23-26.
- [FrKF05] Fröming, Jane; Korf, Roman; Fürstenau, Daniel: Arbeitsbericht KMDL® v2.0, Universität Potsdam, Arbeitsbericht WI 23/2005, (2005).
- [Gron04a] Gronau, N.; Uslar, M.: Antipattern zur Potenzial-Analyse mittels KMDL in wissensintensiven Prozessen im Software Engineering. In: N. Gronau, B. Petkoff, T. Schildhauer (Hrsg.): Wissensmanagement - Wandel, Wertschöpfung, Wachstum: Tagungsband zur KnowTech 2004, München, 18. - 19. Oktober 2004 im Rahmen der Systems 2004, Internationales Congress Center München, GITO-Verlag, Berlin, (2004), 233-246.
- [Gron04b] Gronau, N.; Uslar, M.: Creating Skill Catalogues for Competency Management Systems with KMDL. In Mehdi Khosrow-Pour (Hrsg.): Innovations Through Information Technology - 2004 Information Resources Management Association International Conference, New Orleans, Louisiana, USA, Idea Group Publishing, (2004), 288-291.

- [Gron04c] Gronau, Norbert: Projekthomepage M-Wise und KMDL. <http://www.m-mise.de>, <http://www.kmdl.de>, (2004), Abruf am 2005-11-21.
- [GrMK05] Gronau N., Müller C., Korf R.: KMDL - Capturing, Analysing and Improving Knowledge-Intensive Business Processes. In: *Jurnal of Universal Computer Science*, 11 (4) (2005) 452-472.
- [GrMü05] Gronau, N., Müller, C.: Wissensarbeit prozessorientiert modellieren und verbessern. *Wissensmanagement* 3/2005, (2005), 50-52.
- [Heis02] Heisig, P.: GPO-WM®: Methode und Werkzeuge zum geschäftsprozessorientierten Wissensmanagement. In: Abecker, A., Hinkelmann, K., Maus, H., Müller, H.J. (Hrsg.): *Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, (2002), 47-64.
- [Hytt04] Hyttinen, L.: Knowledge conversions in knowledge work - a descriptive case study. Licentiate Thesis, Helsinki University of Technology, (2004).
- [Lehn00] Lehner, F.: *Organisational Memory – Konzepte und Systeme für das organisatorische Lernen und das Wissensmanagement*. Hanser Verlag, München, Wien, (2000).
- [MeAY03] Mentzas, G.; Apostolou, D.; Young, R.: *Knowledge Asset Management*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, (2003).
- [MüBG05] Müller, C., Bahrs, J., Gronau, N.: Requirements on the Modelling of Knowledge intensive Business Process in the Area of Software Engineering. 5. International Conference on Knowledge Management. *Proceedings of I-KNOW'05*, (2005), 365-372.
- [MüGr05] Müller, C.; Gronau, N.: Rechnergestützte Musteranalyse wissensintensiver Geschäftsprozesse. *Wissensmanagement Heft 4/2005*, (2005), 30-31.
- [NoTa95] Nonaka, I., Takeuchi, H.: *The Knowledge-Creating Company – How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, New York, (1995).
- [Nona94] Nonaka, I.: A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation, *Organization Science*, Vol. 5 (1), (1994), 14-37.
- [Pola58] Polanyi M.: *Personal Knowledge - Towards a Post-Critical Philosophy*. The University of Chicago Press, Chicago, (1958).
- [PrRo94] Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H.; Benyon, D.; Holland, S.; Carey, T.: *Human-Computer Interaction*, Addison Wesley, (1994).
- [Remu02] Remus, U.: *Prozeßorientiertes Wissensmanagement – Konzepte und Modellierung*. (in German) PhD thesis, University of Regensburg, Germany, Regensburg, (2002).
- [SAAH00] Schreiber, G.; Akkermans, H.; Anjewierden, A.; de Hoog, R.; Shadbolt, N.; Van de Velde, W.; Wielinga, B.: *Knowledge Engineering and Management - The CommonKADS Methodology*, MIT Press, (2000).
- [SaMc86] Salton, G., McGill, M.J.: *Introduction to Modern Information Retrieval*. McGraw-Hill, Inc., New York (1986).

Semantic Visualisation of Heterogenous Knowledge Sources

Hans-Georg Fill

Institute of Knowledge and Business Engineering, University of Vienna
hans-georg.fill@dke.univie.ac.at

Abstract: This paper presents a novel approach in the area of knowledge visualisation for integrating heterogenous knowledge sources. For this purpose a semantic visualisation framework is presented that provides conceptual foundations for the creation of semantically described visualisations. The concepts are presented formally and have been used to develop a first prototype implementation for giving a proof of concept.

1 Introduction

The use of modelling methods for representing knowledge is common in many business areas today: Examples can be found amongst others in business process management [KNS92, KJS96], strategic management (e.g. for the representation of strategic goals and their relationships [LKK02]), or e-learning management (e.g. for realising the vision of the learning organisation [BS03]). The central concept is to provide a standardised set of elements that are either used in their original form or act as a template for a user to depict his or her personal view of a domain. By explicating this knowledge it can be shared with others for communication, integration, and enhancement purposes.

Although there exist various approaches for representing such models to a user, including textual descriptions, formal or semi-formal methods (e.g. the wide range of methods from logics and artificial intelligence) or purely structural descriptions (e.g. from the field of databases) the availability of visualisations of such models has contributed much to their ease of use and thus to their wide acceptance. Visualisations can therefore be seen as an integral part in modelling and exchanging knowledge.

But unlike other approaches for representing knowledge where the syntax, semantics and pragmatics for methods are thoroughly researched and often internationally aligned in the form of standards (as e.g. XML as a basis for representing syntax and RDF, RDFS, OWL for semantics) similar efforts for visualisations of knowledge are currently not that apparent. To gain insight into the fundamentals of visual representations for such models one has to revert to a number of different research fields (as discussed in section 2) and bring together the existing insights. To overcome this deficiency the following remarks aim to provide a starting point for a coherent view on the process of visualisation from a knowledge oriented view and illustrate an approach how the linkage of visual representations to semantic definitions can be realised.

The intended goal is to establish semantically described visualisations that can be automatically linked to domain models. The anticipated advantage would be to allow for an easier

understanding of the concepts and relationships expressed in the models and thereby ease the process of integrating different knowledge sources with visual means.

2 Related Work

As mentioned in the introduction the basic principles for the approach outlined here have to revert to a number of different scientific fields thereby making it highly interdisciplinary: In the area of knowledge engineering a well known approach for visually representing knowledge is to revert to graphs (e.g. conceptual graphs cf. [Sow00], entity-relationship diagrams or a number of approaches that recently came up for visualising ontologies cf. [FSH03, LS03]). Although these approaches provide in some cases highly complex 2D and 3D visualisations of semantic relationships, from a pragmatical point of view they are still very far away from what a user that is not very familiar with the underlying formalisms would understand. A simple example shall illustrate this: Consider an ontology that describes the concepts of temperatures (e.g. in Fahrenheit, Celsius and Kelvin) and relates them to the concept of a production machine to evaluate whether its operation temperature is right. If these relationships are expressed as conceptual graphs for example they are hard to understand but if the concept of temperature could be automatically linked to a thermometer visualisation that displays the values (as a typical user would expect) the relationships would not need much explanation.

To integrate such aspects in visualisations of ontologies for example it would be necessary to know the semantics of the symbols involved and to be able to express them in a computer processable, i.e. formal, way as well. The science that studies the meanings of signs in general [Kaz95] and its cultural embedding [Sch97] is semiotics. However this science is not particularly related to computer applications. Semiotics from an IT point of view are partly covered by field of human-computer interaction and visual language theory [BHLT04]. Visual language theory addresses the needs for an exact, formal specification of visualisations [NH98] and is strongly related to the concept of ontological visualisation patterns as discussed in section 4. Although it forms the basis of the knowledge oriented view of visualisation presented in this paper so far no internationally spread standard for semantically exact specifications for the visual representations of visual languages has yet been proposed.

The field of information visualisation which is defined as "the use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition" [CMS99](p. 7) uses partly principles from visual language theory and semiotics as well as from computer graphics and creates new methods for representing information in a visual form [War00]. However very often the focus here is on large, high-dimensional data sets [Grö01]. This is especially true for the closely related area of scientific visualisation where scientific data that is generated by experiments needs to be understood which is often not possible or feasible with traditional data analysis. Information visualisation is also concerned about the automation of the visualisation process as e.g. described among others by [RM90] and [Mac86] who provide results on the coupling of qualitative and quantitative data to visual representations. Despite their high international reputation the deficiency of

these fields for the intended purposes in the visualisation of knowledge models lies in the stressing of a basis of data resp. information which is traditionally not equal to knowledge [Nor02]. For the term knowledge as it shall be defined here the important characterisation is the human aspect - "humanised information" as it has been coined by D. Karagiannis - i.e. the human interpretation of information and the resulting dependencies e.g. from a semiotic and cultural point of view. So it's not only the syntax and semantics of the data that is relevant but also the semantics and implications of the chosen visual representation.

The comparatively young field of knowledge visualisation [Bur04, Epp04] takes these aspects into account to some extent and stresses the communicative aspect of visualisations: It is defined as the "use of visual representations to improve the transfer of knowledge between at least two persons or group of persons." [Bur04].

The area of computer graphics [HB97] supplies the technical and mathematical basics for a realisation of visualisations with information technology. Direct achievements of this field have not only had a major impact on the technical, natural and economic sciences making use of visualisation but has also substantially influenced the entertainment industry that can today be regarded as the driving force for the technical and economical advancement in graphics hard- and software [Rhy02].

Further extensions of the approach presented in this paper can be made by referring to the fields of human-computer interaction, psychology (especially in regard to visual perception and pedagogical issues) and multimedia technologies which have not been particularly considered in first place.

3 Methods for Specifying Domains

The basis for representing knowledge with the support of information technology is the availability of formal or at least semi-formal methods for defining the elements and structure of a domain. For this purpose the concept of ontologies is currently widely discussed in academia and starts to gain ground in industry. Ontologies can be generally defined as "shared sets of explicitly defined terminology" [NFF⁺91](p.38) and the sub-type of domain ontologies as "an integral and coherent conceptualisation of a domain" [BA97](p.378). Ontologies extend the idea of exact vocabularies and classifications of terms of a domain by interlinking the described concepts and are built upon formally exact specifications. In the context of the Semantic Web, ontologies play an essential role for realising machine processable semantics and derived applications such as intelligent agents [BLHL01].

A similar approach that is based on the same concept of specifying a domain is to use meta models [KK02]. The difference to ontologies lies in their degree of abstraction from the real world: Whereas the quality of ontologies increases the more concepts are referenced and related to each other¹, meta models usually abstract from the real world to a greater extent and aim to present a manageable view of the world to a user.

¹This view assumes a 'network effect' for ontologies, i.e. the more parts of the world are described by ontologies the better and more detailed conclusions based on the ontology can be made.

Both approaches ontologies and meta models have in common that their basic components are atomic concepts or unary predicates and atomic roles or binary predicates that relate the atomic concepts to each other. This structure results from the fundamentals of description logic [BHS04](p. 5) and directly leads to the above mentioned graph representations where nodes stand for atomic concepts and edges for atomic roles. In the following it is assumed that there exists an ontology or a meta model of a domain of interest that a visualisation shall be based on.

4 A Framework for Semantic Visualisation

To provide answers to the open questions given in the introduction several paths can be chosen to achieve successful results. The use of information technology is one path in this context but not necessarily the only successful one. Therefore the aim of the subsequently presented framework (see figure 1) is to conceptually integrate IT based views as well as non IT views to visualisation.

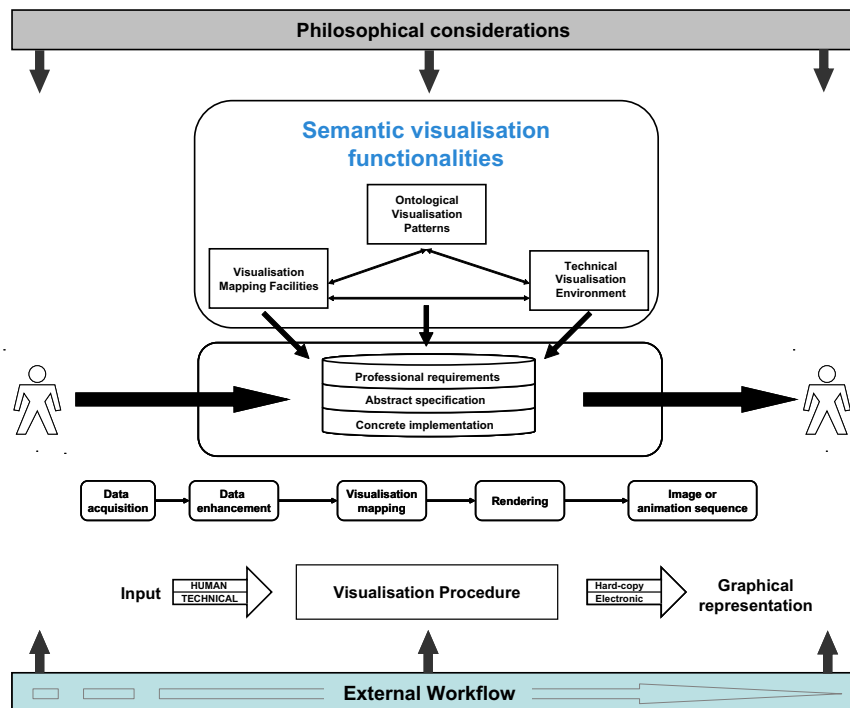


Figure 1: Semantic Visualisation Framework

The process of the generation of a visualisation is estimated to be influenced on the bottom by an external workflow, i.e. a sequence of activities that encompasses the visualisation task and philosophical considerations at the top, that incorporate scientific concepts and thoughts related to visualisation (concretely the philosophical considerations by Euclid for defining geometric figures on the basis of the uniform entity of the point have influenced the conceptions of visual objects as laid out below).

The output of the process is a graphical representation that may be available as hard-copy or in an electronic format. The output is generated by the abstract concept of a visualisation procedure (which will be detailed in the following) that again is supplied with either a human or a technical input (i.e. abstract data or human knowledge as for example expressed by arranging visual elements in a modelling tool). This separation of the input therefore takes into account both the data based approach of information visualisation and the knowledge oriented approach by knowledge visualisation.

When using information technology for creating visualisations the exact steps for the creation of a visualisation can be described by the visualisation pipeline of computer graphics [Grö01] which is shown above the generic visualisation process in figure 1. It describes the transformation of data to visualisations by assigning the enhanced data to visual properties and then rendering them on computer graphics hardware so that an image or a sequence of images are shown. Thereby the visualisation mapping is the central part that determines the actual appearance of the representation.

To realise the vision of semantically defined visualisations the visualisation pipeline as a concept (not yet as a technical instantiation) has to be extended. The first extension concerns the integration of the aspect of human knowledge that is seen as the overall input and output of the visualisation process. The reason is that (at least until now) visualisations are only for human purposes - so the resulting characteristics have to be kept in mind (symbolised by the human symbols at the far left and right).

The remaining extensions are comprised of two main parts that are shown above the pipeline in figure 1: Semantic visualisation functionalities and a new visualisation procedure. The new visualisation procedure takes into account the existence of abstract specifications for possible visualisations (visualisation templates). Their properties are determined by professional requirements of a particular application area and influenced by the context of the concrete visualisation task in the form of the external workflow. When the abstract specification is instantiated, a concrete implementation is generated that is available to the user of the visualisation. Thus the visualisation procedure is not narrowed to the technical realisation but is raised to a conceptual level that links the procedure to the professional requirements and explicitly defines abstract specifications that allow for a re-use or if formally described for an automatic generation of the visualisation.

These three elements are supported by three inter-connected semantic visualisation functionalities:

- Ontological Visualisation Patterns
- Visualisation Mapping Facilities
- Technical Visualisation Environment

The term *Ontological Visualisation Patterns* constitutes a new way of defining visualisations. Ontological Visualisation patterns contain several features that have not been conceptualised before: They are the main factor for fulfilling the requirements of a service oriented visualisation architecture where small (software) components can be accessed for providing a specific visualisation functionality. Furthermore they contain abstract specifications of visualisations that are semantically specified in a standardised form and can therefore be directly used by intelligent agents.

For illustrating their relation to concrete graphics the subsequent illustration has been created in analogy to the well known semantic web stack (see figure 2). On its bottom layer it contains the core elements of any visualisation: *Points* as the smallest visual entity (influenced by philosophical considerations and the necessity for the use of points due to rasterised displays in computer graphics) and *Graphical Primitives* that are composed of a number of points. On the next layer reside *Graphical Representations* in the form of vector graphics that are composed of graphical primitives². To allow for a dynamic change of the graphical representations the *Visual objects* layer adds variable properties and control structures for these properties to the graphical representations. Thereby a representation can be changed according to a variably assigned value. An example would be a rectangle whose length is specified by a variable and that can thus be modified arbitrarily. On the *Ontological Visualisations Patterns* layer one or more visual objects are combined and positioned according to a layout procedure. The variables of the visual objects are either directly exposed as variables of the pattern or via a transformation function. The ontological visualisation pattern therefore also has to contain control structures and variables, but in contrast to the visual objects the variables as well as the pattern itself are enriched with a semantic specification. On the basis of this semantic specification that describes the nature and properties of a visualisation a mapping to an ontology can be established that is the basis for possible visual inferencing mechanisms for *Logic*, *Proof* and *Trust*.

A formalisation for these concepts and the linking to a semantic description could be as follows. A Point P has coordinate values in \mathbb{R}^2 (1), and a variable V in \mathbb{R} (2). Primitives $PRIM$ can either be described by points (3) or in visual objects by a combination of points and variables VO (4). This abstract specification can then be instantiated (5).

A simplified ontology O consisting of classes C , object properties OP , datatype properties DP and values V (7)³ can also be instantiated and then linked in the simplest case to the visual object as shown in (13,14), thereby establishing a semantic relationship with a class of the ontology and a value.

$$P = (x, y | x, y \in \mathbb{R}) \quad (1)$$

$$V = (z | z \in \mathbb{R}) \quad (2)$$

$$PRIM = \{P_1, P_2, \dots, P_n\} \quad (3)$$

$$VO = \{E_1, E_2, \dots, E_n | E \in P \vee V\} \quad (4)$$

$$VO_1 :: VO \quad (5)$$

²Vector graphics are chosen to assure the lossless manipulation of the graphics.

³This would correspond to a simplified conception of the Web Ontology Language OWL.

$$VO_1 = \{P_1, P_2, V_1\} \quad (6)$$

$$O = \{C, OP, DP, VAL\} \quad (7)$$

$$C = \{C_1, C_2\} \quad (8)$$

$$OP = \{OP_1\} \quad (9)$$

$$DP = \{DP_1\} \quad (10)$$

$$OP_1 = \{C_1, C_2\} \quad (11)$$

$$DP_1 = \{C_2, VAL_1\} \quad (12)$$

$$C_2 \leftrightarrow VO_1 \quad (13)$$

$$VAL_1 \leftrightarrow V_1 \quad (14)$$

To complete the concept of semantic visualisation functionalities the *Visualisation Mapping Facilities* are required to be responsible for linking the ontological visualisation patterns to the external environment. This could for example be done by intelligent agents that can match the semantic descriptions of the pattern with a concrete ontology.

With the functionalities of the *Technical Visualisation Environment* the above described functionalities can be implemented. Again, seen from the conception, this part does not need to be equivalent to computer science technologies. It shall be stressed that results can also be achieved manually (then the framework would be instantiated e.g. by the use of a number of coloured pens and a sheet of paper, the ontological visualisation patterns would then be a kind of stencil where the shapes can be dynamically adapted).

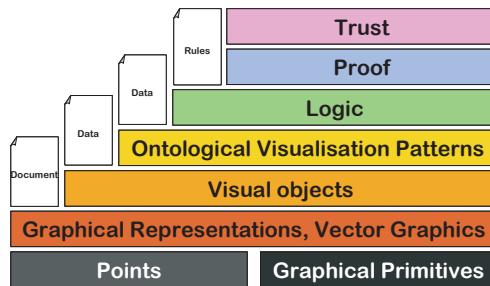


Figure 2: Semantic Visualisation Stack

5 Possible usage scenarios

The coherent view on the process of visualisation and its influence factors as it is described by the approach of the Semantic Visualisation Framework allows for a meta-level description and positioning of different visualisation approaches. By instantiating the Semantic Visualisation Stack the provision of semantic visualisation services becomes feasible

that embody platform independent, loosely coupled, non-monolithic, machine consumable software components.

To illustrate these aspects two usage scenarios shall be described in the following: In several approaches for performance management, visualisations are used to indicate the achievement of goals. Very often graphical representations such as thermometers (as a metaphor for the right and deviating values) or tachometers (with red, yellow and green areas symbolising not achieved, partly achieved and fully achieved target values) are integrated in these 'management cockpits'(e.g. [Geo00]). The creation of new metaphoric representations for such cockpits in traditional approaches necessitates the programming of software components which requires programming experts as well as the adaption to a specific tool or technology. By using visual objects that incorporate the needed visualisation functionalities (e.g. for altering the colour of the object or the indicated value in the tachometer) and linking the objects to an ontology for performance management that conceptualises the range of possible target values and their meaning, the visualisations can be used by different tools and technologies. Through offering visual objects via a semantic visualisation web service these visualisation functionalities could also be obtained automatically from the internet.

For the second example consider a new visualisation method for the representation of business processes that allows for the integration of relative costs of elements into the visual representations, e.g. by gradually colouring the process activities from black to light red according to the ranking of their costs in the entire model (an example for such a visualisation method is described in detail in [FH06]). Traditional modelling approaches for business process management such as ADONIS BPMS [FH06] or event driven process chains [KNS92] already consider the cost attributes necessary for the visualisation in their meta-models and thus fulfill the requirements for the syntax and semantics of a modelling language but might fall short of providing visualisation methods for integrating these aspects into the graphical notation.

One possible solution would therefore be to change the notation of the modelling method (e.g. in the case of ADONIS as described in [Fil04]). However, this approach usually requires programming or at least customisation effort. By using the approach of Semantic Visualisation a visualisation can be specified separately from the meta-model of a modelling language and then linked to the meta-model on demand. In this scenario the formal specification of visualisations provides the necessary precision for unambiguous and interchangeable definitions of the resulting graphical representations (which is not possible with currently available notation definitions such as the Business Process Modelling Notation [Whi04]) as well as the basis for semantically linking the cost attribute of the meta-model/ontology to the colour variable of the visual object that is used to represent an activity. Furthermore, due to meta-level and technology independent approach a re-use of visualisation objects is facilitated.

6 Prototypical Implementation of Visual Objects

The Semantic Visualisation Framework in the previous section has been instantiated partially by the author using information technology as a technical visualisation environment. A first approach for ontological visualisation patterns based on visual objects has been realised by the development of a visual editor that is capable to enrich graphical representations with variables and control structures (which would not currently be possible using technology independent graphics standards such as SVG). The screenshot in figure 3 shows the Java-based visual object editor and a visual object on the right side. Currently visual objects can be created using a number of primitives that can then be enriched with variables to allow for their dynamic modification. The semantic description of the visual objects has then (so far) to be performed manually (e.g. by adding RDF statements to the variables).

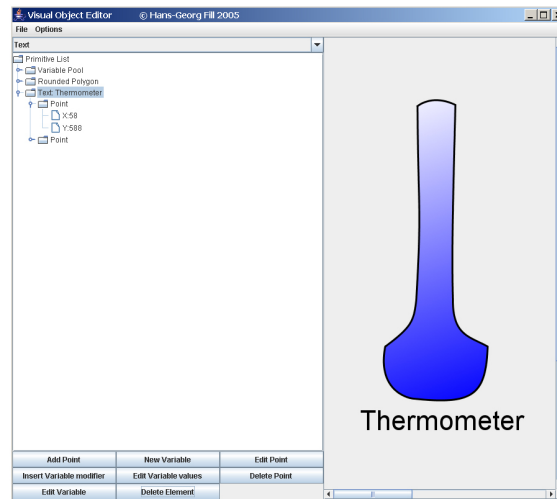


Figure 3: Screenshot of the visual object editor

7 Conclusion and further work

In this paper a new approach for specifying visualisations semantically has been elaborated by presenting a framework for semantic visualisation and illustrating the main functionalities by a prototype implementation. It is estimated that based on these results a first step towards a visual semantic integration of knowledge sources has been made that can be the basis for a new, visual driven direction in the field of knowledge modelling.

Future work will include the extension of the prototype implementation as well as an instantiation of the framework building upon extensions of existing graphic standards.

References

- [BA97] P. Borst and H. Akkermans. Engineering ontologies. *International Journal of Human-Computer Studies*, 46:365–406, 1997.
- [BHLT04] P. Bottoni, C. Hundhausen, S. Levaldi, and G. Tortora, editors. *Proceedings of the 2004 IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing*. IEEE Computer Society, 2004.
- [BHS04] F. Baader, I. Horrocks, and U. Sattler. Description Logics. In S. Staab and R. Studer, editors, *Handbook on Ontologies*. Springer, Berlin - Heidelberg, 2004.
- [BLHL01] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila. The Semantic Web - A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, May 2001, 2001.
- [BS03] J. Bajnai and C. Steinberger. eduBITE Educating Business and Information Technologies. In *E-Learn 2003, World Conference on E-Learning in Corporate Government, Healthcare & Higher Education*, pages 863–866. AACE, 2003.
- [Bur04] R. A. Burkhard. Learning from Architects: The Difference between Knowledge Visualization and Information Visualization. In *Draft for 8th International Conference on Information Visualization (IV04)*, London, 2004.
- [CMS99] S. K. Card, J. D. Mackinlay, and B. Shneiderman. *Readings in Information Visualization - Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1999.
- [Epp04] M. J. Eppler. Facilitating Knowledge Communication through Joint Interactive Visualization. In *I-KNOW '04*, Graz, Austria, 2004.
- [FH06] H.-G. Fill and P. Höfferer. Visual Enhancements of Enterprise Models. In *accepted at: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006*, Passau, Germany, 2006.
- [Fil04] H.-G. Fill. UML Statechart Diagrams on the ADONIS Metamodeling Platform. In *International Workshop on Graph-Based Tools (GraBaTs 2004)*, pages 27–36, Rome, Italy, 2004. Electronic Notes in Theoretical Computer Science.
- [FSH03] C. Fluit, M. Sabou, and F. Van Harmelen. Ontology-based Information Visualization. In V. Geroimenko and C. Chen, editors, *Visualizing the Semantic Web - XML-based Internet and Information Visualization*, pages 36–48. Springer, London - Berlin - Heidelberg, 2003.
- [Geo00] P. M. Georges. The Management Cockpit - the human interface for management software: reviewing 50 user sites over 10 years of experience. *Wirtschaftsinformatik*, 42(2):131–136, 2000.
- [Grö01] E. Gröller. Insight into Data through Visualization. In P. Mutzel, M. Jünger, and S. Leipert, editors, *GD2001*. Springer, 2001.
- [HB97] D. Hearn and P. M. Baker. *Computer graphics - C version*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1997.
- [Kaz95] E. Kazmierczak. Universals in Visual Codification. In J. Bernard, editor, *Bildsprache - Visualisierung - Diagrammatik, Special Issue of Semiotische Berichte, Institute for Socio-Semiotic Studies Vienna*, volume 19, pages 131–152. Vienna, Austria, 1995.

- [KJS96] Dimitris Karagiannis, Stefan Junginger, and Robert Strobl. Introduction to Business Process Management Systems Concepts. In Bernd Scholz-Reiter and Eberhard Stickel, editors, *Business Process Modelling*, pages 81–106. Springer, 1996.
- [KK02] Dimitris Karagiannis and Harald Kühn. Metamodelling platforms. In Kurt Bauknecht, A Min Tjoa, and Gerald Quirchmayer, editors, *Proceedings of the third international conference ec-web 2002 - dexa 2002*. 2002.
- [KNS92] Gerhard Keller, Markus Nüttgens, and August-Wilhelm Scheer. Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage 'Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)'. In August-Wilhelm Scheer, editor, *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik*. 1992.
- [LKK02] C. Lichka, H. Kühn, and D. Karagiannis. ADOscore - IT gestützte Balanced Scorecard. *wisu-Das Wirtschaftsstudium*, (7):915–918, 2002.
- [LS03] B. LeGrand and M. Soto. Topic Maps Visualization. In V. Geroimenko and C. Chen, editors, *Visualizing the Semantic Web - XML-based Internet and Information Visualization*, pages 49–62. Springer, London - Berlin - Heidelberg, 2003.
- [Mac86] J. D. Mackinlay. Automating the Design of Graphical Presentations of Relational Information. *ACM Transactions on Graphics*, 5(2):110–141, 1986.
- [NFF⁺91] R. Neches, R. Fikes, T. Finin, T. Gruber, R. Patil, T. Senator, and W. R. Swartout. Enabling Technology for Knowledge Sharing. *AI Magazine*, 12(3):36–56, 1991.
- [NH98] N. H. Narayanan and R. Hübscher. Visual Language Theory: Towards a Human-Computer Interaction Perspective. In K. Marriott and B. Meyer, editors, *Visual language theory*. Springer, New York, 1998.
- [Nor02] K. North. *Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen*. Gabler, Wiesbaden, 2002.
- [Rhy02] T.-M. Rhynes. Computer games and scientific visualization. *Communications of the ACM*, 45(7):40–44, 2002.
- [RM90] S. Roth and J. Mattis. Data characterization for intelligent graphics presentation. In *CHI'1990*. ACM, 1990.
- [Sch97] A. Schelske. *Die kulturelle Bedeutung von Bildern: Soziologische und semiotische Überlegungen zur visuellen Kommunikation*. Deutscher Universitäts Verlag / Gabler, Vieweg, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, 1997.
- [Sow00] J. F. Sowa. *Knowledge representation - logical, philosophical, and computational foundations*. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA, USA, 2000.
- [War00] C. Ware. *Information Visualization - Perception for design*. Morgan Kaufman, 2000.
- [Whi04] S. A. White. Business Process Modeling Notation (BPMN) Version 1.0 - May 3, 2004. Technical report, BPMI.org, 2004. <http://www.bpmn.org/Documents/BPMN%20V1-0%20May%203%202004.pdf> accessed 06-02-2006.

Automatische Wissensintegration mit Ontologien

York Sure, Marc Ehrig, Rudi Studer
Institut AIFB, Universität Karlsruhe (TH)
Englerstr. 11, 76128 Karlsruhe
{sure,ehrig,studer}@aifb.uni-karlsruhe.de

Abstract: In der Informatik sind Ontologien formale Modelle eines Anwendungsbereiches, die die Kommunikation zwischen menschlichen und/oder maschinellen Akteuren unterstützen und damit den Austausch und das Teilen von Wissen in Unternehmen erleichtern. Ontologien zur strukturierten Darstellung von Wissen zu nutzen hat deshalb in den letzten Jahren zunehmende Verbreitung gefunden. Schon heute existieren weltweit tausende Ontologien. Um Interoperabilität zwischen darauf aufbauenden Softwareagenten oder Webservices zu ermöglichen, ist die semantische Integration der Ontologien eine zwingendnotwendige Voraussetzung. Wie man sich leicht verdeutlichen kann, ist die rein manuelle Erstellung der Abbildungen ab einer bestimmten Größe, Komplexität und Veränderungsrate der Ontologien nicht mehr ohne weiteres möglich. Automatische oder semiautomatische Technologien müssen den Nutzer darin unterstützen. Das Integrationsproblem beschäftigt Forschung und Industrie schon seit vielen Jahren z.B. im Bereich der Datenbankintegration. Neu ist jedoch die Möglichkeit komplexe semantische Informationen, wie sie in Ontologien vorhanden sind, einzubeziehen. Zur Ontologieintegration wird in diesem Kapitel ein sechsstufiger genereller Prozess basierend auf den semantischen Strukturen eingeführt. Erweiterungen beschäftigen sich mit der Effizienz oder der optimalen Nutzereinbindung in diesen Prozess. Außerdem werden zwei Anwendungen vorgestellt, in denen dieser Prozess erfolgreich umgesetzt wurde. In einem abschließenden Fazit werden neue aktuelle Trends angesprochen. Da die Ansätze prinzipiell auf jedes Schema übertragbar sind, das eine semantische Basis enthält, geht der Einsatzbereich dieser Forschung weit über reine Ontologieanwendungen hinaus.

1 Motivation

In der Informationstechnologie wird heutzutage Wissen in einer Vielzahl von Repräsentationen dargestellt. Datenbanken, Dokumentsammlungen, Schemata wie Link- oder Ordnerstrukturen, sowie Prozessbeschreibungen. Nutzer werden mit einem hohen Maß an Heterogenität konfrontiert.

Ein Ansatz zur Überwindung dieser Heterogenität ist die Integration durch Verwendung von ausdrucks mächtigen Schemata. Die Kernidee von Ontologien ist es, eine explizite Konzeptualisierung darzustellen welche von Nutzergruppen geteilt wird. Häufig wird diese Definition erweitert um formale Repräsentation sowie die Einschränkung auf eine bestimmte Domäne. Eine standardisierte Syntax wie die W3C Recommendation *OWL Web*

*Ontology Language*¹ ist ein wichtiger Schritt zur Überwindung der Heterogenität.

Nichtdestotrotz ist mit einer syntaktischen Integration das semantische Integrationsproblem noch nicht gelöst. Gleiche Sachverhalte können mit unterschiedlichen Begriffen in verschiedenen Ontologien modelliert sein. Die semantische Integration ist jedoch Grundvoraussetzung um schließlich Interoperabilität zwischen Softwareagenten oder Webservices zu gewährleisten.

Bestehende Ansätze [AS01, NM01, DDH03] nutzen semantischen Strukturen nur sehr begrenzt. Die dieser Arbeit zugrunde liegende Hypothese ist, dass durch die Ausnutzung semantischer Strukturen innerhalb der Ontologien bessere Ergebnisse erzielt werden können als mit rein syntaktischen Ansätzen. Hierzu stellen wir ein Verfahren vor, welches in praktischen Anwendungen bereits sehr vorteilhaft evaluiert wurde. Dieser Beitrag baut auf bereits existierende Arbeiten auf und fasst Sie in neuer Art zusammen. Ziel ist es in einem anschaulichen und inhaltlich abgeschlossenen Beitrag zu zeigen wie automatische Wissensintegration mit Ontologien derzeit realisiert werden kann.

Dieser Beitrag hat fünf Abschnitte. Die Einleitung legt die Probleme dar, die durch Wissensrepräsentation in mehreren Ontologien entstehen können. Im nächsten Abschnitt 2 wird zunächst erläutert wie Wissen in Form von Ontologien modelliert werden kann. In Abschnitt 3 wird ein Prozess zur (semi-) automatischen Wissensintegration mit Ontologien eingeführt. Daraufhin, in Abschnitt 4, wird in zwei Anwendungen, OntoMap und Bibster, die praktische Anwendbarkeit in unterschiedlichen Szenarien gezeigt. Schließlich wird ein Fazit zu Wissensintegration mit Ontologien gezogen und ein Ausblick auf zukünftige Trends gegeben.

2 Wissensmodellierung mit Ontologien: Ein Beispiel

Von ihrer Grundstruktur her gesehen setzen sich Ontologien i.a. aus vier Bestandteilen zusammen (vgl. auch Abb. 1, erstellt mit dem Open Source Ontologie Editor KAON²):

Das **Lexikon** enthält eine Menge von Worten (lexikalischen Einträgen, Symbolen), mit denen Begriffe und semantische Relationen bezeichnet werden. Beispiele hierfür sind `Angestellter` oder `arbeitet in`. Das Lexikon ist im Beispiel nicht separat visualisiert.

Die in einer Ontologie enthaltenen **Begriffe** charakterisieren, welche Begrifflichkeiten für einen Anwendungsbereich als relevant erachtet werden. Dabei finden sich nur die Begriffe in einer Ontologie, auf die sich eine Gruppe von Personen geeinigt haben (*“shared conceptualization”*). Beispiele für Begriffe sind `Person`, `Angestellter` und `Projekt`. Dabei können verschiedene Worte auf denselben Begriff verweisen. In unserem Beispiel bezeichnen die Worte `Angestellter` und `Mitarbeiter` beide denselben Begriff `Angestellter`.

Begriffe einer Ontologie werden durch **semantische Relationen** zueinander in Beziehung

¹<http://www.w3.org/TR/owl-guide/>

²<http://kaon.semanticweb.org>

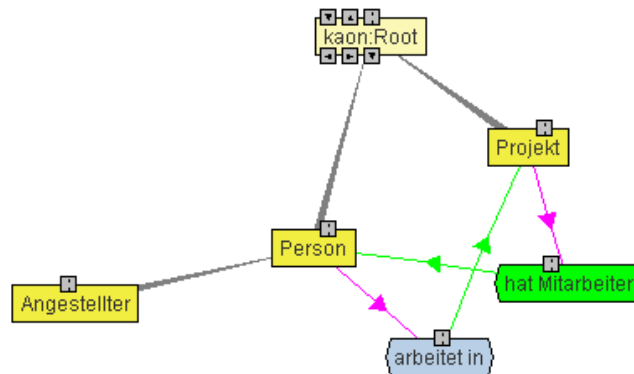


Abbildung 1: Ontologie Beispiel

gesetzt. Eine in Ontologien vordefinierte Relation ist die *is-a*-Beziehung, die einen spezielleren Begriff, den sogenannten Unterbegriff, mit einem allgemeineren Begriff, dem sogenannten Oberbegriff, in Beziehung setzt. So ist in Abb. 1 beispielsweise eine *is-a*-Beziehung zwischen dem Begriff *Angestellter* und dem Begriff *Person* definiert. Dabei ist *Angestellter* der Unterbegriff und *Person* der Oberbegriff.

Darüber hinaus können in Ontologien anwendungsspezifische Relationen zwischen Begriffen definiert werden, um weitere Bedeutungsinhalte der Begriffe zu erfassen. In unserer Beispiel-Ontologie ist z.B. eine Relation *arbeitet in* zwischen den Begriffen *Angestellter* und *Projekt* spezifiziert, die zum Ausdruck bringt, dass Angestellte in Projekten arbeiten. Umgekehrt bringt die Relation *hat Mitarbeiter* zum Ausdruck, dass Projekte Angestellte als Mitarbeiter haben.

Mit der *is-a*-Beziehung verbunden ist das sogenannte Vererbungskonzept. Vererbung besagt, dass Eigenschaften von Oberbegriffen, die durch Relationen definiert werden, auf die zugehörigen Unterbegriffe vererbt werden. So ist die Relation *hat Mitarbeiter* nicht nur für den Begriff *Projekt* sondern vielmehr auch für seine Unterbegriffe *Forschungsprojekt* und *Entwicklungsprojekt* definiert, ohne dass diese Relation bei diesen Begriffen explizit angegeben ist. Dieses Vererbungskonzept macht Ontologien kompakter, da anwendungsspezifische Relationen nur genau einmal in einer Ontologie explizit für einen Begriff spezifiziert werden und dann implizit für alle seine Unterbegriffe mitdefiniert sind.

Zusätzliche Bedeutungsinhalte von Begriffen und Relationen können durch **regelmäßige Zusammenhänge** erfasst werden. In Abb. 1 ist z.B. zu sehen, dass zwischen den Begriffen *Angestellter* und *Projekt* die semantischen Relationen *arbeitet in* sowie *hat Mitarbeiter* definiert sind. Jedem menschlichen Betrachter dieser Ontologie ist dabei klar, dass diese beiden Relationen zueinander invers sind, d.h. wenn eine *arbeitet in*-Relation besteht zwischen einer Angestellten Müller und einem Projekt Skill-Management, dann muss auch eine Relation *hat Mitarbeiter* zwischen dem Projekt Skill-Management und der Angestellten Müller existieren.

Damit derartige Zusammenhänge auch maschinell erkannt und verarbeitet werden können, beinhalten Ontologien solche regelhaften Zusammenhänge. In unserem Beispiel könnte diese Regel wie folgt spezifiziert sein: “Wenn ein Angestellter A1 in einem Projekt P1 arbeitet, dann hat das Projekt P1 den Angestellten A1 als Mitarbeiter.”

Ein anderer in unserem Anwendungsbeispiel sinnvoller regelhafter Zusammenhang könnte durch folgende weitere Regel definiert sein (vgl. Abb. 1): “Wenn ein Angestellter A1 in einem Projekt P1 arbeitet und das Projekt P1 hat das Unternehmen U1 als Kunde, dann hat der Angestellte A1 Erfahrung mit dem Kunden U1.” Die Bereitstellung solcher regelhaften Zusammenhänge hat den Vorteil, dass ein auf solchen Ontologien aufbauende Wissensmanagementanwendung Antworten bereitstellen kann, ohne dass bestimmte Sachverhalte der Wissensmanagementanwendung explizit bekannt sind. So kann die Frage nach Angestellten, die Erfahrung mit dem Unternehmen SAP hat, mit Namen von Angestellten beantwortet werden, von denen nur bekannt ist, dass sie in einem Projekt mit dem Kunden SAP mitarbeiten.

Wissensmodelle in Form von Ontologien spielen für die zukünftige Entwicklung von IT-basierten Wissensmanagement-Lösungen eine immer wichtigere Rolle, da durch die Verwendung von Ontologien Wissensinhalte aus Dokumenten erfasst und miteinander verknüpft werden können.

3 Wissensintegration

In diesem Abschnitt stellen wir nun unseren Prozess zur Wissensintegration vor. Insbesondere fokussiert sich unser Prozess auf die Abbildung zweier Ontologien aufeinander. Sobald klar ist wie die Objekte aufeinander abgebildet werden, können diese zusammengeführt und das Wissen integriert werden.

3.1 Abbildungs-Definition

Wir definieren den Abbildungsbegriff in Anlehnung an [Kle01]: Gegeben seien zwei Ontologien. Sie aufeinander abzubilden bedeutet, dass für jede Entität (Begriff, Relation oder Instanz) der ersten Ontologie eine Entsprechung mit derselben Bedeutung in der zweiten Ontologie gesucht wird.

Definition 1 (Abbildung von Ontologien) *Wir definieren eine Funktion $align$ auf einem Vokabular, E , aller Entitäten $e \in E$, d.h. Begriffe, Relationen und Instanzen, und der Menge möglicher Ontologien, O , als partielle Funktion:*

$$align : E \times O \times O \rightarrow E,$$

$$\text{mit } \forall e \in E_{O_1} \exists f \in E_{O_2}, O_1, O_2 \in O :$$

$$align(e, O_1, O_2) = f \vee align(e, O_1, O_2) = \perp.$$

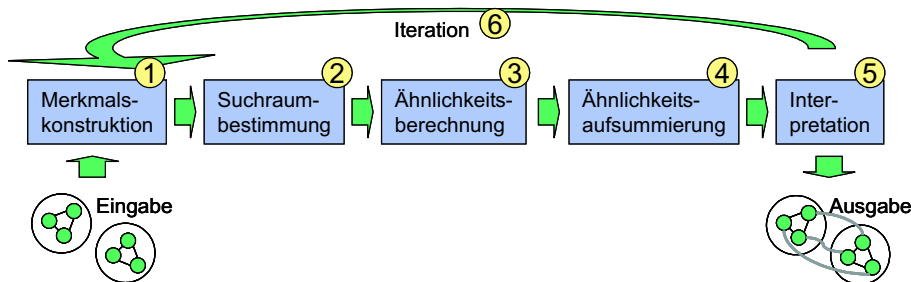


Abbildung 2: Integrationsprozess

Wir lassen O_1 und O_2 weg wo diese offensichtlich sind und schreiben stattdessen $align(e) = f$. '⊥' zeigt an, dass keine Entsprechung gefunden werden konnte. Ein Entitätenpaar, welches noch auf Identität untersucht werden muss, bezeichnen wir als Kandidaten.

3.2 Prozess

Der vorgestellte Prozess ist ursprünglich definiert in [ES04a], ein ähnlicher Ansatz wird verfolgt in [vEK04]. Viele bekannte Integrationsansätze (wie z.B. PROMPT [NM00], GLUE [DDH03] oder QOM [ES04b]) lassen sich unserem Prozess unterordnen. Eine Übersicht existierender Ansätze kann in [SE05] gefunden werden.

Abb. 2 veranschaulicht die sechs Hauptschritte des Prozesses. Als Eingabe dienen lediglich zwei beliebige Ontologien, die aufeinander abgebildet werden sollen.

1. Merkmalskonstruktion In diesem Schritt wählt man die Merkmale einer Entität innerhalb der Ontologie aus, durch die diese treffend beschrieben wird. Der Integrationsprozess könnte z.B. auf RDF(S)-Merkmalen aufgebaut sein. Eine solche Eigenschaft könnte der lexikalische Eintrag einer Entität sein. Es können aber auch intensionale Struktureigenschaften wie die *is-a*-Beziehung genutzt werden bzw. Ausgangs- und Zielmengen von Relationen. Instanzmerkmale umfassen auch die Attributwerte. Des Weiteren nutzen wir extensionale Beschreibungen. In den Beispielen 1 und 2 haben wir Ausschnitte zweier verschiedener Ontologien. Eine davon beschreibt den Begriff *Angestellter*, die andere *Mitarbeiter*. Sowohl *o1:Angestellter* und *o2:Mitarbeiter* besitzen ein generelles Merkmal `rdfs:subClass`. Die Werte hiervon sind `Person` und `Unternehmenskapital` bzw. nur `Person`.

2. Suchraumbestimmung Zur Ableitung von Abbildungen in Ontologien wird ein Suchraum von Kandidaten aufgestellt. Dieser Suchraum kann weiter eingeschränkt werden, so dass nur manche (sinnvolle) Kandidaten für einen Vergleich zugelassen und andere aussortiert werden. Für unser Beispiel nehmen wir jedoch erst einmal alle

```

<rdf:Description rdf:about=''o1:Angestellter''>
  <rdfs:subClass rdf:resource=''arbeit:Person''>
  <rdfs:subClass rdf:resource=''arbeit:Unternehmenskapital''>
</rdf:Description>

```

Beispiel 1. Ausschnitt der Ersten Beispielontologie.

```

<rdf:Description rdf:about=''o2:Mitarbeiter''>
  <rdfs:subClass rdf:resource=''arbeit:Person''>
</rdf:Description>

```

Beispiel 2. Ausschnitt der Zweiten Beispielontologie.

möglichen Entitätenpaare des gleichen Typs. Dies bedeutet, dass wir mit dem Vergleich von `o1:Angestellter` und `o2:Mitarbeiter` fortfahren werden.

3. Ähnlichkeitsberechnung Für die Ähnlichkeitsberechnung der Kandidaten nutzen wir heuristische Maße. Dazu benötigen wir Ähnlichkeitsfunktionen für Strings [Lev65], für Einzelobjekte oder Objektmengen [EHHS05], sowie Untersuchungen auf Unähnlichkeit oder Einschluss anstatt logischer Gleichheit. Dies ist notwendig, weil Objekte selten exakt identisch, sondern vielmehr ähnlich sind. In unserem Beispiel nutzen wir Ähnlichkeiten von Instanzen. Im Detail untersuchen wir, ob die zwei Begriffsmengen, die Oberbegriffe von `o1:Angestellter` (`Person` und `Unternehmenskapital`) und die Oberbegriffe von `o2:Mitarbeiter` (nur `Person`) gleich sind. Für das Beispiel stimmt dies nur partiell, wodurch die Ähnlichkeit auf 0,5 gesetzt wird. Die zugehörige Eigenschaft/Ähnlichkeits-Regel (FS3) wird in Tabelle 1 dargestellt: Wenn die Oberbegriffe gleich sind, sind auch die Instanzen ähnlich. Zusätzlich sind noch weitere Regeln angegeben, so z.B. Regel FS1, die die Ähnlichkeit der Bezeichner untersucht.

Tabelle 1: Eigenschaften und Ähnlichkeiten für verschiedene Entitätentypen.

Typ	Nr.	Eigenschaft	Ähnlichkeit
Entitäten	FS1	(Bezeichner, X_1)	Stringähn. (X_1, X_2)
Begriffe	FS2	(Relationen, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
	FS3	(Oberbegriffe, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
	FS4	(Unterbegriffe, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
	FS5	(Instanzen, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
Relationen	FS6	(Domain, X_{d1}) and (Range, X_{r1})	Objektähn. (X_{d1}, X_{d2}), (X_{r1}, X_{r2})
	FS7	(Relationeninstanzen, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
Instanzen	FS8	(Elternbegriffe, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
	FS9	(Relationeninstanzen, Y_1)	Mengenähn. (Y_1, Y_2)
...

4. Ähnlichkeitsaufsummierung Normalerweise gibt es mehrere Ähnlichkeitswerte für ein Entitätenpaar, beispielsweise basierend auf den lexikalischen Einträgen

oder der Ähnlichkeit der Relationen zu anderen Entitäten. Diese individuellen Ähnlichkeiten müssen aggregiert werden. Dies kann durch eine simple Durchschnittsbildung erreicht werden, allerdings auch durch komplexe Aggregierungsfunktionen mit Gewichten für jede einzelne Ähnlichkeit. In unserem Beispiel haben wir nur $\text{sim}(o1:\text{Angestellter}, o2:\text{Mitarbeiter})=0,5$.

5. Interpretation Auf Basis der aufsummierten Ähnlichkeitswerte werden die Entitäten nun aufeinander abgebildet. Mögliche Vorgehensweisen sind ein Schwellwert [NM01], sogenanntes Relaxation Labelling [DDH03] oder eine Mischung aus Strukturen und Ähnlichkeitswerten. $\text{sim}(o1:\text{Angestellter}, o2:\text{Mitarbeiter})=0,5 \geq 0,5$ führt somit zu $\text{align}(o1:\text{Angestellter})=o2:\text{Mitarbeiter}$. Semiautomatische Methoden präsentieren den Nutzern die Entitäten mit ihren Ähnlichkeiten und überlassen diesem die Interpretation. Diese Eingaben können nachfolgend für bessere Berechnungen hinzugezogen werden.

6. Iteration Einige Algorithmen wiederholen die bisher beschriebenen Schritte um die Struktur der Ontologien besser zu nutzen (siehe hierzu auch [MGMR02]). Ähnlichkeiten von benachbarten Entitäten beeinflussen die Ähnlichkeit der eigentlichen Objekte. Dieser Wiederholungsprozess wird abgebrochen sobald keine weiteren Abbildungen gefunden werden, oder wenn alternativ ein Maximalwert an Runden erreicht wird. Man sollte beachten, dass nicht alle fünf vorhergehenden Schritte notwendigerweise in dem Wiederholungszyklus enthalten sein müssen, sei es weil die zu untersuchenden Merkmale nur einmal festgelegt werden müssen oder weil manche Ähnlichkeitsmaße nur einmal berechnet werden müssen. Die Ergebnisse einer Iteration, d.h. die gefundenen Identitäten, werden dem System zurückübergeben und können somit für eine bessere Berechnung in nachfolgenden Iterationen genutzt werden.

Schließlich wird das Gesamtergebnis gespeichert. Dieses Ergebnis repräsentiert die Relation align_{O_1, O_2} .

3.3 Erweiterungen

Zahlreiche Erweiterungen können diesen Standardprozess verbessern. Sowohl der Standardprozess als auch dessen Erweiterungen sind im Rahmen des Tools FOAM³ umgesetzt worden.

QOM – Quick Ontology Mapping In dem Ansatz von [ES04b] wird auf das Effizienzproblem eingegangen, das bei größeren Ontologien auftritt. Dabei werden die Besonderheiten von Ontologiestrukturen ausgenutzt. Insbesondere wird die Anzahl der zu vergleichenden Paare deutlich eingeschränkt, indem nur solche zugelassen werden, die entweder

³<http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/meh/foam>

sehr ähnliche Bezeichner haben oder in unmittelbarer Nähe schon bestehender Abbildungen liegen. Auch werden als Merkmale nur solche erlaubt, die nicht eine komplette Traversierung der Ontologie benötigen, z.B. werden nur direkte Instanzen eines Begriffes untersucht, anstatt der Aufsummierung von allen Instanzen aller Unterbegriffe. Sowohl auf theoretischer als auch auf praktischer Ebene lässt sich der Prozess somit deutlich beschleunigen.

APFEL Schon die Auswahl der zu untersuchenden Merkmale und der zugehörigen Ähnlichkeitsmaße ist sehr schwierig. Das zusätzliche optimale Setzen der Gewichte ist selbst für Ontologieexperten nahezu unmöglich. APFEL [ESS05] beschreibt deshalb einen Ansatz, bei dem diese Aufgaben durch maschinelles Lernen gelöst werden. Der Nutzer muss lediglich Ontologien und die einige korrekte Abbildungen vorgeben. Der gelernte Entscheidungsbaum wird nachher zur Aufsummierung und Interpretation ausgewählter Merkmale genutzt.

Interaktive Integration Die beschriebenen Prozesse sind auf ein vollautomatisches Verfahren ausgerichtet. Gegebenenfalls ergibt es jedoch sehr wohl Sinn den Nutzer gegebenenfalls miteinzubeziehen. Durch geschickt gestellte Fragen an diesen wird sein Aufwand minimiert bei gleichzeitigem maximalen Nutzen für die Anwendung. Hierzu werden dem Nutzer nur die Kandidaten präsentiert, bei denen das System den größten Mehrwert durch die Nutzereingabe erwartet. Dieses sind diejenigen Paare, die eine Ähnlichkeitswert nahe dem Schwellwert besitzen und sehr stark in der Ontologie vernetzt sind. Der Nutzer ordnet diese manuell in Abzubildende und Nicht-Abzubildende ein. Die Qualität der identifizierten Abbildungen lässt sich hierdurch nochmals deutlich verbessern.

Adaptive Integration Die Untersuchung mehrerer Anwendungsszenarien [dBF05] hat gezeigt, dass diese teilweise sehr unterschiedliche Anforderungen an den Abbildungsalgorithmus haben. Nach Erfassung der Eigenheiten wurde der Algorithmus so angepasst, dass nach Eingabe des Szenarios (Abbildungen Erstellen, Integration, Zusammenführen, Evolution, usw.) die Parameter des Prozesses automatisch gewählt werden. Auch die Eigenschaften der Ontologien werden in Betracht gezogen, so dass sehr große Ontologien eine wesentlich effizientere Implementierung nutzen als kleine Ontologien, die eine sehr detaillierte Suche erlauben. Der Prozess kann somit für viele Anwendungen eingesetzt werden.

Dieser Abschnitt hat gezeigt wie Wissensintegration mit Ontologien anhand eines ausgearbeiteten Prozesses durchgeführt werden kann.

4 Anwendungen

In diesem Abschnitt wird beispielhaft anhand zweier praktischer Anwendungen der Einsatz von Techniken zur Wissensintegration aufgezeigt.

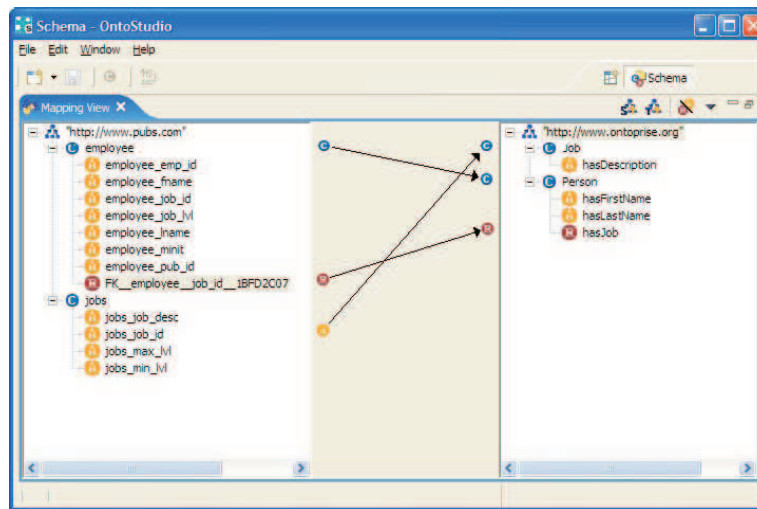


Abbildung 3: OntoMap

4.1 OntoMap – Graphisches Mapping von Ontologien

OntoStudio ist eine Entwicklungsumgebung zur Modellierung von Ontologien und zum Aufbau semantischer Anwendungen und eine Weiterentwicklung von OntoEdit [SAS03, S⁺02]. OntoStudio ist modular aufgebaut und basiert auf Eclipse von IBM, das als Quasi-Standard für Editoren-Frameworks gilt. Es unterstützt die Ontologiestandards RDF(S), OWL und F-Logic. Des Weiteren erlaubt es das Einbinden von existierenden Datenbankschemata indem diese in Ontologien umgewandelt werden. Ein weiteres Plug-in zu OntoStudio ist OntoMap [MSS03], das die Erstellung und Verwaltung von Abbildungen zwischen mehreren Ontologien über eine graphische Benutzeroberfläche erlaubt.

In Abb. 3 wird diese Oberfläche angezeigt. Die Ontologie auf der linken Seite wird mit der Ontologie auf der rechten Seite über Pfeile verknüpft. Nutzer brauchen sich über die logische Repräsentation keine Gedanken machen, sondern können mit einfachen Drag-and-Drop Aktionen die Entsprechungen der zwei Ontologien verbinden. Weitere automatische Konsistenzüberprüfungen helfen mögliche Fehler zu identifizieren. In OntoMap können Begriffe, Relationen, Instanzen und Attribute aufeinander abgebildet werden.

Diese Abbildungen werden dann als logische Regeln im Hintergrund abgelegt. Bei Anfragen an die beteiligten Ontologien werden diese im Hintergrund ausgeführt und die Ergebnisse transparent angezeigt. Dem Nutzer zeigt sich das Wissen in einer homogenen integrierten Form.

Nichtsdestotrotz ist die manuelle Erstellung von Abbildungen eine zeitaufwändige Tätigkeit. Der im vorherigen Abschnitt vorgestellte automatische Prozess kann deshalb über OntoMap aufgerufen werden. Durch simple Anklicken wird der Prozess gestartet. Innerhalb kurzer Zeit werden die Ergebnisse in der gewohnten Benutzeroberfläche ange-

zeigt. Anschließend kann der Nutzer diese anpassen und innerhalb OntoStudios ausführen lassen.

Die Integration von FOAM reduziert den manuellen Aufwand für das Erstellen von Mappings je nach Szenario erheblich. Diese Anwendung wurde im Rahmen des EU-Projektes SEKT⁴ eingesetzt und weiterentwickelt.

4.2 Bibster – P2P-basierter Austausch von bibliographischen Metadaten

Bibster[HSB⁺04] ist ein Peer-to-Peer-basiertes System, das den Austausch von bibliographischen Metadaten über Arbeitsgruppen und Organisationen hinaus ermöglicht. Bibster behandelt ein typisches Szenario eines Forschers, der regelmäßig nach neuen Veröffentlichungen sucht und die genauen Daten dieser benötigt. Bisher war es notwendig, vorhandene zentrale Internetseiten wie DBLP oder CiteSeer aufzurufen und zu hoffen, die benötigten (aktuellen) Informationen zu finden. Das neue System erlaubt es den eigenen Computer, Gruppen von Rechnern oder das ganze dezentrale Peernetzwerk nach den Informationen zu durchsuchen. Die Anfragen sind nicht auf Stichworte beschränkt, sondern erlauben komplexe semantische Relationen einzubauen, unter anderem auch die Auswahl des gewünschten Themengebietes. Ferner können die gefundenen Ergebnisse geändert werden und in die eigene Wissensbasis integriert werden. Bibster ist auf dem SWAP-System⁵ aufgebaut, das Wissen in Form von Ontologien repräsentiert. Dieses Wissen wird weiterhin genutzt um Anfragen effizient im Peernetzwerk zu weiterzuleiten. Außerdem erlaubt diese Repräsentation das Beantworten von komplexen Fragestellungen. Da die Forscher dieses Wissen sowieso bei sich verwalten, ist ein unmittelbarer Nutzen durch leichtere Suchbarkeit gewährleistet. Die Suche auch auf anderen Peers ist ein direkter Mehrwert.

Wenn man in diesem Szenario Anfragen stellt, erhält man gewöhnlich eine große Anzahl an Ergebnissen, wovon ein großer Teil Duplikate sind. Dies geschieht, weil Informationen dezentral und redundant auf den verschiedenen Peers gespeichert werden. Um dem Nutzer eine möglichst einfache Bedienung zu ermöglichen, müssen diese Duplikate herausgefiltert werden und als ein integrierter Eintrag angezeigt werden. Hierzu müssen die Duplikate identifiziert werden, welches wiederum auf unserem beschriebenen Prozess basiert. Publikationen, aber auch die beteiligten Personen und Organisationen, werden auf Basis ihrer semantischen Eigenschaften miteinander verglichen. Dabei können in diesem festgelegten Anwendungsszenario einzelne spezielle Eigenschaften wie Autoren oder Publikationstyp besonders gewichtet werden. Als Ergebnis steht schließlich eine Liste mit Duplikaten zur Verfügung. In einem letzten Schritt werden diese Duplikate noch integriert. Dabei wird jeweils der am häufigsten auftretende Wert für eine bestimmte Relation bzw. der ausführlichste Eintrag übernommen.

Bibster ist Open Source Software und kann über das Internet heruntergeladen werden.⁶

⁴<http://www.sekt-projekt.com>

⁵<http://swap.semanticweb.org>

⁶<http://bibster.semanticweb.org>

5 Fazit und aktuelle Trends

Wissensintegration ist eine Grundvoraussetzung um Interoperabilität zwischen verschiedenen Anwendungen zu ermöglichen. In diesem Beitrag haben wir einen wichtigen Beitrag zur Wissensintegration mit Ontologien geleistet. Insbesondere sind wir auf das Problem der Heterogenität eingegangen. Zunächst haben wir Ontologien vorgestellt, die als gemeinsame explizite und formale Schemata dienen können. Der zweite Teil dieses Beitrages beschäftigte sich mit der semantischen Heterogenität, die durch abweichende Modellierung entstehen kann, beispielsweise durch unterschiedliche Terme. Hierzu haben wir einen sechsstufigen Prozess präsentiert, der durch Untersuchung der Ähnlichkeit von semantischen Eigenschaften in der Ontologie gleiche Entitäten herausfinden kann. In zwei Beispielanwendungen wurde die praktische Funktionsweise eines solchen Ansatzes aufgezeigt.

Weitere aktuelle Trends im Bereich der (semi-)automatischen Wissensintegration sind der Umgang mit komplexen Abbildungen, wenn beispielsweise ein Begriff durch einen anderen, mittels Relation eingeschränkten, Begriff dargestellt werden muss. Genauso ist der Umgang mit probabilistischen oder Fuzzyontologien ein offenes Forschungsthema, auch bezüglich der Integration. Schließlich sind Strukturen nicht statischer Natur. Deshalb muss die Integration mit Veränderungen in den zugrundeliegenden Wissensstrukturen umgehen können.

Acknowledgements: Wir danken insbesondere Steffen Staab (Universität Koblenz) für die stets sehr kooperative und zielführende Zusammenarbeit sowie unseren Kolleginnen und Kollegen in den Projekten SWAP und SEKT für die tatkräftige Unterstützung. Teile der hier vorgestellten Arbeiten wurden von der EU in den Projekten IST-2001-34103 SWAP und IST-2003-506826 SEKT finanziert.

Literatur

- [AS01] R. Agrawal und R. Srikant. On integrating catalogs. In *Proc. of the 10th Int. World Wide Web Conf. (WWW-10)*, Seiten 603–612, Hong Kong, Hong Kong, 2001. ACM Press.
- [dBF05] J. de Bruijn und C. Feier. SEKT Deliverable D4.6.1: Report on Ontology Mediation for Case Studies. Bericht, June 2005.
- [DDH03] A. Doan, P. Domingos und A. Halevy. Learning to match the schemas of data sources: A multistrategy approach. *VLDB Journal*, 50:279–301, 2003.
- [EHHS05] M. Ehrig, P. Haase, M. Hefke und N. Stojanovic. Similarity for Ontologies - A Comprehensive Framework. In D. Bartmann et al., Hrsg., *Proc. of the 13th European Conf. on Information Systems (ECIS)*, Regensburg, Germany, May 2005.
- [ES04a] Marc Ehrig und York Sure. Ontology Mapping – An Integrated Approach. In Christoph Bussler, John Davis, Dieter Fensel und Rudi Studer, Hrsg., *Proceedings of the First European Semantic Web Symposium (ESWS-2004)*, Jgg. 3053 of *Lecture Notes in Computer Science*, Seiten 76–91, Heraklion, Greece, May 2004. Springer.

- [ES04b] M. Ehrig und S. Staab. QOM – Quick Ontology Mapping. In F. van Harmelen, S. McIlraith und D. Plexousakis, Hrsg., *Proc. of the 3rd Int. Semantic Web Conf. (ISWC-2004)*, LNCS, Seiten 683–696, Hiroshima, Japan, 2004. Springer.
- [ESS05] M. Ehrig, S. Staab und Y. Sure. Bootstrapping Ontology Alignment Methods with APFEL. In Y. Gil, E. Motta und V. R. Benjamins, Hrsg., *Proc. of the 4th Int. Semantic Web Conf. (ISWC-2005)*, LNCS, Galway, Ireland, November 2005. Springer.
- [HSB⁺04] P. Haase, B. Schnizler, J. Broekstra, M. Ehrig, F. van Harmelen, M. Menken, P. Mika, M. Plechawski, P. Pyszlak, R. Siebes, S. Staab und C. Tempich. Bibster – a semantics-based bibliographic Peer-to-Peer system. *Journal of Web Semantics*, 2(1):99–103, 2004.
- [Kle01] M. Klein. Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions. In A. Gómez-Pérez et al., Hrsg., *Proc. of WS on Ontologies and Inf. Sharing at IJCAI-01*, Seattle, WA, USA, August 2001.
- [Lev65] I. V. Levenshtein. Binary Codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 163(4):845–848, 1965.
- [MGMR02] S. Melnik, H. Garcia-Molina und E. Rahm. Similarity Flooding: A Versatile Graph Matching Algorithm and Its Application to Schema Matching. In *Proc. of the 18th Int. Conf. on Data Engineering (ICDE-2002)*, Seite 117. IEEE Computer Society, 2002.
- [MSS03] A. Maier, H.-P. Schnurr und Y. Sure. Ontology-based Information Integration in the Automotive Industry. In D. Fensel, K. Sycara und J. Mylopoulos, Hrsg., *Proc. of the 2nd Int. Semantic Web Conf.: The Semantic Web (ISWC-2003)*, Jgg. 2870 of LNCS, Seiten 897–912, Sanibel Island, FL, USA, 2003. Springer.
- [NM00] N. F. Noy und M. A. Musen. PROMPT: Algorithm and Tool for Automated Ontology Merging and Alignment. In *Proc. of the 17th National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-2000)*, Seiten 450–455, Austin, TX, USA, July 2000. AAAI Press / The MIT Press.
- [NM01] N. F. Noy und M. A. Musen. Anchor-PROMPT: Using Non-Local Context for Semantic Matching. In *WS on Ontologies and Information Sharing at the 17th Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence (IJCAI-2001)*, Seiten 63–70, Seattle, WA, USA, August 2001.
- [S⁺02] Y. Sure et al. OntoEdit: Collaborative Ontology Development for the Semantic Web. In I. Horrocks und J.A. Hendler, Hrsg., *Proc. of the Int. Semantic Web Conf.: The Semantic Web (ISWC2002)*, Jgg. 2342 of LNCS, Seiten 221–235, Sardinia, Italy, 2002. Springer.
- [SAS03] Y. Sure, J. Angele und S. Staab. OntoEdit: Multifaceted Inferencing for Ontology Engineering. *Journal on Data Semantics, LNCS*, 2800:128–152, 2003.
- [SE05] Pavel Shvaiko und Jérôme Euzenat. A Survey of Schema-based Matching Approaches. *Journal on Data Semantics (JoDS)*, IV, 2005.
- [vEK04] L. van Elst und M. Kiesel. Generating and Integrating Evidence for Ontology Mappings. In *14th Int. Conf. on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW)*, LNCS 3257. Springer, 2004.

Modeling Information Technology – A Pattern Approach for Enhancing Technology Intelligence Processes

Michael Schermann, Helmut Krcmar

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Fakultät für Informatik
Technische Universität München
Boltzmannstraße 3
85748 Garching, Germany
michael.schermann@in.tum.de
krcmar@in.tum.de

Abstract: Nowadays, companies seeking to advance their information systems are facing an overwhelming variety of fast pacing innovations in the information technology sector. Many of these innovations could lead to new ways of extending existing competitive advantages or leveraging weaknesses respectively. Furthermore technological progress is characterized by shorter technology life cycles and by discontinuities. The challenge for developing information systems that contribute to a company's competitive advantage is to gather intelligence information of technological progress, evaluate possible strategic impacts of that information and prepare for decision making. We argue that technologies may be seen as a form of knowledge and therefore propose a pattern based modeling language to capture and model information technologies. We demonstrate the applicability of the modeling language on the example of web service related technologies.

1 Introduction

As one of the foundations of information society, IT determines the business competency and becomes a critical success factor of IT management [ZB03], [Sz81]. Strategic intelligence information about the technological progress and new trends in the IT market as well as in scientific communities is therefore determining future success in the same way as information about customers or competitor's actions [Ts98]. Companies are therefore facing the challenges of identifying relevant new IT trends and of evaluating the impacts of these trends on their way of doing business. Such tasks are usually summarized by the concept of technology intelligence e.g. [Zw99]. Generally technology intelligence begins with identifying relevant information about information technology. Despite the importance, the concept and structure of technology is not fully understood yet. Managing information technology requires identifying and capturing important aspects of technologies. Therefore, the first question we address in the course of this paper is: What is the main structure of technologies?

In architecture and software engineering, patterns and pattern languages have been proven tools of capturing knowledge, e.g. design experience (Alexander 1979, Schumacher 2003). We will argue that technologies may be defined as problem oriented knowledge and thus may be captured using patterns. However, patterns are usually presented in natural language (e.g. Alexander 1979). Therefore we present a modeling language for modeling pattern languages to support documenting existing knowledge about technologies. Furthermore we analyze pattern construction methods originated in the field of software engineering for their suitability in technology intelligence processes. Hence, the second question we address in this paper is: What are the elements and process of modeling information technologies? We will demonstrate the applicability of the modeling language by analyzing technologies in the vicinity of web services.

The remainder of this paper is structured as follows: In the next section 2 we will briefly discuss the process of technology intelligence. Furthermore we will review the concept of information technology and propose a knowledge based definition thereof. In the following section 3 we will introduce the idea of patterns and pattern languages and discuss common methods for gathering and developing patterns. Furthermore we discuss their applicability in technology intelligence processes. The section closes with presenting a meta model of a modeling language for IT patterns. Then we apply the modeling language by creating a technology pattern language for service-oriented architectures. The paper concludes with a short summary of results achieved and an outlook on avenues for future research.

2 Core Concepts

2.1 IT Intelligence

The tasks of identifying risks and opportunities arising from technological progress, evaluating possible impacts, and deducing recommendations for actions are commonly summarized by the concept of technology intelligence [Zw99]. Thus information Technology (IT) intelligence as a task of the strategic information management may be characterized as identifying, analyzing, and evaluating innovations in the domain of information technology (cf. [Kr05]).

The importance of IT intelligence can be justified as follows: deployed information technologies determine the technological potential of information systems and hence determine the contribution of information systems to an overall success. Furthermore information technologies shape the technological environment of a company. For instance, information technologies such as web services could enable companies to outsource certain functions of their information systems. Thus companies can focus on strategic relevant functions of their information systems [EKT02]. Therefore strategic effective deployment of innovative information technology can be seen as a critical success factor [ZB92].

Bürgel et al. find that the task of technology intelligence is to provide answers to the following questions [BRZ02]:

- What are the main trends in information technology?
- Which impact on existing information systems can be deduced?
- Which recommendations can be derived for the technological strategy?

According to these questions, the technology intelligence process can be differentiated into three main phases (see

Figure 1). Technology intelligence begins with identifying technological innovations at an earliest state possible by detecting so called weak signals (Ansoff 1975). Scanning and monitoring the technological environment results in a diagnosis of possibly relevant technological trends.

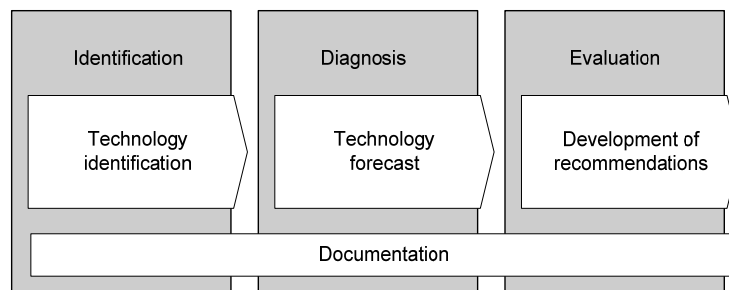


Figure 1: The technology intelligence process according to [Ze03]

The main activity in the second phase is forecasting development of trends and technologies. Following this, recommendations have to be derived for adapting the information infrastructure accordingly. An overall task of technology intelligence is documentation [Ze03]. In this paper we focus on the documentation part of the technology identification phase.

2.2 Weak signals as the theoretical nucleus of technology intelligence

A theory often discussed in the context of Business Intelligence is the concept of weak signals, proposed by [An75]: companies usually use only a small amount of available information for preparing decisions. Furthermore information gets adopted and diffused in societies over time [KM83]. Thus discontinuous situations, e.g. the dawn of a new technological paradigm, are not discontinuous at all, but develop over the time. They can be identified so called weak signals.

A **weak signal** can be defined as a certain set of data, which can be interpreted ambiguously only. As time continues, the data from an evolving situation becomes clearer, but a possibly needed response time gets shorter. Hence available information has to determine potential actions, not decision processes determines the potential set of requires information. As depicted in Figure 2 [An75] develops five strategies based on the characteristics of the available information, which allow staged actions. An often met criticism linked with the concept of weak signals is an absent operationalization. In the

context of technology intelligence, such operationalization can be derived from innovation processes (e.g. [Ro95]), as depicted in Figure 2.

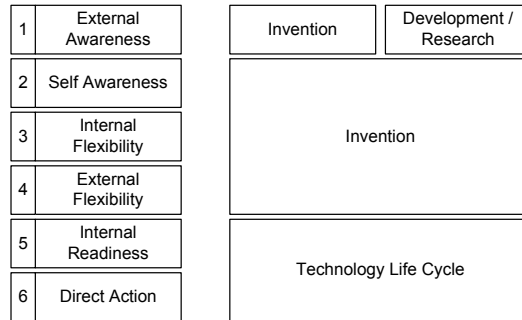


Figure 2: Comparison of Ansoff's weak signal strategies and an ideal innovation process [An75], [Br80]

The comparison of an ideal innovation process and Ansoff's strategy stages allows a translation of the concept of weak signals to situations that occur in the progress of technological progress. Therefore it is possible to classify gathered information and derive potential action strategies from it.

2.3 Information Technology as Knowledge

Following Tondl or Bunge, the term 'technology' can be defined as a specific form of knowledge which allows the human manipulation of the natural environment to a specific purpose [To74], [Bu74]. Thus technologies can be characterized as problem solving knowledge entities [To74]. Furthermore technologies can rarely be described or applied without referencing other technologies. Hence references between technologies are an important characteristic of technologies [Za95].

In the context of information management, the purpose of applying new information technologies is to counteract identified weaknesses in the technological infrastructure or extend and hence increase the potential of success of the infrastructure. Gathering information about technological progress requires a systematic method to manage complexity facing shorter development cycles, faster technological progress and an overwhelming variety of information technologies. As technology can be seen as form of knowledge, we propose patterns as a suitable way of modeling and thus systematizing technologies.

3 A Pattern Language for Information Technology

3.1 Patterns and Pattern Languages

By virtue of apparently unlimited number of information technologies on one hand and the likewise unlimited possibilities of combinations on the other hand the main objective of documenting information technologies seems to be managing complexity [St94]. As we discussed above, the documentation of gathered information is an overall task in technology intelligence. Hence it is quite surprising that only few options have been proposed e.g. [KM93]. Based on our definition of technology as kind of knowledge we discuss a pattern-based approach for modeling information technology.

The idea of **patterns** has been originally developed in architecture by Alexander et al. and can be summarized as the combination of a solution to architectural problems on the base of a general framework [A179]. In line with cognitive research a pattern can be defined as a representation of knowledge [Bo01]. In the field of software engineering, Gamma et al. transferred the pattern idea to programming and design problems [Ga95].

A pattern generally comprises the following elements [Sc03]: the **context** comprises causes which lead to the problem described in a pattern and the conditions under which the problem occurs. The context should support acquiring the relevance of a pattern [Bu98]. The **problem** is to be described by explaining contradictions causing the problem in the context of the pattern. These aspects of the pattern problem section are often called forces [Bu98]. The next section of a pattern explains the proposed **solution** by dissolving forces described before. An illustration of possible side effects is given as well [Bu98]. The closing section of a pattern is composed of **references** to related patterns [Sc03].

In sum a pattern represents a complex structure of knowledge from an application-oriented perspective. The goal of patterns is to explicate experiences and established expert knowledge [Bo01]. As patterns are rarely used independently, Alexander broadens the pattern idea to a system of interrelated patterns that he called **pattern language** [A179]. The semantic power of such pattern languages is determined by the references between patterns, which consequently allow capturing solutions for more complex problems [Sc03].

3.2 Definition of an information technology pattern language

In the following, we introduce the modeling elements that represent information technologies as IT patterns. First, the components of patterns will be explained, followed by a description of possible references between IT patterns. The meta model describing the modeling language is depicted in Figure 3.

The *context* of an IT pattern contains the general conditions and depicts the business environment of a certain technology. The goal of the context is to clarify the problem

domain of an information technology. The *problem* describes given deficiencies in the context by showing forces in the problem domain, e.g. existing technologies. For example, it can call attention to a lack of an aggregated information supply as a result of monolithic application systems. The *solution* of the pattern is unfolding an architectural appliance of technology to solve the given problem. The solution should be of a reference character that means it should depict the technological aspect in a general way [Bo01]. The concept of *strategic option* refers to the strategic alternatives proposed in [An75] (see section 2.2).

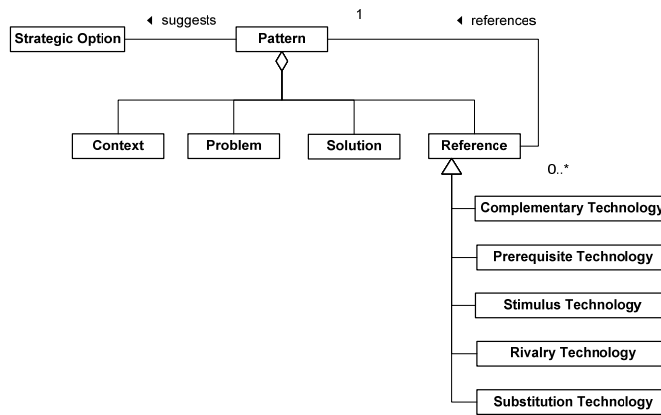


Figure 3: Basic Meta Model of the Modeling Language for IT Pattern Languages in UML [OMG03]

The references constitute an important element of an IT pattern as references describe side effects that have to be handled by another technology. For instance, the information technology *Online Analytical Processing (OLAP)* assumes the appliance of the information technology *Data Warehouse*. To evaluate technological progress or impacts on an IT infrastructure it is necessary to analyze relationships of a given set of technologies. Hence we differentiate the following reference types cf. [Za95], cf. [Pf89]: **Complementary technologies** entail the appliance of each other. In contrast a **prerequisite technology** is required for applying another technology. A **stimulus technology** describes a relationship where the progress of one technology aides the progress of another. Unlike this, the progress of a **rivalry technology** oppresses the progress of related technologies, as both technologies allow the solving of the same problem using different technical solutions. The strong form of a rivalry relationship is the **substitution technology**, which supersedes another technology by applying a better economical or technological alternative [Ew89].

This specification of an IT pattern language allows gathering information about information technologies systematically and analyzes their relationships in order to gain relevant information for the technology intelligence process.

3.3 The Process of Gathering IT Patterns

In the following we explain two approaches to support the gathering and construction of IT patterns. As a result of the specificity of a given company setting, we conclude that the technology intelligence process has to be developed dependent on this setting and the conducting experts cf. [BRZ02]. That is to say that the pattern development process is highly subjective, since it reflects the conclusions of the developing IT expert. Therefore a pattern holds the possibility of entailing the experts' bias towards the described technology. Schumacher et al. summarize two quality enhancing processes to advance the inter-subjectivity of given patterns [SRM03]:

Shepherding can be characterized as review process where a pattern expert supports the originator of patterns in improving and advancing the patterns. The reviewing expert takes a passive role only, so his responsibility is to propose improvements. Therefore the goal of shepherding can be seen in supporting consistent, clearly formulated and coherent patterns [SRM03].

The **Writer's Workshop** supports the writing of patterns as it forms a moderated body of experts with a passive attendance of the pattern's originator. The originator's passivity is supposed to avoid justification by the originator and to support the acceptance of the workshop's results as suggestions for improvement. The task of the workshop is therefore to evaluate the developed patterns by pursuing the following process: First the patterns of concern are introduced to the experts by two of them assigned specifically. In doing so, the originator can assert whether the patterns were written comprehensibly to the public. Following this, the patterns will be analyzed and evaluated by the body of experts. Besides the formal aspects, the experts especially focus on the relationships between patterns. At the end of the workshop the originator becomes active in summing up the suggestions and making sure he has understood the experts correctly [SRM03].

We have to remark, that both, Shepherding and the Writer's Workshop have been developed to support the pattern development process in software engineering. The goal of a pattern in software engineering is to provide a solution for a recurring, but mainly time invariant problem. In a technology intelligence process these two approaches are used to monitor a technology and filter irrelevant information respectively. Therefore the focus of both has to be put on the novelty of an underlying technology. For example, a goal of a Writer's Workshop can be to determine if a certain IT pattern is basically the transfer of an existing solution to another context. Furthermore both approaches support an inter-subjective development of IT pattern languages by focusing on the references of the IT patterns. In doing so, it is possible to identify illusory innovations or technology assimilations by embedding new IT patterns in an existing IT pattern language. In sum the goal of developing an IT pattern language is to construct and maintain a best possible inter-subjective model of the information technological environment.

3.4 Critical Analysis of the IT Pattern Approach

IT patterns facilitate a uniformed way of modeling a technology environment which supports comparability of technologies and their characteristics respectively. Thus representing information technologies by IT pattern languages allows managing technological complexity by providing a semiformal approach of documenting technologies. By applying construction methods such as shepherding a consistent and commonly shared understanding of information technologies may be gained. Thus, an important characteristic of an IT pattern language can be seen in supporting communicational processes about information technology. Following the basic idea of patterns, IT patterns facilitate the transfer of expert knowledge to a technology intelligence process.

As we argued above, IT patterns allow the representation of new information technologies, which means in turn that some parts or even whole elements of IT patterns are still uncertain or unknown respectively. Also we remark, that in contrary to patterns in software engineering, IT patterns show a much higher number of revisions to keep track of the corresponding technological progress. Therefore it is necessary to document changes made to the elements of a pattern as well. In doing so, this process of versioning allows to identify possible invariant parts of an IT pattern likewise.

In software engineering patterns are used to represent expert knowledge in form of well-established solutions with the goal of enhancing software development processes. Thus Schumacher et al. conclude that patterns do not describe poorly conceived ideas or inventions, which casts our IT pattern approach into doubt [SRM03]. We have chosen the structure of patterns as base of our modeling language because of the ability to represent knowledge. We argue that there are no structural differences between a pattern representing experience knowledge and a pattern representing problem solving knowledge as we defined technology [To74]. Hence, the pattern approach is applicable to document the progress and relationships of information technologies. We basically use the pattern idea in a different context for different purposes.

Another problem in gathering IT patterns and constructing a usable pattern language is to identify and model technologies that possess a similar degree of abstraction to ensure for instance comparability of patterns. As we have discussed above the pattern construction process is highly subjective. Thus the technological granularity or abstraction of the patterns is subjective as well. Furthermore in section 3.3 we have introduced two methods to enhance inter-subjectivity in the process of constructing IT pattern. Established information system models such as [Za87] can be used to ensure similar degrees of abstraction when construction a pattern language.

4 Example: Service-Oriented Architecture

4.1 Introduction to Service-Oriented Architectures

The basic idea behind service-oriented architectures (SOA) is the concept of service. A **service** can be defined as a component which fulfils a specified and published function. Instead of monolithic applications a service-oriented application comprises a lot of loosely coupled services. Hence, a SOA allows easier maintenance and promises faster and less error-prone changes to information systems [KL04]. When developing an application, service-oriented architectures enhance reuse of services and even the incorporation of externally developed services. While these goals are not new, one thing makes SOA special: it is based on a commonly accepted set of standardized protocols called web services. Web services are a technology which allows encapsulating certain functionality and making them available over common Internet protocols. In addition to the opportunity of enabling an easier integration of applications, service-oriented architectures can be used to implement business processes with the advantages of loose coupling, even across company borders [EKT02]. In sum service-oriented architectures claim to enable modular business processes, that can be easily changed, outsourced and reintegrated as service [Wi02].

4.2 An IT pattern language for service-oriented architectures

Figure 4 shows five information technologies that are discussed in the context of service-oriented architectures. Each technology is modeled as an IT pattern and is displaying a short description of its context, the problem and solution. The references shown illustrate the relationships between the technologies. While web services allow the encapsulation of functionality and thus allow the integration of a heterogeneous applications they do not provide a way of implementing processes. Such functionality is provided by the Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS).

Both technologies are complementary because both are required to implement business processes. Web services can be seen as rivalry technology to Common Object Request Broker Architecture (CORBA) as it solves a similar problem. BPEL4WS in turn can be seen as a substitution technology to XLANG and WSFL (Web Service Flow Language) as it provides almost same functionality of both technologies and has been developed to replace them. Likewise, XLANG and WSFL have a rival relationship as both allow implementing business processes, but follow different approaches.

The number in the upper right corner of each pattern indicates applicable strategic options as discussed in [An75] (see section 2.2). For instance, BPEL4WS is still in the process of definition and can be seen as a proposal for the implementation of business processes. BPEL4WS has not yet achieved an acceptance as for instance Web services. Therefore we conclude there is a lot of uncertainty included when using BPEL4WS or any other similar approach while pursuing the goal of service-oriented architectures.

Therefore we conclude that at this point in time it is possible to integrate applications using web services but implementing business processes using BPEL4WS is still in the innovation phase. For instance a middle-sized company pursuing a service-oriented architecture may thus begin with integrating legacy applications and even use technologies that allow implementing business processes but has to be aware of changes in the relevant technologies (strategic option: internal flexibility). From the perspective of technology intelligence the development of BPEL4WS should be closely monitored.

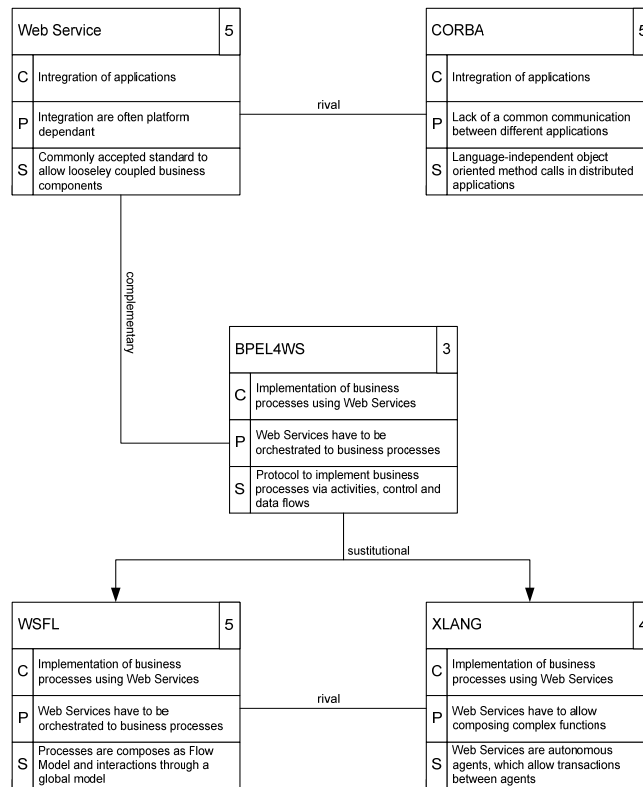


Figure 4: Information technologies that are relevant in the domain of service-oriented architectures

Despite the simplified example we have demonstrated that the IT pattern approach allows the systematic interpretation of a set of related technologies and provides useful information for further technology intelligence pursuits.

5 Summary and Outlook

Although we have presented research in progress the IT pattern approach is a possible way to model information technologies and their relationships. In doing so, we support the documentation process of the technology identification phase by providing a

manageable way to documenting relevant elements of technologies and support the interpretation of possible impacts on a company's information system. The proposed IT pattern approach allows a systematic gathering of information about information technologies and supports communication and cooperation processes in the technology intelligence process.

Further research could address the following issues:

- Empirical validation of proposed benefit of applying patterns for systematizing technology documentation
- Modeling technological aspects of existing application systems and infrastructure.
- Using patterns for easing communication and cooperation in technology intelligence processes.
- Combine patterns on different levels such as business processes, application systems, and technology.
- Transferring the idea of modeling technology as patterns to other areas of technology management.

Overall, modeling information technology based on our pattern approach allows analyzing technologies in a systematic way.

6 References

- [ZB03] Zarnekow, R. and W. Brenner, *Konzepte für ein produktorientiertes Informationsmanagement*, W. Uhr, W. Esswein, and E. Schoop, Editors. 2003, Physica-Verlag: Heidelberg. p. 735-753.
- [Sz81] Szyperki, N., *Geplante Antwort der Unternehmung auf den informations- und kommunikationstechnischen Wandel*, in *Organisation, Planung, Informationssysteme*, E. Frese, P. Schmitz, and N. Szyperki, Editors. 1981, Carl Ernst Poeschel Verlag: Stuttgart. p. 177-195.
- [Ts98] Tschirky, H., *Technologie-Management: Schließung der Lücke zwischen Management-Theorie und Technologie-Realität*, in *Technologie-Management: Idee und Praxis*, H. Tschirky and S. Koruna, Editors. 1998, Verlag Industrielle Organisation: Zürich. p. 1-32.
- [Zw99] Zweck, A., *Technologiefrüherkennung - Ein Instrument zwischen Technologiefolgenabschätzung und Technologiemanagement*, in *Handbuch Technologiefolgenabschätzung*, S. Bröchler, G. Simonis, and K. Sundermann, Editors. 1999, Edition Sigma: Berlin. p. 155-164.
- [Kr05] Krcmar, H., *Informationsmanagement*. 4., überarb. und erw. Aufl. ed. 2005, Berlin: Springer. XIX, 574 S.
- [EKT02] Engel, A., A. Koschel, and R. Tritsch, *J2EE kompakt - Enterprise Java: Konzepte und Umfeld*. 2002, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- [ZB92] Zahn, E. and F. Braun, *Identifikation und Bewertung zukünftiger Technikrends - Erkenntnisstand im Rahmen der strategischen Unternehmensführung*, in *Technologiefrühaufklärung: Identifikation und Bewertung von Ansätzen zukünftiger Technologien*, VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien, Editor. 1992, Schäffer-Poeschel Verlag: Stuttgart. p. 3-15.
- [BRZ02] Bürgel, H.D., G. Reger, and R. Ackel-Zakour, *Technologie-Früherkennung in multinationalen Unternehmen: Ergebnisse einer empirischen Studie*, M.G. Möhrle and R. Isenmann, Editors. 2002, Springer-Verlag: Berlin. p. 19-45.

- [Ze03] Zeller, A., *Technologiefrühaufklärung mit Data Mining: Informationsprozessorientierter Ansatz zur Identifikation schwacher Signale*. 2003, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- [An75] Ansoff, H.I., *Management Strategic Surprise by Response to Weak Signals*. California Management Review, 1975. **18**(2): p. 21-33.
- [KM83] Krampe, G. and G. Müller, *Diffusionsfunktion als theoretisches und praktisches Konzept für Strategische Frühaufklärung*, in *Bausteine eines strategischen Managements: Dialoge zwischen Wissenschaft und Praxis*, W. Kirsch and P. Roventa, Editors. 1983, Walter de Gruyter & Co.: Berlin. p. 283-304.
- [Ro95] Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*. 4 ed. 1995, New York: The Free Press.
- [Br80] Bright, J.R., *Practical Technology Forecasting: Concepts and Exercises*. 1980, Austin, Texas: The Industrial Management Center.
- [To74] Tondl, L., *Technology as Applied Science*, in *Contributions to a Philosophy of Technology*, F. Rapp, Editor. 1974, D. Reidel Publishing Company: Dordrecht, Holland. p. 1-18.
- [Bu74] Bunge, M., *Technology as Applied Science*, in *Contributions to a Philosophy of Technology*, F. Rapp, Editor. 1974, D. Reidel Publishing Company: Dordrecht, Holland. p. 19-39.
- [Za95] Zahn, E., *Gegenstand und Zweck des Technologiemanagements*, E. Zahn, Editor. 1995, Schäffer-Poeschel Verlag: Stuttgart. p. 3-32.
- [St94] Steinbock, H.-J., *Potentiale der Informationstechnik: state of the art und Trends aus Anwendungssicht*. 1994, Stuttgart: B. G. Teubner.
- [KM93] Krystek, U. and G. Müller-Stewens, *Frühaufklärung für Unternehmen: Identifikation und Handhabung zukünftiger Chancen und Bedrohungen*. 1993, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- [Al79] Alexander, C., *The timeless way of building*. 1979, New York: Oxford University Press.
- [Bo01] Borchers, J., *A Pattern Approach to Interaction Design*. 2001, Chichester: John Wiley & Sons.
- [Ga95] Gamma, E., et al., *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. 1995, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- [Sc03] Schumacher, M., *Security engineering with patterns: origins, theoretical models, and new applications*. Lecture notes in computer science; 2754. 2003, Berlin: Springer.
- [Bu98] Buschmann, F., et al., *Pattern-orientierte Software-Architektur: Ein Pattern-System*. 1998, Bonn: Addison-Wesley-Longman Verlag.
- [OMG03] Object Management Group. *OMG Unified Modeling Language Specification Version 1.5*. 2003 [cited 2005 05-01-2005]; Available from: <http://www.omg.org/cgi-bin/apps/doc?formal/03-03-01.pdf>.
- [Pf89] Pfeiffer, W., et al., *Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder*. 1989, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- [Ew89] Ewald, A., *Organisation des Strategischen Technologie-Managements: Stufenkonzept zur Implementierung einer integrierten Technologie- und Marktplanung*. 1989, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- [SRM03] Schumacher, M., U. Rödiger, and M.-L. Moschgath, *Hacker Contest - Sicherheitsprobleme, Lösungen, Beispiele*. 2003, Berlin: Springer Verlag.
- [Za87] Zachman, J.A., *A Framework for Information Systems Architecture*. IBM Systems Journal, 1987. **26**(3).
- [KL04] Kossmann, D. and F. Leymann, *Web Services*. Informatik Spektrum, 2004. **27**(2): p. 117-128.
- [Wi02] Wiedemann, M., *Dichtung und Wahrheit - Web Services im Collaborative Commerce*. Information Management & Consulting, 2002. **17**(3): p. 57-60.

Bisher erschienen:

In der Reihe A, 'Discussion Papers' der Fachhochschule Nordwestschweiz, sind bisher erschienen:

- DPW Nr. 1998-01 SCHWARB THOMAS M. (Juli 1998)
«Ich verpfeife meine Firma»... Einführung in das Phänomen «Whistle-Blowing».
- DPW Nr. 1998-02 BINSWANGER MATHIAS (Dezember 1998)
Stock Market Booms and Real Economic Activity: Is this Time different?
- DPW Nr. 1998-03 SCHINDLER GÜNTER (Dezember 1998)
Unschärfe Klassifikation durch kontextbasierte Datenbankanfragen.
- DPW Nr. 1999-01 BINSWAGER MATHIAS (Januar 1999)
Co-Evolution between the Real and Financial Sectors: The Optimistic «New Growth Theory» View versus the Pessimistic «Keynesian View».
- DPW Nr. 1999-02 BINSWANGER MATHIAS (Juni 1999)
Die verschiedenen Rollen des Finanzsektors in der wirtschaftlichen Entwicklung.
- DPW Nr. 1999-03 HILTY LORENZ M. (Juni 1999)
Individuenbasierte Verkehrssimulation in Java.
- DPW Nr. 1999-04 VOLLMER ALBERT (Juni 1999)
Mobile Arbeit in der Schweiz – Telearbeit und Desksharing.
- DPW Nr. 1999-05 HARABI NAJIB (Juli 1999)
The Impact of Vertical R&D Cooperation on Firm Innovation: an Empirical Investigation.
- DPW Nr. 1999-06 FRANZEN MAIKE (Juli 1999)
Konstruktives Lernen mit dem E-Book. Entwicklung einer Lernumgebung für konstruktives Lernen.
- DPW Nr. 1999-07 BINSWANGER MATHIAS (Dezember 1999)
Technological Progress and Sustainable Development: Different Perspectives on the Rebound Effect.
- DPW Nr. 2000-01 HILTY LORENZ M., RUDDY THOMAS, SCHULTHESS DANIEL (Januar 2000)
Resource Intensity and Dematerialization Potential of Information Society Technologies.
- DPW Nr. 2000-02 HILTY LORENZ M., VOLLMER ALBERT, SCHULTHESS DANIEL, RUDDY THOMAS (Februar 2000)
Lifestyles, Mobility and the Challenge of Sustainability: A Survey of the Literature.
- DPW Nr. 2000-03 HILTY LORENZ M. RUDDY THOMAS (Mai 2000)
The Information Society and Sustainable Development.
- DPW Nr. 2000-04 MEYER ROLF, HARABI NAJIB (Juni 2000)
Frauen Power unter der Lupe. Geschlechtsspezifische Unterschiede der Jungunternehmerinnen und -unternehmer. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung.
- DPW Nr. 2000-05 MEYER ROLF, ALT MARION, HÜFFMEYER KERSTIN, HARABI NAJIB (Juni 2000)
Selbständigerwerbende und ihre jungen Unternehmen – 9 Fallbeispiele.

- DPW Nr. 2000-06 HARABI NAJIB, SCHOCH ROLF, HESPELER FRANK (August 2000)
Einführung und Verbreitung von Electronic Commerce. Wo steht die Schweiz heute im internationalen Vergleich? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung.
- DPW Nr. 2000-07 HARABI NAJIB (Dezember 2000)
Employment Effects of Eco-Innovations: An Empirical Analysis.
- DPW Nr. 2001-01 MEYER ROLF, HARABI NAJIB, NIEDERER RUEDI (Januar 2001)
Der Einfluss der Beratung, Weiterbildung und des Beziehungsnetzes auf den Erfolg junger Unternehmen.
- DPW Nr. 2001-02 HARABI NAJIB (Januar 2001)
Introduction and Diffusion of Electronic Commerce – What is Switzerland’s position in an international comparison? Results of an empirical study
- DPW Nr. 2001-03 HARABI NAJIB, HESPELER FRANK (Februar 2001)
Electronic Commerce in der Schweiz: Lehren aus Einzelfallstudien
- DPW Nr. 2001-04 BINSWANGER MATHIAS (Februar 2001)
Does the Stock Market Still Lead Real Activity? - An Investigation for the G-7 Countries
- DPW Nr. 2001-05 ZBINDEN DANIELA, MEYER PETER (Februar 2001)
Wissensrisikomanagement - Ein Vorgehen zur Identifizierung und Bewertung von Wissensrisiken als Problemlösungsinstrument
- DPT Nr. 2001-06 GÖLDI SUSAN (Juli 2001)
Kommunikative ingenieure - Bedeutung der sozialen Kommunikation im beruflichen Alltag von Ingenieuren und Ingenieurinnen und Folgen daraus für die Ingenieurausbildung (ehemals DPT Nr. 2001-01)
- DPT Nr. 2001-07 MUHMENTHALER PETER (Juli 2001)
Möglichkeiten und Grenzen des E-Business Bericht der Phase 1 des Forschungsprojektes (KTI 5212.1 FHS) des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie BBT. Thema: „Welche neuen Anforderungen stellt e-business an die logistische Systemtechnik?“ (ehemals DPT Nr. 2001-02)
- DPW Nr. 2001-08 HARABI NAJIB (August 2001)
Formation of new businesses in Switzerland – An empirical analysis (ehemals DPW Nr. 2001-06)
- DPS Nr. 2001-09 HOFMANN CLAUDIA, NADAI EVA, SOMMERFELD PETER (November 2001)
Verstecktes Leiden unter Armut. Wie betroffene Kinder und ihre Eltern die Situation wahrnehmen und bewältigen (ehemals DPS Nr. 2001-01)
- DPW Nr. 2002-01 BINSWANGER MATHIAS (April 2002)
Time-saving innovations and their impact on energy use: Some lessons from a household-production-function approach
- DPW Nr. 2002-02 MEYER ROLF (Juni 2002)
Neue Unternehmen in Liechtenstein: Was machen selbständige Frauen anders als Männer?
- DPW Nr. 2002-03 BINSWANGER MATHIAS, JOCHEM ANNETTE (Dezember 2002)
Nachhaltigkeit auf Kantonsebene am Beispiel der Staatsrechnung Aargau: Bericht für das Baudepartement des Kantons Aargau, Stabstelle Nachhaltigkeit
- DPW Nr. 2003-01 BINSWANGER MATHIAS (Juni 2003)
Why Does Income Growth Fail to Make Us Happier? – Treadmills Behind The Paradox of Happiness

- DPS Nr. 2003-02 BAUMGARTNER EDGAR (OKTOBER 2003)
Der Nutzen betrieblicher Sozialarbeit - Eine Kosten-Nutzen-Analyse in zwei Unternehmen
- DPW Nr. 2003-02 DORNBERGER ROLF (NOVEMBER 2003)
Biometrics – Ein Überblick
- DPS Nr. 2004-01 ÜBELHART BEAT, KRATTIGER BARBARA (FEBRUAR 2004)
Anstossfinanzierung des Bundes für familienergänzende Kinderbetreuung - Quo vadis?
- DPW Nr. 2004-02 BARJAK FRANZ (MAI 2004)
On the integration of the Internet into informal science communication
- DPW Nr. 2004-03 DORNBERGER ROLF (JUNI 2004)
Bioinformatik – Evaluation eines potenziellen Einstiegs in den Teilbereich Simulation
- DPW Nr. 2004-04 DORNBERGER ROLF (DEZEMBER 2004)
P2P – Peer-to-Peer Netzwerke und Geschäftsmodelle
ISBN: 3-03724-066-0
- DPW Nr. 2004-05 DORNBERGER ROLF (DEZEMBER 2004)
Extreme Programming – Eine Übersicht
ISBN: 3-03724-067-9
- DPW Nr. 2004-06 BINSWANGER MATHIAS, JOCHEM ANNETTE, BELTRANI GUIDO, SCHELSKE OLIVER (NOVEMBER 2004)
Wirtschaftswachstum und Umweltbelastung: Findet eine Entkopplung statt?
ISBN: 3-03724-068-7
- DPW Nr. 2004-07 BARJAK FRANZ (NOVEMBER 2004)
Analyse der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Branchenclustern in der Schweiz – State of the Art
ISBN: 3-03724-069-5
- DPW Nr. 2004-08 MEYER ROLF (DEZEMBER 2004)
Der Beitrag der Unternehmensgründungen zum Strukturwandel in der Schweizer Wirtschaft
ISBN: 3-03724-070-9
- DPW Nr. 2004-09 MEYER ROLF (DEZEMBER 2004)
100 Jobs pro Tag
ISBN: 3-03724-071-7
- DPW Nr. 2005-01 BARJAK FRANZ (APRIL 2005)
Research productivity in the internet era
ISBN: 3-03724-075-X
- DPW Nr. 2005-02 MEYER ROLF (MAI 2005)
Der Beitrag der Unternehmensgründungen zur Erhöhung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft
ISBN: 3-03724-076-8

- DPW Nr. 2005-03 DORNBERGER ROLF; HOCHULI ALEXANDRA, REBER ANDREAS (FEBRUAR 2005)
Aspektororientierte Programmierung. Grundlagen, Einsatzmöglichkeiten und Nutzenpotential
 ISBN: 3-03724-079-2
- DPW Nr. 2005-04 MÜCKE ANJA (JULI 2005)
Teilzeitarbeitende Führungskräfte im öffentlichen Dienst Anforderungen an Aufgabe, Person, Arbeitssystem und Umsetzungsprozess.
 ISBN: 3-03724-078-4
- DPW Nr. 2005-05 BINSWANGER MATHIAS, JOCHEM ANNETTE, LIECHTI JÜRIG (OKTOBER 2005)
Vergleichbarkeit der Umweltschutzaufgaben zwischen den Kantonen: Methodentest für die Kantone Aargau, Luzern, Solothurn und Zug.
 ISBN: 3-03724-082-2
- DPW Nr. 2005-06 DORNBERGER ROLF, LIND PATRICK, LÜTHY WERNER (DEZEMBER 2005)
Technologiebewertung im Innovationsmanagement.
 ISBN: 3-03724-083-0
- DPW Nr. 2006-01 FRANZ BARJAK, PETER ABPLANALP, PHILIP BIENZ (MÄRZ 2006)
Technologiebewertung im Innovationsmanagement. Schaffung innovativer Wirtschaftsräume und wettbewerbsfähiger Unternehmen – Sind Cluster die Lösung? (TAGUNGSDOKUMENTATION)
 ISBN: 3-03724-085-7

In der Reihe B, 'Sonderdrucke' der Fachhochschule Nordwestschweiz, sind bisher erschienen:

- SDW Nr.19 98-01 HARABI NAJIB (Oktober 1998)
Channels of R&D Spillovers: An Investigation of Swiss Firms.
 Aus: Technovation, 17 (11/12) (1997) 627–635.
- SDW Nr. 1998-02 ZUBERBÜHLER MAX (Oktober 1998)
Virtualität – der zukünftige Wettbewerbsvorteil.
 Aus: io Management, 67 (1998), 18–23.
- SDW Nr. 1998-03 HARABI NAJIB (Oktober 1998)
Les facteurs déterminants de la R&D.
 Aus: Revue française de gestion, n° 114, 1997, p. 39–51.
- SDW Nr. 1998-04 HARABI NAJIB (Dezember 1998)
Innovation through Vertical Relations between Firms, Suppliers and Customers: a study of German Firms.
 Aus: Industry and Innovation, Volume 5, Number 2, pp. 157–178.
- SDW Nr. 1999-01 MINNIG CHRISTOPH, NIEDERER RUEDI, SCHWARB THOMAS M. (Januar 1999)
Imagestudie Erziehungsdepartement des Kantons Solothurn. Schlussbericht.
- SDW Nr. 1999-02 HARABI NAJIB (Januar 1999)
Der Beitrag von Profit- und Nonprofit-Organisationen zum technischen Fortschritt: Ergebnisse aus der Schweiz.
 Aus: Wagner, R. (1997). Festschrift zum 60. Geburtstag von Antonin Wagner. Zürich: Turicum.

- SDW Nr. 1999-03 HILTY LORENZ M., TOCHTERMANN KLAUS, VON STEINAECKER JÖRG (Juli 1999)
The Information Society and the Environment – A Survey of European Activities.
 Sonderdruck aus: Proc. 1st International Environmental Management Systems Conference, Vienna/Austria 1998.
- SDW Nr. 1999-04 SCHWARB THOMAS M. (August 1999)
Das Arbeitszeugnis als Instrument der Personalpraxis.
 Sonderdruck der Unterlagen für die Fachtagung „Arbeitszeugnis“ an der Hochschule für Wirtschaft, Olten.
- SDW Nr. 1999-05 SCHWARB THOMAS M., VOLLMER ALBERT (Dezember 1999)
Telearbeit
 Sonderdruck aus: Schwarb Th. M. (Hrsg.) (1999) Erfolgsfaktor Human Resource Management, Zürich: Weka.
- SDW Nr. 2000-01r MEYER ROLF (Februar 2000/April 2002)
Die neuen Selbständigen
 Studie im Auftrag von Nefu (Netzwerk für Einfrau-Unternehmerinnen) Schweiz.
- SDW Nr. 2000-02 NIEDERER RUEDI, GREIWE STEPHANIE, MINNIG CHRISTOPH, SCHWARB THOMAS M. (März 2000)
Projektmanagement – Praxis und Ausbildung.
 Untersuchung im Auftrag von Fachhochschulen und SwissPM.
- SDW Nr. 2000-03 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE, MINNIG CHRISTOPH, NIEDERER RUEDI März 2000)
Olten ist eigentlich schön, aber ...
 Untersuchung der Standortattraktivität und des Images von Olten im Auftrag des Projekts Olten Plus.
- SDW Nr. 2000-04 SCHWARB THOMAS M., VOLLMER ALBERT, NIEDERER RUEDI (März 2000)
TA-Studie „Mobile Arbeitsformen: Verbreitung und Potenzial von Telearbeit und Desksharing“
 Untersuchung im Auftrag des Schweizerischen Wissenschafts- und Technologierates und der Kommission für Technologie und Innovation.
- SDW Nr. 2000-05 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE, MINNIG CHRISTOPH, NIEDERER RUEDI (November 2000)
Olten ist eigentlich schön, aber...
 Untersuchung der Standortattraktivität und des Images von Olten im Auftrag des Projekts Olten Plus (POP).
- SDW Nr. 2000-06 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE, MINNIG CHRISTOPH (November 2000)
Ich gehe nach Olten einkaufen, wenn ...
 Untersuchung des Einkaufens in Olten im Auftrag des Projekts Olten Plus (POP).
- SDW Nr. 2000-07 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE (Januar 2001)
Zofingen unter der Lupe.
 Untersuchung der Situation des Einkaufens in Zofingen.
- SDS Nr. 2001-02 SOMMERFELD PETER, JUNGCK FRANZISKA (März 2001)
Beurteilung der Sozialhilfe im Kanton Solothurn durch ihre Klientinnen und Klienten
 Schlussbericht
- SDW Nr. 2001-03 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE, NIEDERER RUEDI (Dezember 2001)
Erfolgs- und Kapitalbeteiligung von Mitarbeitenden in der Schweiz
 Repräsentative Unternehmensbefragung. Schlussbericht. IWS-Studie.

- SDW Nr. 2002-01 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE, PEKRUHL ULRICH (April 2002)
Unternehmensberatungsmarkt in der Schweiz
 Schlussbericht. IWS-Studie im Auftrag der Jobindex Media AG
- SDW Nr. 2003-01 SCHWARB THOMAS M., GREIWE STEPHANIE (Juni 2003)
Lohn und Arbeit in der Schweiz
 Repräsentative Bevölkerungsbefragung. Schlussbericht. IWS-Studie.
- SDS Nr. 2004-01 BAUMGARTNER EDGAR, GREIWE STEPHANIE, SCHWARB THOMAS (MÄRZ 2004)
Die berufliche Integration von behinderten Personen in der Schweiz
 Studie zur Beschäftigungssituation und zu Eingliederungsbemühungen –
 Kurzfassung
- SDW Nr. 2004-02 BARJAK FRANZ (JUNI 2004)
**Anstellungsbedingungen der Dozierenden an Pädagogischen
 Hochschulen**
 Kurzstudie für den Dachverband Schweizer Lehrerinnen und Lehrer (LCH)
- SDW Nr. 2005-01 ZÖLCH MARTINA / GREIWE STEPHANIE / SEMLING CORINNA (2005)
**Die Situation von Assistierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern
 an Schweizer Fachhochschulen – Ergebnisse einer schweizweiten
 Befragung**
 ISBN: 3-03724-074-1
- SDW Nr. 2005-02 PEKRUHL ULRICH / SCHREIER ERIKA / SEMLING CORINNA / ZÖLCH MARTINA /
 GEMPELER STEFANIE (2005)
**Leistungslohn an Schulen – Eine empirische Untersuchung an den
 kantonalen Schulen des Kantons Solothurn**
 ISBN: 3-03724-079-2
- SDW Nr. 2005-03 ANDRES MARKUS / KORN KATI / GLAS ALEXANDRA / LEUKENS ANTJE / NIEDERER
 RUEDI (SEPTEMBER 2005)
**Fremdsprachen in Schweizer Betrieben – Eine Studie zur Verwendung
 von Fremdsprachen in der Schweizer Wirtschaft und deren Ansichten
 zu Sprachenpolitik und schulischer Fremdsprachenausbildung**
 ISBN: 3-03724-080-6
- SDW Nr. 2005-04 BARJAK FRANZ (AUGUST 2005)
**Vergleich und Interpretation der Gehälter von Lehrpersonen der
 Primarstufe und Sekundarstufe I in der Schweiz, Deutschland und
 Finnland – Kurzstudie für den Dachverband Schweizer Lehrerinnen
 und lehrer (LCH)**
 ISBN: 3-03724-081-4
- SDS Nr. 2005-01 ALLAM MONA (APRIL / DEZEMBER 2005)
**Aspekte des systemisch-lösungsorientierten Coachings im Kontext der
 Steuerung Organisationaler Energie**
 ISBN: 3-03724-084-9
- SDW Nr. 2006-01 HINKELMANN KNUT, REIMER ULRICH (HRSG.) (MÄRZ 2006)
Modelling für Wissensmanagement
 ISBN: 3-03724-086-5

In der Reihe C, 'Gastvorträge' der Fachhochschule Nordwestschweiz, sind bisher erschienen:

- GVW Nr. 1999-01 DUCREY PATRIK, HÜBSCHER BARBARA (Juli 1999)
Aktuelle Probleme der Wettbewerbspolitik
Vortrag gehalten am 31. Mai 1999 an der Hochschule für Wirtschaft, Olten
- GVW Nr. 2000-01 STURM ANDY (April 2000)
Grundlagen der schweizerischen Geldpolitik
Vortrag gehalten am 14. April 2000 an der Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz.
- GVW Nr. 2000-02 SCHULTZ PATRICIA (September 2000)
Von Männern und Frauen in Arbeitswelt und Privatleben
Vortrag gehalten am 22.02.2000 an der Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz.
- GVW Nr. 2000-03 GOLDSCHMIDT NILS (September 2000)
Auf dem Weg zu einem kommunitaristischen Wohlfahrtsstaat. Ethische und ökonomische Anmerkungen zu einem nicht ganz neuen Leitbild
Vortrag zum Eröffnungstag im Nachdiplomstudium Nonprofitmanagement am 3. März 2000 an der Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz.
- GVW Nr. 2000-04 JORIS ELISABETH (September 2000)
History and Herstory
Vortrag gehalten am .30.11.1999 an der Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz.
- GVW Nr. 2001-01 WEBER URS (Dezember 2000)
Die Rolle des Mittelstandes im ostdeutschen Transformationsprozess

Bestellungen

Preis für ein Exemplar: Die aktuellen Preise finden Sie auf unserer Homepage: **www.fhso.ch**

Bestellung bitte an: Fachhochschule Nordwestschweiz
Institut für interdisziplinäre Wirtschafts-
und Sozialforschung
Postfach
CH-4601 Olten
Telefon: ++41 +848 821 011
Telefax: ++41 +62 296 65 01
E-Mail: iws@fhso.ch

Orders

Price per copy: See our homepage **www.fhso.ch**

Send orders to: University of Applied Sciences Northwestern
Switzerland, Institute for Interdisciplinary
Economic and Social Research (IWS)
PO Box
CH-4601 Olten
Telephone: ++41 +848 821 011
Telefax: ++41 +62 296 65 01
E-Mail: iws@fhso.ch