

Arbeitsgerechte Bereitstellung von Wissen – Ontologien für das Wissensmanagement

Forschungsgruppe Wissensmanagement
Institut AIFB, D-76128 Karlsruhe

Leitung: Prof. Dr. Rudi Studer

Michael Erdmann, Alex Mädche, Henrik Oppermann, Hans-Peter Schnurr, Dr. Steffen Staab,
York Sure, Christoph Tempich

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

[mailto: studer@aifb.uni-karlsruhe.de](mailto:studer@aifb.uni-karlsruhe.de)

Zusammenfassung

Effektiver Zugriff auf Wissensinhalte benötigt eine gemeinsame Sprache zur Beschreibung der Wissensinhalte, sowie Methoden und Werkzeuge, die in der Lage sind, diese Beschreibung zu nutzen. In der Forschungsgruppe "Wissensmanagement" an der Universität Karlsruhe wurde ein ganzheitlicher Ansatz für Wissensmanagementsysteme konzipiert, der auf "Ontologien", das sind eine Art formaler Begriffssysteme, beruhend, verschiedene Methoden zum intelligenten Ablegen und Zugreifen auf Wissen bereitstellt. Im Rahmen dieses Ansatzes wurde diverse Techniken erforscht, in Werkzeuge umgesetzt und ihre Prinzipien an Wissensportalen aufgezeigt. In diesem Artikel beschreiben wir die erste Implementierung eines kommerziellen ontologiebasierten Wissensmanagementsystems.

1 Einleitung

Bedarfsgerechte Bereitstellung und Austausch von Wissen ist das zentrale Anliegen von informationstechnischen Wissensmanagementsystemen. Um diese Funktion zu erfüllen benötigt man

- a. eine geeignete *Infrastruktur*, die Kommunikation auf technischer Ebene, d.h. möglichst unabhängig von Ort und Zeit, ermöglicht,
- b. Komponenten, die *organisationale Anforderungen*, wie z.B. nach Privatheit von Informationen oder nach der Eigenständigkeit von Wissensgruppen erfüllen,
- c. Eine informationstechnische Grundlage, die *inhaltsorientierte Methoden* für den Austausch und die Weitergabe von Wissen bereitstellen.

Konventionelle Wissensmanagementsysteme stellen vorwiegend Funktionalitäten für eine gute Infrastruktur (z.B. Intranet) und für organisatorische Abläufe und Kontrollfunktionen bereit (z.B. durch Content Management Systeme). Die zentrale Frage danach, welche Inhalte in einem Wissensmanagementsystem bereitstehen, wird selten beantwortet.

Unsere Arbeiten in den vergangenen Jahren zielten darauf hin, inhaltsorientierte Methoden zu entwickeln und daraus Anwendungen für bedarfsgerechte Wissensmanagementsysteme abzuleiten. Kernpunkt unserer Forschungen und Entwicklungen war die Verwendung von „Ontologien“, das sind eine Art formaler Begriffssysteme (vgl. Abschnitt 2), um eine bessere inhalt-

liche Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren (d.h. Mensch mit Maschine, Maschine mit Maschine, und Mensch mit Mensch) zu erreichen. Hierfür haben wir eine Methodologie für die Einführung von ontologiebasierten Wissensmanagementsystemen entwickelt, die in Abschnitt 3 beschrieben wird (vgl. [1]). Diese beruht auf Erfahrungen aus verschiedenen Fallstudien für Wissensmanagementsysteme (vgl. auch [2]) und auf Entwicklungen von Wissensportalen im WWW (vgl. [3]).

Die praktische Machbarkeit unserer Konzepte wird derzeit in der AIFB Spin-Off Firma Ontoprise GmbH gezeigt, die Werkzeuge für ontologiebasiertes Wissensmanagement, wie zum Beispiel Inferenzmaschine (vgl. [4]) oder Ontologieeditor (vgl. [5]) in marktfähige Produkte umsetzt, und ihre Anwendbarkeit an einem eigenen Wissensportal im Bereich IT Marktanalyse demonstriert. Kapitel 4 widmet sich kurz dem prinzipiellen Wissensmanagementproblem des „TIME2Research“ Portals, um darauf aufbauend, die zuvor eingeführte Wissensmanagementmethodik zu erläutern und die Anwendung der am AIFB entwickelten Wissensmanagementwerkzeuge zu illustrieren (vgl. Kapitel 5). Im Schlusskapitel diskutieren wir an, wie sich durch das Semantic Web der Zukunft völlig neue Möglichkeiten für ontologiebasierte Wissensmanagementmethoden bieten.

2 Ontologien für das Wissensmanagement

Wissensmanagement erfordert Kommunikation, um Wissen und Informationen zwischen zwei Parteien auszutauschen. Auch wenn die Beteiligten – Mensch und/oder Maschine - über das gleiche Vokabular verfügen, so ist damit noch nicht sichergestellt, dass sie die Bedeutung der ausgetauschten Informationen auch verstehen. Aneinander vorbei zu reden hat seine Ursache zumeist darin, dass bestimmte Worte den Beteiligten zwar bekannt sind, aber mit anderen Bedeutungen in Verbindung gebracht werden. Das gilt umso mehr, wenn das Hintergrundwissen des Gesprächspartners oder der Kontext, aus dem heraus Aussagen getroffen wurden nicht oder nur unzureichend bekannt sind. Verdeutlichen lässt sich die Problematik am sogenannten Bedeutungs-Dreieck (vgl. Abbildung 1), welches das Zusammenspiel zwischen Symbolen oder Wörtern, Gedanken und realen Dingen der Welt beschreibt. Die Beziehung zwischen einem Wort und dem Gegenstand auf den es sich bezieht ist indirekt. Die Verbindung wird nur dadurch vollzogen, dass ein Akteur das Wort verarbeitet, wodurch bei ihm eine bestimmte Bedeutung (Begriff) des Wortes hervorgerufen wird. Diesen Begriff bringt er mit einem bestimmten Gegenstand oder Sachverhalt der realen Welt in Verbindung. Es wird also klar, dass ein Wort weder das Wesen der Bedeutung eines realen Objektes noch des realen Objektes selbst vollständig erfassen kann, dass aber zumindest ein Zusammenhang zwischen

diesen besteht. Die indirekte Verbindung zwischen Wort und realem Gegenstand kann allenfalls subjektiv eindeutig sein, das heißt sie hängt vom Verarbeitungsprozess des Akteurs ab. So kann das Wort „Bank“ von einem Beteiligten mit dem realen Gegenstand „Finanzinstitut“ in Verbindung gebracht werden. Ein anderer Interpret versteht darunter eher eine „Sitzgelegenheit“. Dieser Interpretationsschritt wird beeinflusst vom Hintergrundwissen des Beteiligten und dem Kontext, in dem er sich bewegt. Er ist also abhängig vom internen Modell der Welt (Weltbild) oder eines entsprechenden Teilausschnittes davon, das der Akteur hat. Das Fehlen eines geteilten oder gemeinsamen Verständnisses führt zu Missverständnissen und fehlerhafter Kommunikation in Organisationen, bzw. zu mangelhafter Interoperabilität und eingeschränkter Wiederverwendbarkeit von Software Systemen. Ziel muss es folglich sein, konzeptuelle und terminologische Verwirrungen und Unklarheiten zu beheben und zu einem gemeinsamen Verständnis zu kommen. Durch die Verwendungen von Ontologien kommt man dem Ziel einer eindeutigen Verständigung wesentlich näher – auch wenn man sie wohl nie vollständig erreichen wird.

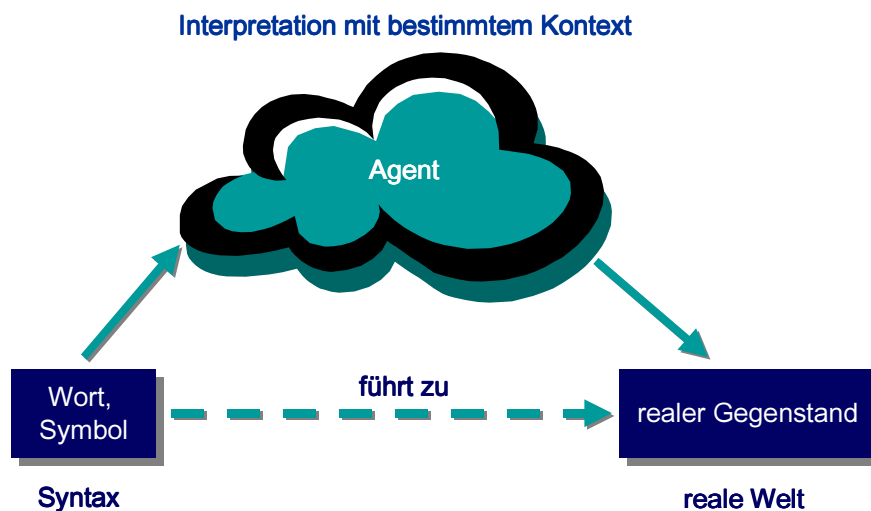


Abbildung 1: Bedeutungsdreieck

Abbildung 2 verdeutlicht die Problematik der Kommunikation ohne gemeinsame Sprache. Sie zeigt anhand von Bedeutungsdreiecken, wie das selbe Wort oder Symbol bei Agenten mit ähnlichem, aber verschiedenem Kontext und Hintergrundwissen mit sehr verschiedenen Gegenständen der realen Welt in Verbindung gebracht werden kann. Zum Beispiel ist effiziente Kommunikation ohne ein gemeinsames, geteiltes Sprachmodell auch unter Zugehörigen eines bestimmten Fachbereichs nicht möglich.

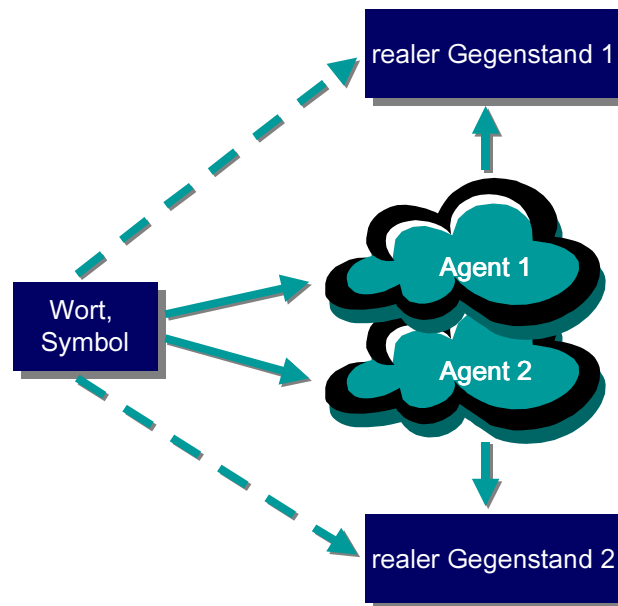


Abbildung 2: Die Problematik der Kommunikation ohne gemeinsame Sprache

Definition: Eine Ontologie ist eine formale, explizite Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung[6]. Unter Konzeptualisierung versteht man ein abstraktes Modell bestimmter Phänomene und Domänen mit deren identifizierten relevanten Begriffen. Explizit bedeutet, dass Art und Bedingung eines jeden Begriffes explizit angegeben und definiert werden. Formal müssen Ontologien sein, um maschinenverstehbar zu sein, was eine natürlichsprachliche Darstellung ausschließt. Gemeinsam signalisiert, dass es sich bei einer Ontologie nicht um eine einzelne, individuelle Ansicht von Wissen handelt, sondern um eine Darstellung, auf die sich eine bestimmte Benutzergruppe geeinigt hat und über die folglich ein Konsens besteht.

Ontologien zielen darauf ab, Wissen einer Domäne explizit zu modellieren. Sie vermitteln ein allgemein anerkanntes Verständnis dieser Domäne, welches von Anwendungen und Personengruppen gemeinsam geteilt und wiederverwendet werden kann. Sie beinhalten notwendigerweise die relevanten Begriffe der Domäne und ordnen diese in einer Taxonomie an. Diese Begriffshierarchie wird erweitert um Beschreibungen und Attribute der Begriffe und deren Relationen untereinander (vgl. Abbildung 7). Dadurch entsteht ein Modell, das zu einem bestimmten Wort immer die eindeutige Verbindung zu dem entsprechenden realen Gegenstand gewährleistet. Verinnerlichen alle Beteiligten dieses Modell, dann verschiebt sich die Kommunikation von syntaktischer Ebene hin zu einer semantischen, da für alle Beteiligten die Bedeutung eindeutig durch das gemeinsame Modell festgelegt wurde. Weil Ontologien formale, logische Theorien sind, die durch ein gemeinsames Vokabular und eine logische Sprache umgesetzt werden, eignen sie sich ideal für die formale Mensch-Maschine- und Maschi-

ne-Maschine-Kommunikation auf semantischer Ebene und unterscheiden sich dadurch deutlich von rein syntaktisch orientierten Austauschformaten wie XML oder EDI.

3 Ontologien zur Unterstützung des Wissensmanagements

Wir haben gezeigt, dass sich Ontologien als Grundlage einer informationstechnisch unterstützten Wissensmanagementlösung eignen. Die generelle, anwendungsunabhängige Vorgehensweise zur Erstellung einer solchen Anwendung ist Inhalt dieses Kapitels. Dabei unterscheidet sich unsere Methodologie zur Einführung von Wissensmanagement-Lösungen in Unternehmen von denen in den vergangenen Jahren vorgeschlagen. Typischerweise vermischen die in der Literatur (vgl. [7]) beschriebenen Methodologien zwei Arten von Prozessen: einerseits den Prozess der Einführung und Instandhaltung von Wissensmanagement-Lösungen, im folgenden *Wissens-Metaprozess* genannt, andererseits den Prozess der Generierung, Erfassung und Nutzung des Wissens, im folgenden *Wissensprozess* genannt (vgl: Abbildung 3).

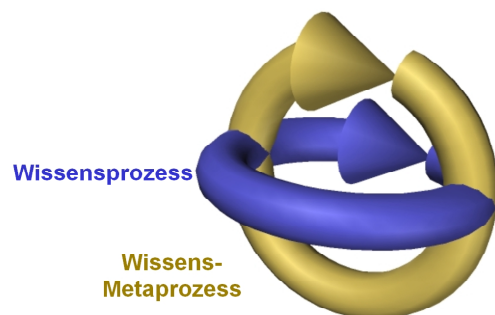


Abbildung 3: Zwei orthogonale Prozesse mit Rückkopplungsschleife

3.1 Wissens-Metaprozess

Unserem Ansatz folgend Ontologien für den Einsatz von Wissensmanagementlösungen zu nutzen konzentriert sich unsere Vorgehensweise auf die anwendungsorientierte Entwicklung von Ontologien und deckt die frühen Phasen von Wissensmanagement-Projekten bis hin zur Inbetriebnahme von ontologiebasierten Wissensmanagementanwendungen ab. In Abbildung 4 ist der Entwicklungsprozess von Ontologien gezeigt, dessen einzelne Phasen wir im Folgenden beschreiben.

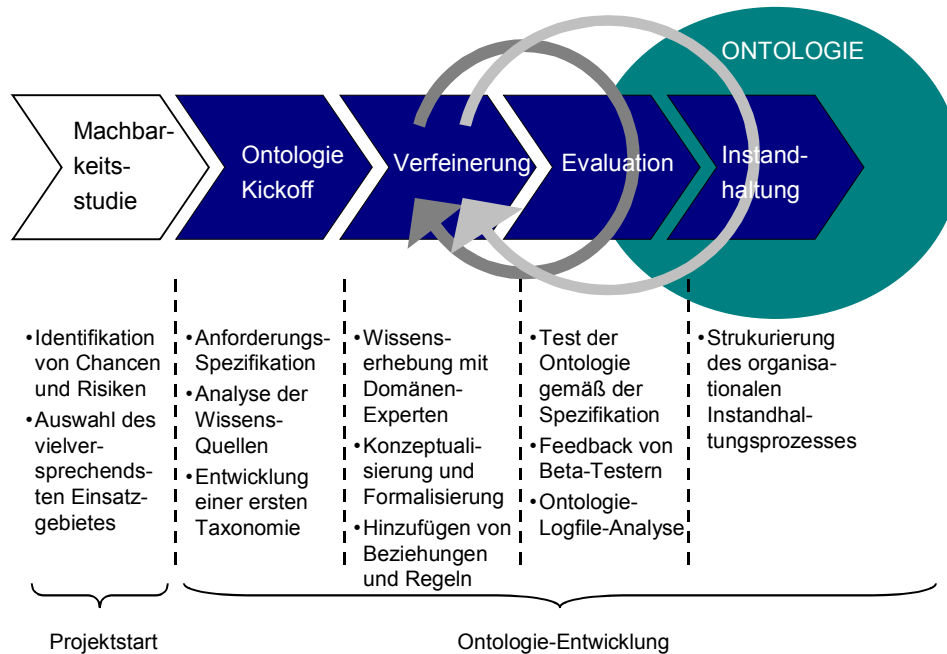


Abbildung 4: Ontologieentwicklung als Teil des Wissens-Metaprozesses

Machbarkeitsstudie

Jede funktionierende Wissensmanagementanwendung erfordert eine umfassende Integration des Systems in den jeweiligen organisatorischen Kontext. Neben zu lösenden technologischen Fragestellungen gibt es eine große Anzahl weiterer Faktoren, die den Erfolg oder Misserfolg eines solchen Systems bestimmen. Um diese Faktoren zu analysieren wird im ersten Schritt unseres Wissens-Metaprozess eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. Die Machbarkeitsstudie dient dabei u.a. als Entscheidungsgrundlage für die ökonomisch sinnvolle und technische Machbarkeit des Projektes. Unsere Vorgehensweise basiert auf der CommonKADS Methodologie [8], die einen Ansatz zur Durchführung von Machbarkeitsstudien im Umfeld von Wissensmanagement-Lösungen beinhaltet. Die Machbarkeitsstudie sollte vor dem eigentlichen Entwicklungsprozess der Ontologie stattfinden und liefert die Grundlage für die Kickoff-Phase.

Kickoff-Phase der Ontologie-Entwicklung

Ziel der Kickoff Phase ist es, ein Spezifikationsdokument für die Ontologie zu erhalten. Dieses sollte den geplanten Einsatz der Ontologie beschreiben und die wesentlichen Erfordernisse der geplanten Anwendung skizzieren. Wesentliche Begriffe und die hierarchische Struktur der Ontologie sollen bestimmt werden. Weiterhin sollten zu Beginn der Ontologierstellung

schon modellierte Ontologien auf Wiederverwendbarkeit überprüft werden. Zusammenfassend soll das Spezifikationsdokument folgende Punkte beantworten:

1. Ziel der Ontologie
2. Domäne und Ziele
3. Unterstützte Anwendung
4. Wissensressourcen
5. Nutzer und Nutzungsszenarios
6. Kompetenzfragen (z. B. ein Überblick über die möglichen Fragen an das System, die einen Schluss auf die Inhalte der Ontologie zulassen, siehe Tabelle 3)
7. Wiederverwendbare Ontologien

Verfeinerungsphase

Ziel der Verfeinerungsphase ist die Entwicklung einer anwendungsbezogenen Ziel-Ontologie gemäss der Spezifikation aus der Kickoff-Phase. In dieser Phase können verschiedene Teilphasen unterschieden werden:

1. Erstellung einer ersten informalen Taxonomie, die alle relevanten Begriffe aus der Kickoff-Phase enthält.
2. Wissenserhebung mit Domänen-Experten basierend auf der ersten Taxonomie, um eine erste Kern-Ontologie zu erstellen, die relevante Begriffe, Beziehungen zwischen den Begriffen und darauf aufbauende Regeln enthält. Diese erste Kern-Ontologie ist üblicherweise auf einer epistemologischen Ebene modelliert.
3. Formalisierung der Kern-Ontologie in eine erste Ziel-Ontologie, die mit formalen Repräsentationssprachen repräsentiert wird.

Die Verwendung von potentiell wiederverwendbaren Ontologien (welche in der Kickoff-Phase identifiziert wurden) kann die Geschwindigkeit und Qualität der Entwicklung während der gesamten Verfeinerungsphase signifikant erhöhen. Diese Ontologien können z.B. wertvolle Hinweise für Modellierungsentscheidungen liefern.

Bewertungsphase

Während der Bewertungsphase wird die tatsächliche Nutzbarkeit des entwickelten Gesamtsystems überprüft. Dazu gehört im einzelnen die Überprüfung, ob alle Kompetenzfragen tatsächlich beantwortet werden können und ob die Handhabung der Ontologie verständlich ist.

Nützlich können dabei Log-Dateien sein, die den Zugriff auf die Ontologie protokollieren und so die oft benutzten Begriffe leicht identifizierbar machen. An dieser Stelle tritt ein sich wiederholender Prozess ein, in dem die Ontologie verbessert und erneut getestet wird bis die Ziel-Ontologie den gewünschten Detaillierungsgrad erreicht hat — das Überführen der Ontologie in die praktische Anwendung beendet die Evaluationsphase.

Instandhaltungsphase

Die längerfristige Verwendung einer Ontologie, wird mit wechselnden Anforderungsprofilen einhergehen. Die Änderung einer vorhanden Ontologie sollte sich an strikte Regeln bei dem Einfügen-Löschen und Ändern von Begriffen und Relationen halten. Folglich sollten ähnlich dem Erstellungsprozess vor der endgültigen Anwendung der neuen Ontologie Verfeinerungs- und Bewertungsphasen vorgeschaltet werden.

3.2 Ontologien zur Unterstützung von Wissensprozessen

Die Einhaltung der Abfolge des Wissensmetaprozesses garantiert eine klar definierte Struktur für den Wissensprozess. Diese ist notwendig, damit der Nutzer in jedem Schritt seines Wissensprozesses optimal unterstützt werden kann. Im Gegensatz zu den von uns entwickelten Wissensmanagement-Lösungen, findet man heutzutage in der Praxis Anwendungen, die entweder auf die Unterstützung des Zugriffs auf Dokumente, z.B. auf der Basis von Dokumenten-Managementsystemen fokussieren, oder darauf ab zielen, durch 'Gelbe Seiten' oder Skill-Datenbanken die rasche Identifikation von Wissensträgern und damit den Wissenstransfer durch die Angestellten selbst zu unterstützen.

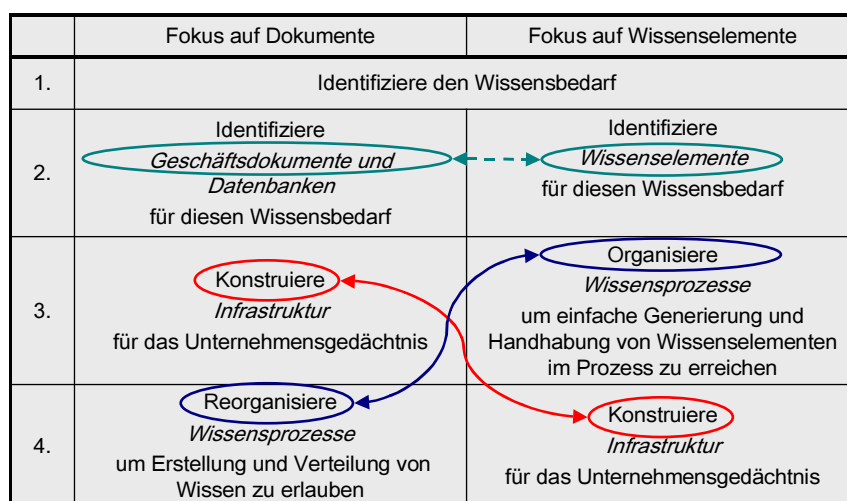


Tabelle 1: Zwei Sichten auf den Wissens-Metaprozess

Zur Einführung solcher Wissensmanagement-Lösungen wird typischerweise ein sehr einfacher Wissens-Metaprozess verwendet. Dieser Metaprozess ist in der linken Spalte der Tabelle 1 dargestellt. Charakteristischerweise wird hierbei die Handhabung von Dokumenten und Datenbanken in den Mittelpunkt gestellt (Prozessschritte 2 und 3), während den eigentlichen Wissensprozessen eher wenig Beachtung geschenkt wird und diese auch eher losgelöst voneinander ausgeführt werden (Prozessschritt 4). Ergebnis dieser Vorgehensweise ist zumeist, dass der Mensch seine Arbeitsweise an das System anzupassen hat.

Der in diesem Beitrag beschriebene Ansatz zeigt auf, wie durch die Verwendung von Domänen-Ontologien die einzelnen Wissensprozessschritte, nämlich Generierung, Import, Erfassung, Zugriff und Nutzung von Wissen, nahtlos integriert werden können (vgl. Abbildung 5). Damit einher geht eine Fokussierung auf den Prozessaspekt und eine Ausrichtung auf Wissens Elemente anstelle von Wissensbehältern in Form von Dokumenten. Diese neue Sicht ist in der rechten Spalte von Tabelle 1 dargestellt. Wir erreichen damit die Anpassung unseres Wissensmanagementsystem an die Arbeitsweisen der Benutzer.

Es stellt sich die Frage nach der konkreten Unterstützung des eigentlichen Wissensprozesses: Welche ontologiebasierten Werkzeuge kann ich meinen Wissensarbeitern für die tägliche Arbeit zur Verfügung stellen, um die Integration von Wissens Elementen in ihren Prozessen zu unterstützen?

Hierfür müssen wir den Wissensprozess betrachten, der typischerweise entlang der folgenden Schritte kreist: (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Der Wissensprozess

Wissensgenerierung und/oder –import

Grundsätzlich bewegt sich die Wissenserfassung im täglichen Arbeitsprozess zwischen zwei Extremen. Zum einen können Informationen in strukturierter Form vorliegen. Beispiele hierfür sind aus Datenbanken generierte Inhalte und Tabellen. Zum anderen existieren unstrukturierte Informationen wie z. B. adhoc-Nachrichten und Zeitungsartikel. Außerdem generiert der Anwender während des Arbeitsprozesses selbst neues Wissen in Form von Dokumenten. Dieses kann typischerweise als Semistrukturiert bezeichnet werden, da die Grobstruktur des beschreibenden Dokuments, z. B. einer Unternehmensbewertung, in der Regel gleich bleibt.

Tabelle 2: Graduierungen formalen und unformalen Wissens

Grad	Modell	Schnittstelle	Beispiel
Sehr formal	Relational	Maskenartiges Interface	Datenbank Interface
Formal	Dokument mit wissensstruktur-basiertem Schema	Starre XML Struktur	XML-EDI
Teilweise formal	Dokument mit teilweise wissensstruktur-basiertem Schema	Flexible XML Struktur	Schablone für Investmentempfehlungen (vgl. Tabelle 4)
Unformal	Freitext	Ohne vordefinierte Struktur	ASCII Textdokument

Wissenserfassung

Wissensinhalte müssen nicht nur im System zur Verfügung stehen, sondern sie müssen auch inhaltlich erfasst werden, um sie geeignet ablegen und wiederfinden zu können. Diese Anforderung

derung beinhaltet zum Beispiel die Auszeichnung der Wichtigkeit oder des Zusammenhangs mit anderen Wissensinhalten oder die Anbindung an Standardterminologien der Organisation. Entsprechend der Strukturiertheit der Daten in den zu untersuchenden Dokumenten können 3 Ansätze zur Wissenserfassung unterschieden werden. Für strukturierte Daten können Wrapper Mechanismen benutzt werden, die Listen nach einem vorgegebenen Muster durchsuchen. Durch die Benutzung von Templates bei der Dokumentenerstellung können semistrukturierte Texte ohne Einschränkung der Arbeitsgewohnheit des Nutzer in maschinenverstehbare Form gebracht werden. Unstrukturierten Texten kann mit Annotationen eine Semantik hinzugefügt werden.

Wissenszugriff

Zum großen Teil ist der Wissenszugriff auf ein ontologiebasiertes Wissensmanagementsystem durch konventionelle Zugriffsmethoden, wie Information Retrieval und logische Anfragemechanismen, bestimmt. Für die Anfrage unter Verwendung unserer Inferenzmaschine OntoBroker [9] benutzen wir verschiedene Visualisierungsmethoden für Taxonomien (Tree Views, Hyperbolic View). Vor allem benutzen wir die grafische Darstellung der Ontologie mit ihren dahinterliegenden Daten für Navigationszwecke im Intranet. Auf diese Weise können die Anwender explorieren, was im Wissensmanagementsystem bereitgestellt wird, ohne eine bestimmte geeignete Frage stellen zu müssen — letzteres ist nämlich besonders schwierig, wenn die richtige Frage noch unklar oder der Benutzer ein Neuling in der Anwendungsdomäne ist. Außerdem erlaubt die Ontologie die Ableitung zusätzlicher Querverbindungen. Dadurch können wir Sichten vervollständigen, für die nur unvollständige Informationen gegeben sind.

Wissensnutzung

Die Nutzung von Wissen aus einem Wissensmanagementsystem ist am schwierigsten zu fassen und zu verallgemeinern. Deswegen scheint es auch ein Teil zu sein, der häufig von Unterstützungswerkzeugen vernachlässigt wird. Häufig wird vereinfachend angenommen, dass nur ein Dokument gefunden werden muss, um den Wissensuchenden zufriedenzustellen. Letzten Endes aber ist die Art und Weise, wie Wissen aus einem Wissensmanagementsystem benutzt wird, äußerst vielfältig. Deswegen spielen Unterstützungsmechanismen wie proaktiver Zugriff auf Wissen, Personalisierung von Wissenssichten, und insbesondere eine enge Verzahnung mit nachfolgenden Applikationen eine wichtige Rolle für die effektive und effiziente Nutzung von Wissen (vgl. [10]). Sichtbar wird dies vor allem auch daran, dass häufig nicht

der jeweilige gefundene Wissensbestandteil von Bedeutung ist, sondern vielmehr sind es die Kombinationen von einzelnen Wissens-elementen.

Schließlich sei noch die Analyse der Nutzungsdaten erwähnt. Diese beschreiben nicht nur viele Regelmäßigkeiten über das Wissensmanagementsystem, sondern auch viel über die Organisation, die ein solches System benutzt.

4 Szenario: Time2Research

Wir haben gezeigt, dass Ontologien ein geeignetes Modell sind, um Kommunikation von syntaktischer hin zu semantischer Ebene zu verlagern. Ein bestimmtes Wort wird mit einer allgemein anerkannten Bedeutung verknüpft. Ontologien sind damit ein ideales Mittel, um Wissensinhalte zu strukturieren und auszutauschen. In einer konkreten Anwendung wollen wir die Vorteile verdeutlichen.

Gegenstand unseres Szenario ist ein Wissensmanagement-System zur Unterstützung eines IT-Analysten. Die Finanzdienstleistung- und Beratungs-Branche erscheint uns als ideales Beispiel für den sinnvollen Einsatz von Wissensmanagement-Lösungen, da Wissen im Beratungsgeschäft das eigentliche Kapital der Firmen darstellt. Zunächst werden die angebotenen Dienstleistungen skizziert und die Bedürfnisse nach Wissensmanagement erklärt. Darauf folgend werden wir die typischen Wissensprozesse der Berater abstrahieren und in die Teilbereiche zerlegen, in denen unser Lösungsansatz unterstützen kann.

4.1 Problembeschreibung

TIME2Research ist eine Dienstleistung der ontoprise GmbH mit dem Ziel, kapitalgebende Unternehmen bei der technischen Bewertung von Unternehmen aus den **TIME**-Industrien zu unterstützen. **TIME** beschreibt dabei die vertikale Ausrichtung der angebotenen Inhalte:

Tele- und Datenkommunikation

IT Branche: Software, IT-Services, Hardware

Multimedia Services, Internet Services and Solutions

E-Commerce, E-Business

Das Beratungsunternehmen bietet verschiedene Dienstleistungen an, die auf die jeweiligen Auswahlprozesse und Phasen einer Investitionsentscheidung bei den kapitalgebenden Unternehmen angepasst sind. Demnach unterstützt **TIME2Research** den Informationsbedarf in der Phase der groben Auslese von Businessplänen, der Identifikation potentieller Investitionsob-

jekte, sowie deren detaillierten Prüfung im Vorfeld einer Beteiligung. Darüber hinaus werden auf eine Investition folgende Dienstleistungen angeboten: Milestone-Prüfungen bei Unternehmen, Unterstützung im Vorfeld eines Börsenganges und Beratung zu anorganischem Wachstum der Unternehmen. Weil diese Dienstleistungen äußerst wissens- und informationsintensiv sind, suchte TIME2Research eine für diese Dienstleistungen entwickelte Anwendung, mit der für eine technische Bewertung notwendige Informationen effektiv und effizient gefunden werden können. Die Berater müssen dabei auf eine Vielzahl von zum Teil sehr unterschiedlichen Informationsquellen zurückgreifen, um ihren Informationsbedarf ausreichend decken zu können. Das T2R-Portal bietet daher eine personalisierbare zentrale Sicht auf sämtliche Quellen, um den Zugriff auf Informationen zu erleichtern. Um aus dieser verteilten Wissensbasis Informationen halb- und vollautomatisch auszuwerten und dadurch alle Stufen des Entscheidungsprozesses unterstützen zu können, bedarf es intelligenter, semantischer Technologien, denen sich das TIME2Research-Portal bedient.

4.2 Wissensprozess abstrahieren

Der Entscheidungsfindungsprozess eines Analysten lässt sich grundsätzlich in fünf Teilprozesse aufteilen, die in den oben beschriebenen Phasen einer Investitionsentscheidung zum Tragen kommen (vgl. Abbildung 6)



Abbildung 6: Fünf Schritte der Entscheidungsfindung

Im Rahmen dieser Services fertigt das Beratungsunternehmen für seine Kunden schriftliche Studien an, welche die Ergebnisse der Untersuchungen in den jeweiligen Phasen dokumentieren:

- Email-basierte AdHoc Nachrichten zu relevanten Marktbewegungen
- Kurze Prüfungen von Geschäftsideen zur Unterstützung der Auslese von Geschäftsplänen
- Eingehende Prüfungen von Geschäftsplänen im Vorfeld eines Vorvertrages (Letter of Intent - LOI)
- Vollständige sorgfältige technische Prüfung (Technical Due Diligence) von Unternehmen im Vorfeld einer Beteiligung
- Meilenstein-Prüfungen bei der Produktentwicklung

- Emissionsstudien und –prospekte im Vorfeld der Börseneinführung von Unternehmen
- Externe Unternehmensanalysen als Grundlage der Mergers & Acquisition Beratung

Die fünf grundsätzlichen Schritte der Entscheidungsfindung wiederum lassen sich in verschiedene Teilprozesse aufbrechen. So lässt sich die Informationsrecherche durch die Einzelschritte der Informationssuche über das Internet, dem Extrahieren von Informationen aus Wissensbasen, dem Lesen externer Dokumente (z.B. Geschäftspläne, Emissionsprospekte, etc.) und dem Durchführen von Vor-Ort-Prüfungen und Interviews unterteilen. Je nach Phase der Investitionsentscheidung, setzen sich diese Einzelschritte unterschiedlich zu einem Gesamtprozess der Informationsrecherche zusammen.

An die Informationssuche schließt sich unmittelbar der Teilprozess der Analyse an. Anzumerken ist, dass Informationssuche und Analyse sich oftmals gegenseitig bedingen und einen iterativen Prozess bilden können. So kann die Analyse der Informationen ein weiteres oder erneutes Suchen von Informationen anstoßen.

Die Ergebnisse der Analysen werden dann in geeigneter Form zusammengefasst. Dabei wird das bereits vorhandene Wissen in die Berichte aufgenommen, um bestimmte Sachverhalte wie Technologien und Marktentwicklungen zu beschreiben. Das durch die Analyse gewonnene, neue Wissen in Form von Empfehlungen und Bewertungen wird in den Rahmenbericht integriert, woraus ein in sich geschlossener Bericht entsteht, der als Antwort an den Kunden übermittelt wird (vgl. Abbildung 6).

5 Das System

Wir haben gezeigt, dass sich Ontologien zur Repräsentation von Wissen nutzen lassen, da sie ein allgemein anerkanntes Verständnis einer Domäne vermitteln, welches von Personengruppen und Applikationen geteilt wird. Weiterhin wurde der TIME2Research (T2R) Bereich als sinnvolles Anwendungsgebiet einer integrierten Wissensmanagementlösung vorgestellt. Im nun folgenden Teil wird der Wissensmetaprozess (Unterkapitel 5.1), wie er für T2R durchgeführt wurde, dargestellt. Im Anschluss daran folgt die Präsentation von Umsetzung und Anwendung der T2R Anwendung (Unterkapitel 5.2).

5.1 Wissensmetaprozess im konkreten Fall

Wie in Kapitel 3 beschrieben ist das Ziel des Ontologieerstellungsprozesses, die Begriffe, die Relationen und Attribute der Ontologie zu bestimmen. Weiterhin gilt es Regeln aufzustellen um durch den Inferenzprozess neues Wissen ableiten zu können. Dieser Prozess unterteilt sich in unserem konkreten Fall in folgende Stufen.

Kickoff Phase

Ziel der Ontologie in der T2R Anwendung, ist die Unternehmensanalyse und Bewertung aus technologischer Sicht. Durch die Modellierung mit Hilfe einer Ontologie soll die Identifizierung von Technologietrends in den verschiedenen Märkten erleichtert werden. Im konkreten Fall der Beurteilung einer Unternehmung bedeutet dies, herauszufinden, ob die von dem Unternehmen benutzten Technologien eine Spitzenposition in einem Marktsegment auch zukünftig garantieren.

Ein wichtiger Schritt in der Kickoff Phase ist die Analyse der Wissensressourcen. Im vorliegenden Szenario sind Personen, also interne und externe Analysten, sowie Dokumente, wie z.B. Webseiten von Unternehmen, interne Dokumente, Nachrichten und Zeitungen die wesentlichen Ressourcen.

Nutzer der T2RAnwendung sind Analysten, die sich zur Technologiebewertung über Unternehmen informieren wollen. Eine wesentliche Anforderung der Nutzer ist das schnelle Auffinden von Dokumenten, die ein Thema umfassend beschreiben.

Ein weiterer Schritt in der Kickoff Phase ist die Suche nach vorhandenen Ontologien zur Wiederverwendung. Für die T2R Anwendung konnte die Modellierung des Begriffs „Strategie“ aus der Ontologie der CHAR Applikation[11] übernommen. Die Dublin-Core Struktur (vgl. [12]), eine allgemein verwendete Strukturierung für die Beschreibung von Dokumenten, konnte für die Definition des Begriffs „Dokument“ benutzt werden.

Von Vorteil für die Entwicklung der T2R Ontologie war, dass das Thema Unternehmensbewertung in der Forschung starke Beachtung findet. Die Auswertung der entsprechenden Literatur (vgl. [13]) führte zu einem sehr umfassenden Katalog an Kompetenzfragen (vgl. Tabelle 3). Durch die Auswertung der Kompetenzfragen ließen sich Begriffe und Relationen ableiten.

Tabelle 3: Kompetenzfragebogen

Anforderungsfragenkatalog Prüfung			
Domain:		TIME2Research	
Date		02.01.2001	
Von		Christoph Tempich	
CQ Nr.	Frage	Begriffe	Relationen
1	Welche Produkte stellt das Portfoliounternehmen (PU) her?	Produkt, Unternehmen	Unternehmen; stellt_her; Produkt Produkt; wird_hergestellt; Unternehmen
2	Welche Funktionalität bieten die Produkte des PU?	Produkt, Funktionalität, Unternehmen	Produkt; bietet_funktionalität; Funktionalität Unternehmen; stellt_her; Produkt
3	Welche anderen Unternehmen bieten auf dem Markt des PU Produkte an?	Unternehmen, Produkt, Markt	Unternehmen; anbieter_auf_markt; Markt Produkt; gehört_zu_markt; Markt Unternehmen; bietet_an_auf_markt; Produkt
4	Auf welcher Technologie basieren die Produkte des PU?	Produkt, Unternehmen, Technologie	Produkt; basiert_auf_technologie; Technologie Unternehmen; nutzt_technologie; Technologie
5	Welchen Preis haben die Produkte des PU?	Preis, Produkt, Unternehmen	Produkt; hat_preis Preis Unternehmen; vermarktet_produkt_zu_preis; Preis

Verfeinerungsphase:

In dieser Phase wird eine vorläufige, aber anwendungsreife Ontologie erstellt. Den in Abbildung 4 beschriebenen Prozessschritten folgend, zeigte die Auswertung der Kompetenzfragen, dass die Peergroup, also die Wettbewerber, von entscheidender Bedeutung für eine Unternehmensbewertung sind. Die Definition der Peergroup erfolgt über den Markt auf dem ein Unternehmen Anbieter ist. Die Analysen werden in der Regel aus technologischen Blickwinkel geführt. Daher ist es entscheidend, welche Technologien die Peergroup in den jeweiligen Produkten im Gegensatz zum zu bewertenden Unternehmen einsetzt. Die Modellierung wurde von dem Ontologie-Erstellungswerkzeug OntoEdit unterstützt. OntoEdit (vgl. Screenshot in Abbildung 7) ermöglicht zusätzlich die Formalisierung in verschiedene Repräsentationssprachen und vereinfacht die Erstellung von Regelzusammenhängen und das Testen der Ontologie. Eine weitere Ergänzung zur halbautomatischen Umwandlung der Kompetenzfragen in Begriffe der Ontologie befindet sich gerade in der Entwicklung.

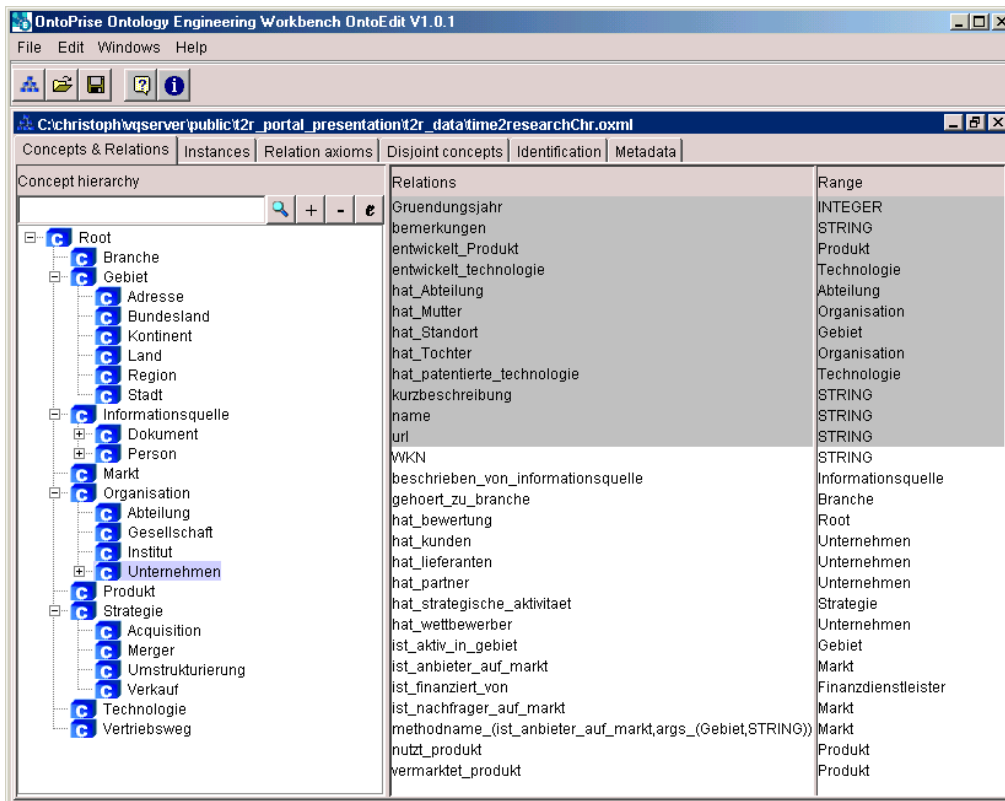


Abbildung 7: Die T2R-Taxonomie in OntoEdit

Ein wesentlicher Schritt zur Verfeinerung der Ontologie ist die Rücksprache mit den späteren Anwendern. Dadurch konnten wesentliche Zusammenhänge zwischen den einzelnen Begriffen geklärt werden. Diese sind Grundlage für die Regelerstellung. Beispielsweise:

- stellt ein Unternehmen A ein Produkt B her, welches zu einem Markt C gehört, so wird das Produkt B von Unternehmen A hergestellt und das Unternehmen A ist Anbieter auf Markt C.
- gehört ein Produkt zu einem bestimmten Markt, also ist das herstellende Unternehmen Anbieter auf diesem Markt. Außerdem ist das Unternehmen Wettbewerber zu den anderen Unternehmen auf dem Markt.

Ferner stellte sich als entscheidend heraus, wesentliche Trends in einem Markt zu identifizieren. Dies bedeutet im konkreten Fall, dass z.B. bei der Untersuchung eines Unternehmens mit Produkten auf dem ERP-Markt der Analyst darauf aufmerksam gemacht wird, dass auf diesem Markt der Trend zur Nutzung von XML geht.

Bewertungsphase

Um die tatsächliche Nutzbarkeit des entwickelten Gesamtsystems zu überprüfen, gehört im einzelnen die Überprüfung, ob alle Kompetenzfragen tatsächlich beantwortet werden können und ob die Handhabung der Ontologie verständlich ist. Dies wurde durch die interaktive Ent-

wicklung mit künftigen Nutzern gewährleistet. Eine Anforderung, die sich in den Vordergrund stellte war die Personalisierungsfunktionalität des Systems.. Der Nutzer möchte je nach Analysezweck unterschiedliche Anfragen an das System stellen. Außerdem unterscheiden sich die Gewohnheiten der Analysten hinsichtlich der Prioritäten gegenüber den vorhandenen Fakten. Eine Übersicht über alle zu beachtenden Relationen hingegen wird aus Kontrollzwecken geschätzt.

Es war also notwendig, den Prozess von der Anfrage über die Anfrageauswahl und Antwortdarstellung komplett zu personalisieren und dem Nutzer alle Freiheiten zur Auswahl zu gewähren, ohne ihn dabei mit Funktionalität zu überfordern. Diese Personalisierung ermöglicht zudem eine gute Bewertungsmöglichkeit für die Nutzung der Begriffe in der Ontologie.

5.2 Der Wissensprozess in der Intranet Applikation Time2Research

Die vorangehende Beschreibung des Ontologieerstellungsprozesses hat gezeigt, wie aus dem vorgestellten Anwendungsszenario eines Analysten eine Ontologie entwickelt wurde. Die Erörterung der Funktionsweisen der T2R Lösung und der Anwendung der Ontologie ist Teil der folgenden Anwendungsbeschreibung. Wir folgen dem bisherigen Ansatz, den Nutzer in den Mittelpunkt der Diskussion zu stellen. An erster Stelle steht daher die Frage, wie der Nutzer das von ihm generierte Wissen in die Wissensbasis integrieren kann. Im Anschluss werden die Anfragemöglichkeiten an das System näher betrachtet und das Prinzip der Ableitungsregeln (bzw. Funktionsweise der Inferenzmaschine) erläutert, welches zur Generierung neuen Wissens genutzt wird. Abschließend gibt ein Beispiel Einblick in eine typische Fragestellung eines Analysten und deren Unterstützung durch das T2R Portal.

Wissensgenerierung und -erfassung

Der Prozess des Erfassens von neuen Fakten muss möglichst einfach und elegant in den täglichen Arbeitsprozess des Nutzers eingebettet sein. Deshalb bieten wir unterschiedliche Möglichkeiten der Erfassung von Wissen an. Zum einen kann die Information, die während des Erstellens von Dokumenten oder Berichten produziert wird, über Templates, die zur Erstellung der Dokumente benutzt werden, eingebracht werden. Zweitens nutzen wir Wrapper-Mechanismen, um Tabellen und Listen aus dem WWW einzubinden und drittens - wesentlich für die T2R-Anwendung - kann ein Tool zur Annotierung von Dokumenten genutzt werden. Damit werden einem Dokument Metadaten hinzugefügt.

Dazu nutzen wir unser Tool OntoAnnotate. In Abbildung 8 ist ein solcher Annotierungsprozess exemplarisch dargestellt: Der Nutzer arbeitet beispielsweise an Dokumenten mit einem

Text Editor, Tabellenkalkulationsprogramm oder einem Internet Browser. Wenn er dabei auf interessante Informationen trifft, hat er die Möglichkeit, das entsprechende Wort oder den Textausschnitt hervorzuheben und mit dem Annotierungstool dem Textausschnitt eine Bedeutung zuzuordnen sowie die Verknüpfung dieser Stelle zu anderen Informationen. Das Dokument, die darin annotierten Fakten sowie Metadaten über den Annotierer, die Zeit der Annotierung etc. wird dann in der zugrundeliegenden Wissensbasis gespeichert.



Abbildung 8: Annotierung eines Analyseberichts

Wissenszugriff, Wissensnutzung

Auch der Zugriff auf das Wissen der T2R Anwendung ist so ausgelegt, dass er den typischen Arbeitsprozess des Analysten unterstützt.

Wir unterscheiden prinzipiell drei Prozesse einer Anfrage:

1. Zu welchem Begriff - mit welcher Bedeutung - sucht der Analyst etwas
2. Was sucht der Analyst über den Begriff
3. Wie sollen die Antworten dargestellt werden

Diese 3 Prozesse je nach Analyst und Analysekontext unterschiedlich. Deswegen kann der Nutzer wählen, in welchem Kontext er sich befindet, z.B. im Prozess der „Kurzen Prüfung“ oder der „Technischen Eingehenden Prüfung“. Alle Einstellungen, die er bei einer vorhergehenden Nutzung getroffen hat, werden wiederhergestellt, Änderungen werden entsprechend gespeichert.

Beginnend mit Punkt eins des Anfrageprozesses kann der Nutzer mehrere Begriffe aus der Ontologie wählen, die bei seiner Analyse von besonderer Bedeutung sind. Dies erfüllt die Forderungen aus der Praxis, die Informationsmenge geeignet einzuschränken, aber wählbar zu halten. Entsprechend werden die Selektionslisten mit dem Hintergrundwissen des Systems zu den gewählten Begriffen gefüllt.

Der Nutzer hat also zwei Möglichkeiten eine Anfrage zu generieren: eine Möglichkeit besteht darin, über das Eingabefeld alle Informationen zu durchsuchen, ähnlich dem Prinzip einer gewöhnlichen Suchmaschine. Eine andere Möglichkeit besteht darin, durch Auswahl eines oder mehrerer Begriffe aus den Selektionslisten eine Anfrage zu stellen und damit gleichzeitig die Bedeutung des Suchbegriffs festzulegen.

An dieser Stelle beginnt Punkt 2 des Anfrageprozesses. Der Nutzer kann, wiederum kontextbezogen, aus einer vordefinierten Menge von Anfragen wählen. Die Wahl wird gespeichert und muss nicht bei jeder Anfrage definiert werden.

Als besonders mächtig erweist sich die Anfrage *Sucheallgemein*. Sie generiert als Antwort zu allen ausgewählten Begriffen einen „Steckbrief“ und stellt zusätzlich sicher, dass die ausgewählten Begriffe im Zusammenhang stehen. Der Nutzer kann sich eigene Anfragen zusammenstellen, falls er besondere, nicht vorhergesehene, Sichten auf die Wissensbasis benötigt. Zur Erstellung von personalisierten Anfragen kann der Nutzer auf ein breites Angebot an Hilfsmitteln zurückgreifen.

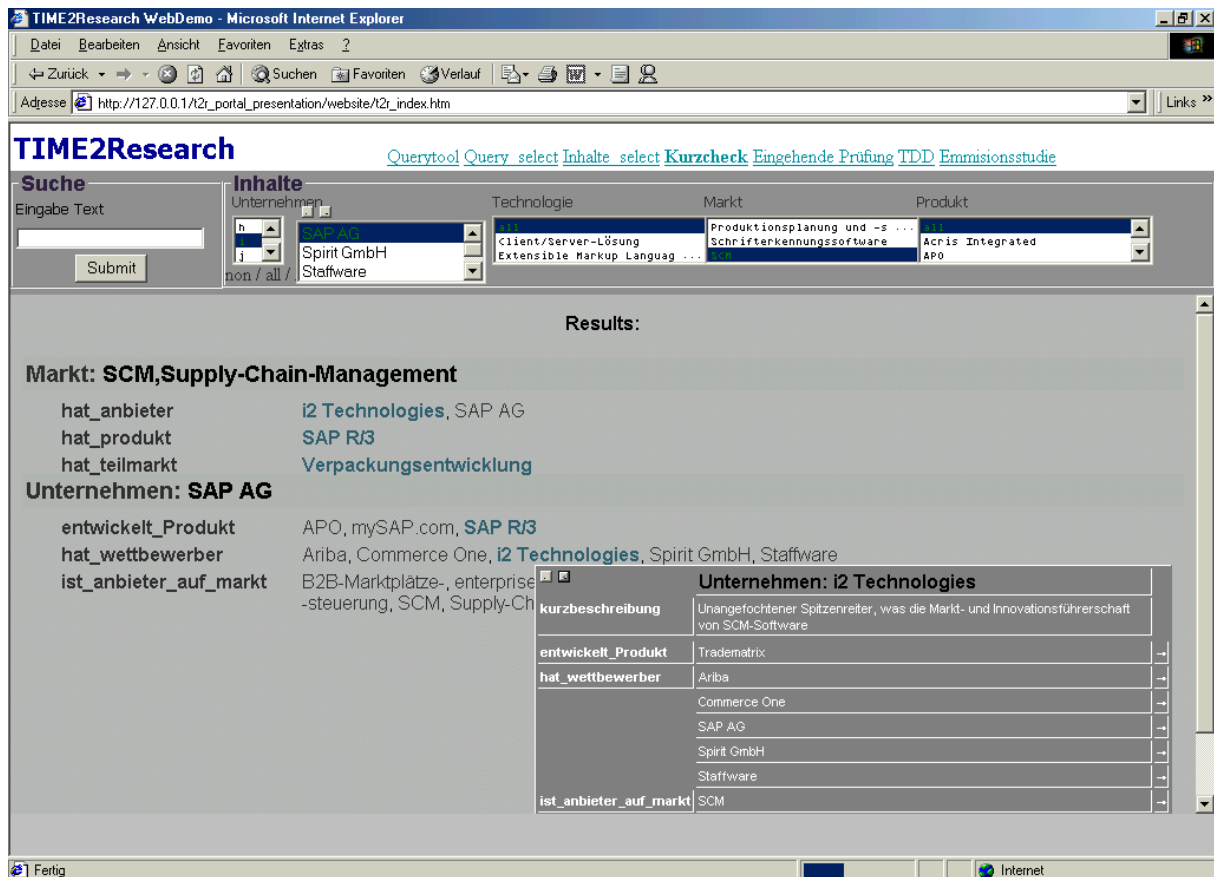


Abbildung 9: T2R-Portal in Aktion

Der letzte Punkt des Abfrageprozesses ist die Darstellung der Ergebnisse. Bei der Abfrageerstellung wird festgelegt in welcher Form die Antworten aus der Wissensbasis angeordnet werden. Neben der Ausgabemöglichkeit in einfacher Tabellenform existieren eine Berichtform und grafische Ausgabemöglichkeiten um z.B. eine Marktattraktivitätsmatrix anschaulich darzustellen. Wie in Abbildung 9 verdeutlicht, stellt die Berichtform die Informationen geordnet nach Begriffen dar. Die Arbeit des Analysten wird weiterhin dadurch unterstützt, dass er genauere Informationen zu den einzelnen Ergebnissen durch Auswahl des jeweiligen Ergebnisses erhält. Dadurch ist es dem Nutzer möglich, sich im konkreten Zusammenhang eine schnelle Übersicht über das Fachgebiet zu verschaffen.

Die Differenzierung der Suchanfrage in drei unterschiedliche Prozesse ermöglicht es dem Nutzer, eine auf sein Informationsbedürfnis zugeschnittene Sicht auf die Wissensbasis zu werfen. Außerdem ist durch eine Auswertung der personalisierten Einstellungen eine kontinuierliche Anpassung der Ontologie an die tatsächlichen Nutzerbedürfnisse möglich.

Ableitung von Wissen mit Hilfe von Regeln

Wissensgenerierung

Für die T2RAnwendung werden zwei Möglichkeiten der Wissensgenerierung genutzt. Zum einen generiert der Analyst wie in Kapitel 4 beschrieben mit jeder Unternehmensanalyse neues Wissen. Desweiteren kann durch die Anwendung von Regeln und logischen Zusammenhängen über die Inferenzmaschine neues Wissen abgeleitet werden.

Wissensinhalte müssen so erzeugt oder konvertiert werden, dass sie den organisationseigenen Konventionen entsprechen und sie in die Wissensmanagementinfrastruktur eingebracht werden können. Im Fall der T2R Anwendung erreichen wir die Integration der durch die Analysten gewonnen Erkenntnisse durch die Verwendung von Templates. Diese können in XML-Strukturen (vgl. Tabelle 4) umgesetzt werden. Mit Hilfe von XML ist es möglich, den einzelnen Textstellen in einem Bericht eine Semantik zuzuweisen.

Tabelle 4: Gefüllte Schablone für Investmentempfehlungen.

```
<investmentrecommendation>
  <author>      Henrik Oppermann      </author>
  <plandate>    October 18th, 2003     </plandate>
  <interviewpartners>
    <name>      York Sure              </name>
    <name>      Hans-Peter Schnurr     </name>
    <name>      Steffen Staab          </name>
  </interviewpartners>
  <recommend>  strong buy              </recommend>
  <details>
    <peergroup> ...                    </peergroup>
    < ... >    ...                    < ... >
  </details>
</investmentrecommendation>
```

Die zweite Möglichkeit, Wissen zu generieren, besteht darin, logische Zusammenhänge zwischen Begriffen zu formalisieren und dadurch ableitbar zu machen. Der Nutzer wird dadurch in seiner Arbeit besonders unterstützt, weil die Applikation ihm nicht nur diejenigen Informationen liefern kann, die der Nutzer selber eingegeben hat, sondern auch die Implikationen auf die schon vorhanden Fakten berücksichtigt werden.

Beispiel

Im nun folgenden Beispiel wird der Wissensprozess anhand einer konkreten Aufgabe durchgespielt. Grundlage des Beispiels ist, dass der Anwendung folgende Fakten durch die beschriebenen Mechanismen (z.B. Annotierung), hinzugefügt wurden.

Wissenserfassung:

SAP AG ist ein Unternehmen
SAP AG stellt ein Produkt P1 her.
P1 gehört zum Markt SCM.
P1 nutzt die Technologie T1.
P1 wird beschrieben von Dokument1.
i2 technologies ist ein Unternehmen
i2 technologies stellt ein Produkt P2 her.
P2 gehört zum Markt SCM.
P2 nutzt die Technologie T1.
Marktvolumina zu verschiedenen Märkten.

Wissenssuche:

Der Analyst bekommt mehrere Geschäftspläne zur Beurteilung vorgelegt. Darunter befindet sich die Beschreibung eines Unternehmens U1, welches ein Produkt für den SCM Markt entwickelt mit Technologie T2. In einem ersten Schritt prüft der Analyst kurz zu allen beschriebenen Unternehmen die jeweilige Marktgröße mit Hilfe des T2R Portals. Zwar sind die gesuchten Unternehmen noch nicht in die Wissensbasis integriert, jedoch existieren die entsprechenden Märkte, auf denen die Unternehmen anbieten, bereits. Durch Auswahl aller zu beurteilenden Märkte in den Selektionslisten bekommt der Nutzer genau die gewünschte Information geliefert.

Der Nutzer hat die Aufgabe, eine „Eingehende Prüfung“ zu dem Unternehmen U1 durchzuführen. Er fügt der Wissensbasis die Fakten zu dem Unternehmen mit Hilfe des Annotierungstools hinzu.

Wissensgenerierung:

U1 ist Anbieter auf Markt SCM.
U1 entwickelt Technologie T2.

Der Nutzer möchte nun alle Wettbewerber von U1 herausfinden und Technologien, welche diese nutzen. Das Ergebnis der Anfrage, ausgelöst durch Markierung des Unternehmens U1 ist:

U1 hat wettbewerber SAP AG, i2 technologies.
U1 nutzt technologie T2.
SCM Markt benutzte Technologien T1, T2.

Die Inferenzmaschine hat anhand der vorgegebenen Regeln abgeleitet, dass SAP AG ein Wettbewerber von U1 ist, anhand der Fakten, das beide Unternehmen Anbieter auf dem SCM Markt sind

6 Ausblick

Technologie, die sich an den Menschen anpasst, muss in der Lage sein nicht nur auf infrastruktureller, sondern auch auf inhaltlicher Ebene adäquaten Zugang zu Wissen zu ermöglichen. Wir haben durch unsere Forschungen gezeigt, wie Ontologien im Wissensmanagement dies vollbringen können, und unser Konzept auch in die Praxis umgesetzt. Dabei ist das hier vorgestellte Szenario nur eines von vielen möglichen. Ein weiteres ontologiebasiertes Wissensportal ist ein „Community Web Portal“ für die Forschung im Bereich „Knowledge Acquisition“ (vgl. [2]), die im gerade genehmigten EU IST Network of Excellence „OntoWeb“ die Grundlage bilden wird für die inhaltliche Vernetzung von mehr als 60 Forschungsgruppen und Unternehmen zum Themenbereich „Semantic Web“.

Im „Semantic Web“ (www.semanticweb.org) wird Wissen semantisch abgelegt und für Menschen und Maschine wiederbenutzbar vorgehalten. Kooperation im Semantic Web wird ontologiebasiertes Wissensmanagement auf einer globalen Skala sein – die wiederum zahlreiche der hier vorgestellten ontologiebasierten Methoden und Techniken benötigen wird.

-
- 1 Staab, S., H.-P. Schnurr, R. Studer, Y. Sure: Knowledge Processes and Ontologies. To appear in: IEEE Intelligent Systems. 16(1), January/February 2001. Special Issue on Knowledge Management.
 - 2 Staab, Steffen, Jürgen Angele, Stefan Decker, Michael Erdmann, Andreas Hotho, Alexander Mädche, Hans-Peter Schnurr, Rudi Studer, York Sure. Semantic Community Web Portals. In: WWW9 / Computer Networks (Special Issue: WWW9 - Proceedings of the 9th International World Wide Web Conference, Amsterdam, The Netherlands, May, 15-19, 2000), 33(1-6): 473-491. Elsevier, 2000.
 - 3 Staab, S. and Maedche, A.: Knowledge Portals - Ontologies at Work. To appear in: AI Magazine, 21(2), Summer 2001.
 - 4 Dieter Fensel, Jürgen Angele, Rudi Studer: The Knowledge Acquisition and Representation Language KARL. Transactions on Knowledge and Data Engineering 10(4): 527-550 (1998)
 - 5 Maedche, A. and Staab, S.: Ontology Learning for the Semantic Web. To appear in: IEEE Intelligent Systems. 16(2), March/April 2001. Special Issue on Semantic Web.
 - 6 T. R. Gruber : A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. in: Knowledge Acquisition. vol. 6,no. 2, 1993, pp. 199-221.
 - 7 G. Probst, K. Romhardt, and S. Raub. *Managing Knowledge*. J. Wiley and Sons, 1999.

-
- 8 G. Schreiber, H. Akkermans, A. Anjewierden, R. de Hoog, N. Shadbolt, W. Van de Velde, and B. Wielinga. Knowledge Engineering and Management — the CommonKADS Methodology. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts; London, England, 1999.
 - 9 S. Decker, M. Erdmann, D. Fensel, and R. Studer. Ontobroker: Ontology based access to distributed and semi-structured information. In R. Meersman et al., editor, Database Semantics: Semantic Issues in Multimedia Systems. Kluwer Academic, 1999.
 - 10 S. Staab and H.-P. Schnurr. Smart Task Support through Proactive Access to Organizational Memory. Knowledge-based Systems, 13(5): 251-260. Elsevier, 2000.
 - 11 J. Angele, H.-P. Schnurr, S. Staab, and R. Studer. The times they are a-changin' —the corporate history analyzer. In D. Mahling and U. Reimer, editors, Proceedings of the Third International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management. Basel, Switzerland, October 30-31, 2000, 2000. <http://www.research.swisslife.ch/pakm2000/>.
 - 12 S. Weibel and E. Miller. Dublin core metadata. Technical report, 1998. <http://purl.oclc.org/dc>.
 - 13 Thomas Baaken. Bewertung technologieorientierter Unternehmensgründungen. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1989.