



X · media · press

Semantic Web

Wege zur vernetzten
Wissensgesellschaft

 Springer

Tassilo Pellegrini
Andreas Blumauer (Hrsg.)

X.media.press ist eine praxisorientierte Reihe
zur Gestaltung und Produktion von Multimedia-
Projekten sowie von Digital- und Printmedien.



Tassilo Pellegrini
Andreas Blumauer (Hrsg.)

Semantic Web

Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft

Mit 98 Abbildungen und 4 Tabellen

Tassilo Pellegrini
Andreas Blumauer
Semantic Web School
Zentrum für Wissenstransfer
Lerchenfelder Gürtel 43
1160 Wien, Österreich
t.pellegrini@semantic-web.at

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 1439-3107
ISBN-10 3-540-29324-8 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-29324-8 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgezes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Satz und Herstellung: LE-T_EX, Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig
Umschlaggestaltung: KünkelLopka Werbeagentur, Heidelberg
Gedruckt auf säurefreiem Papier 33/3100 YL - 5 4 3 2 1 0

Vorwort der Herausgeber

Tassilo Pellegrini, Andreas Blumauer

Semantic Web School – Centre for Knowledge Transfer;
{t.pellegrini, a.blumauer}@semantic-web.at

Anfang des Jahres 2005 ist der Springer Verlag an die Semantic Web School herangetreten, ein Lehrbuch über das Thema Semantic Web zu verfassen. Schnell war klar, dass ein Lehrbuch zu so einem umfangreichen Thema kaum aus der Perspektive einer einzelnen Person oder Institution zu erstellen ist, ohne dabei sträfliche Abstriche in der inhaltlichen Bandbreite in Kauf nehmen zu müssen. Auf die konzeptionelle Not folgte die gestalterische Tugend und die Idee, den ersten deutschsprachigen Sammelband über Semantic Web zu erstellen, mit dem Ziel, einen möglichst umfassenden – wenn auch nicht erschöpfenden – Einstieg in das Thema zu gewährleisten.

Nach knapp einem Jahr vereinigt der vorliegende Band 33 Beiträge von 57 Autoren aus 35 Institutionen zu einem virulenten und multidisziplinären Thema. Der Band richtet sich gleichermaßen an interessierte Laien und fachfremde Experten, die nicht nur aus der technischen Perspektive einen Zugang zum Thema suchen. Denn obwohl das Thema Semantic Web zu überwiegendem Maße ein technisches ist, sollen hier bewusst jene Aspekte angesprochen werden, die außerhalb einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive von Relevanz sind und vor allem die praktischen Aspekte semantischer Technologien adressieren. Dieser Anforderung wird durch die vielen Praxisbezüge und Anwendungsbeispiele innerhalb der einzelnen Beiträge Rechnung getragen.

Die Generalisten unter den Leserinnen und Lesern¹ werden ein spannendes Feld der inhaltlichen Auseinandersetzung entdecken, wenn es darum geht, die Umsetzung des Semantic Web von einer Vision zu einer lebensweltlichen Praxis zu beobachten. Gleichzeitig hoffen die Herausgeber, den unterschiedlichen Spezialisten in den Themenbereichen des Semantic Web

¹ Die Herausgeber sind bemüht den Richtlinien des geschlechtsneutralen Formulierens nachzukommen. Aus Gründen der Lesbarkeit bitten wir jedoch um Verständnis, wenn im Weiteren die männliche Schreibweise beibehalten wird.

die Vielfalt der inhaltlichen und konzeptionellen Zugänge zu eröffnen und so den Dialog zwischen den Disziplinen anzukurbeln.

Hierbei ist es den Herausgebern jedoch wichtig darauf hinzuweisen, das Semantic Web und semantische Technologien nicht als verheißungsvolles Allheilmittel der durch Informationstechnologien heraufbeschworenen Probleme und Herausforderungen zu betrachten. Ganz im Gegenteil plädieren die Herausgeber für eine verstärkte Auseinandersetzung mit dem Thema unter Einbeziehung einer großen Vielfalt an Experten aus den unterschiedlichsten Fachbereichen, die einen reflektierten und kritischen Beitrag zu den positiven *und* negativen Effekten semantischer Technologien beitragen sollen. Eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Technikfolgen semantischer Technologien ist deshalb dringend geboten, hätte jedoch den Umfang dieses Bandes bei weitem gesprengt.

Wie eine Paneldiskussion auf der internationalen Konferenz „Semantics 2005“ in Wien gezeigt hat, ist die Debatte um die Regulierung semantischer Technologien bereits voll entfacht. Die Bandbreite erstreckt sich vom Wunsch einer expliziten Regulierung des Einsatzes semantischer Technologien und der damit generierten Inhalte („Web of Trust“) bis hin zur Forderung, durch das Semantic Web induzierte gesellschaftliche Veränderungen nicht explizit mit semantischen Technologien in Verbindung zu bringen, sondern als generelles IT-Thema wahrzunehmen. Die Entwicklung einer allgemein reflektierten und tragfähigen Position zur Regulierungsproblematik ist jedenfalls ein wichtiger und notwendiger Schritt für den gesellschaftlichen und kommerziellen Erfolg des Semantic Web.

Unabhängig von der Forderung nach mehr Technikreflexion identifizieren die Herausgeber drei große Trends, die einerseits den Einsatz semantischer Technologien erfordern und andererseits ihre Entwicklung beschleunigen und begünstigen (siehe Abbildung 1):

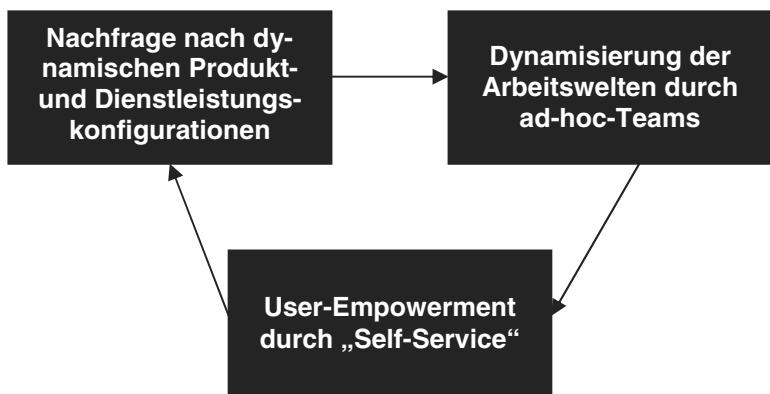


Abb. 1. Trends und arbeitstechnische Veränderungen, die mit der Entwicklung des Semantic Web in Wechselwirkung stehen

1. Die Nachfrage nach dynamischen Produkt- und Dienstleistungskonfigurationen steigt.
2. Die Dynamisierung der Arbeitswelten erfordert organisationsübergreifende Strukturen auf Basis von ad-hoc-Teambildungen.
3. Kunden und Anwender integrieren Informationsbestände zunehmend selbst unter Verwendung immer intelligenterer Dialogsysteme und Suchwerkzeuge („Self-Service“), um letztlich die in Punkt 1 angeführten Konfigurationen realisieren und nachfragen zu können.

Jeder dieser Trends manifestiert sich auf drei Ebenen:

1. Anwenderebene
2. Organisationsebene
3. Technikebene

Diese drei Ebenen geben auch die Struktur vor, nach dem der Sammelband aufgebaut ist und damit auch versucht wird, der interdisziplinären Vielfalt des Themas gerecht zu werden.

Im *ersten Teil* wird neben der begrifflichen Klärung eine Reihe von Einstiegspunkten angeboten, ohne dass der Leser das Semantic Web in seiner Systematik und Funktionsweise kennen muss.

Im Beitrag von Andreas Blumauer und Tassilo Pellegrini werden die zentralen Begriffe rund um semantische Technologien vorgestellt und zentrale Konzepte überblicksartig dargestellt.

Die Arbeitsgruppe um Bernardi et al. leitet über in den Themenbereich der Arbeitsorganisation und diskutiert die Bedingungen für den Einsatz semantischer Technologien aus der Perspektive der Wissensarbeit.

Dem Thema Normen und Standards wurden sogar zwei Beiträge gewidmet. Während Christian Galinski die grundsätzliche Notwendigkeit von Normen zu Zwecken der Interoperabilität aus einer Top-Down-Perspektive beleuchtet, eröffnet Klaus Birkenbihl einen Einblick in die technischen Standards des Semantic Web aus der Bottom-Up-Perspektive des World Wide Web Consortiums (W3C).

Mit einem Beitrag zum Innovationsgrad semantischer Technologien in der ökonomischen Koordination betreten Michael Weber und Karl Fröschl weitgehend theoretisches Neuland und legen ein Fundament für weiterführende Auseinandersetzungen.

Abgerundet wird der erste Teil noch mit einem Beitrag von Bernd Wohlkinger und Tassilo Pellegrini über die technologiepolitischen Dimensionen der Semantic Web Forschung in der europäischen Union.

Im *zweiten Teil* steht der Anwender des Semantic Web im Mittelpunkt, womit auch die erste Ebene der systematischen Auseinandersetzung mit semantischen Technologien angesprochen wird.

Nicola Henze zeigt auf, welchen Beitrag semantische Technologien für die Personalisierung von Informationssystemen leisten.

Stefanie Lindstaedt und Armin Ulbrich diskutieren die Möglichkeiten der Zusammenführung von Arbeiten und Lernen zu Zwecken der Kompetenzentwicklung in Arbeitsprozessen.

Leo Sauermann stellt daraufhin mit der Metapher des „Semantic Desk-top“ ein innovatives Konzept für den Arbeitsplatz der Zukunft vor und fragt – nicht ohne eine gewisse Ironie –, ob dieser Arbeitsplatz tatsächlich auf einen physischen Ort begrenzt ist.

Mark Buzinkay zeigt aus einer historischen Perspektive, wie semantische Strukturen die Navigation sowohl im Web als auch auf einzelnen Webseiten verändert haben und noch werden.

Michael Schuster und Dieter Rappold adressieren die Konvergenz von Social Software und Semantic Web entlang der persönlichen Aneignung von Informationstechnologien zu Zwecken der sozialen Vernetzung.

Remo Burkhard plädiert dafür, Wissensvisualisierung als Brückenfunktion zwischen technischer Infrastruktur und Nutzer wahrzunehmen und demonstriert das Potential der Wissensvisualisierung zur zielgruppengerechten Kommunikation komplexer Zusammenhänge.

Abschließend zeigt Gabriele Sauberer, welche Informationskompetenzen und Schlüsselqualifikationen in der modernen Informationsgesellschaft von Bedeutung sein werden, in der der Einsatz semantische Technologien zur täglichen Wissensarbeit gehören wird.

Der *dritte Teil* des Bandes thematisiert die organisationalen Dimensionen des Semantic Web und demonstriert unter dem Stichwort „Wissensmanagement“ eine Reihe von Konzepten und Anwendungen im betrieblichen und kollaborativen Umgang mit Information.

Der Beitrag von Andreas Blumauer und Thomas Fundneider bietet einen Überblick über den Einsatz semantischer Technologien am Beispiel eines integrierten Wissensmanagement-Systems.

Michael John und Jörg Drescher zeichnen den historischen Entwicklungsprozess des IT-Einsatzes für das Management von Informations- und Wissensprozessen im betrieblichen Kontext.

Vor dem Hintergrund der betrieblichen Veränderungen durch Globalisierung und angeheizten Wettbewerb zeigt Heiko Beier, welche Rollen, Prozesse und Instrumente in wissensbasierten Organisationen die effiziente Nutzung von Wissen unterstützen.

Mit dem Konzept des kollaborativen Wissensmanagement präsentiert das Autorenteam Schmitz et al. einen innovativen Wissensmanagement-Ansatz auf Peer-to-Peer-Basis mit dem Ziel der kollaborativen Einbindung und Pflege von dezentralisierten Wissensbasen.

York Sure und Christoph Tempich demonstrieren anhand der Modellierungsmethode DILIGENT, welchen Beitrag Ontologien bei der Wissensvernetzung in Organisationen leisten können.

Hannes Werthner und Michael Borovicka adressieren die Bedeutung semantischer Technologien für eCommerce und demonstrieren am Beispiel HARMONISE deren Einsatz im Bereich des eTourismus.

Erweitert wird diese Perspektive durch den Beitrag von Fill et al., in dem das Zusammenspiel zwischen Web-Services und Geschäftsprozessen aus der Perspektive der Wirtschaftsinformatik analysiert wird.

Abschließend präsentiert das Autorenteam Angele et al. eine Reihe von realisierten Anwendungen auf Basis semantischer Technologien und identifiziert kritische Faktoren für deren Einsatz.

Im *vierten Teil* des Bandes stehen die technischen und infrastrukturellen Aspekte im Mittelpunkt des Interesses, die für den Aufbau und Betrieb semantischer Systeme von Relevanz sind.

Wolfgang Kienreich und Markus Strohmaier identifizieren die Wissensmodellierung als Basis für den Einsatz semantischer Technologien für das Knowledge Engineering und stellen zwei grundlegende Modellierungsparadigmen vor.

Andreas Koller argumentiert, dass die strukturierte Ablage von Content in Content Management Systemen den Lift-Off des Semantic Web stützen wird und zeigt eine Reihe von einfachen Maßnahmen auf, wie CMS Semantic Web tauglich gemacht werden können.

Alois Reitbauer gibt einen leicht verständlichen Überblick über technische Fragestellungen der IT-Integration und demonstriert anhand von Beispielen die Vorteile semantischer Technologien gegenüber konventionellen Methoden.

Gerald Reif veranschaulicht die Einsatzgebiete und Leistungsfähigkeit der semantischen Annotation und stellt Tools vor, die den Nutzer bei der Dokumentenverschlagwortung unterstützen.

Robert Baumgartner stellt die Funktionsweise von Wrappertechnologien zur Extraktion von Daten aus unstrukturierten Dokumenten vor und demonstriert den Nutzen am Beispiel eines B2B-Szenarios.

Michael Granitzer bietet einen Überblick über statistische Verfahren der Textanalyse und zeigt, welchen Beitrag diese zur Wartung von Ontologien leisten können.

Gerhard Budin geht auf die zentrale Rolle des Terminologiemanagements bei der Ordnung und Intersubjektivierung komplexer Wissensstrukturen ein und gibt Anleitung für die Entwicklung von terminologischen Metamodellen.

Marc Ehrig und Rudi Studer thematisieren Prinzipien und Herausforderungen der semantischen Integration von Ontologien zu Zwecken der Herstellung von Interoperabilität von Web Services.

Wolfgang May gibt eine Einführung in das Thema Reasoning im und für das Semantic Web und zeigt auf, welche Mechanismen und Konzepte in naher Zukunft für das Semantic Web relevant werden.

Abschließend führt die Autorengruppe um Polleres et al. in das junge Thema der semantischen Beschreibung von Web Services ein und adressiert Fragestellungen der Service Komposition und Automatisierung von Geschäftsprozessen.

In einem *Nachwort* widmet sich Rafael Capurro der Frage, wie es in Zeiten eines auftauchenden semantischen Web um die philosophische Hermeneutik bestellt ist. Und er kommt zu dem Schluss, dass das Semantic Web als ein weltpolitisches Projekt verstanden werden sollte, das zu wichtig ist, um es alleine den Technikern oder den Politikern zu überlassen.

Wien, am 25. Jänner 2006

Danksagung

Die Herausgeber des Bandes bedanken sich bei den Autorinnen und Autoren dieses Sammelbandes und ihrer Bereitschaft dieses Projekt durch ihre Expertise mit zu tragen. Besonderer Dank gilt zudem der kompetenten und unkomplizierten Unterstützung durch den Springer Verlag in allen produktionstechnischen Fragen und dem unermüdlichen Einsatz von Eva Pellegrini, die durch ihre Erfahrung und Kompetenz im Zuge des Lektorats einen wichtigen Beitrag zu der hohen formalen Qualität dieses Buches geleistet hat.

Inhaltsverzeichnis

Semantic Web – Geschichte und Ausblick einer Vision.....	1
<i>Klaus Tochtermann, Hermann Maurer</i>	

Einstiegspunkte

Semantic Web und semantische Technologien: Zentrale Begriffe und Unterscheidungen.....	9
<i>Andreas Blumauer, Tassilo Pellegrini</i>	

Komplexe Arbeitswelten in der Wissensgesellschaft	27
<i>Ansgar Bernardi, Harald Holz, Heiko Maus und Ludger van Elst</i>	

Wozu Normen? Wozu semantische Interoperabilität?	47
<i>Christian Galinski</i>	

Standards für das Semantic Web.....	73
<i>Klaus Birkenbihl</i>	

Das Semantic Web als Innovation in der ökonomischen Koordination.....	89
<i>Michael Weber, Karl Fröschl</i>	

Semantic Systems Technologiepolitik in der Europäischen Union	115
<i>Bernd Wohlkinger, Tassilo Pellegrini</i>	

Anwenderperspektive

Personalisierbare Informationssysteme im Semantic Web	135
<i>Nicola Henze</i>	

Integration von Arbeiten und Lernen – Kompetenzentwicklung in Arbeitsprozessen	147
<i>Stefanie N. Lindstaedt, Armin Ulbrich</i>	
Semantic Desktop – Der Arbeitsplatz der Zukunft	161
<i>Leo Sauermann</i>	
Finden und gefunden werden – Funneling im Semantic Web	177
<i>Mark Buzinkay</i>	
Social Semantic Software – was soziale Dynamik im Semantic Web auslöst.....	189
<i>Michael Schuster, Dieter Rappold</i>	
Knowledge Visualization: Die nächste Herausforderung für Semantic Web Forschende?	201
<i>Remo Burkhard</i>	
Informationskompetenz und Schlüsselqualifikationen in der Wissensarbeit	213
<i>Gabriele Sauberer</i>	

Organisationale Perspektive

Semantische Technologien in integrierten Wissensmanagement-Systemen	227
<i>Andreas Blumauer, Thomas Fundneider</i>	
Semantische Technologien im Informations- und Wissensmanagement: Geschichte, Anwendungen und Ausblick.....	241
<i>Michael John, Jörg Drescher</i>	
Betriebliches Wissensmanagement: Rollen, Prozesse, Instrumente	257
<i>Heiko Beier</i>	
Kollaboratives Wissensmanagement.....	273
<i>Christoph Schmitz, Andreas Hotho, Robert Jäschke und Gerd Stumme</i>	
Wissensvernetzung in Organisationen	291
<i>York Sure, Christoph Tempich</i>	

E-commerce und Semantic Web	307
<i>Hannes Werthner, Michael Borovicka</i>	
Web-Services und Geschäftsprozesse im Semantic Web	321
<i>Hans-Georg Fill, Dimitris Karagiannis und Johannes Lischka</i>	
Anwendungen und Good Practices Semantischer Technologien.....	337
<i>Jürgen Angele, Eddie Mönch, Andreas Nierlich, Heiko Rudat und Hans-Peter Schnurr</i>	

Methoden und Technische Infrastruktur

Wissensmodellierung – Basis für die Anwendung semantischer Technologien	359
<i>Wolfgang Kienreich, Markus Strohmaier</i>	
Web Content und Content Management Systeme: Ohne Struktur kein Semantic Web!	373
<i>Andreas Koller</i>	
IT Konsolidierung und Informationsintegration	387
<i>Alois Reitbauer</i>	
Semantische Annotation.....	405
<i>Gerald Reif</i>	
Methoden und Werkzeuge zur Webdatenextraktion	419
<i>Robert Baumgartner</i>	
Statistische Verfahren der Textanalyse	437
<i>Michael Granitzer</i>	
Kommunikation in Netzwerken – Terminologiemanagement	453
<i>Gerhard Budin</i>	
Wissensvernetzung durch Ontologien.....	469
<i>Marc Ehrig, Rudi Studer</i>	
Reasoning im und für das Semantic Web	485
<i>Wolfgang May</i>	

Semantische Beschreibung von Web Services.....	505
<i>Axel Polleres, Holger Lausen und Rubén Lara</i>	

Nachwort

Hermeneutik <i>revisited</i>	527
<i>Rafael Capurro</i>	

Semantic Web – Geschichte und Ausblick einer Vision

Klaus Tochtermann, Hermann Maurer

Know-Center und Technische Universität, Graz, Österreich;
ktochter@know-center.at
Technische Universität, Graz, Österreich;
hmaurer@iicm.tu-graz.ac.at

1 Am Anfang war der Wunsch

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor. Frau Maler ist auf der Suche nach einem homöopathischen Arzt in ihrer Heimatstadt. Über ihre bevorzugte Suchmaschine gibt Frau Maler die Suchbegriffe *Arzt*, *Homöopathie* und *Stadt Graz* ein. Als Ergebnis wirft die Suchmaschine eine lange Liste an Links aus. Frau Maler sucht sich die Links aus, die direkt auf Ordinationen zeigen. Natürlich sind nun auch Ärzte in ihrer Liste, die sich *nicht* mit Homöopathie beschäftigen. Diese sortiert Frau Maler aus, genauso wie jene, die nicht mit den öffentlichen Verkehrsmitteln des örtlichen Verbunds erreichbar sind. Dazu muss sie natürlich zum Teil zuvor im Stadtplan nach der genauen Lage der Adressen suchen. Schließlich sortiert sie die Ärzte aus, die keine Bewertungen besitzen bzw. die nicht zumindest als gut bewertet wurden. Für die verbleibenden Ärzte sichtet Frau Maler noch die Ordinationszeiten und vergleicht diese mit ihrem Kalender. Nach 20 Minuten hat Frau Maler schließlich drei in Frage kommende Ärzte gefunden. Ob sie welche übersehen hat, weiß sie freilich nicht.

Geht das ganze nicht einfacher, schneller, besser?

Und jetzt versetzen Sie sich ein paar Jahre in die Zukunft und stellen sich einen Projektmanager in einem transnationalen Konzern vor, der zusammen mit zwei weiteren Großkonzernen, fünfzehn kleineren Firmen sowie einem breiten Netzwerk selbständiger Spezialisten an einem bahnbrechenden Weltraumtourismusprojekt arbeitet. Ein unerwartetes Gerichtsurteil hat soeben die gesamten Rahmenbedingungen des Projekts gehörig ins Wanken gebracht. Und in der *real time economy* erwarten seine Projektpartner,

Investoren und nicht zuletzt sein Chef schnelle und sichere Antworten – und das erfordert nicht nur Recherchen, die die Arztsuche von Frau Maler wie ein Kinderspiel aussehen lassen, sondern darüber hinaus auch noch enge virtuelle Zusammenarbeit über mehrere Zeitzonen und Fachdisziplinen hinweg ...

muss das ganze nicht einfacher, schneller, besser gehen als heute?

2 Es folgte die Tat

Die Antwort von Tim Berners-Lee, dem „Erfinder“ des World Wide Web, und einer recht großen und beständig wachsenden Gruppe von Forschern, Technikern und zunehmend auch Anwendern lautet: Ja. Und wir wissen auch, wie.

An dieser Stelle wird dann der Begriff des Semantic Web ins Spiel gebracht. Die grundlegende Idee besteht darin, Inhalte im Web so anzureichern, dass sie nicht nur für Menschen verständlich sind, sondern auch von Maschinen zumindest soweit erfasst werden können, dass Automatisierung auch auf der Ebene der *Bedeutung* möglich wird. Wie und wodurch das im Einzelnen geschieht, ist Gegenstand der Beiträge in diesem Band, die den Bogen von den prägenden Rahmenbedingungen – den Arbeitswelten in der Wissensgesellschaft – bis hin zu zukünftigen intelligenten Diensten – den Semantic Web Services – spannen.

Wodurch unterscheidet sich nun das Semantic Web als Konzept von bisherigen Ansätzen?

Der Versuch, Maschinen auf semantischer Ebene arbeiten zu lassen, ist definitiv nicht neu. Die Disziplin der künstlichen Intelligenz beschäftigt sich bereits seit mehreren Jahrzehnten mit Themen wie automatischem Schlussfolgern, und geht teilweise in ihrem Anspruch sogar noch weit über den des Semantic Web hinaus: Verfechter der starken künstlichen Intelligenz wollen die Leistungen des menschlichen Gehirns insgesamt nachbilden und übertreffen. Als Teil von Knowledge Engineering werden auch schon lange Methoden praktiziert, Wissen überhaupt erst einmal strukturiert aus Köpfen in elektronische Form zu überführen. Tatsächlich baut das Semantic Web wesentlich auf Wissensrepräsentationsformen dieser Herkunft auf. Die großen Erfolge der künstlichen Intelligenz beschränken sich jedoch bisher auf einzelne, relativ isolierte inhaltliche Domänen.

Die halb- oder vollautomatische Extraktion von Semantik aus gegebenen, nicht oder nur teilweise strukturierten Datenbeständen ist ebenfalls nicht wirklich neu. Auch das gab es bereits, bevor die Idee des Semantic Web überhaupt geboren wurde. Auf diesem Gebiet werden – vielleicht sogar noch mehr als auf dem der künstlichen Intelligenz – auch laufend

neue Fortschritte erzielt. Und selbstverständlich wird heute die automatische Informationsextraktion ebenfalls als wesentlicher Baustein für das Semantic Web gesehen. Mit ihrer Hilfe kann man innerhalb kürzester Zeit eine große Menge an Inhalten zumindest bis zu einem gewissen Grad semantisch anreichern, viel schneller als die manuelle Wissensmodellierung das vermag.

Auch die Verteiltheit von Information in großen Mengen an sich ist natürlich nicht neu – der Name Semantic Web selbst geht ja gerade auf das Paradebeispiel dafür, nämlich das World Wide Web, zurück.

Neu ist jedoch die Kombination dieser Elemente. Das Semantic Web ist eine effektivere Zusammenführung auf einheitlicher Basis mit breiterem Anspruch. Einflüsse, die Bedarfe widerspiegeln – wie eben große Mengen verteilter und heterogener Informationen, aber auch ständig zunehmende wirtschaftliche Anforderungen – treffen auf bereits aus früheren Anstrengungen vorliegende technologische Lösungselemente, die nun adaptiert und von einer bestimmten Vision getrieben gezielt weiterentwickelt werden. Die Basis dafür bilden die Entwicklung entsprechender Standards, aber auch Strategien, um den tatsächlichen Erfolg des gesamten Vorhabens sicherzustellen.

Eine wichtige Rolle spielt dabei Dezentralität, und zwar in zweierlei Hinsicht: Einerseits handelt es sich nicht um ein monolithisches, zentral gesteuertes Forschungsprogramm, sondern vielmehr um eine Bewegung, einen Trend, der von Forschern, Entwicklern und Anwendern eigenständig aufgegriffen wird. Andererseits beschreibt auch die Vision des Semantic Web selbst ein dezentrales Netz, das mit einem Minimum an zentral koordinierten Elementen (einer Handvoll technischer Standards) auskommt, wohingegen die Inhalte, und zwar einschließlich ihrer semantischen Dimension (Ontologien – explizite und maschinell verarbeitbare Beschreibungen von Domänenmodellen), verteilt entstehen und sich bloß der Standards bedienen, um Interoperabilität sicherzustellen.

3 Und irgendwann die Reflexion?

Obwohl seit dem populären Debüt der Vision des Semantic Web vor rund fünf Jahren durchaus beachtliche Fortschritte erzielt wurden, steckt das Semantic Web selbst – also die Realisierung der Vision – noch in den Kinderschuhen. Das heißt aber gleichzeitig: Sie ist noch nicht in Stein gemeißelt. Noch gestaltbar. Eine offene Chance. Und Verantwortung.

Das schreit natürlich geradezu nach einer kritischen Reflexion, die über die technische Ebene hinausgeht, möchte man meinen. Dieser Schrei wird jedoch erstaunlich selten wahrgenommen. Der vorliegende Band soll daher

dazu beitragen, eine solche Reflexion nicht erst irgendwann, sondern jetzt anzustoßen, und zwar auch auf ökonomischer, sozialer und kultureller Ebene. Einige Ansatzpunkte dafür seien gleich hier angerissen, damit sie bei der Lektüre der einzelnen Beiträge stets mitschwingen können.

Selbst wenn man sich der Reflexion von technischer Seite nähert, kommen schnell Fragen auf, deren Beantwortung einen weiteren Blickwinkel verlangt. Etwa im Kontext der vielen entstehenden Ontologien: Wie stellen wir eine vernünftige Wiederverwendung sicher? Das ist nicht nur eine Frage des Auffindens, sondern auch eine von subjektiver Qualitätsbeurteilung, Vertrauen und Feedbackmechanismen. Und unter welchen Umständen ist welche Art der semantischen Anreicherung von Inhalten am sinnvollsten – Ontologie-Entwicklung *a priori* oder Informationsextraktion *a posteriori*? Das Vorgeben von Strukturen mag eine gewisse Konsistenz sicherstellen, verschließt dabei aber inhaltlich immer auch so manche Tür. Die immer wieder geführte Debatte über den Umgang mit semi-strukturierten Daten legt auch eine andere Frage nahe: Welcher Grad an Formalisierung ist überhaupt letztendlich am sinnvollsten? Die Antwort wird natürlich nicht zuletzt von den im Einzelfall angepeilten Anwendungsszenarien abhängen (was soll mit den Inhalten geschehen – automatische Inferenz?), darf aber auch den psychologischen und sozialen Prozess der Entstehung dieser Inhalte nicht außer Acht lassen (ist eine weitgehende Formalisierung überhaupt möglich und auch unter Berücksichtigung nicht-technischer Rahmenbedingungen akzeptabel?). In eine ähnliche Kerbe schlägt die Bemerkung, dass die Benutzerschnittstellen der gängigen Werkzeuge im Semantic Web Umfeld noch lange nicht ein Niveau erreicht haben, das der gewünschten breiteren Akzeptanz wirklich dienlich wäre. Wie kann man von einer breiteren Bevölkerungsschicht erwarten, sich etwa mit Ontologie-Editoren auseinanderzusetzen, wenn selbst Profis, denen man wesentlich mehr Komplexität zumuten kann, heute immer noch unglücklich damit sind?

Bleibt man bei der Anwendungsperspektive, macht aber den technologischen Blickwinkel etwas weiter auf, so stellt sich schnell die Frage nach dem Zusammenhang zwischen dem Semantic Web und anderen aktuellen Trends, die unter Schlagworten wie Web 2.0 und Social Software zusammengefasst werden. Inwieweit kann das Semantic Web zu einer „Architektur der Partizipation“ beitragen? Erste Schritte sind mit semantischen Blogs und Wikis ja bereits unternommen. Und immerhin sind die wirklich auf breiter Front erfolgreichen Systeme am Web ihrer Natur nach als „bottom-up“ zu klassifizieren. Das Semantic Web ist zwar durchaus auch so gedacht, aber wie sehr wird die (notwendige?) Komplexität eines voll ausgeprägten Semantic Web seiner weiteren Verbreitung im Weg stehen? Was kann für das zukünftige Semantic Web aus Erfahrungen auf dem Peer-to-Peer Sektor gelernt werden? Und wie können (und sollen) umgekehrt semantische Technologien neue Arten von Peer-to-Peer Anwendungen ermöglichen, die

nicht nur technisch mächtiger sind, sondern in Folge womöglich auch gewisse soziale Machtverschiebungen nach sich ziehen? Außerdem lenkt der Blick auf andere Trends die Aufmerksamkeit auch auf sich ändernde Erwartungshaltungen der Benutzer – und zwar nicht nur in den Marktsegmenten, denen diese Trends üblicherweise zugeordnet werden. Wenn beispielsweise im Consumer Internet die oft ziemlich radikale Vereinfachung des Benutzer-Erlebnisses an der Tagesordnung steht (technisch momentan z. B. durch AJAX, bei vielen neuen Webdiensten aber auch funktional), wie wird sich das auf die Erwartungshaltungen von Wissensarbeitern in Unternehmen auswirken? Schließlich sind die beiden Gruppen alles andere als scharf getrennt: Jeder Wissensarbeiter ist in seiner Freizeit natürlich auch Konsument. Aber Unternehmensinfrastrukturen haben Planungshorizonte und Roadmaps – sie können mit den Entwicklungen im Consumer Bereich oft nicht Schritt halten.

Selbst wenn sich die Steine am Weg zur vollen technischen und inhaltlichen Entfaltung des Semantic Web als gar nicht so groß oder zumindest als einigermaßen leicht umgehbar entpuppen, bleiben dennoch grundsätzliche Fragen hinsichtlich dieser Vision selbst. Eine Menge an neuen und zweifellos ausgesprochen nützlichen Anwendungen wird sich auftun. Aber gerade das hat vielleicht auch eine Kehrseite: Kann der unbedarfte Benutzer die Kontrolle behalten oder wird er von der zunehmenden Automatisierung überrollt? Auf der technischen Ebene mag wohl von loser Kopplung (etwa von Web Services) die Rede sein, aber auf der Anwendungsebene ermöglicht das Semantic Web durchaus eine engere Kopplung von Abläufen. Gehen hier ökonomisch und sozial wichtige Pufferzonen verloren? Inwieweit können und wollen wir mit einer vom Semantic Web noch verschärften weiteren Beschleunigung unserer Lebenswelt Schritt halten? Und selbst wenn die Vision einer weitgehenden Automatisierung vieler Prozesse auf Bedeutungsebene perfekt aufgeht, laufen wir gerade dann nicht auch Gefahr, vernetztes Denken und Handeln zu verlernen?

Die von Rafael Capurro in seinem Nachwort zu diesem Band bereits angesprochene Wichtigkeit des beständigen Dialogs, der Vorläufigkeit jeglicher vorgeblichen Erkenntnis, des Offenhaltns von Perspektiven, wirft hier ebenfalls einen wesentlichen Fragenkomplex auf. An die Unbeständigkeit von Inhalten am World Wide Web haben wir uns ja bis zu einem gewissen Grad gewöhnt, aber wie weit ist das Semantic Web in der Lage, mit der aus dieser Perspektive nicht nur wünschenswerten, sondern geradezu notwendigen Fluidität von semantischen Strukturen (speziell: Ontologien) umzugehen? Die Idee des Semantic Web besteht ja gerade darin, immer mehr bisher essentiell menschliche Prozesse zu automatisieren. Wie weit wollen wir die Flexibilität unserer mentalen Modelle, und

damit letztendlich unserer gesamten Weltdeutung, der Automatisierung überantworten?

Schließlich muss natürlich auch die Kosten/Nutzen Frage gestellt werden dürfen. Und gleich anschließend: Wessen Kosten, und wessen Nutzen eigentlich? Ein breiter Blick ist dazu unerlässlich. Dieser Band soll dabei helfen.

Danksagung

Das Know-Center wird als Kompetenzzentrum innerhalb des Österreichischen Kompetenzzentrenprogramms Kplus (www.kplus.at) unter der Schirmherrschaft des Österreichischen Ministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert. Schließlich möchten wir Dr. Gisela Dössinger und Dr. Herwig Rollett für ihre Hilfe bei den Recherchen zu und der Erstellung von diesem Beitrag unseren Dank aussprechen.

Einstiegspunkte

Semantic Web und semantische Technologien: Zentrale Begriffe und Unterscheidungen

Andreas Blumauer, Tassilo Pellegrini

Semantic Web School – Centre for Knowledge Transfer, Wien, Österreich;
E-Mail: {a.blumauer, t.pellegrini}@semantic-web.at

Zusammenfassung: Naturgemäß zieht jede interdisziplinäre Auseinandersetzung, wie hier zum Thema Semantic Web, Ungereimtheiten auf begrifflicher Ebene nach sich. „Wenn die Begriffe nicht klar sind, breitet sich Unordnung aus“ weiß man spätestens seit Konfuzius. Dieses Kapitel soll daher jene zentralen Begriffe der Semantic Web-Entwicklung einführen und weitgehend definieren, die dann in den einzelnen Kapiteln jeweils in unterschiedliche Kontexte gesetzt werden. Anhand des „A-O-I-Modells des Semantic Web“ werden schließlich jene drei Betrachtungsweisen zueinander in Beziehung gesetzt, denen in der derzeitigen Entwicklungsstufe des Semantic Web die jeweils höchste Aufmerksamkeit geschenkt wird: Anwenderkontext, Organisations-Kontext und (technische) Infrastruktur. Es eignet sich als Orientierungshilfe, um die unterschiedlichen Zielsetzungen in der Auseinandersetzung mit semantischen Technologien und dem Semantic Web zu einem „Big Picture“ verschmelzen zu lassen, und um damit etwaige Missverständnisse, die immer dann entstehen, wenn unterschiedliche Standpunkte eingenommen werden, zu vermeiden.

1 Zentrale Begriffe

1.1 Semantik

In einem Buch über das „semantische Web“ sollte zunächst geklärt sein, was an diesem Konzept eines Internet der nächsten Generation semantisch ist.

„Die Semantik (Bedeutungslehre) ist das Teilgebiet der Sprachwissenschaft (Linguistik), das sich mit Sinn und Bedeutung von Sprache beziehungsweise sprachlichen Zeichen befasst.“ [19]

In Neumüller wird folgende Definition verwendet: „... semantics is the study of meaning. As used by Charles Morris, that branch of semiotics devoted to studying the relationship between signs and their objects.“ ([15, p. 195])

Wesentlich ist also einerseits die Unterscheidung zwischen Sinn (engl. „meaning“) und Bedeutung (engl. „reference“). Neumüller [15] veranschaulicht dies anhand eines einfachen Beispiels: Morgenstern und Abendstern beziehen sich beide auf denselben Himmelskörper, nämlich die Venus, haben insofern dieselbe Bedeutung („reference“), meinen („meaning“) jedoch unterschiedliche Dinge, genauso wie mit Sonnenaufgang und Sonnenuntergang Verschiedenes gemeint ist.

Diese in der Semiotik wichtige Unterscheidung nimmt in der zur Zeit eher aus Sicht der Informatik geführten Auseinandersetzung mit dem Semantic Web eine eher untergeordnete Rolle ein, umso wichtiger erscheint daher der Vergleich der Gebiete der Semiotik (Syntax, Semantik, Pragmatik), der anhand des semiotischen Dreiecks gezogen werden soll: Nach Charles S. Peirce ist jedes Zeichen untrennbar mit dem Bezeichneten (Gegenstand) und dem Interpret (Referent) in einer triadischen Struktur verbunden.¹

Die Syntax beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen den Zeichen untereinander², der semantische Aspekt (wie bereits im vorigen Absatz erwähnt) mit den Beziehungen zwischen Zeichen und Objekten bzw. Gegenständen der Außenwelt und der pragmatische Aspekt mit den Beziehungen der Zeichen gegenüber den Interpreten und Kontexten. [13]

Insofern ist der Begriff „Semantic Web“ eigentlich zu kurz gefasst, da in der gegenwärtigen Debatte alle drei Aspekte berücksichtigt werden. In Anlehnung an John F. Sowa [20] handelt es sich offensichtlich um das „Semiotic Web“³:

„The Internet is a giant semiotic system. It is a massive collection of Peirce's three kinds of signs: icons, which show the form of something; indices, which point to something; and symbols, which represent something according to some convention. But current proposals for ontologies and metadata have overlooked some of the most important features of signs. A sign has three aspects: it is (1) an entity that represents (2) another entity to (3) an agent. By looking only at the signs themselves, some metadata proposals have lost sight of the entities they represent and the agents – human, animal, or robot – which interpret them.“

Es scheint also, als hätte Tim Berners-Lee mit der Ausrufung einer Roadmap zum „Semantic Web“ [5] die Büchse der Pandora geöffnet, da die Auseinandersetzung mit Semantik im engeren Sinn jedenfalls seit über 100 Jahren geführt wird und die Bedeutungslehre weit über 2000 Jahre alt ist. Es ist daher kaum verwunderlich, dass an der Entwicklung eines globalen Projektes wie eben dem „Semantic Web“, das nun im Gegensatz zum

¹ Siehe dazu auch die Beiträge von Budin und Ehrig u. Studer in diesem Band.

² Paradoxalement liegt der Schwerpunkt der Semantic Web – Forschung nach wie vor auf Ebene der Syntax, geht sie doch in vielen Fällen der Frage nach, wie technische Systeme durch geeignete Datenmodelle „interoperabel“ gestaltet werden können.

³ Für eine ergänzende Auseinandersetzung siehe auch den Beitrag von Weber u. Fröschl in diesem Band.

Internet der ersten Generation nicht einfach nur Daten übertragen soll, sondern auch Bedeutung vermitteln will, auch – und vor allem – Kultur- und Geisteswissenschaften mitwirken wollen und werden.

1.2 Metadaten

Web-Content (und ebenso Information im Intranet) wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt vor allem für den Menschen aufbereitet und formatiert. Information, die mittels (X)HTML⁴ oder als Dokument im PDF-Format ausgedrückt wird, genügt dem menschlichen Auffassungsvermögen zumeist, damit verstanden werden kann, worum es sich dabei handelt, obwohl die dafür notwendige Meta-Information (z. B. Syntax- oder Kontext-Information auf semantischer Ebene) gar nicht explizit vorliegt.

Für Maschinen (Webcrawler, Softwareagenten etc.) ist z. B. zunächst nicht klar, dass es sich bei der Stringkette „Mo 21.12.2006, 9:30“ um eine Datumsangabe handelt.

Metadaten sind Daten über Daten. Mit Metadaten kann der Sinn („meaning“) von Daten ausgedrückt werden, bezieht sich also auf die Semantik im Semantic Web. [2]

Metadaten kommen prinzipiell seit Jahrhunderten in der bibliothekarischen Praxis zum Einsatz. Metadaten werden eingesetzt, um Informationsressourcen zu beschreiben und dadurch besser auffindbar zu machen und Beziehungen zwischen den Ressourcen herzustellen. Voraussetzung dafür ist Erschließung mit einem gewissen Standardisierungsgrad.

Metadaten im Semantic Web werden mittels RDF organisiert und strukturiert und bilden damit die Basis für den Einsatz von Domänenontologien:

„RDF is an infrastructure that enables the encoding, exchange, and reuse of structured metadata. Search engines, intelligent agents, information brokers, browsers and human users can make use of the semantic information. RDF is an XML application (i. e., its syntax is defined in XML) customized for adding meta-information to Web documents [...].“ [8, p. 19]

Wie im obigen Zitat angeschnitten, reicht XML alleine nicht aus, um jene Metadaten-Infrastruktur aufzubauen, die für die Realisation des Semantic Web Voraussetzung ist.⁵ Die Generierung von strukturierten Metadaten kann jedoch durch den Einsatz entsprechender Content Management Systeme, Portallösungen und Learning Management Systeme ohne zusätzlichen Aufwand im laufenden Prozess erfolgen.⁶ Damit zeigt sich auch, dass das Semantic Web nicht erst bei der Entwicklung „superintelligenter

⁴ Siehe dazu: <http://www.w3.org/MarkUp/>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

⁵ Siehe dazu auch den Beitrag von Birkenbihl in diesem Band.

⁶ Siehe dazu den Beitrag von Koller in diesem Band.

Agenten“ beginnt⁷ [2], sondern eben schon bei „basaleren“ Dingen wie der Verwendung geläufiger Metadaten-Schemata.

1.3 Ontologie

Zunächst muss festgestellt werden, dass jene philosophische Position, die unter „realistischer Ontologie“ [12] zusammengefasst wird, jedenfalls nicht mit jener Definition einer Ontologie in Einklang zu bringen ist, die innerhalb der Semantic Web-Community auf breitesten Konsens stößt und von Tom Gruber im Kontext der Wissensteilung und Wissenswiederverwendung 1993 vorgeschlagen wurde: „An ontology is an explicit specification of a conceptualization.“ [9].

Ontologien wurden im Umfeld der Künstlichen Intelligenz entwickelt und sind die zentralen Bausteine des Semantic Web: Mit ihnen kann Wissen einer Domäne formal repräsentiert und prinzipiell unabhängig von Programmen wieder verwendet werden. Sie beschreiben also Konzepte und ihre Beziehungen innerhalb einer Wissensdomäne und unterstützen Maschinen dabei, Inhalte im Web interpretieren zu können, anstatt sie einfach darzustellen und damit sämtliche Vernetzungstätigkeiten dem Menschen zu überlassen bzw. „aufzuhalsen“⁸. Sie bilden die höchste Stufe der semantischen Reichhaltigkeit (siehe Abbildung 3) und setzen auf semantische Netze auf: Der Begriff „Ontologie“ ist aber keineswegs eindeutig und wird auf vielfältige Weise gebraucht, da unterschiedliche Zielsetzungen in einem Spektrum adressiert werden, das sich von maschineller Lesbarkeit von Daten (Automatisierung) bis hin zur Unterstützung von Menschen bei der Erfüllung komplexer, wissensintensiver Arbeiten (Wissensmanagement) erstreckt.

Ontologien werden also entwickelt und eingesetzt, um

- den Datenaustausch zwischen Programmen zu ermöglichen
- die Vereinheitlichung und Übersetzung zwischen verschiedenen Wissensrepräsentationsformen zu ermöglichen
- Services zur Unterstützung von Wissensarbeitern zu entwickeln
- Theorien abzubilden
- die Semantik strukturierter und semi-strukturierter Information auszudrücken
- die Kommunikation zwischen Menschen zu unterstützen und zu erleichtern

⁷ Dies wird vor allem immer wieder von Kritikern, die gegenüber der Idee des Semantic Web, wie z.B. Clay Shirky (siehe:

http://www.shirky.com/writings/semantic_syllogism.html), kontroversiell eingestellt sind, fälschlicherweise angenommen. Semantic Web *ist nicht gleich* Künstliche Intelligenz!

⁸ Siehe dazu <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>, aufgerufen am 10.12.2005

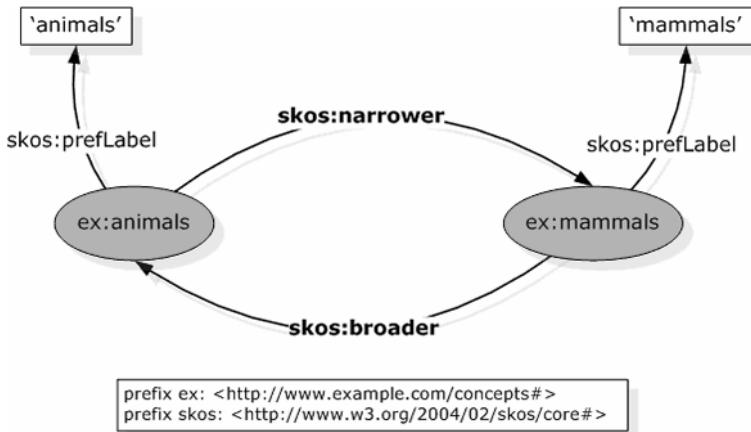


Abb. 1. Beispiel einer Visualisierung eines RDF-Dokuments

Anhand dieser Aufzählung wird auch klarer, dass weder mit Ontologien, noch mit anderen Formen der Wissensrepräsentation, wie semantischen Netzen, primär die Ebene der Darstellung und Visualisierung von Wissensnetzen – also ontologie-gestützte Navigationshilfen – gemeint ist, sondern zunächst einmal die zugrunde liegenden Modelle, die den Wissensraum formal beschreiben.⁹

Ein kleines Beispiel zeigt ein RDF-Dokument¹⁰ und eine korrespondierende Visualisierung¹¹:

```

<rdf:RDF
    xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#"
    xmlns:skos="http://www.w3.org/2004/02/skos/core#">

    <skos:Concept
        rdf:about="http://www.example.com/concepts#mammals">
            <skos:prefLabel>mammals</skos:prefLabel>
            <skos:broader
                rdf:resource="http://www.example.com/concepts#animals"/>
        </skos:Concept>
    
```

⁹ Siehe dazu den Beitrag von Kienreich u. Strohmaier in diesem Band.

¹⁰ Das Beispiel wurde dem SKOS Core Guide des W3C entlehnt, siehe dazu: <http://www.w3.org/TR/2005/WD-swbp-skos-core-guide-20051102/>, zuletzt aufgerufen am 11.12.2005

¹¹ Eine entsprechende grafische Darstellung kann mit dem RDF Validation Service des W3C generiert werden, siehe dazu: <http://www.w3.org/RDF/Validator/>, zuletzt aufgerufen am 11.12.2005

```

<skos:Concept
rdf:about="http://www.example.com/concepts#animals">
    <skos:prefLabel>animals</skos:prefLabel>
    <skos:narrower
rdf:resource="http://www.example.com/concepts#mammals"/>
    </skos:Concept>
</rdf:RDF>

```

1.3.1 Ontologie als sozialer Verhandlungsprozess

Die Ontologie als „gemeinsames Modell eines Konzeptes der Wirklichkeit“ [10] gemeint, das „in einem sozialen Verhandlungsprozess einem Konsens zugeführt wird“, stellt den Idealfall dar: Vorliegende Methoden zur Erstellung von Ontologien [1, 22] betrachten die soziale und kollaborative Komponente des Erstellungsprozesses als „Black Box“ und schlagen vor allem Top-down-Vorgehensmodelle vor. Auf das so genannte „Consensus-Building“ wird kaum eingegangen, vielmehr wird vom „Ontology-Engineering“ gesprochen, das auf der Annahme beruht, dass Modelle der Wirklichkeit, die die Basis kollaborativen Arbeitens bilden sollen, wie Automaten entworfen werden können. Dies mag für die Entwicklung von Expertensystemen eine erprobte Vorgehensweise sein, dürfte sich allerdings in der Entwicklung konsensfähiger Metamodelle in größeren Communities im WWW als ungeeignet herausstellen.

Inwiefern sich daher Entwicklungen im Bereich der Social Software wie „keyword tagging“, „social bookmarking“¹² und damit verbundenen „Folksonomies“¹³, also bottom-up-Strategien auf Basis von user feedback zur Organisation von Wissen dazu eignen¹⁴, einen Beitrag zur Erstellung von Ontologien leisten zu können, warum Folksonomies jedenfalls keine Alternative zu den teilweise mühevoll zu erstellenden Ontologien darstellen, und wie mit Hilfe von Ontologien wiederum das „tagging“ organisiert werden kann, darauf wird in [11] eingegangen.

Im gesamten Entwicklungsprozess zum Zwecke der Wissensorganisation überlagern sich Prozesse und Ordnungssysteme in Form einer Kombination aus „qualitätsgesicherten“ und standardisierten Ontologien, weitgehend akzeptierten Terminologiesystemen, wie z. B. Fachthesauri und schnelllebigen Folksonomies, die insgesamt einander ergänzen und jeweils die Basis für die weitere Entwicklung tragfähiger Wissensmodelle bilden. Bei Mika [14] wird auf diese Dynamik explizit eingegangen und der Begriff „Ontologie“ im Sinne einer „linguistischen Ontologie“, also einer Terminologie verwendet:

¹² Siehe dazu: <http://del.icio.us/>, aufgerufen am 10.12.2005

¹³ Ein guter Überblick zum Thema „Folksonomies“ wird in diesem Weblog geboten: <http://twoday.tuwien.ac.at/cheesy/>, aufgerufen am 10.12.2005. Siehe dazu auch den Beitrag von Schmitz et al. in diesem Band.

¹⁴ Siehe dazu den Beitrag von Schuster u. Rappold in diesem Band.

„Considering the dynamics of the community and the extent of neologism, the ontologies emerging from folksonomies such as del.icio.us also have a large potential for enriching established, but slowly evolving linguistic ontologies such as Wordnet.“ [23]

1.3.2 Ontologie als Wissensmodell mit hoher semantischer Reichhaltigkeit

Dieser Zusammenhang zwischen Ontologie, Terminologie und Folksonomie kann anhand des Münchener Modells des Wissensmanagements und dem damit verbundenen Konzept der „Wasseranalogie des Wissens“ [16] veranschaulicht werden:

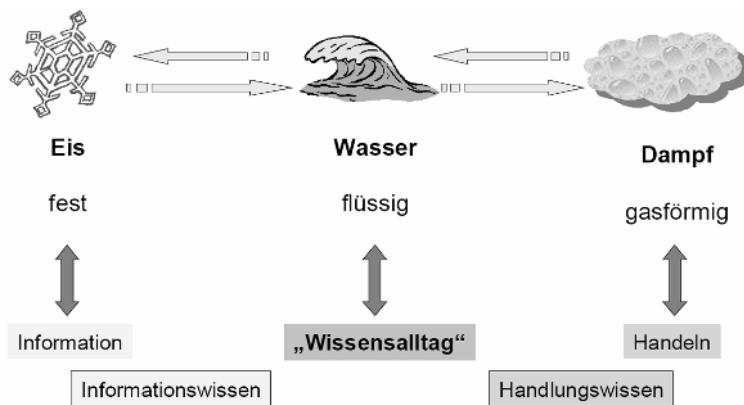


Abb. 2. „Wasseranalogie des Wissens“

Gasförmiges Wissen wird sozusagen laufend – auch in zwischenmenschlicher Konversation oder in eMails – „produziert“ und wird dementsprechend, wenn überhaupt, unstrukturiert erfasst. Die Kommunikation über Blogs in der Blogosphäre stellt hier ein entsprechendes verteiltes Kommunikationssystem zur Verfügung, in dem laufend „gasförmiges Wissen“ produziert wird und daher auch nicht zufälligerweise im Sinne eines laufenden „Trend-Scoutings“ als Struktur gebende Komponente und Basis für das laufende Crawlen von Webseiten der Suchmaschinenbetreiber herangezogen wird. Folksonomies und Social Tagging und die damit verbundene Bildung von Themen-Communities mündet schließlich in der nächsten Stufe in Form „flüssigen Wissens“ in der Bereitstellung und Systematisierung eines gemeinsamen, kontrollierten Vokabulars in Form von (multilingualen) Thesauri oder semantischen Netzen. Erst darauf aufbauend können verlässliche und tragfähige Ontologien im Sinne eines semantisch reichhaltigen Wissensmodells innerhalb einer Wissensdomäne geschaffen werden.

Zusammengefasst kann diese Evolution semantischer Modelle in Form der semantischen Treppe dargestellt werden:

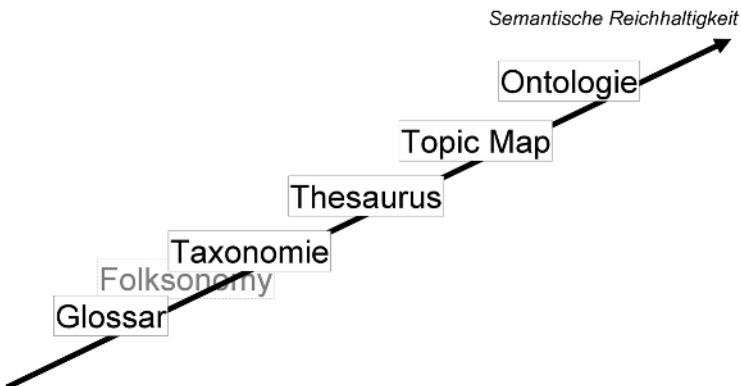


Abb. 3. „Semantische Treppe“

Von „Ontologien“ im eigentlichen Sinn sollte daher erst gesprochen werden, sobald im semantischen Modell explizit Möglichkeiten vorgesehen sind, Schlüsse auf Ontologieebene (und nicht etwa auf Applikationsebene) zu ziehen, um beispielsweise festzustellen, ob eine bestimmte Konzeptdefinition überhaupt erfüllbar ist.¹⁵

1.3.3 Domänen-Ontologien, „Light-Weight-Ontologies“ und Datenschemata

Dementsprechend verwirrend ist daher auch die Verwendung des Begriffs „Ontologie“, um Metadatenschemata wie Dublin Core¹⁶, RSS¹⁷, FOAF¹⁸ zu bezeichnen. Eine Typisierung von Ontologien wird in Anlehnung an [8] vorgeschlagen und zeigt die Bandbreite der Verwendungsmöglichkeiten des Begriffs „Ontologie“:

- Domänen-Ontologien erfassen das Wissen innerhalb einer Domäne (z. B. Bioinformatik, Städte tourismus oder wiedererneuerbare Energieformen).
- Metadaten-Ontologien dienen als Vokabular zur Beschreibung von Informationsquellen bzw. -typen.

¹⁵ Siehe dazu den Beitrag von May in diesem Band.

¹⁶ Siehe dazu: <http://dublincore.org/>, aufgerufen am 10.12.2005

¹⁷ Siehe dazu: <http://blogs.law.harvard.edu/tech/rss>, aufgerufen am 10.12.2005

¹⁸ Siehe dazu: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>, aufgerufen am 10.12.2005

- Upper-Level-Ontologien (Generische Ontologien) bzw. Ontologien zur Beschreibung des Allgemeinwissens, um z. B. allgemeines Wissen über Teil-Ganzes-Beziehungen (Mereologie) auszudrücken, die die Basis für eine Vielzahl von spezifischeren Domänen-Ontologien bilden können. Ein Beispiel hierfür ist SUMO¹⁹.
- Light-Weight-Ontologies, die u. A. mittels SKOS²⁰, als Vorschlag einer Spezifikation zur Beschreibung von Thesauri oder durch den Topic Maps-Standard²¹ ausgedrückt werden können.

Die Vielzahl der Verwendungsarten des Begriffes Ontologie spiegelt sich auch in diesem Band wider, es wird an dieser Stelle jedoch vorgeschlagen, die zukünftige Entwicklung eines „semantischen“ Webs auch auf Basis entsprechend wohl definierter Terminologiesysteme zu gestalten²² und gerade einen zentralen Begriff wie „Ontologie“ entsprechend genauer zu bezeichnen und nicht einfach als Homonym bzw. Oberbegriff zu verwenden.

1.4 Wissensmanagement

Wissensmanagement umfasst im Wesentlichen folgende vier Handlungsfelder [17]:

- *Inhalt / Kontext*: Transparenzierung von bestehenden Wissen
- *Mensch / Kompetenz*: Steuerung der Entwicklung von aktuell oder künftig benötigtem Wissen
- *Zusammenarbeit*: Förderung des Austausches von Wissen
- *Orientierung*: Information zieltgerecht vernetzen und finden

Da Wissen stets personengebunden ist, können Informationssysteme also vor allem einen Beitrag zur Verbesserung der Informationslogistik und Steigerung der Informationsqualität beitragen, nicht aber das „Wissen speichern“ – diese Auseinandersetzung ist weitgehend überwunden.

Semantisch basiertes Wissensmanagement oder kurz „semantisches Wissensmanagement“ beruht auf der Annahme, dass Lern-, Innovations-, Kommunikations- und Entscheidungsprozesse durch semantisch angereicherte Informationsbestände – also durch das Verfügbarmachen von Kontextinformation – effizienter ablaufen, dazu Studer [21]:

¹⁹ Siehe dazu: <http://www.ontologyportal.org/>, aufgerufen am 10.12.2005

²⁰ Siehe dazu: <http://www.w3.org/2004/02/skos/>, aufgerufen am 10.12.2005

²¹ Siehe dazu: <http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/>, aufgerufen am 10.12.2005

²² Siehe dazu: <http://www.semantic-web.at/thesaurus>, aufgerufen am 3.1.2006 bzw. <http://www.w3.org/2003/glossary/>, aufgerufen am 3.1.2006



Abb. 4. Primäre Handlungsfelder und Ziele des Wissensmanagements

„Die zentrale Anforderung an die nächste Generation von Wissensmanagement-Systemen ist die Möglichkeit, Informationen geeignet zu kombinieren, um damit implizites Wissen ableiten und somit neues Wissen generieren zu können. Semantik kann diese Anforderungen erfüllen und bildet somit die Grundlage für eine neue Landschaft an Anwendungen, welche die Informationstechnologie in eine Wissenstechnologie transformiert.“

Zahlreiche Beiträge dieses Bandes beschäftigen sich mit der Rolle der Semantik in Wissensmanagement-Systemen.

1.5 Interoperabilität

Ein wichtiger Schritt für die Realisierung eines Semantic Web ist die Herstellung von Interoperabilität. Interoperabilität bezeichnet einen Zustand der Vereinheitlichung und Vereinfachung von Geschäftsprozessen und IT-Architekturen in der organisationsinternen und -übergreifenden Kommunikation. Das Ziel ist die Interaktion von dispersen Datenbestände und Anwendungen auf technischer, organisationaler und semantischer Ebene²³ zu ermöglichen, ohne dass die Autonomie der einzelnen Teilsysteme aufgehoben wird.²⁴ Dies ist besonders dort von Relevanz, wo die interagierenden Akteure unterschiedliche Datenformate, Terminologien oder Definitionen verwenden und die Art und Intensität des Datenaustausches mit dem jeweiligen Kontext variiert. Man denke hier etwa an die staatenübergreifende

²³ Siehe dazu auch den Beitrag von Galinski in diesem Band.

²⁴ Siehe dazu den Beitrag von Reitbauer in diesem Band.

Kommunikation zwischen Behörden (z. B. Ministerien, Krankenkassen, Arbeitsämtern etc.) oder Konzernen, die aus historischen Gründen mit proprietären Datenformaten arbeiten oder kulturelle Eigenheiten pflegen, die außerhalb des organisationalen Kontextes nicht geläufig sind.

„The use of semantic technologies makes it possible to describe the logical nature and context of the information being exchanged, while allowing for maximum independence among communication parties. The results are greater transparency and more dynamic communication among information domains irrespective of business logic, processes and workflows.“ ([18, p. 37])

Seit Ende der 1990er Jahre hat sich eine Vielzahl an nationalen und supranationalen Initiativen gebildet, die das Thema Interoperabilität in unterschiedlichen Bereichen wie Landwirtschaft, Tourismus, Gesundheitswesen, Transportwesen u.v.a.m. vorantreiben.²⁵ Die Komplexität der hierbei zu bewältigenden Herausforderungen ergibt sich vor allem aus dem überbordenden Koordinationsbedarf zwischen den beteiligten Verhandlungspartnern und Interessensgruppen, wodurch das Thema Interoperabilität seit einigen Jahren als vordringliches politisches Thema wahrgenommen wird.²⁶ Die politische Dimension ergibt sich vornehmlich aus dem Anspruch der branchen- und staatenübergreifenden institutionellen Koordination von IT-Architekturen und dem Bestreben durch die Entwicklung von allgemein akzeptierten Normen und Standards bestehende Informations- und Kommunikationssysteme und Terminologien auf großtechnischer Ebene interoperabel zu machen.

2 Wesentliche Unterscheidungen

2.1 Semantic Web versus Semantische Technologien und andere Entwürfe des Internet der nächsten Generation

„Semantic Web“ wird im vorliegenden Band einerseits als Konzept für ein Internet der nächsten Generation verstanden und kann somit mit anderen ähnlich gelagerten Entwürfen, z. B. dem Web 2.0 verglichen werden, zeichnet sich demgegenüber jedoch dadurch aus, dass es bereits auf eine längere Entwicklungsgeschichte zurückblicken kann [4, 5] und daher auf entsprechend fundierten technischen Konzepten fußt. Insofern muss das

²⁵ Für eine umfangreiche Übersicht zu den Aktivitäten in der Europäischen Union siehe <http://europa.eu.int/idabc/en/chapter/550>, aufgerufen 15.12.2005. Für eine branchenspezifische Betrachtung im Bereich der US Automotive Industry siehe <http://www.mel.nist.gov/proj/mi.htm>, aufgerufen am 15.12.2005

²⁶ In diesem Zusammenhang ist insbesondere das European Interoperability Framework zu nennen. Siehe auch <http://europa.eu.int/idabc>, aufgerufen 15.12.2005

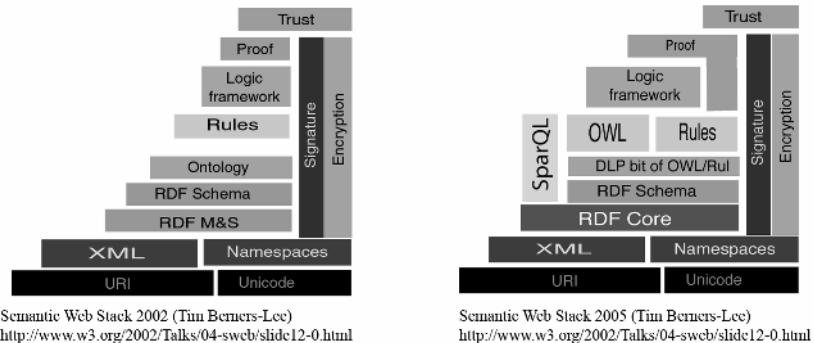


Abb. 5. Der Semantic Web Stack 2005 im Vergleich zu seinem Vorgänger aus dem Jahre 2002

Web 2.0 eher als Bemühung einzelner Konzerne verstanden werden, technische und soziale Entwicklungen im Internet rasch aufzugreifen und zu vermarkten, als ein durchdachtes Konzept für das Web der nächsten Entwicklungsstufe anzubieten, wie dies der Name „Web 2.0“ vielleicht verheißen mag.

Andererseits soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es nicht „ein“ Semantic Web gibt, beispielsweise im Sinne eines semantischen Netzes innerhalb einer Organisation, sondern lediglich „das“ Semantic Web als Erweiterung des bestehenden Internet.

Entsprechend wichtig ist auch die Unterscheidung zwischen Semantic Web und „semantischen Technologien“: Während das Semantic Web im Kern auf Standards zur Beschreibung von Prozessen, Dokumenten und Inhalten sowie entsprechenden Metadaten – vorwiegend vom W3C²⁷ vorgeschlagen – aufsetzt, und damit einen Entwurf für das Internet der nächsten Generation darstellt, adressieren semantische Technologien Herausforderungen zur Bewältigung komplexer Arbeitsprozesse, Informationsmengen bzw. RetrievalProzessen und Vernetzungs- oder Integrationsaktivitäten, die nicht nur im Internet, sondern auch innerhalb von Organisationsgrenzen in Angriff genommen werden.

Semantische Technologien, wie z.B. automatische Texterschließung, der Einsatz von semantischen Netzen, Ontologien oder Informationsextraktion mit Hilfe von Wrapper-Technologien, kommen in vielfältiger Weise bereits heute, vor allem im Kontext wissensintensiver, interdisziplinärer und kommunikationsintensiver Arbeitsabläufe als Mittel im „Kampf gegen die Informationsflut“²⁸ zum Einsatz.

²⁷ Siehe dazu: <http://www.w3.org/>, aufgerufen am 11.12.2005

²⁸ Wobei eigentlich nicht die Menge der verfügbaren Information zu bemängeln wäre, sondern deren niedrige Qualität.

Eine Studie der Fraunhofer Gesellschaft²⁹ [7] hat gezeigt, dass einerseits die Akzeptanz semantischer Technologien zur Unterstützung des innerbetrieblichen Wissensmanagements bereits weit fortgeschritten ist, eine Untersuchung der Semantic Web School hat andererseits aber auch vergleichsweise wenige konkrete Anwendungsfälle des „World Wide Semantic Webs“ ans Tageslicht gefördert [6].

2.2 Unterschiedliche Zielsetzungen: Automatisierung von Prozessen versus maschinelle Unterstützung bei der Bewältigung wissensintensiver Prozesse

Automatisierung als das maschinelle Verarbeiten von Information, um Prozessschritte zu automatisieren, ist zentrales Anliegen im Semantic Web. Semantik als Mittel zum Transport jener Information, die es Maschinen erlaubt, zu „verstehen“ und zu „entscheiden“ verfolgt allerdings grundlegend andere Ziele als die Anreicherung von Informationsobjekten mit semantischer Information, um den Wissensarbeiter bei der Bewältigung komplexer, wissensintensiver Prozesse zu unterstützen.

Während also im innerbetrieblichen Wissensmanagement semantische Technologien, wie semantische Netze beispielsweise Suchanfragen des Wissensarbeiters dahingehend unterstützen, dass auch Dokumente gefunden werden, in denen der Suchbegriff gar nicht vorkommt, vielleicht aber ein Synonym davon oder der englischsprachige Ausdruck dafür, so zielen jene Forschungsaktivitäten, in denen die Entwicklung von „Semantic Web Services“ im Zentrum steht, darauf ab, Prozesse zu automatisieren:

„Organizations that provide various services can tag those services with meaning; using Web-based software agents, you can dynamically find these services on the fly and use them to your benefit or in collaboration with other services.“ [3]

Mit der Automatisierung von Prozessen werden folgende Anwendungsfelder des Semantic Web adressiert: Web Commerce (B2C)³⁰, E-Business (B2B)³¹ und Enterprise Application Integration (EAI)³², wohingegen das Szenario „Wissensmanagement“ Technologien des Semantic Web mit anderen Schattierungen einzusetzen weiß.

²⁹ Siehe dazu: <http://www.fraunhofer-studie.de/>, aufgerufen am 11.12.2005

³⁰ Siehe dazu den Beitrag von Werthner u. Borovicka in diesem Band.

³¹ Siehe dazu den Beitrag von Fill et al. in diesem Band.

³² Siehe dazu den Beitrag von Reitbauer in diesem Band.

2.3 Unterschiedliche Perspektiven im Semantic Web: das A-O-I-Modell

Die Debatte um das „Semantic Web“ wurde zwar innerhalb akademischer Kreise der Informatik – vor allem im Umfeld umfassender EU-Projekte bzw. auf Initiative der DARPA³³ – gestartet, wird aber in der Zwischenzeit in zahlreichen Communities bzw. Berufsfeldern als Erfolg versprechendes Konzept zur Bewältigung der jeweils systeminhärenten Probleme mit unterschiedlich großer Euphorie diskutiert.

Diese zuhöchst transdisziplinäre Auseinandersetzung mit einem zentralen Thema der Wissensgesellschaft sollte daher auf Basis einer gemeinsamen Topographie geführt werden, aus dem Bewusstsein heraus, dass zwar unterschiedliche Perspektiven eingenommen und Subziele verfolgt werden, dass dennoch im Grunde alle Proponenten vernetzter Wissensarbeit am selben Projekt arbeiten und ein Oberziel verfolgen, das in seinem Kern zusammengefasst lauten könnte:

Menschengerechte Computeranwendungen zu entwickeln, die auf Basis vernetzter Strukturen und effizienter Informationsflüsse die Verarbeitung und Veredelung von Informationsobjekten in unterschiedlichen Realitäten und Kontexten erlaubt, um schließlich handlungsrelevantes Wissen zu stimulieren und zu generieren.

In Folge werden typische Fragestellungen im Zusammenhang mit der Semantic Web-Debatte aufgezählt. Es wird so ersichtlich, dass die Entwicklung auf drei unterschiedlichen Ebenen im Gange ist und teilweise nur lose gekoppelt ist:

2.3.1 Anwenderperspektive³⁴

- Wie kann der Anwender fragmentierte, disperse Informationsbestände zusammenführen, um entscheidungsrelevante Informationen zur Verfügung zu haben?
- Wie können komplizierte Softwareanwendungen und damit verbundene Informationszusammenhänge mit Hilfe intelligenter, menschengerechter Benutzeroberflächen einfacher bedient und durchforstet werden?
- An welchen Stellen sollten vorerst noch fehlende Kontextinformationen zur effizienteren Suche nach Informationen und zur Steigerung der Merkfähigkeit angeboten werden?

³³ Siehe dazu: <http://www.swsi.org/>, aufgerufen am 3.1.2006

³⁴ Natürlich sind hier sowohl der Anwender als auch die Anwenderin angesprochen.

2.3.2 Organisationsperspektive

- Wie kann die Suche nach Ansprechpartnern zum Zwecke der effizienteren Vernetzung von Wissensträgern gestaltet werden?
- Wie kann das Innovationspotential eines Unternehmens erschlossen werden, indem bereichsübergreifende Informationsflüsse und die bessere Integration des Wissens der Kunden realisiert wird?
- Wie kann Doppelarbeit im Unternehmen vermieden werden?

2.3.3 Infrastrukturperspektive

- Wie können disperse Datenbestände (im Web verteilte Datenbanken und Dokumente) integriert werden?
- Wie kann mit Hilfe entsprechender Metadatenstrukturen die Integration verschiedener Applikationen erreicht werden?
- Wie können inkompatible Klassifikationen und Ontologien aufeinander „gemappt“ werden?

Die Foci einzelner Communities (Social Software, Künstliche Intelligenz, Knowledge Visualisation, Business Process Management) bzw. Berufsfelder (Wissensmanager, Terminologen, Bibliothekare, Dokumentare, Betriebswirte, Informationsmanager, ...) auf die unterschiedlichen Fragestellungen bzw. die verschiedenen Perspektiven zueinander in Beziehung zu setzen – das dürfte also der Schlüssel für eine erfolgreiche Entwicklung des globalen Projektes „Semantic Web“ sein.

3 Fazit

Das Semantic Web ist Vision, Programm und Konzept zugleich. Eine differenzierte Auseinandersetzung mit dem Thema ist ohne eine vorausgehende begriffliche Klärung kaum zu leisten. Am Beispiel von Begriffen wie Semantik und Ontologie wird deutlich, wie sehr die kontextspezifische Bedeutung der Begriffe im Vergleich zum ihrem ideen- und erkenntnisgeschichtlichen Erbe differieren kann. Deshalb ist es notwendig – wie in jeder neu entstehenden Disziplin – die neuen Begriffe und ihre Verwendungsweise einzuführen und den begrifflichen Rahmen im Groben abzustecken.

Dieser Beitrag erhebt keinesfalls den Anspruch dies erschöpfend geleistet zu haben. Vielmehr ging es darum anhand zentraler Begriffe einen ersten Einstieg in das Thema zu ermöglichen und gleichzeitig am Beispiel der unterschiedlichen Perspektiven auf das Semantic Web (A-O-I-Modell) ein grobes Orientierungsraster vorzuschlagen, das helfen kann, den Diskurs

um das Semantic Web zu ordnen und das gegenseitige Verständnis zu fördern, wenn in einem hoch interdisziplinären Feld über Semantic Web gesprochen wird. Die zahlreichen Verweise auf andere Beiträge in diesem Band sollen es dem Leser ermöglichen, Anknüpfungspunkte für die vertiefende Auseinandersetzung zu finden und auf diese Weise die Reichhaltigkeit und Transdisziplinarität des Themas weiter auszuloten.

Literatur

1. Apke S., Dittman L. (2003). Analyse von Vorgehensmodellen aus dem Software, Knowledge und Ontologies Engineering. Projektbericht 1/2003, Projekt KOWIEN, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Universität Essen, Essen 2003
2. Antoniou G., van Harmelen F. (2004). A Semantic Web Primer. Cambridge: MIT Press
3. Balani N. (2005). The Future of the Web is Semantic. In: <http://www-128.ibm.com/developerworks/web/library/wa-semweb/>, aufgerufen am 5.12.2005
4. Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. (2001). The Semantic Web. In: Scientific American, May 2001
5. Berners-Lee T. (1998). Semantic Web Roadmap. In: <http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>, aufgerufen am 15.12.2005
6. Blumauer A., Pellegrini T. (2005). Nutzen des Semantic Web für wissensbasierte Unternehmen und Netzwerke: Ausgewählte Praxisbeispiele. Präsentationsunterlagen I-Know 2005, http://www.semantic-web.at/file_upload/1001_tmpphpnnEiTFA.pdf, aufgerufen am 16.12.2005
7. Decker B., Finke I., John M., Joisten M., Schnalzer K., Voigt S., Wesoly M., Will M. (2005). Wissen und Information 2005. Fraunhofer-Wissensmanagement Community: Fraunhofer IRB Verlag
8. Fensel D. (2004) Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce, 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
9. Gruber T. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 5, (2):199–220
10. Gruber T. (2004). Every Ontology is a Treaty. Interview for Semantic Web and Information Systems SIG of the Association for Information Systems. *SIGSEMIS Bulletin*, Volume 1, Issue 3. October, 2004
11. Gruber T. (2005). Folksonomy of Ontology: A Mash-up of Apples and Oranges. First on-Line conference on Metadata and Semantics Research (MTSR'05). <http://mtsr.sigsemis.org/>. Paper available at <http://tomgruber.org/writing/mtsr05-ontology-of-folksonomy.htm>, aufgerufen am 16.12.2005
12. Lauth B., Sareiter J. (2005). Wissenschaftliche Erkenntnis. Eine ideengeschichtliche Einführung in die Wissenschaftstheorie. Paderborn: mentis Verlag
13. Mey J. L. (2005). Pragmatics. An Introduction. Oxford: Blackwell Publishing
14. Mika P. (2005). Ontologies Are Us: A Unified Model of Social Networks and Semantics, in: The Semantic Web – ISWC 2005: 4th International Semantic Web Conference, ISWC 2005, Galway, Ireland, November 6–10, 2005. Proceedings, Springer Verlag, 2005

15. Neumüller M. (2001) Hypertext Semiotics in the Commercialized Internet. Dissertation, Wirtschaftsuniversität Wien
16. Reinmann-Rothmeier G. (2001). Wissen managen: Das Münchener Modell, Forschungsbericht Nr. 131. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
17. Riempp G. (2004). Integrierte Wissensmanagement-Systeme - Architektur und praktische Anwendung. Berlin: Springer Verlag
18. Semantic Interoperability Community of Practice (2005). Introducing Semantic Technologies and the Vision of the Semantic Web. White Paper Series Modul 1, 5.4. In:
<http://colab.cim3.net/file/work/SICoP/WhitePaper/SICoP.WhitePaper.Module1.v5.4.kf.021605.doc>, aufgerufen am 15.12.2005
19. Semantik. In: <http://de.wikipedia.org/wiki/Semantik>, aufgerufen am 5.12.2005
20. Sowa J. F. (2000). Ontology, Metadata and Semiotics. In:
<http://www.jfsowa.com/ontology/ontometa.htm>, aufgerufen am 5.12.2005
21. Studer R., Schnurr H., Nierlich A. (2005). Semantik für die nächste Generation von Wissensmanagement,
<http://www.community-of-knowledge.de/pdf/f05.pdf>,
aufgerufen am 16.12.2005
22. Uschold M. (1996). Building Ontologies. Towards A Unified Methodology. In: Proc. Expert Systems 96, Cambridge, December 1996
23. Wordnet. In: <http://wordnet.princeton.edu/>, aufgerufen am 10.12.2005

Komplexe Arbeitswelten in der Wissensgesellschaft

Ansgar Bernardi, Harald Holz, Heiko Maus und Ludger van Elst

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH,
Kaiserslautern, Deutschland;
{vorname.nachname}@dfki.de

Zusammenfassung: Die Arbeitswelt zukünftiger Wissensarbeiter wird in zunehmendem Maße durch die Dimensionen Mobilität, Verteiltheit und Kollaboration, sowie explizite Einbettung in Arbeitsziele und Prozesse charakterisiert. Die Anforderungen flexibler, räumlich und zeitlich verteilter, ggf. globaler Arbeitsorganisation einerseits und die technischen Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnik andererseits führen zu völlig neuen Formen der kooperativen, verteilten und ad hoc organisierten Problemlösung. Wir identifizieren die Herausforderungen und präsentieren die Techniken des Semantic Web als eine erfolgversprechende Basis für deren Lösung.

1 Einleitung

Im sogenannten Informationszeitalter, in dem der Übergang von der Industrie- zur Wissensgesellschaft verkündet wird, in dem Unternehmen die Problematik hoher Mitarbeiterfluktuationen und den Mangel an qualifizierten Facharbeitern beklagen, wird Wissen in zunehmendem Maße als wichtigste Unternehmensressource betrachtet [15]. Dabei wird betont, dass Wissen zwar auch in der Industriegesellschaft eine relevante Ressource gewesen sei; doch sei es für die Wissensgesellschaft kennzeichnend, dass eine Zunahme und Abhängigkeit von Berufen beobachtet werden könne, in denen Wissen eine Handelsware darstellt [7].

Die aktuellen Prognosen für die Arbeitslandschaft 2010 in Deutschland scheinen diesen Trend zu belegen: während für den Bereich der höherqualifizierten Tätigkeiten (Forschung und Entwicklung; Führungsaufgaben, Organisation und Management; Beraten, Betreuen, Lehren, Publizieren, u. ä.) ein erhebliches Wachstum des Arbeitskräfteanteils von 35% (1995) auf 41%

(2010) prognostiziert wird, werden den verbleibenden Bereichen der mittelqualifizierten und einfachen Tätigkeiten für den gleichen Zeitraum sinkende bzw. sogar stark sinkende Anteile vorausgesagt [5]. Angetrieben wird dieser Wandel zur Wissensgesellschaft durch eine Reihe verschiedener Faktoren, etwa den Veränderungen in der Unternehmens und Arbeitsorganisation (z. B. Off-Shoring bzw. projektorientierte Ad-hoc-Teams), technische Innovationen (z. B. in der Informationstechnologie), Erweiterung des Leistungsangebotes oder neue, auf verstärktes Informationsmanagement ausgerichtete gesetzliche Rahmenbedingungen.

Die Wissensarbeit selbst stellt sich üblicherweise als eine neue Qualität von Büroarbeit im weitesten Sinne dar [3]. Gekennzeichnet ist sie durch den Einsatz gut ausgebildeter Fachkräfte, die auf der Grundlage einer qualifizierten Fachausbildung *eigenverantwortlich komplexe Entscheidungen* treffen können, die *ständige Wandlungsmöglichkeit der Aufgaben* und eine entsprechende Lern- und Anpassungsbereitschaft des Personals, sowie die *zunehmende Bedeutung individueller Kompetenzen* im sozialen, methodischen und kommunikativen Bereich.

Dieses Verständnis der Wissensarbeit resultiert aus einer neuen Betrachtung der Wertschöpfungskette und der Erkenntnis, dass eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit hauptsächlich durch zunehmende Wertschöpfung auf der Basis von Wissensarbeit zu erreichen ist. Das Charakteristische der Wertschöpfung durch Wissensarbeit liegt in der Fähigkeit, kontinuierlich Wandlungsprozesse einzuleiten und damit unter sich stetig und rasch ändernden Rahmenbedingungen wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Vor diesem Hintergrund rückt der individuelle Wissensarbeiter ins Zentrum des Interesses: Die aus Sicht der Wissensarbeit neben rein fachlichem Können unabdingbaren Kompetenzen wie Abstraktionsfähigkeit, systemisches und prozesshaftes Denken, Offenheit und intellektuelle Flexibilität, kommunikative und kulturelle Kompetenz, sowie Fähigkeit zum individuellen Wissensmanagement und zur Selbstorganisation [3], sind in hohem Maße an Individuen gebunden.

Die einzelnen Wissensarbeiter sehen sich daher vor der Herausforderung, vielfältige Tätigkeiten aus unterschiedlichen Bereichen in einem hochgradig variablen Umfeld zu verbinden und zielgerichtet erfolgreich einzusetzen, wobei gewohnte Strukturen und traditionelle Organisationsformen häufig weg brechen. Gleichzeitig lässt sich in vielen wissensintensiven Tätigkeiten selbst eine Zunahme der Arbeitskomplexität beobachten.

Beispiel Automobilentwicklung: Durch den vermehrten Einbau von Fahrer-Assistenzsystemen in Fahrzeuge steigt die Komplexität der Produkte. Bei der Entwicklung dieser eingebetteten Systeme muss nun eine Vielzahl von neuen Abhängigkeiten zwischen den Software-, Rechner- und Basisfahrzeugkomponenten beachtet werden. Zusätzlich soll dabei häufig nicht

mehr nur ein einzelnes Fahrzeug neu entwickelt werden, sondern gleich eine ganze Produktlinie.

Beispiel Software-Entwicklung: Im Rahmen von Outsourcing-Strategien, virtuellen Unternehmen oder Open-Source-Projekten wird Software zunehmend an geographisch weit entfernten Standorten von mehreren Teams entwickelt, was hohe Anforderungen an die Koordination der Tätigkeiten und die Kommunikation zwischen den Teammitgliedern stellt.

Direkt verbunden mit der Zunahme von wissensintensiven Tätigkeiten und deren Komplexität ist einerseits der gestiegene Bedarf an Informationen und Kommunikation, sowie andererseits die gestiegene Verfügbarkeit von Informationen, vor allem durch den Vormarsch der Internettechnologie. Wie Bullinger [2] betont, ist der Anstieg von Wissensarbeit und deren Komplexität bis zu einem gewissen Maße für alle Beteiligten (Beschäftigte, Unternehmen, Gesellschaft) von Vorteil, so dass es für ein Unternehmen essentiell ist, durch gezieltes Management von Wissensarbeit die richtige Balance zwischen höherqualifizierten und mittel- bis niedrigqualifizierten Tätigkeiten zu erreichen. Das Spektrum dieses *knowledge work management* reicht dabei von der strategischen Ebene der Unternehmensentscheidungen bis zur operativen Ebene mit der Unterstützung der Wissensarbeiter durch organisatorische und technische Maßnahmen [8].

Da lediglich letztere durch das Semantic Web adressiert werden können, soll im folgenden der Fokus auf die Aspekte einer technischen Unterstützung gelegt werden. Tatsächlich scheint es bisher auch eher unklar zu sein, wie Wissensarbeit am besten (d. h. effizient) organisiert werden kann [8]. Während das tayloristisch-fordistische Modell der Arbeitsteilung für die Produktionsarbeit in den vergangenen Jahrzehnten beeindruckende Produktivitätssteigerungen erzielt hat, müssen vergleichbar erfolgreiche Ansätze für Wissensarbeitsprozesse erst noch entwickelt werden [12].

Die heute verbreiteten post-tayloristischen Organisationsstrukturen zur Steuerung von Wissensarbeit tragen der Tatsache Rechnung, dass das Wissen eines Unternehmens zum größten Teil personengebunden ist; so haben Studien gezeigt, dass 80% des Wissens eines Unternehmens persönliches Wissen ist [11]. Der als „Subjektivierung von Arbeit“ [9] bezeichnete Organisationswandel erwartet von den Wissensarbeitern eigenverantwortliches Planen, Handeln und Entscheiden, sowie die Zusammenarbeit in projektspezifischen Ad-hoc-Teams, um flexibel auf sich ändernde Kundenwünsche oder Marktschwankungen reagieren zu können.

Aus technischer Sicht ergibt sich somit die Herausforderung, individuellen Wissensarbeitern durch geeignete Unterstützungswerzeuge sowohl den effektiven Umgang mit dem persönlichen Informationsraum als auch die flexible Einbindung in Ad-Hoc-Teams und wechselnde Arbeitskontakte zu ermöglichen.

2 Charakteristika komplexer Arbeitswelten

Die gesteigerte Komplexität, der sich Wissensarbeiter in der heutigen Arbeitswelt gegenüber sehen, bezieht sich auf mehrere Aspekte, die wir im Folgenden kurz skizzieren.

- In *Produkt*-Hinsicht (Was sind die Gegenstände der Arbeit?): Treiber der gesteigerten Komplexität ist sicherlich die gestiegene Komplexität der produzierten Güter und Dienstleistungen. Dabei meint Komplexität neben der schieren Vielfalt der Produkte auch die Anzahl der Komponenten dieser Produkte sowie deren (interne) Vernetzung. Während im Bereich der Produktfertigung diese Komplexität durch tayloristische Management-Ansätze im großen Maße vom Arbeiter ferngehalten werden kann, sind diese Organisationsformen bei der Erstellung immaterieller Güter nicht so sehr verbreitet¹.
- In *Prozess*-Hinsicht (Wie wird gearbeitet?): Die Erzeugung und Vermarktung komplexerer Güter und Dienstleistungen geschieht in immer längeren und stärker ausdifferenzierten Prozessketten, die zudem noch einer hohen Dynamik, etwa zur Optimierung der Prozesseffizienz oder aufgrund geänderter Rahmenbedingungen, unterliegen. Über die operativen Prozesse entlang des Produktlebenszyklus hinaus werden Mitarbeiter heute auch immer stärker in Prozesse zweiter Ordnung, etwa Wissensmanagement-Prozesse, eingebunden.
- In *sozialer* Hinsicht (Mit wem wird zusammen gearbeitet?) Die hohe Spezialisierung, die zur Herstellung wissensintensiver Produkte notwendig ist, führt dazu, dass immer mehr Personen in die Entwicklungs-, Produktions-, Service und Recyclingprozesse eingebunden sind. Diese Personen sind in unterschiedliche Organisationsstrukturen eingebettet, häufig auch über Abteilungs- und Unternehmensgrenzen hinweg. Zudem führen interne Umstrukturierungen sowie Firmenzusammenschlüsse zu recht hoher Dynamik der Organisationsstrukturen.
- In *räumlicher* Hinsicht (Wo wird gearbeitet?) Im Rahmen global agierender Unternehmen oder durch Outsourcing-Maßnahmen können Mitarbeiter einer Prozesskette praktisch über die ganze Welt verteilt sein. Dies gilt insbesondere für die hoch informationsbasierten Prozessanteile, da deren Produkte, eben Daten und Informationen, mit sehr geringen Transportkosten bewegt werden können. Der Effekt der räumlichen Flexibilisierung ist auf allen Granularitätsebenen zu beobachten: Von global

¹ In der Montage eines PKW wird vom Arbeiter nicht erwartet, dass er die komplexen Wirkzusammenhänge beispielsweise zwischen Rußpartikelfilter und Motorsteuerung betrachtet. Beim Design beider Subsysteme sind deren Abhängigkeiten aber wesentlich.

aufgestellten Konzernen, deren Abteilungen über Kontinente hinweg kooperieren müssen, über kleinere und mittlere Unternehmen, deren Partner und Kunden sich häufig über die ganze Welt verteilen, bis zum einzelnen Mitarbeiter, der neben seinem Arbeitsplatz im Betrieb immer selbstverständlich auch von zuhause auf die Unternehmensinfrastruktur zugreift oder über eine Vielzahl mobiler Endgeräte eine hohe räumliche Flexibilität erreicht.

- In *zeitlicher* Hinsicht (Wann wird gearbeitet?) Die räumlichen Gegebenheiten bei der Produktion klassischer Industriegüter sowie die tayloristische Arbeitsorganisation führen dazu, dass dort auch eine eher niedrige zeitliche Dynamik vorherrschend ist. Ein Extempunkt ist die Fließbandproduktion, wo ein bestimmter Prozessschritt immer zu einem genau definierten Zeitpunkt an einem genau definierten Ort auszuführen ist. Unter dem Schlagwort der „Just-in-Time“-Produktion wurde dieses Organisationsprinzip auch auf die Makroebene übertragen, etwa für abteilungs- oder firmenübergreifende Prozessketten. Die oben beschriebene erhöhte räumliche Flexibilität und die globale Zusammenarbeit (auch über Zeitzonen hinweg!) ermöglicht und erfordert häufig auch eine De-linearisierung der Arbeitszeiten, bis hin zur Auflösung der zeitlichen Grenzen zwischen Arbeitszeit und Freizeit². Aus Sicht des Informations- oder Wissensarbeiters reicht die zeitliche Flexibilisierung von der Organisation des Arbeitstages (quasi-gleichzeitige Bearbeitung einer Vielzahl von Projekten) bis zu deutlich dynamischeren Modellen der Verteilung von Lebensarbeitszeit.

Insgesamt bezieht sich die „erhöhte Komplexität“ moderner Arbeitswelten also auf:

- die *Anzahl* der Objekte (Produkte, Güter, Dienstleistungen), Personen, Organisationen und Prozesse,
- den *Grad der Ausdifferenzierung* von Produkten, Organisationsstrukturen und Prozessen,
- die *Zahl möglicher Relationen* zwischen diesen Objekten und Personen sowie auf
- die *Dynamik*, mit der sich diese Beziehungen ändern.

Wenngleich wir die erhöhte Komplexität hier wesentlich als eine sich für ein Unternehmen von innen, aus den Produkten ergebende Komplexität beschrieben haben, gibt es darüber hinaus auch von außen induzierte

² Vergleiche den Unterschied zwischen einem Schichtarbeiter in der Produktion klassischer Industriegüter mit dem Arbeitszeitmodell eines Wissensarbeiters, der abends seine E-Mail liest und häufig „selbstverständlich“ auch im Urlaub erreichbar ist.

Komplexitätserhöhungen, beispielsweise der Prozesse als Folge rechtlicher Regelungen (etwa zur Einhaltung ökologischer oder ethischer Richtlinien).

Während es in einzelnen Bereichen sicherlich Trends zur Komplexitätsreduzierung gibt – der Erfolg von Aldi wird vielfach als Folge einer „Strategie der Einfachheit“ gedeutet, und Philips' Slogan sense and simplicity zielt ebenso wie Nielsens [10] Forderung nach Einfachheit im Software-Design besonders auf die Perspektive des Nutzers – so ist doch insgesamt bei der Produktion von Gütern, Dienstleistungen und Wissen eine stetige Zunahme der Komplexität zu verzeichnen. Dabei ist, neben dem Ziel der Kostensenkung, die Rolle der Informations- und Kommunikations-Technologien (I-uK-Technologien) typischerweise die, die Grenzen der beherrschbaren Komplexität auf den oben beschriebenen Dimensionen auszudehnen: Wenn die Menge der Posteingangsdokumente unüberschaubar groß wird, werden Systeme zur automatischen Klassifikation eingehender Dokumente ange schafft; wenn Projektpartner räumlich und zeitlich entkoppelt arbeiten müssen, wird eine virtuelle Kollaborationsplattform eingerichtet; wenn Termine nicht mehr direkt abgeglichen und „im Kopf“ gehalten werden können, werden Kalenderwerkzeuge und PDAs angeschafft. Dabei wird bei der Planung von IuK-Infrastrukturen wie auch beim expliziten Komplexitätsmanagement überwiegend aus der Perspektive des Unternehmens agiert: Wie schafft es das Unternehmen, seine Informationen, sein Wissen, seine Prozesse etc. zu beherrschen?

Durch die, im Vergleich zu tayloristisch organisierten Produktionsarbeitsplätzen, geänderten Anforderungen an den Wissensarbeiter, der in weitem Maße selber für die Organisation seiner Arbeit verantwortlich ist, der dezentral und flexibel agieren soll, wird es aber auch notwendig, seine Perspektive auf die komplexe Arbeitswelt moderner Unternehmen in den Blick zu nehmen und die Komplexität, der er sich gegenüber sieht, handhabbar zu machen. Abbildung 1 verdeutlicht, dass sich der Wissensarbeiter neben den oben beschriebenen Komplexitäten 1. Ordnung, d. h. der realen Welt, auch mit der Komplexität der ihm eigentlich als Werkzeug an die Hand gegebenen IuK-Technologien konfrontiert sieht, die wesentlich auf den Modellen der realen Welt basieren und damit eine Komplexität 2. Ordnung darstellen.

Beispiel Automobilentwicklung: Die Entwicklung eines neuen Fahrzeugmodells inklusive neuer Fahrer-Assistenzsysteme umfasst eine Vielzahl komplexer, parallel ablaufender Entwicklungsprozesse für die einzelnen Fahrzeug- und Softwarekomponenten mit hohem Abhängigkeitsgrad. Diese Abhängigkeiten erfordern einen hohen Kommunikations- und Koordinationsaufwand zwischen den jeweiligen Entwicklerteams. Auf Grund von teilweise nur lokal vorhandenen Kompetenzen und Qualitätssicherungsmaßnahmen in extremen Geländen ist eine zeitliche und räumliche

Verteilung des Entwicklungsprozesses unumgänglich. Die Komplexität dieses Prozesses 1. Ordnung wird versucht durch IuK-Technologien beherrschbar zu machen. Etwa werden die verschiedenen Entwicklungsdaten, CAD-Zeichnungen, Testdokumente, Projektpläne, etc. in komplexen Produktdatenmanagement-Systemen zentral verwaltet, in die auch die externen Zulieferer sowie Softwareentwicklungs-Teams eingebunden werden müssen. Die Entwicklungsprozesse müssen geplant, dokumentiert und im Detail häufig revidiert werden, wenn Entwicklungsfehler festgestellt werden und Komponenten modifiziert werden müssen. Die in der realen Welt bestehenden Abhängigkeiten führen zu komplexen Abhängigkeitsnetzwerken zwischen den mit Hilfe der IT verwalteten Daten und Dokumenten. Ohne diese Abhängigkeitsverwaltung bestünde jedoch die Gefahr von inkonsistenten Fahrzeugdaten, die unter allen Umständen vermieden werden müssen.

Bevor wir uns der Frage zuwenden, welchen Einfluss die aktuellen Entwicklungen im Bereich Semantic Web auf die Produktivität von Wissensarbeit haben können, soll im folgenden Abschnitt zunächst dargelegt werden, welche Anforderungen sich aus der gestiegenen Komplexität der Wissensarbeit an eine Unterstützung durch IuK-Technologien generell ergeben.

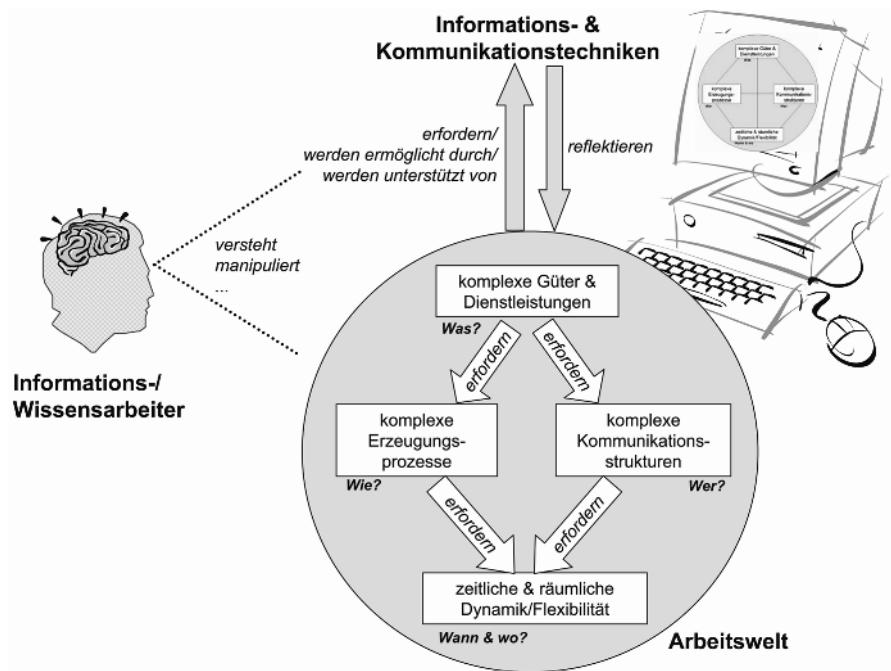


Abb. 1. Wissensarbeiter sind mit der Komplexität der Arbeitswelt und deren Modellen in IT-Systemen konfrontiert

3 Anforderungen an die IT-Unterstützung für Wissensarbeiter

Aus den dargestellten Charakteristika moderner Wissensarbeit resultieren erweiterte Anforderungen nach geeigneter IT-Unterstützung.

Die *Komplexität der Objekte* verlangt nach Werkzeugen zur Beherrschung dieser Komplexität. Solche Werkzeuge müssen zunächst eine reichhaltige Modellierung erlauben:

Die für wissensintensive Aufgaben abzubildenden Komponenten und Zusammenhänge gehen über das aus der materiellen Welt Gewohnte hinaus und umfassen auch Entscheidungsalternativen, Hintergrundinformationen, Kausalketten, Kundenwünsche, Marktabhängigkeiten und anderes mehr. Ziel des Werkzeugeinsatzes ist es, in solchen vielfach vernetzten Geflechten sowohl den Überblick zu ermöglichen als auch rasche Antworten auf spezielle Fragen zu liefern. Geeignete Werkzeuge orientieren sich an den Prinzipien der *Abstraktion* – durch Weglassen von Details und Konzentration auf Wesentliches bleibt der Überblick gewahrt –, *Individuellen Sichten* – situations- und bedarfsspezifische Auswahl von Informationen ermöglicht rasche und zielgerichtete Auskunft – und *Details bei Bedarf* – durch individuell angepasste und im Arbeitskontext eingesetzte Filter werden relevante Detailinformationen im rechten Moment sichtbar gemacht [14].

Die spezifischen Aspekte der *Prozess-Sicht* verlangen nach Werkzeugen, die die dynamische Modellierung, Überwachung, und Steuerung paralleler und agiler Arbeitsprozesse für den einzelnen Wissensarbeiter unterstützen. Letztlich wird so die individuelle Arbeitsorganisation systematisiert und verstärkt auf maschinelle Repräsentation und Dokumentation ausgerichtet. Unter dynamischer Modellierung verstehen wir dabei die Möglichkeit einer verzahnten Planung und Abwicklung der Arbeitsprozesse, da diese nicht im voraus detailliert geplant werden können. Vielmehr folgen sie häufig einem *trial and error*-Vorgehen oder sind stark von äußeren Faktoren abhängig, beispielsweise durch sich ändernde Kundenwünsche während der Projektabwicklung. Dabei kommt auch den Prozessen der Möglichkeit, Abhängigkeiten sowohl zwischen Prozessschritten untereinander als auch zwischen Prozessschritten und Merkmalen der zu erstellenden Güter und Dienstleistungen verwalten zu können, eine besondere Bedeutung zu, um Wissensarbeiter bei der Umplanung effektiv unterstützen zu können. Letztlich erfordert dies eine einheitliche, erweiterbare Repräsentation von Prozessen und den durch sie erstellten Gütern und Dienstleistungen. Darüber hinaus muss bei einer IT-Unterstützung der Prozess-Sicht der Notwendigkeit Rechnung getragen werden, dass mit dem Produkterstellungsprozess zusätzlich ein Wissensmanagementprozess verschmolzen werden muss.

Den *sozialen Aspekten* der zunehmend flexiblen und globalen Zusammenarbeit wird durch Kommunikationswerkzeuge, aber auch durch Verfahren für Aufbau und Management von persönlichen Netzwerken Rechnung getragen. Experten-Datenbanken und Kontaktforen dienen dem einfachen Auffinden kompetenter Ansprechpartner, aber auch der eigenen Selbstvermarktung auf einem weltweiten Marktplatz für Kompetenzträger. Die Zusammenarbeit der ad-hoc gebildeten und für kurze Zeit hocheffektiv kooperierenden Teams wird durch Kooperationswerkzeuge wie etwa virtuelle team rooms gefördert. Ein zentrales Ziel ist hierbei die Schaffung und Beibehaltung eines gemeinsamen Arbeitskontexts und eines gemeinsamen Aufgabenverständnisses innerhalb des gesamten Teams. Insbesondere muss auch der Terminologieproblematik Rechnung getragen werden, da sich Begrifflichkeiten, die sich häufig auch in den IT-Systemen widerspiegeln, nicht leicht von einem Team in ein anderes übertragen lassen.³

Die *räumliche Flexibilität* der Wissensarbeit und ihrer zunehmend verteilten Organisation verschärft diese Anforderungen: Kommunikation, Transfer von Arbeitsgegenstand und Zwischenergebnissen zwischen allen Beteiligten, gemeinsames Kontextverständnis verlangen nach Kommunikations- und Kooperationswerkzeugen. Relevante Ansätze sind etwa als Shared Workspace und verwandte Werkzeuge aus dem *Computer-supported Cooperative Work (CSCW)* bekannt.

Die zunehmende Auflösung starrer zeitlicher Strukturen resultiert in vermehrten *asynchronen* Arbeitsabläufen, die nach neuen Verfahren der Synchronisierung, aber auch des expliziten Managements von Abhängigkeiten verlangen. Die bereits erwähnte Problematik der Darstellung und Vermittlung eines übergreifenden, gemeinsamen Kontextverständnisses wird durch die zeitliche Dimension erweitert und erschwert. Auf der individuellen Ebene wachsen die Anforderungen an persönliches Zeitmanagement. Schließlich führen parallele und asynchrone Arbeitsstrukturen auch zu vermehrtem Lernbedarf, der nach IT-Unterstützung verlangt – im Extremfall eines durch weltweit verteilte Teams erreichten *round-the-clock* Arbeitsprozesses müssen alle Beteiligten zu Beginn ihres jeweiligen Arbeitstages die Fortschritte der Kollegen neu erfassen und erlernen, bevor sie selbst wieder produktiv beitragen können.

Im Einzelnen ist keine der genannten Anforderungen völlig neu. Generell scheinen die technischen Entwicklungen und Möglichkeiten schon heute nicht nur Antworten auf einige der genannten Fragestellungen zu geben; sie erzeugen auch durch die nunmehr greifbaren Möglichkeiten die neuen Organisationsformen, die dann wiederum zu neuem IT-Bedarf führen. Aus der Sicht der Wissensarbeit stellt jedoch die für das Individuum notwendige umfassende Integration aller genannten Dimensionen die neue

³ Siehe dazu auch den Beitrag von Budin in diesem Band.

Herausforderung dar; personenzentrierte Ansätze für das Wissensmanagement im Unternehmen [16] und persönliches Informationsmanagement werden zur Grundlage der Produktivitätssteigerung [4].⁴ Aus IT-Sicht wird dies durch die aktuelle Popularität von Desktop-Suchmaschinen wie Google Desktop Search⁵, x-friend⁶, MSN Desktop Search⁷, u. ä. verdeutlicht: das Konzept einer desktop-weiten Suche erspart dem Benutzer die manuelle, sequentielle Suchanfrage an diverse, heterogene Informationsquellen (z. B. eMail, Dateiordner, Wikis, Dokumentenmanagementsysteme etc.). In einem der nachfolgenden Kapitel⁸ wird dieses Konzept in Form des *Personal Semantic Desktops* weiterentwickelt. Eine über reine Suche hinausgehende Unterstützung erreichen individuelle Wissensarbeiter übrigens häufig schon heute, indem sie durch innovative Zweckentfremdung vorhandener Werkzeuge neue, an ihre jeweiligen Bedürfnisse adaptierte Unterstützungen realisieren: So wird etwa aus dem Kommunikationswerkzeug eMail gleichzeitig ein persönliches Dokumentenmanagement-System und ein Werkzeug zur Arbeitsplanung. Als typische Work-arounds sind derartige Lösungen individuell nützlich, von einer optimierten, vielfältig nutzbaren Integration aber weit entfernt. Die Herausforderung der Zukunft liegt insbesondere darin, den vielfältigen individuellen Bedürfnissen durch flexible und umfassende Integrationen Rechnung zu tragen.

3.1 Barrieren derzeitiger IT-Unterstützung

Wissensarbeiter werden heute mit einer Vielzahl von fachübergreifenden sowie fachspezifischen IT-Systemen konfrontiert, die sie bei ihrer Arbeit unterstützen sollen. In die erste Kategorie fallen z. B. Office-Anwendungen, Werkzeuge für das persönliche Informationsmanagement (PIM), Data Mining Werkzeuge etc., während Systeme zur Wissenswiederverwendung (Case-Based Reasoning), Entscheidungsunterstützung und -automatisierung zu der zweiten Kategorie gehören.

Hauptziele des IT-Einsatzes sind dabei aus Unternehmenssicht die Steigerung der Produktivität, die Qualitätssicherung oder -verbesserung sowie die Compliance-Unterstützung. Dabei wird die Steigerung der Produktivität als eine der Hauptherausforderungen gesehen [6]:

„To make knowledge work productive will be the great management task of this century, just as to make manual work productive was the great management task of the last century.“

⁴ Siehe dazu auch den Beitrag von Henze in diesem Band.

⁵ <http://desktop.google.com/>

⁶ <http://www.x-friend.de/>

⁷ <http://toolbar.msn.com/>

⁸ Siehe dazu den Beitrag von Sauermann in diesem Band.

Wir haben im vorigen Abschnitt aus den Charakteristika komplexer Arbeitswelten der Wissensarbeit erweiterte Anforderungen an die IT-Unterstützung der Wissensarbeit abgeleitet. Betrachten wir jedoch die Praxis in den Unternehmen, so können wir für die einzelnen Aspekte Barrieren in der IT-Unterstützung identifizieren, die die Produktivität des Wissensarbeiters negativ beeinflussen.

3.1.1 Produkt-Sicht

Der Umgang mit den Gütern und Dienstleistungen spiegelt sich in den Informationsobjekten und dem Wissen des Unternehmens wider, die in unterschiedlichen Formen und Medien gespeichert sind (technische Dokumentation, Firmenrichtlinien, eMails, Datenbanken, usw.) und unterschiedlichen Charakter haben (Fakten, vage Idee, heuristische Faustregel, vorgeschriebene Firmenregel, Erfahrung, usw.). In Unternehmen finden sich sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Informationsobjekte. Während etwa die einzelnen Einträge einer Produktdatenbank für die gestellte Aufgabe adäquat strukturiert sind, steckt das interessante Wissen bei der Produktentwicklung in der Projektdokumentation, die i. d. R. unstrukturiert ist. Ein effizienter Umgang mit unstrukturierten Informationsobjekten – wie etwa bei einer Informationssuche, die über Volltextsuche hinausgehen soll oder einer Visualisierung der Abhängigkeiten eines neuen Produktes in der Entwicklung – erfordert jedoch eine Formalisierung der Objekte.

Hier reicht das Spektrum von der Vergabe einfacher Metadaten wie Titel, Autor und Schlüsselwörter bei Dokumenten, bis hin zu einer Vollformalisierung des Inhaltes, wie man es in frühen Expertensystemen findet. Während der erste Teil des Spektrums unbefriedigend für eine maschinelle Verarbeitung ist, ist eine Vollformalisierung bei der Menge existierender Datenbestände mit sehr hohem Aufwand verbunden und ist daher für ein Unternehmen i.d.R. nicht rentabel.

Unternehmen nutzen nun verschiedenste IT-Systeme zur Unterstützung der Wissensarbeiter beim Umgang mit den (Informations-) Objekten. Je doch steigt mit zunehmender IT-Unterstützung die Komplexität für den einzelnen Wissensarbeiter. So existieren in Unternehmen unterschiedlichste IT-Systeme für bestimmte Aufgaben wie etwa Dokumentenmanagement, Projektmanagement, Kollaboration oder Wissensmanagement. Oftmals handelt es sich dabei um Insellösungen oder die Systeme treten gar in Konkurrenz zueinander, so dass etwa die Projektdokumente zwar im Groupwaresystem vorhanden sind, jedoch nicht im Dokumentmanagement-System des Unternehmens. Wo soll nun ein Mitarbeiter die Information suchen? Solche Situationen entstehen durch verschiedene Organisationsformen oder Umstände der Firmen, wie etwa bei multinationalen Firmen, Konsortien oder durch Aufkäufe, Merger, Diversifizierung, Outsourcing, etc. entstandene heterogene Firmenteile.

Ein weiteres prinzipielles Problem sind unterschiedliche Konzeptualisierungen und Terminologien. So sind fachspezifische Begriffe nicht allgemein bekannt, oder ein Konzept wird von verschiedenen Personen unterschiedlich besetzt oder abgegrenzt. Solche konzeptuellen Brüche führen zu Missverständnissen im Arbeitsablauf, andererseits führt das Überstülpen einer einheitlichen Terminologie vielfach zu Abwehrreaktionen in den betroffenen Firmenteilen.

Die technisch und konzeptuell heterogene IT-Infrastruktur erhöht die Komplexität für den einzelnen Wissensarbeiter bei Suche, Zugriff, Organisation und Distribution von Informationen. Der Wissensarbeiter ist hier mit uneinheitlichen Systemen und Terminologien konfrontiert. Dabei wird insbesondere die eigene Sichtweise des Wissensarbeiters selten berücksichtigt, d. h. Vorgehensweisen und Terminologie müssen auf das eigene Verständnis der Welt abgebildet werden. Dies erschwert die Sichtenbildung und erhöht die Gefahr, dass vorhandenes Wissen nicht gefunden, genutzt oder bereitgestellt wird. Damit entstehen Fehlerquellen in der täglichen Arbeit: wichtige Informationen werden nicht gefunden oder Querverbindungen werden nicht aufgedeckt und nutzbar gemacht, so dass relevante Informationen zur Lösung des aktuellen Problems nicht erkannt und somit u. U. falsche Entscheidungen getroffen werden.

3.1.2 Prozess-Sicht

Zur Unterstützung der Prozesssicht werden in Unternehmen u. A. Workflow-Management-Systeme (WfMS) genutzt, um definierte Prozesse zu automatisieren. Mit deren Einführung und der damit einhergehenden Übertragung des tayloristischen Modells auf den Nicht-Produktionsbereich, konnten bestimmte, standardisierte Büroarbeitsabläufe optimiert und effizienter gestaltet werden, vor allem in administrativen Bereichen.

Jedoch sind WfMS ungeeignet für individuelle und flexible Wissensarbeitsprozesse, da diese nicht im voraus detailliert planbar sind und viele Ausnahmen und komplexe Abhängigkeiten die Modellierung erschweren [13]. Außerdem wird durch ein WfMS zwar die Koordination der einzelnen Tätigkeiten unterstützt, aber keinerlei Hilfe bei der Bearbeitung der einzelnen wissensintensiven Arbeitsschritte angeboten. Dafür stehen im besten Fall spezifische Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung zur Verfügung, die im allgemeinen jedoch den Prozesskontext nicht kennen (d. h. keine Integration in den Prozess). Falls also WfMS für solche Arbeitsprozesse eingesetzt werden, entstehen Situationen, in denen der Wissensarbeiter ein anderes Verhalten des Systems benötigt, als dies modelliert ist bzw. durch Ausnahmeregelbehandlung lösbar wäre. Daraus entstehen dann Parallelwelten der Prozessbearbeitung, bei denen die im Workflow-System befindliche Prozessinstanz nicht mehr dem tatsächlichen Verlauf entspricht. Neben dem Mehraufwand für den Wissensarbeiter und einer steigenden

Unzufriedenheit mit dem System, geht durch den Verlust der Nachvollziehbarkeit der Prozesse dem Unternehmen auch wertvolles Erfahrungswissen verloren.

Dennoch ist eine prozessbezogene Unterstützung des Wissensarbeiters wünschenswert, da in der Wissensarbeit selbst ein hoher Geschäftswert für das Unternehmen steckt. So sollten Entscheidungen bestmöglich informiert getroffen werden und zur Nachvollziehbarkeit und späteren Wiederwendung ausreichend dokumentiert werden. Damit spielt dies in den Bereich der Ansätze des Wissensmanagements, Wissen zu identifizieren, zu bewahren und bei Bedarf geeignet zur Verfügung zu stellen.⁹

3.1.3 Soziale, räumliche und zeitliche Sicht

Eng verbunden mit der Prozesssicht der Wissensarbeit ist die soziale Sicht, da der Wissensarbeiter oft in Teams eingebunden ist und somit ein Großteil seiner Arbeit Kollaboration erfordert. Auf Grund der Verschiedenheit der jeweiligen Aufgabenstellung, die sich nach den konkreten Projekt- oder Kundenanforderungen ausrichtet, werden die Teams ad hoc gebildet: für die Dauer des Projektes wird ein Team zusammengestellt, das sich nach der Projektabwicklung wieder auflöst. Daher ergibt sich bei den Unternehmen häufig eine Matrixorganisation, nach der sich ein Projektteam für ein bestimmtes Projekt aus Mitarbeitern verschiedener Unternehmensabteilungen zusammensetzt. Zusätzlich ist jeder Wissensarbeiter meist in mehrere Projekte gleichzeitig eingebunden, wenn seine Kompetenzen auch in parallel laufenden Projekten angefragt werden, mit u. U. räumlich und zeitlich getrennten Teammitgliedern.

Damit gleicht die Situation eines heutigen Wissensarbeiters derjenigen eines Simultan-Schachspielers, der in mehrere Partien gleichzeitig involviert ist. So wie der ständige Wechsel zwischen den einzelnen Partien eine besondere Herausforderung darstellt, so führt der häufige Tätigkeitswechsel zwischen verschiedenen Projekten bei Wissensarbeit zu Produktivitätsverlust.

Die IT stellt für die Kollaboration unterschiedlichste Werkzeuge zur Verfügung wie Dokumentmanagement-Systeme, gemeinsame elektronische Arbeitsräume mit Groupwaresystemen, Portalen oder gar Audio/Video-Konferenzsysteme. In der Praxis von Unternehmen kann dabei ein unterschiedlich stark ausgeprägter Mix solcher Systeme festgestellt werden, bis hin zur Verwendung von eMail als einzigm Koordinationsmedium. Je nach Zusammenstellung der Teams und Herkunft der Mitglieder sind daher wiederum ähnliche Probleme wie mit der restlichen Infrastruktur des Unternehmens festzustellen: Es werden neue Systeme genutzt, die nicht in die

⁹ Siehe dazu Ansätze zum geschäftsprozessorientierten Wissensmanagement bei Abecker et al. [1]

bisherige Infrastruktur integriert sind, durch flexible Teamzusammenstellung müssen Mitarbeiter mit bisher unbekannten Systemen umgehen, die Koordination der Projekte erfordert flexible Prozessunterstützung, gemeinsamer Arbeitskontext und Aufgabenverständnis müssen im Team über räumliche und zeitliche Grenzen hinweg geschaffen werden. Je nach Zusammenstellung des Teams treffen neben unterschiedlichen Sprachen oder gar Kulturen auch wieder unterschiedliche Terminologien aufeinander, was den Aufbau eines Kontextes und gemeinsamen Verständnisses sowie die Erstellung, Pflege und Nutzung gemeinsamer Wissensbasen erschwert.

3.1.4 Integrative Sicht des Wissensarbeiters

All diesen Einzelaspekten steht nun der Wissensarbeiter gegenüber, der die Aspekte kombinieren muss, um seine Arbeit effektiv zu gestalten und erfolgreich durchzuführen.

Dabei sieht er sich der oben ausgeführten Komplexität gegenüber, die auf seinem Arbeitsplatz kumuliert und sich in den von ihm täglich genutzten Applikationen für die Büroarbeit fortsetzt. So sind diese Applikationen nur sehr eingeschränkt untereinander kompatibel. Grund dafür sind unterschiedlichste Dateiformate mit proprietären Standards, die einen Austausch und Weiterverarbeitung von Informationsobjekten erschweren, wenn nicht gar (praktisch) unmöglich machen. Dennoch besteht für den Wissensarbeiter Bedarf im freien Austausch und Kombination der Objekte seiner Wissensarbeit.

Der Trend hin zur Zusammenarbeit von Büroapplikationen zeigt diesen Bedarf. So stellt Microsoft eine Suite zur Verfügung aus eMail, Kalender, Notizen, Aufgaben, Kontakten (in MS Outlook); eingebunden in Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Präsentation (Word, Excel, ...) und Kollaboration im Team (MS Exchange, Netmeeting). Außerhalb dieser Konstellation wird ein Austausch jedoch schwierig, wenn man etwa ein anderes eMail-Tool nutzt oder gar ein anderes Betriebssystem verwendet.

Die Folge davon sind Mehraufwand (Import/Export von Daten resp. Synchronisation), Redundanz (z. B. eMail-Adressbuch und Kontaktdatenbank, Dokumente in eMails und in Dateiverzeichnissen), das Fehlen von Informationen bei Bedarf sowie Umgehungsstrategien, wie die bereits erwähnte Nutzung von eMail als Universalwerkzeug.

Wissensarbeiter entgegnen dieser Komplexität oftmals in einer verstärkten lokalen Pflege ihres persönlichen Wissensraumes in Dateiverzeichnissen, eMail-Ordnern, Werkzeugen des „Personal Information Management“, MindMapping, persönliche Webseiten, etc. Dieser Wissensraum weist durchaus viel Struktur auf, wenn etwa eMail-Ordner und Dateiverzeichnisse betrachtet werden. Demgegenüber steht eine geringere Bereitschaft zur Pflege des organisationalen Wissensraumes, wie etwa die Teilnahme in Wissensmanagementaktivitäten des Unternehmens, die z. B. das

Einstellen und Verschlagworten von Projekterfahrungen (in Form von *Lessons Learned* oder *Best Practices*) verlangen, da deren korrekte Verfügbarmachung und Indexierung mit hohem manuellen Aufwand verbunden ist und i. d. R. zusätzlich zur eigenen Ablage getätigten werden muss. Das Scheitern vieler Wissensmanagement-Projekte und die Diskussion über Anreizsysteme zeigen diese Problematik.

3.1.5 Kontext

Bei vielen der genannten Aspekte taucht immer wieder die Problematik einer fehlenden Kontextbezogenheit der Anwendungen auf. Als Kontext eines Wissensarbeiters bezeichnen wir die Menge aller Objekte, die zur Durchführung seiner Aufgabe zu einem bestimmten Zeitpunkt relevant sind. Dieser Kontext ist umfangreich und setzt sich zusammen aus konkreten Elementen wie Informationsobjekten (wie etwa Papier- und elektronische Dokumente), genutzten Applikationen, Kollegen, Aufgabe und Situation, aber auch weniger fassbaren Aspekten wie der Erfahrung des Wissensarbeiters oder gar seinem Gemütszustand.¹⁰

Wissensarbeiter haben also zu einem gegebenen Zeitpunkt einen Kontext, der explizit (Wie war das nochmal? Welche Dokumente brauche ich jetzt?) oder implizit (Aktivierung des entsprechenden Erfahrungswissens) aufgebaut und genutzt wird. Je nach Komplexität der Situation oder der gegebenen Aufgabe ist auch der Kontext komplex, was für den Wissensarbeiter einen erhöhten Aufwand für den Aufbau des Kontextes bedeutet und Gefahren birgt, nicht alles im Kontext zu berücksichtigen. Daraus resultiert ein Unterschied zwischen dem potentiell nutzbaren Kontext und dem verfügbaren, vom Nutzer wahrgenommenen und schließlich genutzten Kontext.

Weiterhin treten im täglichen Arbeitsablauf ständig so genannte Kontextwechsel auf, d. h. Zeitpunkte an denen der Wissensarbeiter sich innerhalb kürzester Zeit auf eine neue Arbeitssituation einstellen muss. Kontextwechsel können etwa durch eingehende Telefonanrufe, Nachfragen von Kollegen oder auch durch das Einschieben dringender Aufgaben initiiert werden. Tritt ein Kontextwechsel auf, muss nun der Kontext der neuen Situation erstellt werden, bspw. durch das Zusammensuchen von Unterlagen, den Abgleich des eMail-Verkehrs zu einer Fragestellung oder das Klären des Stands einer delegierten Aufgabe. Wenn keine Vorkehrungen getroffen werden, geht darüber hinaus auch der alte Kontext verloren und man wird dann auch diesen wieder aufbauen müssen.

Wir sehen die fehlende Kontextbezogenheit von Applikationen als eine der maßgeblichen Barrieren der IT, die dazu führt, dass die Aufwände zum

¹⁰ Für eine weiterführende Auseinandersetzung mit dem Kontext-Begriff siehe den Beitrag von Lindstaedt u. Ulbrich in diesem Band.

Aufbau und Wechsel von Kontexten relativ hoch sind – Kontextwechsel in der Wissensarbeit sind damit teuer.

4 Lösungsbeiträge von Semantic Web-Technologien

Wie wir gesehen haben, führen die aktuellen Entwicklungen der Arbeitswelt zu erweiterten Anforderungen an die IT-Unterstützung insbesondere in den Dimensionen

- *Komplexität:* Modellierung und Handhabung vielfach vernetzter, komplexer Beziehungen und Abhängigkeiten, sowohl den Arbeitsgegenstand als auch die sozialen und organisatorischen Strukturen betreffend; Strukturierung und Darstellung individueller, agiler Arbeitsprozesse in multiplen, zeitlich verschränkten aber thematisch getrennten Projekten
- *Flexibilität:* ad hoc Auf- und Abbau von aufgabenbezogenen Teams in weltweiter, asynchroner Kooperation; Handhabung dynamisch wechselnder, ineinander verschränkter Kontexte
- *Automatisierte Dienste:* dynamische Identifikation, Konfiguration, Nutzung von inhaltsverarbeitenden Services; Integration von Informationssupport und individueller Arbeitsorganisation

Die Konzepte und Techniken des Semantic Web versprechen nun, eine geeignete Grundlage für die gewünschte IT-Unterstützung zu bieten. Einen unmittelbaren Nutzen von semantischen Technologien wird zunächst diejenige Klasse von Wissensarbeitern haben, die Software entwickelt oder für die Integration von IT-Landschaften verantwortlich ist. Für diese Personen wird es in Zukunft einfacher, auf der Basis von (Web-)Service-orientierten Architekturen neue Anwendungen aus lose gekoppelten Services zusammenzusetzen bzw. bestehende Anwendungen und Daten zu integrieren und zu warten.

Für die anderen Wissensarbeiter wird als einer der Nebeneffekte des Semantic Web als erstes die Möglichkeiten des Dokumenten- und Informationsaustausches zwischen einzelnen Anwendungen zunehmen. Die Idee, dass dezentral von beliebigen Teilnehmern erzeugte Informationen weltweit von Anderen ohne vorherige Absprache verstanden und maschinelld verarbeitet werden können, verlangt allerdings die formale Fixierung der jeweils verwendeten Begriffswelten bzw. Terminologien und des zugrunde liegenden Verständnisses. Die Entwicklung von Ontologien und die Definition geeigneter Ontologie-Repräsentationssprachen sowie von Techniken der Abbildung zwischen Ontologien ist daher ein aktueller Schwerpunkt der Grundlagenentwicklung im Semantic Web.

Erste Resultate der aktuellen e-Science-Initiativen sind positive Beispiele dafür, dass eine Integration verschiedener Services auch von Wissensarbeitern bewerkstelligt werden kann, die nicht primär Softwareentwickler sind. So unterstützen *scientific workflow management systems* beispielsweise Astronomen, Biologen, Chemiker, usw. (i) bei der Planung von Experimenten und des Ressourceneinsatzes, (ii) durch eine (teil-)automatisierte Ausführung der Experimentschritte und (iii) bei der Überwachung der Durchführung¹¹.

Eine Übertragung dieser Ansätze auf weitere Wissensarbeitsprozesse wird möglich, da Semantic Web-Technologien eine sowohl einheitliche als auch erweiterbare Repräsentation von Produkten und Prozessen erlauben. Dies ist von entscheidender Bedeutung, da bei der Wissensarbeit i.d.R. weder die Prozesse starr vorgegeben noch die Produkte klar definiert sind; beide werden erst während der Projektdurchführung entwickelt und unterliegen einem häufigen Wandel. Insbesondere bei der Repräsentation von Abhängigkeiten kommt dem eine herausragende Bedeutung zu, da relevante Merkmale *on-the-fly* identifiziert und ausgezeichnet werden können. Ohne eine solche explizite Verwaltung der Abhängigkeiten zwischen Produkten und Prozessen sowie der Unterstützung bei der Nachverfolgung laufen Wissensarbeiter Gefahr, die Konsequenzen einer lokalen Änderung nicht abschätzen zu können bzw. notwendige Anpassungen zu übersehen.

5 Fazit

Die unter dem Begriff *Wissensgesellschaft* zusammengefassten Entwicklungen führen zu neuen Herausforderungen an Art, Umfang und Bedeutung der Wissensarbeit. Die betroffenen individuellen Wissensarbeiter benötigen verstärkt technische Unterstützung, um unter stetig veränderlichen Rahmenbedingungen vielfältige und heterogene Informationen zu beherrschen und unter integrierter Anwendung von fachlichen und sozialen Kompetenzen effektiv und zielgerichtet verarbeiten zu können. Die individuelle Wissensarbeit ist dabei gekennzeichnet von zunehmender Komplexität hinsichtlich der Breite der berührten Gebiete, der Detaillierung der einzelnen Arbeitsobjekte, und der vielfältigen sachlichen und sozialen Vernetzung von Arbeitsgegenstand, Arbeitsprozess und Arbeitsteam. Gleichzeitig treten begleitende organisatorische Strukturen zurück.

Hieraus ergibt sich der Bedarf an integrierten unterstützenden Werkzeugen für das persönliche Informationsmanagement, die Beherrschung von Kontextwechseln in multiplen und parallelen Arbeitsprozessen, und den Aufbau und die Nutzbarmachung von Kompetenznetzwerken und

¹¹ Siehe z.B. das Projekt „Virtual Laboratory for e-Science“ (<http://www.vl-e.nl>)

individuellen sozialen Vernetzungen auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Schließlich verlangt das neue Bild der Wissensarbeit auch nach Unterstützung beim persönlichen Aufbau und Erhalt von Kompetenzen und bei der notwendigen Vermarktung der eigenen Fähigkeiten.

Semantische Technologien bieten eine geeignete Basis zur Realisierung solcher Unterstützungswerkzeuge. Die auf der Grundlage einfacher Standards möglichen offenen Schnittstellen für Informationen, semantische Annotationen und automatisierte Dienstleistungen verbinden die gewünschte automatische Unterstützung mit der gleichfalls gewünschten Offenheit und flexiblen Konfiguration. Die dezentrale Organisation und das Prinzip der beliebigen Vernetzung erlauben eine harmonische Abbildung der für die Wissensarbeit so zentralen Beziehungen und Verknüpfungen. Die Entwicklung und Formalisierung von Ontologien trägt maßgeblich zur Lösung der konzeptuellen und terminologischen Diskrepanzen in flexiblen und ad-hoc Kommunikationsszenarien bei. Die automatische Identifikation und Konfiguration von weltweit netzbasiert angebotenen Diensten erlaubt die rasche und zielgerichtete Konfiguration individueller Unterstützungswerkzeuge.

Schließlich erlaubt die auf individuelle Aktivität und dynamisches Wachstum ausgerichtete Netzwerkphilosophie, den persönlichen Arbeitsplatz einzelner Wissensarbeiter zum Semantic Desktop aufzuwerten und ihn als Keimzelle globaler Strukturen zu verstehen. Damit werden umfangreiche Informationsunterstützung, prozesseingebettete Dienstleistungen, und kollaborative Beziehungen als evolutionäre Entwicklungen eines sich selbst organisierenden, vernetzten Systems denkbar.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, dass Produktivitätssteigerungen für Wissensarbeit durch IuK-Technologie im allgemeinen (und Semantic Web im besonderen) davon abhängen, inwieweit die Lösungen in die mobilen, verteilten und flexiblen Arbeitsprozesse integriert sind. Im Mittelpunkt müssen dabei die individuellen Bedürfnisse und Anforderungen der Wissensarbeiter stehen. In welchem Umfang das Semantic Web ein Arbeitsmittel sein wird, das diesen Anforderungen genügen kann, soll in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.

Literatur

1. Abecker A, Hinkelmann K, Maus H., Müller H-J, (Hrsg) (2002). Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement – Effektive Wissensnutzung bei der Planung und Umsetzung von Geschäftsprozessen. xpert.press. Springer: Berlin, Heidelberg, New York
2. Bullinger H-J (2001). Arbeit der Zukunft. Vortrag im Rahmen der Tagung „Arbeit der Zukunft – produktiv und attraktiv gestalten“. Institutzentrum Stuttgart der Fraunhofer-Gesellschaft, 25. April 2001

3. Cernavin O, Fischer M, Nettlau H (2004). Neue Qualität der Büroarbeit. Potenziale einer präventiven Arbeitsgestaltung – Auf dem Weg zu einer neuen Konvention? In: Schneider W, Windel A, Zwingmann B, (Hrsg) Die Zukunft der Büroarbeit – Bewerten, Vernetzen, Gestalten, S 35–58. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Geschäftsstelle der Initiative Neue Qualität der Arbeit – in-qa.de, Dortmund
4. Davenport T H. (2005). Thinking for a Living. Harvard Business School Press.
5. Dostal W (2001). Demografie und Arbeitsmarkt 2010 – Perspektiven einer dynamischen Erwerbsgesellschaft. In: Bullinger H-J (Hrsg) Zukunft der Arbeit in einer alternden Gesellschaft. IAB
6. Drucker P F (1969). The Age of Discontinuity. Butterworth-Heinemann
7. Heisig U, Ludwig T (2004). Regulierte Selbstorganisation. Technical report, Institut Arbeit und Wirtschaft, Universität Bremen
8. Hermann S (2004). Produktive Wissensarbeit – Eine Herausforderung. In: Hermann, S (Hrsg) Ressourcen strategisch nutzen: Wissen als Basis für den Dienstleistungserfolg, S 205–224. Fraunhofer IRB Verlag
9. Moldaschl M, Voß G G (Hrsg) (2003). Subjektivierung von Arbeit. Hampp, Mering
10. Nielsen J (2000). Designing Web Usability: The Practice of Simplicity. New Riders Publishing
11. Rasmus D (2002). Collaboration, content and communities: An update. Giga Information Group, Inc., May 31st 2002, GigaTel
12. Schütt P (2003). The post-nonaka knowledge management. Journal of Universal Computer Science, 9(6):451–462
13. Schwarz, S., Abecker, A., Maus, H., and Sintek, M. (2001). Anforderungen an die Workflow-Unterstützung für wissensintensive Geschäftsprozesse. In: Müller H, Abecker A, Hinkelmann K, Maus H, (Hrsg) Workshop „Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement“ im Rahmen der WM'2001, Baden-Baden, DFKI Document D-01-02
14. Shneiderman B (2002). Leonardo's Laptop: human needs and the new computing technologies. MIT Press
15. Stehr N (1994). Arbeit, Eigentum und Wissen. Suhrkamp, Frankfurt a. Main
16. Wiig, K. (2004). People-Focused Knowledge Management: How Effective Decision Making Leads to Corporate Success. Butterworth-Heinemann

Wozu Normen? Wozu semantische Interoperabilität?

Christian Galinski

Infoterm, Wien, Österreich;
cgalinski@infoterm.org

Zusammenfassung: Das Internet beginnt sein volles Potential als Kommunikationsraum zu entfalten. Das betrifft vor allem auch die distribuierte dynamische Erstellung und Wartung von strukturiertem Content. Dabei handelt es sich um datenbankmäßig strukturierte Daten (basierend auf Metadaten, generischen Datenmodellen und Metamodellen), die über die Attribute verfügen, welche ihre Qualität und damit das Vertrauen der Nutzer bestimmen. Da Fachwissen hochgradig „selbstreferenziell“ ist, muss „smart content“ einen Teil seines Kontexts – zumindest in Form von Verweisen – mit sich führen. Hinzu kommen Anforderungen an Contenteinheiten, grundsätzlich mehrsprachig, multimodal, multimedia sein zu können und hochgradige Personalisierung, Barrierefreiheit und unterschiedlichste Ausgabeformate zu unterstützen. Die Großindustrie weiß, dass eBusiness vom Ansatz her mehrsprachig angelegt sein muss, um Produkte und Dienstleistungen in der Sprache und Kultur der Zielmärkte verkaufen zu können. Viele Normungsaktivitäten zielen auf die Methoden der entsprechenden Datenmodellierung ab. Die Methodennormen von ISO/TC 37 „Terminologie und andere Sprach-, sowie Contentressourcen“ haben sich bislang als die „generischsten“ für fachsprachliche Contenteinheiten erwiesen, und bewähren sich auch für nicht-wortsprachliche Contenteinheiten auf der Ebene der lexikalischen Semantik.

1 Einleitung: Globalisierung und Lokalisierung

Die *Globalisierung* gewinnt mit der dritten Generation Mobiltechnologie an Dynamik. Die Konvergenz von mComputing und mCommunication zu MCC (mobile computing and communication) führt zu größerer Dezentralisierung einerseits, aber auch zu einem stärkeren Zwang zur tatsächlichen oder virtuellen Integration von Systemen und Prozessen – bis hin zur Integration von Inhalten und deren Strukturen. Informationsinseln im Unternehmen wachsen zusammen, Content (in der hier beschriebenen Form von *strukturiertem Content*) rückt in den Mittelpunkt des Interesses: letztlich

fallen über mehrere Jahre gesehen die größten Kosten bei der Erstellung und Wartung von Inhalten an – und nicht bei der Systementwicklung. Das wird inzwischen auch von höchsten Gremien so gesehen [17, 18].

Das Internet hat noch lange nicht sein ganzes Potential als Kommunikationsraum – insbesondere mit Hinblick auf distribuierte Content-Erstellung und -Wartung – entfaltet. Die gesteigerten Anforderungen an Content – nicht zuletzt auch dessen Mehrsprachigkeit und Kulturbezogenheit – wirken auf technische Anforderungen zurück. *Lokalisierung* ist somit die Kehrseite der Medaille von Globalisierung, weshalb manche Leute auch von *Glokalisierung* sprechen. Die genannten Anforderungen werden sich vor allem auf die Datenmodellierung als Bestimmungsfaktor für das Design der Nutzerschnittstelle auswirken – und zunehmend auch Anforderungen aus der Sicht des „semantic web“ berücksichtigen müssen.

In einem eigenhändigen Leserbrief (Business Week 2002-04-08) schrieb Tim Berners-Lee:

„The WWW contains documents intended **for human consumption**, and those intended **for machine processing**. The Semantic Web will enhance the latter. The Semantic Web will not understand human language ... The Semantic Web is about machine languages: well-defined, mathematical, boring, but processable. **Data, not poetry.**“

Dieser Leserbrief gibt Anlass zur Frage: „Was bedeutet Semantik, Syntax, semantische Interoperabilität für die Informatik, was für die zwischenmenschliche Kommunikation?“ Der Unterschied zu den analogen Begriffen in den Geisteswissenschaften ist fundamental, trotz gleicher Ursprünge¹ – letztlich aber ist der Mensch der Endverbraucher, für den vor allem die Semantik der zwischenmenschlichen Kommunikation zählt. Man sollte daher Tim Berners Lee’s Konzeption des Semantic Web von Konzeptionen eines *semantic web* (kleingeschrieben) aus der Sicht von Content und menschlicher Kommunikation unterscheiden. Dieser Beitrag versucht auch eine Brücke zu schlagen zwischen verschiedenen Fachleutegemeinschaften (scientific communities), die von Semantik, Syntax, Interoperabilität usw. reden, aber jeweils recht Verschiedenes darunter verstehen.

Bei den Daten, die im *semantic web* anfallen (werden), handelt es sich größtenteils um *strukturierten Content* – d. h. datenbankmäßig strukturierte Daten (auf der Basis von Metadaten, generischen Datenmodellen und Metamodellen), die über die entsprechenden Attribute verfügen, welche die Qualität bestimmen (und damit auch das Vertrauen der Nutzer). Dazu gehören Terminologien, fachbezogene Klassifikationen, Typologien, Taxonomien, Produktdaten, Learning Objects, Kodierungssysteme (für Ländernamen, Sprachenbezeichnungen, Währungsbezeichnungen, etc.),

¹ Siehe dazu auch den Beitrag von Blumauer u. Pellegrini in diesem Band.

Quellenidentifikationen, usw. Diese können/sollten nach Datentypen in verschiedenen Repositoryn von den interessierten Communities in vernetzter Form – d. h. auch in Form föderierter Datenbanken – erstellt und gewartet werden.

Das schafft nicht nur verbürgte Qualität, sondern auch *semantische Interoperabilität* auf der Ebene der kleinsten semantischen Contenteinheiten und löst sogar einige Rechtsprobleme im Zusammenhang mit Copyright und anderen Schutzrechten für geistiges Eigentum sowie den entsprechenden Nutzungsrechten. Ansonsten würde auch hier gelten: „garbage in = garbage out“. Die Rolle, welche der Normung in diesem Zusammenhang zukommt, wird nach einer Analyse von strukturiertem Content in diesem Beitrag dargelegt.

2 Content – eContent – mContent

Technisch gesehen – aus der Sicht der Informatik – umfasst Content:

- Text (textuelle Daten)
- Ton (Audiodaten)
- Bild (Bilddaten)
- Multimedia (einschl. Videodaten).

Diese rein „technische“ Einteilung von Content ist unzureichend für semantische Interoperabilität aus der Sicht der zwischenmenschlichen Kommunikation. Dazu muss theoretisch etwas ausgeholt werden.

Die Soziolinguistik unterscheidet zwischen Allgemeinsprache (general purpose language – GPL) und Fachsprache (special purpose language – SPL). Letztere kommt in der Fachkommunikation zur Anwendung. Dabei sollen Übergangsformen im Fachjournalismus, Werbung ja bis in die Literatur hinein (s. G. Grass „Der Butt“) nicht verschwiegen werden. Gemeinsam ist den Fachsprachen ein hoher Anteil an terminologischen Einheiten. Diese repräsentieren fachgebietsspezifische Begriffe, welche in Form von Benennungen (Termini) unabdingbar sind für:

- die Aufrechterhaltung der Fachkommunikation,
- die Darstellung von Fachwissen,
- den Zugriff auf Fachwissen in Büchern, Datenbanken, Webseiten usw.

In diesem Zusammenhang spricht man auch von den Fachsprachen der einzelnen Fachgebiete, die wesentliches konstituierendes Element des jeweiligen Fachgebietes sind. Es sind die Gemeinschaften von Fachexperten (scientific communities), die mehr oder weniger formal die sprachlichen Konventionen ihrer Fachsprachen bestimmen. Diese können beträchtlich

von den Konventionen der jeweiligen Allgemeinsprache abweichen. Im Zuge der Verschriftlichung der Kommunikation bezogen sich diese sprachlichen Konventionen in den Fachgebieten jahrhundertelang vor allem auf die Fachkommunikation in schriftlicher Form. Die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) der letzten Jahre befreit zunehmend die Formen der Wissensdarstellung von den inhärenten Beschränkungen der geschrieben-sprachlichen, auf Papier gedruckten Kommunikation. Das gleiche gilt auch – in anderer Form – für die non-verbale Kommunikation in der Allgemeinsprache.

Allgemein kann daher festgestellt werden, dass moderne Technologie die bis Ende des 2. Jahrtausends dominierende Verschriftlichung in Wissensdarstellung und Fachkommunikation anteilig zugunsten nichtsprachlicher Darstellungsformen zurückdrängt (auch Entschriftlichung genannt). Computer verarbeiten aber nach wie vor „nur“ Darstellungen/Repräsentationen von Wissen/Bedeutungen, nicht Wissen/Bedeutungen selbst.

MCC, die Konvergenz von mComputing und mCommunication, führt zwangsläufig auch zu *mContent* (mobile content), der auch durch distribuiertes kollektives Arbeiten gekennzeichnet ist. Über mobile Endgeräte kann der Mensch durch das Vordringen der IKT-Vernetzung bis in den letzten Winkel der Erde und in alle Lebensbereiche hinein (man spricht von ubiquitären Netzwerken) immer und von überall – wenn er will – nicht nur auf Informationen im Web zugreifen, sondern zunehmend auch aktiv an der Erstellung von neuen Informationen oder an deren Bearbeitung teilhaben.

Das betrifft auch alle Sprachgemeinschaften, Kulturen, Ausdrucksformen in der menschlichen Kommunikation, die mehr und mehr – und das hoffentlich immer komfortabler – von Computern jeder Größe (bzw. Kleinheit) unterstützt werden. Aus dieser Sicht muss Content heute von den Methoden der Datenmodellierung und des Content Management her gesehen vom Ansatz:

- mehrsprachig,
- multimodal,
- multimedia

angelegt sein und auch den Anforderungen der Barrierefreiheit und Nutzung verschiedenster Nutzerschnittstellen für den gleichen Content (multi-channel) genügen. Das richtet natürlich erhöhte Anforderungen an Usability und Personalisierung. Fast scheint, als ob die eigentliche Informationsrevolution erst jetzt voll einsetzt – die gesellschaftlichen Auswirkungen sind noch gar nicht absehbar [39].

mContent stellt aber auch größere Anforderungen an Content Management und die durch distribuiertes Arbeiten erstellten Inhalte in bezug auf

Wiederverwendbarkeit und Weiterverwertbarkeit (*re-usability*), sowie Rationalisierung aller mit Contenterstellung und -wartung verbundenen Prozesse durch *resource sharing*.² Dabei werden an die Zuverlässigkeit der Inhalte immer höhere Anforderungen gestellt – vor allem aus einer weiteren Sicht von semantischer Interoperabilität. Nicht nur, dass mit der Handhabung von Inhalten Kosten verbunden sind, manche Inhalte können bei Versagen der semantischen Interoperabilität in Situationen *kritischer Kommunikation* schwerste Folgen nach sich ziehen. Für manche Arten von Content oder Situationen von Content-Verwendung können daher Haf tungsfragen und andere Rechtsprobleme auftreten, an die Fachleute wie auch Programmierer bislang nicht gedacht haben (was ja auch nicht ihre primäre Funktion ist).

Darüberhinaus wäre es fatal, wenn Content für eBusiness nicht auch im Rahmen von eLearning (z. B. für die berufliche Weiterbildung) eingesetzt werden könnte, oder im Bereich des eHealth andere Content-Methoden entwickelt würden als in eLearning und eBusiness. Hier spielt Normung eine große Rolle – doch davon später.

3 Content aus der Sicht von Contenteinheiten

Unter Content ist hier *nicht* der Content der sog. Content-Industrien – also Musik, Film, Computerspiele, usw. – gemeint, sondern Contenteinheiten auf der Ebene der Begriffe: d. h. Wissens- und Bedeutungsrepräsentationen aller Art (wortsprachlicher und nicht-wortsprachlicher Natur). Man kann diese Arten von Contenteinheiten auch der lexikalischen Semantik im erweiterten Sinne zuordnen. Darunter fallen auch morphologische Elemente dieser Repräsentationen (Verkehrsexperten sprechen z. B. von einer „Morphologie“ der Verkehrszeichen) und etwas komplexere Einheiten, wie Phraseologie, Kollokationen, Mikraussagen usgl., wie auch Definitionen und andere Beschreibungen der Repräsentationen, Kontexte/Kotexte, Beispiele usw.³

3.1 Contenteinheiten und ihre Bedeutung

Begriffe, auch *Wissensdarstellung erster Ordnung* genannt, sind geistige Konstrukte, die Objekten der realen Welt entsprechen. Diese Objekte können konkret (z. B. Gegenstände) oder abstrakt (z. B. Gesellschaft) sein. Die Begriffe wiederum werden dargestellt (repräsentiert) durch *Bezeichnungen* (wie Benennungen, alphanumerische Symbole, graphische Symbole usw.)

² Siehe dazu die Beiträge von Bernardi et al., Sauermann und Schmitz et al. in diesem Band.

³ Siehe z.B. das EU-Projekt IN-SAFETY: <http://www.insafety-eu.org>

und *Beschreibungen* (wie Definitionen, Erklärungen, Kontexte/Kotexte usw.). In der kategorisierenden und klassifizierenden Welt des Fachwissens sind Begriffe und ihre Darstellungen *systemisch* zu sehen, d. h. sie können nur im Zusammenhang des Fachwissens „begriffen“ werden. Begriffe sind folglich im Kontext des Fachwissens die unterste Ebene der *Wissensordnung*. Parallel hierzu repräsentieren Contenteinheiten der Allgemeinsprache ebenfalls Bedeutungen, die aber stark vom zwischenmenschlichen, gesellschaftlich-kulturellen Kontext abhängig sind.

Dabei gibt es möglicherweise in der Fachkommunikation selbst verschiedene Arten von Begriffen – zumindest solche, die sich in:

- (hierarchische, nicht-hierarchische oder hybride) logische Begriffssysteme,
- (hierarchische, nicht-hierarchische oder hybride) ontologische Begriffsmodelle,
- andere Arten von (hierarchischen, nicht-hierarchischen oder hybriden) Begriffssystemen,

einteilen lassen, oder die man typologisieren kann in:

- reguläre naturwissenschaftlich-technische Terminologien,
- geistes- und sozialwissenschaftliche Terminologien,
- (wissenschaftlich-technische) nomenklaturartige Terminologien,
- andere.

Hier ist durchaus noch Forschungsbedarf gegeben, wobei die Forschungsergebnisse direkten Einfluss auf Datenmodellierungsmethoden und -techniken haben werden. Diese wiederum müssten verstärkt im Web Content Management berücksichtigt werden. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich eine große Vielfalt von Arten von Content, die möglichst mit generischen Ansätzen erfasst und verarbeitet werden sollen. Dabei darf man aber ihre jeweiligen Eigenheiten nicht ungestraft vernachlässigen. Es fehlt m.E. also noch eine detaillierte Typologie der Contentarten auf der Ebene der lexikalischen Semantik.

Unter den hier angesprochenen Contenteinheiten versteht man einerseits

- Primärinformationen, wie
 - Terminologien (inkl. Nomenklaturen, Typologien, Taxonomien, Ontologien im Sinne wissensangereicherter Terminologien, ...)
 - Sprachressourcen (language resources – LRs)
 - Namen (inkl. Eigennamen...)
 - Eigenschaften, Merkmale (z. B. bei Produktdaten)
 - Maße und Gewichte
 - eine Vielfalt nicht-wortsprachlicher Repräsentationen usw.
 - Beschreibungen der obigen Repräsentationen,

ferner

- fachencyklopädische Darstellungen
- Mikroaussagen (Messages, Anweisungen, ...)
- morphologische Einheiten (z. B. Benennungselemente...) usw.
- und *Metacontent*, wie
 - Klassifikationssysteme
 - Informations-Thesuren
 - Indexierungs- und Retrievalsprachen
 - Ontologien (im Sinne von Ordnungsstrukturen) usw.
- Sekundärinformationen, wie
 - bibliographische Angaben herkömmlicher Art
 - neuartige bibliographische Angaben (z. B. Identifizierung von Webseiten oder Dateien)
 - andere Quellenangaben (z. B. Experten als Quelle)
- Tertiärinformationen, wie Kataloge von
 - Datensammlungen
 - Datenquellen
 - Verbänden usw.,

andererseits auch die für eine systematische Erfassung und Verwaltung von Content unabdingbaren Metadaten und Datenformate. Metadaten bedeuten hier „eindeutig abgegrenzte und formal beschriebene Datenelemente“ (weniger präzise definiert in ISO 11179 als „metadata: data that defines and describes other data“ [30]).

In diesem Sinne sind Contenteinheiten Dateninstanziierungen oder Referenzdaten, die über Metadaten, Datenmodelle und Metamodelle erfasst, verwaltet und ausgetauscht werden können. Diese Contenteinheiten versprechen in baldiger Zukunft den größten Anteil an Content im Web überhaupt auszumachen. Systematische Ansätze zur Bewältigung dieser Informationsmengen und -ströme sind derzeit vor allem im Bereich der Terminologie(arbeit und -normung) auszumachen.

Das technische Komitee ISO/TC 37 „Terminologie und andere Sprach- und Contentressourcen“ der Internationalen Normungsorganisation (ISO) hat es sich daher zum Ziel gesetzt, seinen für die Terminologie bewährten systematischen Ansatz auf andere – vor allem mehrsprachige – Sprach- und Contentressourcen auszudehnen und dabei mit anderen TCs der ISO strategische Partnerschaften einzugehen [15, 16, 19].

3.2 Wissens- und Bedeutungsdarstellungen

Die wissen(schaft)s theoretischen Grundlagen der obigen Ausführungen über Contenteinheiten finden sich in der *Semantik* und in der *Semiotik*.

Beide stellen die Grundlagen neben mehreren anderen Wissensgebieten (wie Informationstheorie, soziologischen Systemtheorie usw.) vor allem für Sprachwissenschaft und Informatik dar. Eine wichtige, traditionelle Aufgabe in der *Semantik* ist es, Äußerungen in natürlicher Sprache in logische Formeln umzusetzen. Dabei erweist es sich, dass umso mehr Bedeutungsnuancen verloren gehen, je stärker formalisiert wird. Mit *formaler Semantik* wird sowohl ein Teilgebiet der theoretischen Informatik als auch ein Teilgebiet der Linguistik bezeichnet. Beide Gebiete haben ihren gemeinsamen Ursprung in den Arbeiten von Alfred Tarski (1901–1983), Richard Montague (1939–1971), Alonzo Church (1903–1995) und anderen.⁴

3.2.1 Semantik

Die Semantik (Bedeutungslehre) ist das Teilgebiet der Sprachwissenschaft (Linguistik), das sich mit Sinn und Bedeutung von Sprache beziehungsweise sprachlichen Zeichen befasst. Die Semantik kümmert sich um die Frage, wie Sinn und Bedeutung von komplexen Begriffen aus denen von einfachen Begriffen abgeleitet werden können und stützt sich dabei in der Regel auf die Syntax. Hierbei bezeichnet nach Gottlob Frege (1848–1925)

- *Sinn* (engl. sense) den Inhalt, der sich aus den Relationen der Zeichen, Wörter, Sätze usw. untereinander im System der Sprache ergibt,
- *Bedeutung* (engl. reference) den Inhalt, der sich aus der Relation zwischen Zeichen und Welt ergibt.

Da diese Differenzierung nach heutigem Wortgebrauch nicht mehr leicht nachvollziehbar ist, wird inzwischen anstelle der Fregeschen Terminologie vorwiegend das Begriffspaar Bedeutung (Sinn) – Bezeichnetes verwendet, Sinn und Bedeutung also vereinfachend als synonym angesehen.

Die Semantik unterscheidet zwischen verschiedenen, aufeinander aufbauenden Ebenen:

- lexikalische Semantik,
- Satzsemantik,
- Textsemantik,
- Diskurssemantik,

wobei im Zusammenhang mit Contenteinheiten die Ebene der lexikalischen Semantik wesentlich ist. Es zeigt sich nun, dass selbst die lexikalisch-semantische Ebene der Contenteinheiten – trotz starker selbstreferentieller Aspekte – an Komplexität nicht zu unterschätzen ist. Bei der physischen oder virtuellen Integration von Informationen und Datenstrukturen müssen

⁴ Siehe auch Semantik in Wikipedia unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Semantik>, aufgerufen am 08.12.2005

sich die Semantik-Ansätze der Linguistik und der Informatik wieder annähern, da am Ende der Nutzerkette menschliche Entscheidungen erfolgen oder durch Computer Entscheidungen, wie sie Menschen treffen können/müssen, simuliert werden.

3.2.2 Semiotik

Ähnliches gilt auch für die Semiotik, die allgemeine Lehre von den Zeichen, Zeichensystemen und Zeichenprozessen. Sie wird üblicherweise in die drei überlappenden Teilbereiche Syntax, Semantik und Pragmatik untergliedert, wobei diese Bereiche durch ihre Beziehungen zwischen Zeichen, der Zeichenbedeutung und den Benutzern der Zeichen in einer bestimmten Situation definiert werden⁵:

- Syntax: Zeichen ↔ Zeichen,
- Semantik: Zeichen ↔ Bedeutung,
- Pragmatik: Zeichen ↔ Benutzer und Situation.

Alle drei sind für die Datenmodellierung von Contenteinheiten von größter Bedeutung. Selbst bei der Lokalisierung von produktbezogenen Informationen z. B. im eBusiness spielt – wie zunehmend auch in Industriekreisen erkannt wird – die Pragmatik eine Rolle. Die Lösungsansätze hier auf der Stufe der Datenmodellierung sind erstaunlich analog zu denen für Personalisierung und Barrierefreiheit.

Erste Zeichen- und Bedeutungslehren entstanden in der stoischen Dialektik (Diogenes von Babylon ca. 240–150 v. Chr. u. A.) sowie im mittelalterlichen Nominalismus durch Wilhelm von Occam (1285–1349). Wesentliche Begründer der „modernen“ Semiotik sind Charles Sanders Peirce (1839–1914), Ferdinand de Saussure (1857–1913), Charles William Morris (1901–1979) und der dänische Semiotiker Louis Hjelmslev (1899–1965). Für den Bereich der Terminologie kann man hier getrost auch Eugen Wüster (1898–1977) hinzuzählen, der die theoretischen und methodologischen Grundlagen für die Terminologiewissenschaft gelegt hat. Wüster stellte auch die seit den 1930er Jahren als für die technische Normung insgesamt unabdingbar erkannte terminologische Einzelnormung auf eine solide theoretische Basis [41], die seither im Rahmen von ISO/TC 37 „Terminologie und andere Sprach- und Contentressourcen“ weiterentwickelt wurde und zunehmend auf andere – vor allem mehrsprachige – Ressourcen auf der Ebene der Begriffe übertragen wird.

Ferdinand de Saussure (1857–1913) erklärt Sprache als ein System von Zeichen, welches fähig ist, Ideen auszudrücken. Daraus geht u. A. die Se-

⁵ Siehe auch Semiotik in Wikipedia unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Semiotik>, aufgerufen am 08.12.2005

miologie (abgeleitet vom griechischen Wort *semeion* – „das Zeichen“) her- vor. Saussure geht davon aus, dass nur menschliche Sender semiologische Vorgänge verstehen und produzieren können, indem der Sender eine Idee als Nachricht an einen menschlichen Empfänger schickt. Bei Aristoteles ist ein Zeichen (*semeion*, damit meint er ein Wort) ein Symptom für eine Seelenregung, d. h. für etwas, das der Sprecher sich vorstellt. Diese Vorstellung des Sprechers ist dann ein Ikon für ein Ding. Dies sind für ihn die primären Zeichenrelationen (Schenkel in der untenstehenden Figur). Davor abgeleitet ist die sekundäre Zeichenrelation (gestrichelte Basis in der Figur).

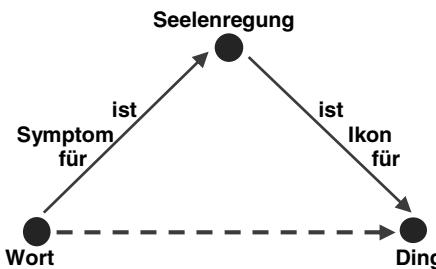


Abb. 1. Das Semiotische Dreieck bei Aristoteles⁶

Spätere Interpretationen halten daran fest, dass zwischen dem Wort (der Zeichenform, d. h. dem Schriftbild oder dem Lautbild) und dem Bezeichneten (Ding) im Allgemeinen keine direkte Beziehung besteht. Die Beziehung wurde irgendwann willkürlich festgelegt. Diese Beziehung bezeichnet man dann als Bedeutung (oder Begriff).

Peirce geht von einem dreiteiligen System aus, welches er Semiosis nennt: ein Prozess der drei Instanzen umfasst, nämlich das Zeichen, sein Objekt und den Interpretanten. In der Literatur des 19. und 20. Jahrhunderts tauchen verschiedene Dinge unter der Bezeichnung Semiotisches Dreieck auf.⁷ Die Ecken sind jeweils anders bezeichnet. Es geht aber immer um Abbildung und Interpretation. Die nachstehende Abbildung zeigt eine mögliche allgemeine Fassung. Die unterschiedlichen Definitionen von elementaren Begriffen bei den verschiedenen Autoren erschweren den Diskurs erheblich.

⁶ Siehe auch „Semiotisches Dreieck“ in Wikipedia unter

http://de.wikipedia.org/wiki/Semiotisches_Dreieck, aufgerufen am 08.12.2005

⁷ Siehe dazu auch die Beiträge von Budin und Ehrig u. Studer in diesem Band.

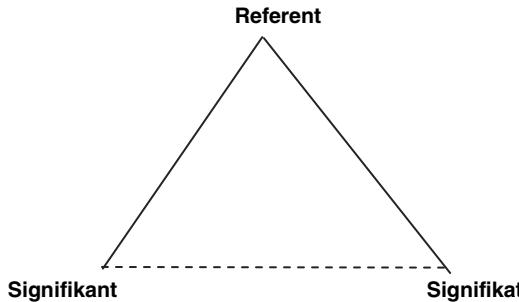


Abb. 2. Das semiotische Dreieck generalisiert

Oben könnte z. B. auch stehen:

- Interpretant (Peirce)
- Referenz (Ogden-Richards)
- Sinn (Frege)
- Intension (Carnap)
- Designatum (Morris, 1938)
- Significatum (Morris, 1946)
- Konnotation, Konnotatum (Mill)
- mentales Bild (Saussure, Peirce)
- Inhalt (Hjelmslev)
- Bewusstseinszustand (Buyssens)
- Begriff (Saussure, Wüster)

Links unten könnte auch stehen:

- Zeichen (Peirce)
- Symbol (Ogden-Richards)
- zeichenhaftes Vehikel (Morris)
- Ausdruck (Hjelmslev)
- Representamen (Peirce)
- Sem (Buyssens)
- Benennung (Wüster)

Rechts unten könnte auch stehen:

- Gegenstand (Frege, Peirce, Wüster)
- Denotatum (Morris)
- Denotation (Russell)
- Extension (Carnap)

Das semiotische Dreieck ist zugegebenermaßen eine stark vereinfachte Darstellung, die vielfach kritisiert wurde und wird. Dass man mit einem Dreieck in den verschiedenen Theorien arbeitet, heißt nämlich überhaupt nicht, dass man dasselbe meint. Andererseits feiert das semiotische Dreieck – vielfach bereits totgesagt – in neuen Formen und Interpretationen immer wieder eine Auferstehung. Wüster wandte es auf den „Zeichenbegriff“ selbst an, indem er unterschied: Zeichenobjekt, Zeichenbegriff und Zeichen [40], was sich anscheinend bei der Schriftenerkennung bewährt hat). In der Terminologienormung setzt man heute statt „Benennung“ Bezeichnung, da Begriffe auch durch nicht-sprachliche Zeichen dargestellt und kommuniziert werden können. In der Normung der Metadaten-Beschreibung unterscheidet man zwischen Datenelementobjekt, Daten-elementbegriff und Datenelementname. In der Klassifikation kann man unterscheiden zwischen Klassenobjekt, Klassenbegriff und Klassenname.

3.2.3 Begriffsbeschreibung als deskriptive Wissensrepräsentation

Schwierigkeiten hat man schon mit der Einordnung einer Beschreibung des Begriffs als deskriptive Wissensrepräsentation – z.B in Form einer stringenten Definition – in das semiotische Dreieck. Erst, wenn ein Begriff nämlich nicht nur durch eine Bezeichnung „etikettiert“ wird, sondern auch nach wissenschaftlichen Regeln beschrieben worden ist, kann er als (zumindest vorläufig) „stabil“ gelten. Doch wie bringt man eine Definition oder andere Art der Begriffsbeschreibung im semiotischen Dreieck unter? Versuche, das Dreiecksmodell an der Basis zu einer Pyramide mit einem weiteren Eckpunkt „Definition“ zu erweitern, haben sich nicht durchgesetzt.

Das Obengesagte gilt auch analog für die Beschreibung von Metadaten und andere Metainformationen, ja selbst für viele Arten von graphischen Symbolen und anderen nichtsprachlichen Begriffsdarstellungen.

3.3 Dokumentationssprachen

Eine *Dokumentationssprache* ist eine konstruierte Sprache zur Nutzung innerhalb von *IuD-Systemen* (d. h. von Informations- und Dokumentationssystemen), nämlich zur *Indexierung*, *Speicherung* und zum *Retrieval* von Inhalten (daher auch *IuR-Sprachen*, d. h. Indexierungs- und Retrievalsprachen genannt), indem einzelne *Deskriptoren* aus der Dokumentationssprache einem *Dokument* zugeordnet werden.

Man kann zwei Arten von Dokumentationssprachen unterscheiden:

- natürlich-sprachlich basierte: die Deskriptoren bestehen aus natürlich-sprachlichen Elementen (sind aber nicht deckungsgleich mit der natürlichen Sprache),
- nicht natürlich-sprachlich basierte: die Deskriptoren bestehen nicht aus natürlichsprachlichen Elementen, doch die Beschreibung der Inhalte geschieht mit natürlichen Sprachelementen, wie z. B. bei einer Systematik.

Dokumentationssprachen zeichnen sich formal dadurch aus, dass es sich bei ihnen um ein kontrolliertes Vokabular handelt oder durch Notationen die Begriffe eindeutig identifizierbar sind. Auf diese Weise werden im Gegensatz zur natürlichen Sprache Begriffe und Bezeichnungen eindeutig aufeinander bezogen, so dass keine Homonyme, Polyseme und Synonyme mehr auftreten.⁸

Wie man sieht, scheint auch hier das oben beschriebene semiotische Dreieck durch: thematischer Gegenstand – Thema (= Begriff) – Deskriptor (= Bezeichnung).

Gebräuchliche Dokumentationssprachen sind

- (Dokumentations-)Thesaurus
- Schlagwortsystem
- (Sach-)Klassifikationen

zu denen neuerdings auch bestimmte Arten von Ontologien, Topic Maps usgl. treten.

Nun hat sich aber im Laufe der letzten Jahrzehnte vor allem durch die Entwicklung des Internet der Charakter von „Dokument“, „Text“ und „Publikation“ radikal geändert – ganz zu schweigen von den explodierenden Textmengen.⁹ Auch hat die Browsetechnologie die Art des Suchens in Texten entscheidend verändert. Eine weitere Funktion der Dokumentationssprachen, zur Wissensordnung beizutragen, können die herkömmlichen Systeme immer weniger zufriedenstellend erfüllen. Aus diesem und anderen Gründen kam es zur Entwicklung neuartiger Werkzeuge, die die herkömmlichen Funktionen der Dokumentationssprachen mit neuen Anforderungen an Informationssuche und Wissensordnung verbinden.

Formal gesehen sind Dokumentationssprachen auch Sprach- und Contentressourcen, die in Repositorien erfasst und verwaltet werden können.

⁸ Siehe auch Dokumentationssprache in Wikipedia unter

<http://de.wikipedia.org/wiki/Dokumentationssprache>, aufgerufen am 08.12.2005

⁹ Siehe dazu die Beiträge von Granitzer und Angele et al. in diesem Band.

3.4 Produktbeschreibung und -klassifikation

Produktdaten werden in mehreren, ursprünglich sehr unterschiedlichen Systemen im Betrieb gehandhabt, die heute unter einem hohen Integrationsdruck stehen. Zum herkömmlichen *Produktdatenmanagement* und *Produktinformationsmanagement* gesellen sich neue Contentsysteme. Produktbeschreibung und -klassifikation wird hier stellvertretend für strukturierten Content auch in anderen e...s (z. B. in eHealth, eLearning, eGovernment, eTourism) angeführt.

Produktdatenmanagement (PDM) ist ein Konzept, welches zum Gegenstand hat, produktdefinierende, -repräsentierende, -präsentierende Daten und Dokumente, als Ergebnis der Produktentwicklung zu speichern, zu verwalten und in nachgelagerten Phasen des Produktlebenszyklus zur Verfügung zu stellen. Grundlage dieses Wirkens ist ein integriertes Produktmodell. Des Weiteren ist die Unterstützung der Produktentwicklung durch geeignete Methoden auf Basis von Prozessmodellen dem PDM zuzurechnen.

Nicht alle Methoden und oder Regeln des PDM werden zwingend durch ein PDM-Anwendungssystem zur Verfügung gestellt, vielmehr kann es sich um ein Zusammenspiel mehrerer Systemklassen handeln, zu denen auch Systeme des Dokumentenmanagements oder Workflow-Managements gehören. Für den Datenaustausch zwischen den beteiligten Systemklassen sowie die Beschreibung von Produktmodellen hat sich weitestgehend die Normenreihe ISO 10303 „Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange“ (als STEP bekannt – Standard for the Exchange of Product model data) als Standard etabliert [33]. STEP ist eine Methodennorm zur Beschreibung von Produktdaten, welche neben der physischen auch funktionale Aspekte eines Produktes umfasst.¹⁰

Zusätzlich zum PDM entwickelte sich das Produktinformationsmanagement (PIM), welches sich speziell um die Produktinformationen und deren Bereitstellung für die verschiedenen Vertriebswege kümmert. Produzierende und handeltreibende Unternehmen sind in der Regel mit dem Problem konfrontiert, eine Vielzahl von Produktinformationen strukturiert verwalten und kundengerecht präsentieren zu müssen.

Obwohl es auf den ersten Blick einfach erscheint, die Information zu verwalten, die ein Produkt definiert, kann dies bei näherer Betrachtung eine große Herausforderung darstellen. Probleme der verteilten Datenhaltung, uneinheitliche Systeme, Multinationalität (= Mehrsprachigkeit) und unterschiedliche Datentypen werden zu Barrieren für die Erstellung, Pflege und den Austausch von akkurate Produktdaten, wenn man ungeeignete Methoden und Systeme anwendet. Hinzu kommen neue Trends wie elektronische Beschaffung, eCommerce, eProcurement und Technologien wie

¹⁰ Siehe auch Produktdatenmanagement in Wikipedia unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Produktdatenmanagement>, aufgerufen am 08.12.2005

Radio Frequency Identification (RFID) und immer kürzer werdende Produktionszyklen für gedruckte Kataloge.

Als Norm für die Entwicklung und Wartung von Teilebibliotheken setzen sich allmählich die internationalen Normenreihen ISO 13584 „Industrial automation systems and integration – Parts library“ (PLIB) [32] und IEC 61360 „Standard data element types with associated classification scheme for electric components“ (kurz: „Component dictionaries“) [31] durch, die sich die Methodik und Implementierungsmechanismen der ISO 10303 zu nutzen machen. Teile bedeutet hier Produkte, Produkteinzelteile und -komponenten. Für den Austausch von Teilebibliotheken und deren Bibliotheksindizes werden die Konzepte der Instanziierung und Vererbung (aus der Objektorientierung) verwendet. Ziel ist es, Bibliotheken von (Wiederhol-)Teilen und deren Benutzerschnittstelle („Bibliotheksindex“) in den neutralen Produktdatenaustausch zu integrieren. Dies soll ebenfalls für einzelne Segmente der Bibliothek oder des Bibliotheksindexes gelten [36]. ISO 13584 umfasst neuerdings nicht nur Spezifikationen für ein Informationsmodell zum Austausch von Teilebibliotheken, sondern auch ganze Teilebibliotheken. Sowohl die Datadictionaries (= Metadaten), als auch die den Metadaten entsprechenden Daten für die technische Beschreibung von Produkten stellen formal gesehen Content-Repositorien dar.

Die Aufgabe des Unternehmens ist es u. A., den Kunden jederzeit in die Lage zu versetzen möglichst effizient alle für ihn wichtigen Informationen zum Produkt in optimaler Form geliefert zu bekommen – bestenfalls in einer Form, die sich positiv vom Wettbewerb absetzt. Diese optimale Form und Zugreifbarkeit für den Kunden sollte einhergehen mit einem minimalen Aufwand bei der Eingabe, Pflege und Verteilung dieser Informationen. Ein vollausgebauts PIM-System ermöglicht die Organisation von strukturierten Produktinformationen und beinhaltet leistungsfähige Module für folgende Aufgaben:

- Produktdatenverwaltung (zentralisiert oder dezentral),
- Import und Synchronisation von Basisdaten aus Warenwirtschaftssystemen,
- dynamische Informationsstrukturierung,
- Klassifikationsmanagement,
- Versionierung,
- umfangreiche Suchfunktionen,
- Dokumenten- und Bildverwaltung,
- Technische Dokumentation,
- Übersetzungsmanagement,
- Work-Flow-Management,
- Publikationsmanagement,

- automatisierter Katalogdruck,
- Anwendungskonfiguration,
- Zugriff für Vertrieb, Marketing, Partner und Kunden,
- ggf. eine Mandanten- und Benutzerverwaltung usw.

In den oben genannten Modulen kommen überall Contenteinheiten vor, die in tausenden Firmen in gigantischer Doppelarbeit nach abweichenden Formaten mit verschiedenen Fehlern erfasst werden, die aber – zumindest z. T. – als zuverlässige Daten von *allen* Firmen einer Branche benötigt werden. Es läge daher nahe, diese oder zumindest einige dieser Arten von Contenteinheiten von zentralen Instanzen warten zu lassen und dadurch nicht nur große Summen verlorener Investitionen einzusparen, sondern auch Haftungs- und andere Rechtsprobleme zu vermeiden. In Ansätzen geschieht das bereits, siehe zum Beispiel die internationalen Produktklassifikationen:

- eCl@ss
- UNSPSC
- GPC

oder andere Arten von Repositorien, wie:

- DIN Merkmalserver (DINsml – www.dinsml.net),
- RosettaNet dictionaries

In anderen Bereichen wird vergleichbares angestrebt.¹¹

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, dass kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) zwar die oben genannten Daten mit den ihnen zur Verfügung stehenden „bescheideneren“ Systemen nutzen wollen und zunehmend auch nutzen müssen, sich aber den Aufwand der Datenhaltung am Ort – ganz zu schweigen die damit verbundenen Risiken – nicht erlauben können. Neue Wege bei der Bereitstellung von verlässlichen Daten für den Informationsaustausch im eBusiness in Form von *föderierten Content-Repositorien* dürften folglich gerade für KMUs eine große Hilfe sein.

3.5 Das Fachvokabular der e...s

Auf der Ebene der *Contenteinheiten* spricht alles dafür, dass die Grundanforderungen an die Daten bei allen e...s, wie eBusiness, eLearning,

¹¹ Siehe dazu die Ergebnisse des Workshops CEN/ISSS/eCAT „Mehrsprachige Produktkataloge und -klassifikation im eBusiness“ des Information Society Standardization System der Europäischen Normungskommission – CEN. In:
http://linux.termnet.org/index.py?level=level2&id=5&lang=_en,
aufgerufen am 08.12.2005

eHealth, eGovernment, ähnlich sind und sich daher ähnliche methodische Ansätze vorstellen lassen.

Immerhin ist man allgemein so weit einzusehen, dass semantische Interoperabilität eine Grundanforderung für jede Art von Contenteinheiten und jede Art von Anwendungen sein sollte, um Doppelarbeit gigantischen Ausmaßes zu vermeiden [17, 18]. Allerdings haben die Expertengemeinschaften (scientific communities) auf den verschiedenen e...-Gebieten – wie sollte es auch anders sein – jeweils ihre eigenen Terminologien entwickelt, was bis in die Normung durchschlägt.

Das „Internationale Informationszentrum für Terminologie“ (Infoterm) bemüht sich daher auf dem Gebiet der Normung – sein Schwesterverband „Internationales Terminologienetz“ bei der Umsetzung in wirtschaftliche Anwendungen – in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Communities terminologische Klarheit herbeizuführen. Wenn sich schon die Fachleute untereinander bei grundlegenden Begriffen nicht verstehen oder nicht einig sind, können kaum ausgereifte Normen und optimale Systeme entstehen.

Klarheit, Konsistenz und Kohärenz der Normung steht und fällt mit der Güte der verwendeten und teilweise genormten Terminologie (Wüster: „Terminologienormung geht vor Sachnormung“).

4 Normung: von eContent zu mContent

Wenn Leute klagen, es gäbe schon zu viele Normen, darunter auch einander widersprechende, so bezieht sich das auf die Situation in der technischen Normung, wo sich neben den Internationalen Normen der etablierten Normungsorganisationen eine Vielzahl von „normenschaffenden Organisationen“ (SDOs) mit ihren „*Industriesstandards*“ findet. Dagegen fehlt es aber an Methodennormen verschiedener Art in bezug auf die semantische Interoperabilität von Daten und Datenstrukturen. Wie hängt das zusammen?

4.1 Technische, semantische und organisatorische Interoperabilität

In den Kreisen, die sich mit Contentmethoden befassen, erkennt man zunehmend die Komplexität dessen, was alles unter Interoperabilität fallen kann:

- *technische Interoperabilität* (auf Hardware und Software bezogen),
- organisatorische Interoperabilität,
- semantische Interoperabilität.

Besonders letztere war nach dem EIF (European Interoperability Framework for pan-European eGovernment Services) lange Zeit nicht erkannt oder beachtet worden [11]. Nach dem EIF „versetzt die semantische Interoperabilität Systeme in die Lage, empfangene Informationen mit anderen Informationsressourcen zu kombinieren und sinnvoll zu verarbeiten. Semantische Interoperabilität ist daher eine Voraussetzung für das Erbringen von Informationsdienstleistungen in mehreren Sprachen am Endgerät des Nutzers.“ [11, S. 16, Übertragung durch den Autor] Das geht zwar schon über herkömmliche Informatikansätze hinaus, ist aber immer noch zu „technisch“ gedacht.

4.2 Begriffliche, syntaktische und pragmatische Interoperabilität

Unter den in den vorausgehenden Abschnitten dargelegten Gesichtspunkten muss man die semantische Interoperabilität aus technischer und sprachlicher Sicht weiter unterscheiden in:



Abb. 3. Die beiden Stoßrichtungen semantischer Interoperabilität in Richtung *globale semantische Interoperabilität*

Dabei zeigt sich, dass aus beiden Richtungen gearbeitet werden muss, um wirklich umfassende d.h. *globale* semantische Interoperabilität zu erzielen: von der formalen Semantik der Informatik und von der Semantik der zwischenmenschlichen Kommunikation her. Mit Hilfe dieser globalen semantischen Interoperabilität sollen nicht nur technische Barrieren, sondern auch Sprach-, Kultur- und andere Kommunikationsbarrieren, Barrieren durch Körperbehinderung und andere Handicaps überwunden werden. Das erfordert von der Informatikseite Methodennormen, die unabhängig von einer intendierten technischen Lösung konzipiert werden. Es erfordert von seiten der Geistes- und Sozialwissenschaften Methodennormen, die

mit einem Grundverständnis für Softwaresysteme und Programmiermethoden formuliert werden.

Diese Entwicklung ist bereits im Gange, und das technische Komitee ISO/ TC 37 „Terminologie und andere Sprach- sowie Contentressourcen“ der Internationalen Normungsorganisation (ISO) hat daran einen maßgeblichen Anteil.

4.3 ISO/TC 37 „Terminologie und andere Sprach- sowie Contentressourcen“

Wegen seiner in jahrzehntelanger Arbeit ausgereiften Methodik auf dem Gebiet der *terminologischen Grundsatznormung* wird ISO/TC 37 zunehmend nicht nur in Projekten der *terminologischen Einzelnormung* (d. h. der Normung von „Terminologien“), sondern auch in Normungsprojekte involviert, welche die methodischen Grundlagen für künftige Contentverarbeitung auf verschiedenen Gebieten legen. Unter dem Eindruck, auf verschiedenen Gebieten tatsächlich einen wesentlichen Beitrag leisten zu können, hat ISO/TC 37 im Jahre 2004 seinen Namen modifiziert und seinen Scope ausgeweitet auf: „Normung von Grundsätzen, Methoden und Anwendungen, die sich auf Terminologie und andere Sprach- und Contentressourcen im Rahmen der mehrsprachigen Kommunikation und kulturellen Vielfalt beziehen“ [19].

Die Erkenntnis, dass terminologische Einheiten fast immer eingebettet in Texte oder andere Arten der Wissensrepräsentation, sowie in Kombination mit anderen Sprach- oder Contenteinheiten vorkommen, erleichterte die oben beschriebene Ausweitung des Tätigkeitsfeldes. Es wurde in diesem Zusammenhang beschlossen, mit einigen wenigen anderen technischen Komitees, wie ISO/TC 184/SC 4 „Industrial data“ (unter ISO/TC 184 „Industrial automation systems and integration“) und JTC 1/SC 32/WG 2 „Metadata“ (unter JTC 1/SC 32 „Data management and interchange“ des ISO/IEC-JTC 1 „Information technology“), eine strategische Zusammenarbeit einzugehen und zu intensivieren. Mit ISO/TC 46 „Information and documentation“ gibt es bereits eine jahrzehntelange gut funktionierende strategische Kooperation.

Auch die Subkomitees von ISO/TC 37 richteten sich auf das Ziel „globale semantische Interoperabilität“ hin neu aus. Damit ist ISO/TC 37 gut aufgestellt, einen wesentlichen Beitrag zur Verwirklichung der globalen semantischen Interoperabilität von Contenteinheiten zu leisten.

4.3.1 ISO/TC 37/SC 1 „Grundsätze und Methoden“

Der Name von SC 1 blieb zwar gleich, doch wurde der Scope wesentlich ausgeweitet auf: „Normung von Grundsätzen, Methoden und Anwendungen, die sich auf Terminologie, Sprachressourcen, Terminologiepolitik und

Wissensorganisation im ein- und mehrsprachigen Kontext der Informati-
onsgesellschaft beziehen“ [19].

4.3.2 ISO/TC 37/SC 2 „Terminographische und lexikographische Arbeitsmethoden“

Der Name von SC 2 wurde leicht modifiziert in „Terminographische und lexikographische Arbeitsmethoden“, während der Scope beträchtlich um-
definiert wurde in: „Normung von terminographischen und lexikographi-
schen Arbeitsmethoden, -verfahren, Kodierungssysteme, Workflows und
Cultural Diversity Management, sowie von diesbezüglichen Zertifizie-
rungssystemen“ [19].

4.3.3 ISO/TC 37/SC 3 „Terminologiemanagementsysteme and Content-Interoperabilität“

Der Name von SC 3 wurde stark verändert in „Systeme zur Verwaltung
von Terminologie, Wissen und Content“, desgleichen auch sein Scope in:
„Normung von Anforderungen und Datenmodellierungsgrundsätzen für
Systeme, die Terminologie, Wissen und Content verwalten, mit Hinblick
auf semantische Interoperabilität“ [19].

4.3.4 ISO/TC 37/SC 4 „Sprachressourcen-Management“

SC 4 „Sprachressourcenmanagement“ war 2002 mit Hinblick auf die neue
Entwicklung gegründet worden mit dem Scope: „Normung von Anforde-
rungen an computer-gestütztes Sprachressourcenmanagement“ [19].

4.4 Andere Normungsaktivitäten bezogen auf Content-Interoperabilität

World Wide Web Consortium (W3C)

Im W3C konzentrierte man sich zunächst auf die Interoperabilität von
Texten oder Dokumenten mit Zielrichtung Web-Interoperabilität (z.B. um
Browsern oder Web Services die Arbeit zu erleichtern). So ist DOM (Do-
cument Object Model) ein API (Application Programming Interface)-
Standard des W3C, der sich mit der Struktur von Dokumenten befasst.
RDF (Resource Description Framework) und RDFS (RDF Schema) sind
Spezifikationen formaler Semantik, die zunehmend auch auf „Objekte“
kleinster Granularität angewendet werden.¹²

¹² Für weiterführende Aktivitäten des W3C siehe auch den Beitrag von Birkenbihl in
diesem Band.

Internet Engineering Task Force (IETF)

Daneben hat die IETF den URL (Uniform Resource Locator)-Standard weiterentwickelt zum URI (Uniform Resource Identifier)-Standard und arbeitet an einem IRI (Internationalized Resource Identifier)-Standard. Die IDF (International DOI Foundation) bringt gerade den DOI (Digital Object Identifier)-Standard in die ISO-Normung ein. Dabei geht es um die eindeutige Identifizierung von Informationsobjekten in digitalen Netzwerken, wobei es um die Grundlagen für die Kommerzialisierung von Content geht. Möglicherweise wird es einmal zwei oder mehrere solcher Identifikationssysteme für verschiedene Zwecke auch für Contenteinheiten auf der Ebene der lexikalischen Semantik geben.

Ursprünglich beschränkte sich Identity Management „nur“ darauf, Personen in Form von digitalen Identitäten zu verwalten und ihnen Berechtigungen zuzuordnen. Neuerdings kann und muss man auch Contenteinheiten Identitäten zuordnen, wenn man sie zurückverfolgen, ihre Zuverlässigkeit prüfen, Copyright und andere Rechtsansprüche dokumentieren, kommerzielle Nutzungsbedingungen usw. mittransportieren will. Im direkten, logischen Zusammenhang damit können mit betrachtet werden: Verzeichnisdienste als Datenspeicher für die Identitätsverwaltung, Verfahren zur sicheren Authentifizierung der Benutzer und zur Prüfung ihrer Autorisierung für die Nutzung von Diensten (Programmen, Daten), die besonderen Anforderungen beim Einsatz von Web-basierten Diensten, Prozessunterstützung durch Workflowtechniken u. A. Damit ist der direkte Bezug zu Content gegeben. Kein Anwender und selbst nicht einmal große Systementwickler können all die hier auftretenden Anforderungen berücksichtigen, weshalb internationalen Standardisierungsbestrebungen hier eine große Rolle zukommt.

Sinnvoll wäre es auf jeden Fall, bei diesen Industriestandards oder ISO-Normen von vorneherein die Anforderungen, die an die Contenteinheiten aus der Sicht von:

- DRM (digital rights management),
- digitale Wasserzeichen, Verfolgung von Informationsströmen (source tracking), usgl.,
- web-basierte Workflows für kollektives Arbeiten,
- Nutzungsmodelle für eLearning-Contentkataloge,

zu berücksichtigen. Das macht die Contenteinheiten unabhängiger von ihrem Kontext und dadurch eher interoperabel mit Daten aus anderen Kontexten.

Von Relevanz ist dieses Thema zum Beispiel im eLearning bei Aspekten, wie:

- Distribuiertheit von: Profilen, Workflows, Zugriff auf Lernobjekte, usw.,
- Adhoc-Netzwerken und P2P-Netzwerke,
- Mapping von Metadaten, Ontologien usgl. insbesondere bei heterogenen Ressourcen,
- Interoperabilitäts-Schnittstellen u. A. für föderiertes Arbeiten,
- Geschäftsmodelle auch für Lernobjekte

wo man sich semantische Interoperabilität ohne Normen und Standards z. B. für Lernobjekt-Repositorien kaum vorstellen kann. Viele EU-Projekte beschäftigen sich mit solchen Themen im Kern oder am Rande. Der Workshop CEN/ISSS/WS/LT „Learning Technologies“ ist seit Februar 1999 aktiv, um Normen für die entsprechenden eLearning-Technologien zu schaffen.¹³

Auch die Zukunft der natürlichsprachigen Kommunikation des Menschen mit intelligenten Endgeräten wirft ihre Schatten voraus. Am VoiceXML (Voice Extensible Markup Language)-Standard wird bereits seit einiger Zeit gearbeitet. Auch hier wird es in der Folge auch um die Erfassung und Verarbeitung von gesprochenen Contenteinheiten gehen.

Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Business and Citizens (IDABC)

Im Rahmen des IDABC-Programms¹⁴ (2005–2009) der Europäischen Kommission wurde auch der European Interoperability Framework (EIF) erstellt, in dessen Rahmen auch Standards für Mehrsprachigkeit von Content und für den möglichst ungehinderten Gebrauch von Content im öffentlichen Bereich vorbereitet werden sollen.

Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)

In Anbetracht der Tatsache, dass mehrsprachiger Content auch immer wichtiger im eBusiness wird, hat der Industrieverband OASIS, der 1993 unter dem Namen SGML Open gegründet worden ist, 2005 ein Technisches Komitee „Multi-Lingual eBusiness“ ins Leben gerufen, das in der ersten Arbeitsphase die existierenden Normen mit Bezug zur semantischen Interoperabilität untersuchen soll. Ziel ist die Erarbeitung von Methoden

¹³ Siehe dazu den CEN Learning Technologies Workshop unter <http://www.cenorm.be/cenorm/businessdomains/businessdomains/issss/activity/wslt.asp>, aufgerufen am 08.12.2005

¹⁴ <http://europa.eu.int/idabc>

und best practices für mehrsprachige eBusiness-Transactionen und Web Services. Dabei sollen auch Testverfahren für die Methoden und entsprechenden Standards entwickelt werden.¹⁵

Im Obigen konnte nur eine Auswahl aus der Vielzahl von methodenbezogenen Normungsbestrebungen, die zumindest zu einem maßgeblichen Teil die Verwirklichung von semantischer Interoperabilität zum Ziel haben, angeführt werden. Die bereits erwähnten internationalen Normen [31, 32, 33] u. A. enthalten alle in einem gewissen Ausmaß auch Methodenbeschreibungen und -festlegungen.

5 Fazit: Normung als Basis für ein weltweites System föderierter Content-Erstellung und -Wartung

Die Arbeiten an der Harmonisierung von konkurrierenden (sich teilweise widersprechenden) technischen Normen sind im Gange. Daneben müssen immer mehr „vertikale“ Methodennormungsaktivitäten in verschiedenen Fach- und Anwendungsgebieten mit Hinblick auf semantische Interoperabilität abgestimmt werden. Durch die Einbindung von ISO/TC 37 in andere maßgebliche Methodennormungsaktivitäten besteht gute Aussicht, dass über die nächsten Jahre „horizontal“ ein gemeinsames, allgemeingültiges methodisches Fundament genormt wird.

Dabei durchläuft die Normung selbst einen fundamentalen Selbstlernprozess, indem traditionelles publikationsorientiertes Arbeiten vernetztem distribuiertem Arbeiten weicht. Hierzu sind erforderlich:

- neue Arbeitsweisen (effizientere Datenverwendung, höherer Technisierungsgrad),
- Berücksichtigung der Grundsätze des Content-Managements: single sourcing, resource sharing u. A.
- neue Geschäftsmodelle für Normen als „Content“.

Die Normung erfährt somit gerade an sich selbst, dass man systematisch unterscheiden muss zwischen Topdown-Normungsaktivitäten, bei denen die Regeln für das Zusammenspiel von Verfahren und Produkten – auch auf dem Gebiet des Content (vor allem von Contenteinheiten) – festgelegt werden, und Bottomup-Normungsaktivitäten, bei denen die Verfahren und Produkte selbst in distribuierter kollektiver Arbeitsweise genormt werden. Zu letzteren gehören auch Repositorien von Contenteinheiten, wie

- genormte Terminologien,
- Sprachressourcen (wie Wörter, Wortelemente und Kollokationen),

¹⁵ Siehe dazu den Beitrag von Polleres et al. in diesem Band.

- Ontologien,
- Produktkatalogdaten,
- Produktidentifikationssysteme,
- Produktklassifikation usw.

Um die globale semantische Interoperabilität zu gewährleisten, könnten die oben angesprochenen Repositorien föderiert werden. Dabei würden Netze von föderierten Repositorien entstehen, die als stützendes Skellett für das Semantic Web fungieren würden. Dazu wäre aber das gegenwärtige relativ einfache System von Wartungsagenturen (MAs – Maintenance Agencies) und Registrierstellen (RAs – Registration Authorities) der ISO substantiell auszubauen. Es gibt positive Ansätze im Rahmen des Normungswesens, seine immens wichtige gesellschaftliche Rolle auch in Zukunft für die Entwicklung der Informationsgesellschaft wahrzunehmen und für den Aufbau eines kohärenten organisatorischen und operationellen Rahmens für föderierte Repositorien von Contenteinheiten im künftigen Semantic Web zu sorgen.

Die vielen normenbasierten Registrierstellen und Wartungsagenturen (z. B. für Codierungssysteme), die auf der Grundlage normenbasierter Regelwerke erfolgreich funktionieren, sind bereits ein wichtiger Schritt in diese Richtung.

Literatur

1. Andersen [ed.]. Digital content for global mobile services. Final report. Luxembourg: CEC, 2002
2. Andersen [ed.]. Digital content for global mobile services. Executive summary. Luxembourg: CEC, 2002
3. CEN/ISSS/CWA 13699:1999 Model for metadata for multimedia information. Brussels: CEN, 1999
4. CEN/ISSS/CWA 13873:2000 Information Technology – Multilingual European subsets in ISO/IEC 10646-1. Brussels: CEN, 2000
5. CEN/ISSS/CWA 13874:2000 Dublin Core metadata element set. Brussels: CEN, 2000
6. CEN/ISSS/CWA 13988:2000 Guidance information for the use of the Dublin Core in Europe. Brussels: CEN, 2000
7. CEN/ISSS/CWA 13989:2000 Description of structure and maintenance of the web based Observatory of European work on metadata. Brussels: CEN, 2000
8. CEN/ISSS/CWA 14094:2001 European culturally specific ICT requirements. Brussels: CEN, 2001
9. J. Clews, H. Hjulstad [ed.]. Programming for cultural diversity in ICT systems. A Project Team report to CEN/ISSS on consensus-building in European standardization. Final version 2002-09-23. Brussels: CEN, 2002

10. EURESCOM Report on P923 „Multilingual web sites: Best practice, guidelines and architectures. D1 Guidelines for building multilingual web sites (2000)“ <http://www.eurescom.de/projectresults/P900-series/923d1.asp>
11. European Commission [ed.]. European Interoperability Framework for pan-European eGovernment Services (EIF). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2004
12. C. Galinski. 2005. Semantic interoperability and language resources: Content development under the aspect of global semantic interoperability. In E-Government 2005: Knowledge Transfer und Status. Tagungsband zu den eGov Days und Eastern European eGov Days 2005 des Forums eGovernment in Wien und Budapest, Wien: Österreichische Computer Gesellschaft. (OCG Schriftenreihe Band 187)
13. R. Hawkins [ed.]. Study of the standards-related information requirements of users in the information society. Brussels: SPRU, 2000. Final Report to CEN/ISSS 14 February 2000
14. E. Hovy e.a. [eds.]. Multilingual information management: Current levels and future abilities. A report commissioned by the US National Science Foundation and also delivered to the European Commission's Language Engineering Office and the US Defence Advanced Research Projects Agency. April 1999. (Web version 2000-10-23 <<http://www2.hltcentral.org/hlt/download/MLIM.html>>)
15. ISO/TC 37 [ed.]. 50 Years ISO/TC 37 „Terminology and other language resources“ – A history of 65 years of standardization of terminological principles and methods. Infoterm: Vienna, 2004 (ISO/TC 37 N 499)
16. ISO/TC 37 [ed.]. ISO/TC 37 „Terminology and other language and content resources“ 2005. Infoterm: Vienna, 2005 (ISO/TC 37/AG N 157)
17. ISO/TC 37 [ed.]. Proposal for an MoU/MG statement concerning Semantic Interoperability and the need for a coherent policy for a framework of distributed, co-ordinated repositories for all kinds of content items on a world-wide scale. Infoterm: Vienna, 2005 (ISO/TC 37 N 496 / MoU/MG N0221)
18. ISO/TC 37 [ed.]. Statement on eBusiness Standards and Cultural Diversity. Vienna: Infoterm, 2004 (ISO/TC 37 N 497 / MoU/MG N0222)
19. ISO/TC 37 [ed.]. ISO/TC 37 titles / scopes / work items. Vienna: Infoterm, 2006 (ISO/TC 37/AG N139)
20. ISO 639-1:2002 Codes for the representation of names of languages – Part 1: Alpha-2 code. Geneva: International Organization for Standardization, 2002
21. ISO 639-2:1998 Codes for the representation of names of languages – Part 2: Alpha-3 code. Geneva: International Organization for Standardization, 1998
22. ISO 704:2000 Terminology work – Principles and methods. Geneva: International Organization for Standardization, 2000 (under revision)
23. ISO 10241:1992 International terminology standards – Preparation and layout. Geneva: International Organization for Standardization, 1992 (under revision)
24. ISO/PWI TR 12618 Computational aids in terminology – Design, implementation and use of terminology management systems. (under preparation)
25. ISO 12620:1999 Computer applications in terminology – Data categories. Geneva: International Organization for Standardization, 1999 (under revision to become ISO 12620-2 Computer applications in terminology – Data categories– Part 2: Terminological data categories)
26. ISO/CD 12620-3 Terminology and other language resources – Specification of data categories and management of a data category registry for language resources. (under preparation)

27. ISO/PWI 12620-1: Computer applications in terminology – Data categories – Part 1: Model for description and procedures for maintenance of data category registries for language resources (under preparation)
28. ISO 16642:2003 Computer applications in terminology – Terminological markup framework (TMF). Geneva: International Organization for Standardization, 2003
29. ISO/DIS 15836 The Dublin Core metadata element set. (under preparation)
30. ISO/IEC 11179 (series) Information technology – Metadata registries (MDR) – Part 1: Framework. <http://metadata-standards.org/11179>
31. IEC 61360 (series) Standard data element types with associated classification scheme for electric components. Geneva: International Electrotechnical Commission <http://dom2.iec.ch/iec61360?OpenFrameset>
32. ISO 13584 (series) Industrial automation systems and integration – Parts library (PLIB). Geneva: International Organization for Standardization
33. ISO 10303 (series) Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange (STEP). Geneva: International Organization for Standardization (STEP=STandard for the Exchange of Product model data)
34. B. Martin (JD Edwards). Terminology management driving content management. Enterprise-wide multi-lingual content management solutions. In: Steurs, Frieda [ed.]. TAMA 2001. Terminology in Advanced Microcomputer Applications. Sharing Terminological Knowledge. Terminology for Multilingual Content. Fifth TermNet Symposium. Jointly organised by TermNet, Lessius Hogeschool, NLTTERM. Proceedings. Wien: TermNet Publisher, 2001. p. 26–39 (TAMA-Series)
35. S. Matteini. Multilinguality and the Internet. European Parliament, 2001 (Research Directorate A. STOA – Scientifical and technological options assessment. Briefing Note No. 2/2001)
[<http://www.europarl.eu.int/stoa/publi/pdf/briefings/02_en.pdf>](http://www.europarl.eu.int/stoa/publi/pdf/briefings/02_en.pdf)
36. A.Ort, R. Bugow. Die Schaffung eines offenen Teilebibliothekskonzeptes. IMW – Institutsmitteilung (1994)19, pp. 73–78
37. OVUM [ed.]. Repositories and XML: Technology choices for meta-data management. London: Ovum, 1999
38. PricewaterhouseCoopers [ed.]. Cultural diversity market study. Final Report. Luxembourg: 2001
39. UNESCO [ed.]. Draft recommendation concerning the promotion and use of multilingualism and universal access to cyberspace. Paris: UNESCO, 2001 (Document C31/25 Corr.)
40. E. Wüster. Das Worten der Welt. Schaubildlich und terminologisch dargestellt. Sprachform 111(1959)3/4
41. E. Wüster. Einführung in die Allgemeine Terminologielehre und Terminologische Lexikographie. Wien/New York: Springer Verlag, 1979

Standards für das Semantic Web

Klaus Birkenbihl

W3C, Deutsch-Österreichisches Büro im Fraunhofer Institut
für Medienkommunikation;
Klaus@Klaus-Birkenbihl.de

Zusammenfassung: *Semantic Web* – das ist die Anwendung von Wissenstechnologie im *World Wide Web*. Dieses Kapitel beschreibt in einigen einführenden Absätzen die Aufgabe und Entstehung von Standards. Sodann gibt es einen Überblick über die Technologien und Standards, die für das *Web* und seine Erweiterung zum *Semantic Web* entwickelt und eingesetzt werden. Diese werden überwiegend vom *World Wide Web Consortium (W3C)* [35] definiert. Abschließend folgen einige Bemerkungen zur weiteren Entwicklung des *Semantic Web*.

1 Einleitung: Binsenweisheiten über Standards

Dem Begriff Standard haftet bei manchen Wissenschaftlern und Künstlern ein schlechter Ruf an. Standards, so das Image, das sind Vorschriften, die einengen, die Kreativität behindern; Standards, das ist Bekanntes, das hat nichts mit Forschen oder der Entwicklung von Neuem zu tun. Die Entwicklung von Standards ist etwas für wissenschaftliche Tiefflieger und Pedanten. „Standards interessieren mich nicht“, sagte mir kürzlich ein Kollege, „ich will meine Ideen umsetzen, das ist, was zählt.“

Allerdings – wir sind von Standards umgeben. Sie bestimmen unser Leben und unser Zusammenleben. Naturgesetze und Naturkonstanten sind Standards, die wir nicht beeinflussen können, viele andere Standards bauen darauf und aufeinander auf. Gesetze sollen das soziale Gleichgewicht erhalten, Regulierungen im wirtschaftlichen Bereich sollen den Wettbewerb sichern, Verhaltensnormen das Zusammenleben erleichtern, religiöse Formen einem gemeinsamen Glauben Ausdruck geben. Technische Standards sollen meist sicherstellen, dass unabhängig voneinander produzierte Güter gemeinsam funktionieren und unseren Anforderungen an Sicherheit entsprechen.

Von Menschen gemachte Standards verfolgen also meist ein Ziel. Nicht immer geht es dabei um Vereinheitlichung. Viele regionale Standards dienen im Gegenteil dazu, sich abzuschotten. So war z. B. ein wichtiges Kriterium für die Festlegung der Spurweite der russischen Eisenbahn zu verhindern, dass der im Westen vermutete Feind mit seinen Fahrzeugen die Schienen benutzen konnte.

So ist es denn nicht ganz unwichtig, wie Standards entstehen, wer sie setzt. Im politisch/juristischen Bereich gibt es hierzu eigene Standards: die Verfassungen, die mehr oder weniger verbindlich regeln, wie Gesetze entstehen und wie sie anzuwenden sind.

Im technischen Bereich sind es meist Industrieunternehmen, die sich, ggf. gemeinsam mit „interessierten Kreisen“, zusammenfinden um Standards zu erzeugen. Einen besonderen Status haben in diesem Zusammenhang die Normungsorganisationen, deren Standardisierungen oft als Bestandteil in die Gesetzgebung eingehen¹.

2 Standards in der Informatik

Mit der Industrialisierung der Informatik wurde es auch in diesem Bereich wichtig, Standards einzuführen. Interoperabilität und die Verbindlichkeit und Beschreibbarkeit von Betriebssystemfunktionen und Programmiersprachen machten solche Standards erforderlich. Eine besondere Herausforderung stellte und stellt dabei die technische Dynamik der Informatik dar. Insbesondere die an gründliches Arbeiten und aufwändige Konsensbildung gewohnten etablierten Normungsorganisationen waren vielfach kaum in der Lage, zeitgerecht und technisch aktuell ihre Standards zu entwickeln. Obwohl nicht übersehen werden darf, dass einige sehr wichtige Informatikstandards bei der *International Standards Organisation (ISO)* [13] oder ihren nationalen Mitgliedern (z. B. dem *Deutschen Institut für Normung, DIN* [4]) entstanden sind und gerade in jüngerer Zeit auch besser mit freien Standardisierungskonsortien zusammengearbeitet wird, sitzt der *OSI*-Schock noch tief. Trotz größter technischer und politischer Anstrengungen war es in den 80er Jahren nicht gelungen, die von der *ISO* entwickelten *Open Systems Interconnection (OSI)* [18] Protokolle gegen die Internetprotokolle *TCP/IP* von *Vint Cerf* und *Bob Kahn* durchzusetzen, die damals schon von der *Internet Engineering Task Force (IETF)* [10] standardisiert wurden. Sie waren zu komplex und kamen zu spät.

Ein weiteres Problem von Informatikstandards ist ihre Lebensdauer. Obwohl die Entwicklung sehr dynamisch ist, erwartet man von den Standards eine hohe Lebensdauer und Stabilität. Nur so lassen sich Investitionen

¹ Siehe dazu den Beitrag von Galinski in diesem Band.

in diese Standards und in diesen Standards kodierte Informationen schützen und erhalten. Standards in der Informatik sollten deshalb mit Blick auf die absehbare weitere Entwicklung und mögliche Erweiterungen gemacht werden und sich auf für die Erreichung ihrer Ziele notwendige Regeln beschränken.

Vielfach setzen bis heute einzelne Hersteller die de facto Standards in der Informatik. War es bis in die 80er Jahre *IBM* mit Ihren Mainframe Systemen, die mit ihren Betriebssystemstandards den größten Teil des Marktes kontrollierte, so hat, mit dem Siegeszug des *IBM-PCs*, *Microsoft* es geschafft, sich mit seinen *Windows*-Systemen diese Position zu sichern. Bedenklich für den Anwender dieser Standards ist die hohe Abhängigkeit, in die er sich vom Hersteller begibt. Dieser bestimmt allein auf Basis seiner Monopolstellung und Geschäftsinteressen über Lebensdauer, Preis und Verbindlichkeit seiner Standards.

Dem Internet ist es bis heute gelungen, sich Übernahme- oder Ablösungsversuchen durch einzelne Hersteller zu entziehen. Trotz einiger innerer und äußerer Schwierigkeiten ist die *IETF* [10] bis heute Standard setzend für alle grundlegenden Techniken des Internet.

2.1 Standardorganisation für das Web: W3C

Kaum zeichnete sich ab, dass seiner Erfindung ein Erfolg beschieden sei, begann Web-Erfinder *Tim Berners-Lee* [30] mit dem Aufbau einer Organisation, die Technologien und Standards für das *Web* entwickeln sollte. Am 1.Oktober 1994 – fünf Jahre nach dem in *CERN* veröffentlichten Webentwurf „*Information Management: A Proposal*“ [11] – war es dann soweit: *W3C* wurde am MIT in Cambridge Massachusetts gegründet [6]. *Tim Berners-Lee* ist seither sein Direktor. *W3Cs* Ziel ist es, die Kräfte für die Weiterentwicklung des Web zu bündeln und ein auseinanderbrechen des Marktes aufgrund inkompatibler Entwicklungen zu verhindern.

W3C ist als Industriekonsortium geführt, alle großen und viele kleine Firmen mit Interesse am *Web* sind Mitglieder. Ein breiter Raum wird aber auch der öffentlichen Diskussion der Arbeit eingeräumt, die auf der Webseite <http://www.w3.org> des *W3C* vollständig und frei zugänglich dokumentiert ist. [32]. Dort findet sich die komplette Sammlung der *W3C*-Standards (*Recommendations*), Arbeitsentwürfe (*Working Drafts*) und Ideen (*Notes*).

3 Webstandards

3.1 Die Standards des Web

Drei einfache Bestandteile charakterisieren die Technik des *Web*: ein Protokoll um Daten zu übertragen: das *HyperText Transfer Protocol (HTTP)*

[8], eine Möglichkeit Ressourcen (Computer, Verzeichnisse, Dateien ...) im Netz eindeutig zu adressieren – der *Universal Resource Locator (URL)* [34], und ein Format für Hypertext-Dokumente – die *HyperText Markup Language (HTML)* [7].

3.1.1 URL

Der *Universal Resource Locator (URL)* ist ein Standard, der von IETF betreut wird. Der Standard baut auf dem *Domain Name System (DNS)* [5] auf, das es erlaubt, für Internet Adressen – und damit in der Regel die dahinter liegenden Rechner – weltweit eindeutige Namen zu vergeben. Noch wichtiger ist die Eigenschaft des *DNS*, dass es eine weltweite Hierarchie für eine verteilte Verwaltung von Namen aufbaut. Jede Instanz in der *DNS* Hierarchie hat einen Verwalter, der diese Instanz verwaltet und die Verwaltung für unter dieser Hierarchie angesiedelte Instanzen delegieren kann. Beispiel:

- die oberste Instanz wird von der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) [9] verwaltet,
- diese delegiert die Verwaltung der Domäne .de an das *DENIC* [3],
- DENIC delegiert die Verwaltung der Domäne w3c.de an das Deutsch-Österreichische Büro des *W3C*,
- das Deutsch-Österreichische Büro des *W3C* ist damit auch für alle URLs der Formw3c.de/... zuständig und kann auf dieser Basis weltweit eindeutige Namen bilden.

3.1.2 HTTP

Das *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* ist das Datenübertragungsprotokoll des Webs. Der *Client* sendet eine Anfrage an den *Server*, und je nach Anfrage entweder Metainformationen zu der angefragten Datenübertragung (*HTTP-Header*) oder das Dokument selbst. Der *Client* kann über *HTTP* auch Daten an eine *URL* senden (z. B. den Inhalt von Formularen). *HTTP* ist ein zustandsloses Protokoll. D. h. nach einer Übertragung bleiben im Netz keine Informationen über die Übertragung erhalten.

3.1.3 HTML

Die *Hypertext Markup Language (HTML)* erlaubt es, Dokumente zu strukturieren. *HTML* ist ein stark vereinfachtes Subset der von der ISO genormten Dokumentensprache *SGML* [25]. Strukturelemente sind Überschriften, Absätze, Listen, Tabellen, ... Des Weiteren sind *HTML*-Dokumente in der Lage, über *Hyperlinks* (durch *URLs*) auf andere Dokumente hinzuweisen. *Hyperlinks* können andere Objekte in ein Dokument einbetten (z. B. Bilder) oder bei Aktivierung (z. B. per Klick) diese laden.

HTML strukturiert Dokumente in einer Klammer- oder Blockstruktur. Die Klammern haben Namen und bestimmen den Typ des Inhalts der Klammer. Syntaktisch werden öffnende Klammern durch den Namen (*Tag*) in spitzen Klammern gebildet (*das Starttag*), schließende Klammern haben vor dem Tagnamen ein „/“ (*das Endtag*). Der Dokumentinhalt zwischen *Starttag* und *Endtag* inklusive der Tags beiden ist ein Element. Ein Element mit einem Tagnamen *x* wird Element vom Typ *x* genannt. *Tags* können Attribute führen: (In unserem Beispiel etwa:
 src=„http://www.beispiel.de/bild.png“).

Der folgende Text ist ein Beispiel für *HTML*:

```
<html>
  <head>
    <title> HTML-Beispiel </title>
  </head>
  <body>
    <h1> Dies ist eine Überschrift! </h1>
    <p>
      Hier beginnt ein Absatz.
      Dies ist ein Beispiel für HTML
      mit einem eingebetteten Bild:
      <img
        src=„http://www.beispiel.de/bild.png“
        alt=„Ein schönes Beispielbild!“>
    </img>
      und einem Link zu einem anderen Dokument.
      <a
        href=„http://www.beispiel.de/doc1.html“>
          Dieser Text erscheint als Link
        </a>
      Der Absatz endet hier.
    </p>
  </body>
</html>
```

Dieses Dokument wird im Browser etwa so dargestellt:

Dies ist eine Überschrift!

Hier beginnt ein Absatz. Dies ist ein Beispiel für HTML mit

einem eingebetteten Bild:  und einem Link zu einem anderen Dokument. Dieser Text erscheint als Link. Der Absatz endet hier.

3.2 Die Architektur des Web von morgen

Während *HTTP* sich in den letzten Jahren kaum verändert hat, wurde der *URL* zu dem *Universal Resource Identifier (URI)* [33] erweitert, der die Basis für weltweit eindeutige Namen für jegliche Ressourcen bildet. Die Basis für die Auszeichnung von Dokumenten wird die *Extensible Markup Language (XML)* [37], eine Sprache, die es erlaubt beliebige Vokabulare für *Tags* zu benutzen.

3.2.1 URI

URIs fassen verschiedene Möglichkeiten zusammen, weltweit eindeutige Namen zu bilden. *URLs* sind eine Möglichkeit, Namen mit *URL*-Syntax – ohne ein notwendigerweise dahinter liegendes Dokument – eine weitere. Weitere Möglichkeiten stammen aus dem Bereich der (*URNs*) z. B.: *International Standard Book Numbers (ISBNs)* in der Form: `urn:isbn:3-444-10240-2` [12]

3.2.2 XML

Einer der erfolgreichsten Standards des *W3C* ist die *Extensible Markup Language (XML)* [37]. Das Konzept vollständig geklammerter Dokumente, das wir bei *HTML* kennengelernt haben, wird auch bei *XML* beibehalten. Die Erweiterbarkeit wird dadurch erreicht, dass *Tagnamen* frei aus einem großen Zeichenvorrat gebildet werden können. Bei der Strukturierung eines Dokuments mit *XML* ist man also frei in der Wahl der Elementnamen.

3.2.3 XML-Namensräume

Die freie Wählbarkeit der Elementnamen wirft natürlich im *Web* die Frage nach ihrer Eindeutigkeit auf. Mehrdeutigkeiten in den Namen würden die gemeinsame Nutzung von Dokumenten aus unterschiedlichen Quellen sehr erschweren. Die nahe liegende Lösung für dieses Problem ist, *URIs* zum optionalen Bestandteil von *Tagnamen* zu machen und damit die Verantwortung für die Eindeutigkeit dem *URI*-Eigentümer zu übertragen.

Genau diesen Weg wählen *XML*-Namensräume [38]. Es bleibt noch das mehr ästhetische Problem zu lösen, dass *URIs* für *Tags* meist vergleichsweise lange Zeichenketten bilden und *XML-Tags* mit *URIs* im Namen den Umfang eines Dokuments stark wachsen lassen und die Lesbarkeit beeinträchtigen würden. Man hat dieses Problem wie folgt gelöst:

- möchte man in einem Element Namen aus dem Namensraum *u* (ein *URI*) unter dem Namen *n* benutzen, dann fügt man ein Attribut der Form `xmlns:n=„u“` in das *Starttag* ein.
- Jeder Name der Form *n:x* bezeichnet dann ein *x* aus den Namensraum *u*.

Bespiel: in

<mn:book xmlns:mn="http://meine.domaene.de/meinname">
bezeichnet book ein Element mit einem Namen aus dem Namensraum
http://meine.domaene.de/meinname.

3.2.4 XML-Sprachen

XML bietet die Möglichkeit, durch Einschränkung der Freiheit der Namenswahl (also das bilden spezieller Vokabulare) und die Definition von Regeln über deren Nutzung eigene Sprachen zu definieren. Viele solcher Sprachen für unterschiedlichste Zwecke sind seit Veröffentlichung des XML-Standards entstanden.

Zur Definition dieser Sprachen bieten sich verschiedene Standards an.

- Die *Document Type Definition (DTD)* ist Bestandteil von SGML und dient zur Definition von SGML-Dokumenten. XML ist syntaktisch ein SGML-Subset und kann deshalb DTDs benutzen. Die DTD kennt als Datentypen nur Zeichenketten.
- XML-Schema [39] ist eine XML-Sprache des W3C mit sehr ausgereiften Möglichkeiten der Sprachdefinition und vielen Datentypen.
- Etwas einfacher ist die durch OASIS [17] ebenfalls in XML definierte Schemasprache RELAXNG [23].

W3C nutzt XML als Basis für seine Architektur, die Abbildung 1 schematisch darstellt.

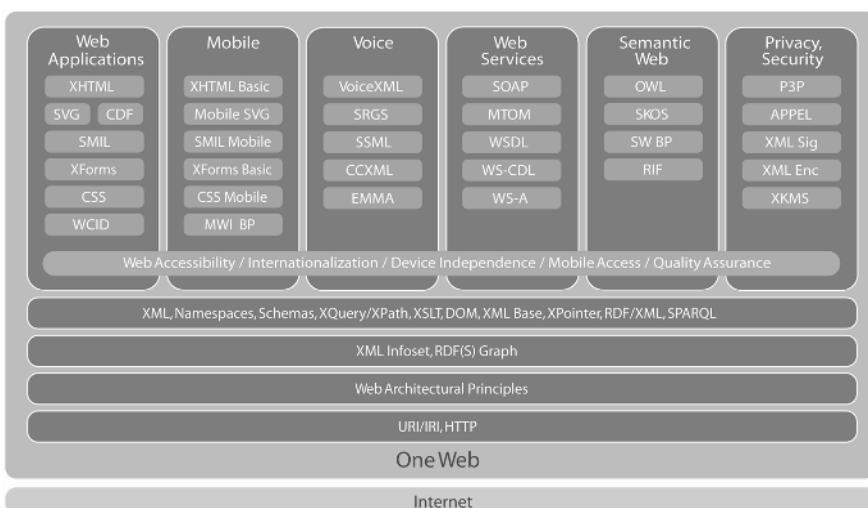


Abb. 1. Die Web-Architektur des W3C

4 Semantic Web Standards: Der RDF-Stack

4.1 RDF

XML löst das Problem, Daten flexibel in einer einheitlichen Sprache zu strukturieren. *XML-Namespace*s erlauben es, *XML*-Vokabulare weltweit eindeutig zu definieren. *XML-Schemata* erlauben es die Syntax von Vokabularen detailliert festzulegen. Wir haben damit aber bisher keine Möglichkeit, maschinenlesbar zu definieren, welche Bedeutung die Texte und Daten haben; d. h. die Bedeutung wird nach wie vor in ausschließlich vom Menschen interpretierbarer Prosa definiert.

Hier kommen die ursprünglich für die KI entwickelten Methoden der Wissensrepräsentation ins Spiel. Diese müssen aber für die praktische Nutzung im *Web* angepasst werden und mit dem klassischen *Web* verbunden werden.

Will man Daten also nicht nur strukturieren, sondern um Information über die Daten selbst anreichern und mit anderen Informationen in Beziehung setzen und verknüpfen, so ist die hierarchische Struktur von *XML* schlecht geeignet. Das *Semantic Web* benötigt deshalb einen anderen Ansatz. Als erster Schritt wurde eine einfache Möglichkeit gewählt, Ressourcen zu beschreiben. Die *Resource Description Facility (RDF)* bietet diese Möglichkeit, indem sie Statements der Form Subjekt Prädikat Objekt (*s p o*) definiert, wobei das Objekt ebenfalls wieder eine Ressource und Subjekt für weitere Statements sein kann.

Durch die Verknüpfung dieser Statements ergibt sich ein gerichteter Graph aus Ressourcen und ihren Eigenschaften. Zur eindeutigen Bezeichnung von Ressourcen und Eigenschaften werden die bereits oben eingeführten *URIs* verwendet. *URIs* verankern *RDF* also im *Web*.

Abbildung 2 ist die Darstellung eines kleinen *RDF*-Graphen. Ovale bezeichnen dabei Ressourcen (Subjekte, Objekte), Rechtecke literale Werte (Objekte) und Pfeile die Prädikate (Eigenschaften).

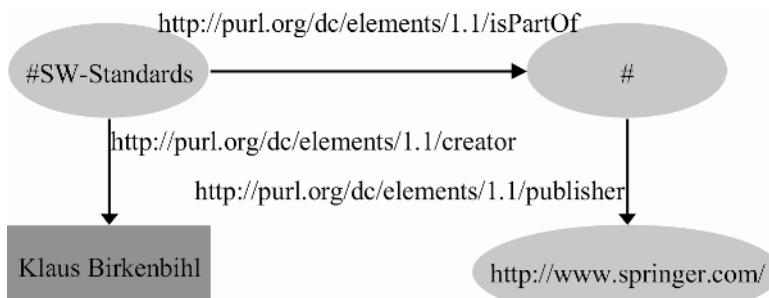


Abb. 2. Beispiel für RDF-Graph

- #SW-Standards ist eine zulässige *URI*, die sich auf ein Fragment einer aktiven Basis-*URI* (z. B. das laufende Dokument) bezieht.
- `http://purl.org/dc/elements/1.1/creator`,
`http://purl.org/dc/elements/1.1/publisher` sowie
`http://purl.org/dc/elements/1.1/isPartOf` sind Eigenschaften, die durch das *Dublin Core Metadata Initiative* [2], eine Organisation, die Metadatenstandards für unterschiedliche Anwendungen entwickelt, definiert sind.
- Klaus Birkenbihl ist ein *Literal*, das den Namen des Autors angibt.

Die Vision des *Semantic Web* ist es, dass sich ein Geflecht semantischer Beziehungen zwischen den Ressourcen des *Web* aufbaut, in etwa so, wie das heutige *Web* ein Geflecht von Hyperlinks bildet. Auf diesem Informationsgeflecht lassen sich Anwendungen (z. B. Agenten) aufsetzen, wie etwa von *Tim Berners-Lee* u. A. im *Semantic Web* Artikel [27] in *Scientific American* 2001 beschrieben.

4.1.1 Serialisierung von RDF

Wir haben bisher nichts zur Syntax von *RDF* gesagt. Die Graphendarstellung ist sicher für den Entwurf von *RDF*-Aussagen durch den Menschen gut geeignet. Computer und Netzwerke arbeiten besser mit Darstellungen, die aus einer Folge von Zeichen bestehen. Wir benötigen also eine Serialisierung von *RDF*.

W3C hat sich – ausgehend von der Überlegung, dass *XML* die Basis des *Web* ist und bleibt – für eine Serialisierung in *XML* entschieden. Der Vorteil ist die gute Integration in das bestehende *Web* (*RDF/XML*) [22]. Der *XML*-Text für obiges Beispiel liest sich so:

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">

  <rdf:Description
    rdf:about="#SW-Standards">
      <dc:creator> Klaus Birkenbihl </dc:creator>
      <dc:isPartOf
        rdf:resource="" />
    </rdf:Description>

    <rdf:Description
      rdf:about="">
      <dc:publisher
        rdf:resource="http://www.springer.com/" />
    </rdf:Description>
  </rdf:RDF>
```

Das ist nicht gerade lesbar. Aus diesem Grund gibt es einige (einfachere) Alternativen. In *N3* [15] (keine *XML*-Sprache) sähe unser Beispiel etwa so aus:

```
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .

<#SW-Standards> dc:creator „Klaus Birkenbihl“;
                  dc:isPartOf <> .
<> dc:publisher <http://www.springer.com/> .
```

Der Text ist kürzer und besser lesbar. Letztendlich ist es Geschmackssache oder anwendungsabhängig, welche Syntax man für *RDF*-Darstellungen wählt.

4.1.2 *RDF-Schema*

RDF bietet die Möglichkeit einfache Aussagen über Ressourcen zu machen. Um mit solchen Aussagen *Taxonomien* oder *Ontologien* aufzubauen, braucht es allerdings eine Möglichkeit Begriffe in *Kategorien* einzuteilen und über die *Kategorien* (oder alle ihre Mitglieder) Aussagen machen zu können.

RDF-Schema [20] erlaubt es in *RDF* Klassen von Objekten zu definieren und Subklassen von Klassen zu definieren sowie Eigenschaften Werte- und Gültigkeitsbereiche zuzuordnen. Das geschieht durch die Definition von Klassen wie `rdfs:Resource`, `rdfs:Class` und Prädikaten wie `rdfs:subClassOf`, `rdfs:domain`, `rdfs:range`, `rdf:type`. In *RDF-Schema* sind auch Eigenschaften Ressourcen und gehören zur Klasse `rdf:Properties`.

`rdf:` bezeichnet hier den *RDF*-Namensraum:

<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>,

`rdfs:` den Namensraum von: *RDF-Schema*:

<http://www.w3.org/2000/01/RDF-Schema#>.

Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt aus der semantischen Definition von *RDF-Schema* in *RDF-Schema*.

RDF-Schema legt nur Klassen und Eigenschaften fest, die es erlauben, dass Anwender die Definition von Klassen und Eigenschaften für ihre Anwendungen einheitlich spezifizieren. Welche Klassen, Subklassen und Eigenschaften sie für welche Vokabularen definieren, gibt *RDF-Schema* dem Benutzer nicht vor.

Bei der Benutzung von *RDF-Schema* kann in einigen Fällen auf Eigenschaften, die nicht explizit im Datenbestand sind, geschlossen werden. So folgt z. B. aus

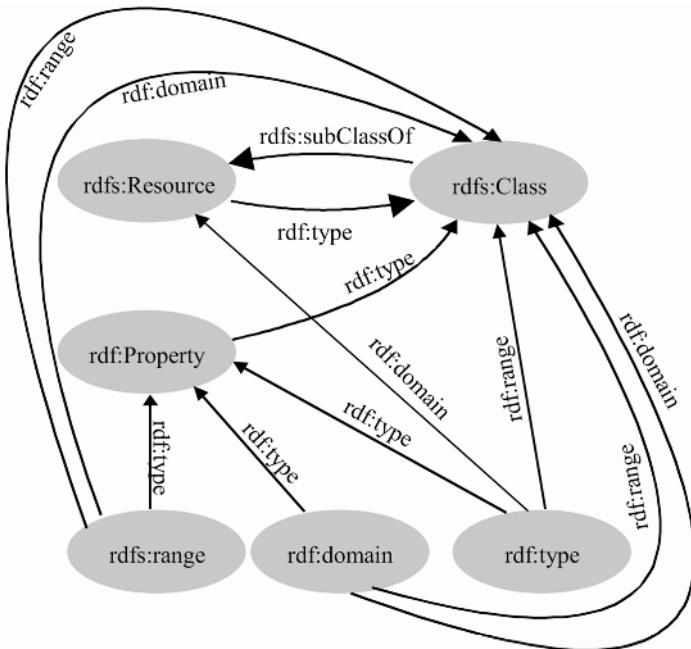


Abb. 3. Eigenschaften und Klassen aus RDF-Schema

$s \text{ rdf:type } sc$
und
 $sc \text{ rdfs:subClassOf } c,$
dass
 $s \text{ rdf:type } c$
ist.

4.2 OWL

Die *Web Ontology Language OWL* [19] fügt *RDF* und *RDF-Schema* weitere Möglichkeiten zu. *OWL* basiert im Wesentlichen auf *DAML+OIL* [1]. Um Ontologien aufzubauen braucht man die Möglichkeit Klassen zu konstruieren und Klassen miteinander zu verknüpfen. *RDF-Schema* verfügt über keine dieser Möglichkeiten (z. B. durch Spezifikation oder Aufzählung der Subklassen oder Instanzen). *OWL* erweitert konsequenterweise das Vokabular von *RDF-Schema* um neue Klassen und Prädikate.

Ziel von *OWL* ist es das Problem zu lösen, Terminologien für einen bestimmten Zusammenhang zu erstellen, Eigenschaften besser einschränken zu können, die logischen Charakteristiken von Eigenschaften und die Äquivalenz von Begriffen zu definieren.

OWL fügt zu *RDF-Schema* Ressourcen und Eigenschaften hinzu, die durch

- Aufzählung der Instanzen
- Durchschnitt mit anderen Klassen (das was in Klasse A und Klasse B ist)
- Vereinigung mit anderen Klassen (das was in Klasse A oder Klasse B ist)
- Kardinalitäten (n Instanzen aus, mehr/weniger als n Instanzen aus A)
- Komplementäroperationen (alles was nicht in A ist)

erlauben, neue Klassen zu konstruieren. Des Weiteren können Subklassen durch einschränkende Eigenschaftswerte der Instanzen gebildet werden. Beispiel: die Subklasse aller Autos deren Farbeigenschaft rot ist.

Die Möglichkeit von *RDF-Schema* Eigenschaften auf bestimmte Domänen und Wertebereiche zu beschränken wird in *OWL* dahin gehend erweitert, dass das Verhalten von Eigenschaften festgelegt werden kann. Für Eigenschaften gilt:

- p ist transitiv: $(a \ p \ b) \ (b \ p \ c) \Rightarrow (a \ p \ c)$
- p ist funktional: $(a \ p \ b)$ schließt $(a \ p \ c)$ aus, wenn $b \neq c$
- p ist symmetrisch: $(a \ p \ b) \Rightarrow (b \ p \ a)$
- p ist invers zu q : $(a \ p \ b) \Rightarrow (b \ q \ a)$
- p ist invers funktional: $(a \ p \ b)$ schließt $(c \ p \ b)$ aus, wenn $a \neq c$

OWL unterscheidet zwischen Objekteigenschaften und Datentypeigenschaften. Der Wertebereich der letzteren liegt im Bereich der Datentypen (*RDF-Literale* oder *XML-Schema-Datentypen*), während erstere als Werte Instanzen von anderen Klassen haben.

Die logischen Implikationen solcher Möglichkeiten sind recht komplex². *OWL* wurde deshalb in drei Stufen gegliedert. Mit den Stufen wachsen die Ausdrucksmöglichkeiten aber auch die Schwierigkeiten. Die oberste Stufe *OWL Full* ist nicht mehr entscheidbar.

OWL Full macht keine Einschränkungen auf diesen Konstruktionen. `owl:Class` (Klassen in *OWL Full*) ist äquivalent zu `rdfs:Class` (Klassen in *RDF-Schema*). Ein `owl:Thing` (eine Instanz in *OWL*) entspricht einer `rdf:resource`, kann also auch eine Klasse sein. Es gibt Klassen von Klassen. Insgesamt ist *OWL Full* eine Obermenge von *RDF-Schema*.

OWL DL trennt strikt zwischen `owl:Class` (Klassen) und `owl:Thing` (Instanzen). Klassen können keine Instanzen sein. Ebenso sind `owl:ObjectProperty` und `owl:DatatypeProperty` disjunkt. *RDF-Schema* Konstrukte sollten nicht benutzt werden. Diese und einige weitere Restriktionen haben zum Ziel, den größtmöglichen Satz an Konstruktionen zu erlauben, so dass entscheidbares Reasoning nach wie vor möglich ist.

² Siehe dazu den Beitrag von May in diesem Band.

OWL Lite hat alle Restriktionen von *OWL DL*. Außerdem sind zur Konstruktion von Klassen nur Durchschnitt und Eigenschaftseinschränkungen erlaubt. *OWL Lite* soll ein einfach implementierbares, aber nützliches Sub-set von *OWL* bereitstellen.

4.3 Weitere Arbeiten

4.3.1 Best Practices

RDF und *OWL* liefern die Konstrukte um Vokabulare, Taxonomien und Ontologien aufzubauen. Diese in der Praxis zu entwickeln, erfordert viel Erfahrung und Aufwand. Unterschiedliche Vokabulare miteinander zu verknüpfen, kann ebenfalls sehr schwierig sein. W3C hat deshalb eine Arbeitsgruppe mit Namen *Semantic Web Best Practices and Deployment* [28] gebildet, die Empfehlungen für die praktische Arbeit im *Semantic Web* geben soll.

Die Arbeitsgruppe entwickelt unter anderem Empfehlungen zu:

- einem generischen Vokabular samt Benutzungsanleitung für die Grundlegende Struktur von Thesauri, Klassifikationen, Taxonomien etc. (*SKOS*) [26],
- der Darstellung von n-ären Relationen in *RDF*. Dabei geht es darum, Möglichkeiten für sinnvolle Abbildungen n-ärer Relationen auf binäre Relationen in *RDF* aufzuzeigen [16],
- der Verwendung von *XML-Schema* Datentypen in *RDF* und *OWL*. U. A. werden Fragen der Gleichheit und Anpassung/Konvertierung von Werten – wohlbekannt aus der Entwicklung von Programmiersprachen – diskutiert [41],
- existierenden Vorschlägen zur Interoperabilität von *Topic Maps (TM)* [31] und *RDF* [21]. *TM* ist ein Vorschlag der *ISO* zur Wissensrepräsentation.

Andere Arbeiten der Arbeitsgruppe umfassen die Sammlung existierender Anwendungen und Demonstratoren, die Einbettung von *RDF* in *HTML* (eine wichtige Aufgabe im Zusammenhang mit der großen Basis existierender Websites in *HTML*) und die Portierung existierender Wissensbestände nach *RDF/OWL*.

4.3.2 Semantic Web Services

Während *Semantic Web* den Ansatz verfolgt, Techniken für die Darstellung von Wissen im *Web* zu entwickeln, ist es das Ziel von Webservices, Anwendungen untereinander zu vernetzen. Anfangs gab es wenig Neigung von den Vertretern beider Ansätze, diese miteinander zu verbinden. Inzwischen hat der Hype für *Web Services* [36] allerdings einer realistischen Sicht Platz gemacht und es zeigt sich, dass einige Probleme der *Web Services* – insbesondere die, *Web Services* zu beschreiben, zu katalogisieren und

zu suchen nicht einfach zu lösen sind³. Auf längere Sicht könnten auch *Semantic Web* Anwendungen davon profitieren, aus vernetzten *Web Services* Modulen aufgebaut zu werden. Zurzeit wird untersucht, wie sich *Semantic Web* Technologien und *Web Services* Technologien miteinander verbinden lassen. Diese Fragen werden unter anderem in der *W3C Semantic Web Services Interest Group* [29] diskutiert.

5 Fazit: Wo bleibt das Semantic Web?

Von besonderem Interesse ist natürlich die Frage: wann kommt das *Semantic Web* (wenn überhaupt)? Kann man schon einen Prototyp sehen?

Die Antwort auf diese Frage lautet: das heutige *Web* ist das *Semantic Web* in einer rudimentären Ausbaustufe. *W3C* sieht das *Semantic Web* nicht als eine komplett neue Infrastruktur. Vielmehr setzt *W3C* darauf, dass sich immer mehr Inseln in *Semantic Web* Technologie bilden, die im Lauf der Zeit vernetzt werden. In der Tat gibt es bereits einige erfolgreiche Anwendungen von *Semantic Web* Technologien. Z. B.: *Dublin Core* [2] für verteilte digitale Bibliotheken, *RSS* [24] für die Verbreitung von Nachrichten, *XMP* [40] erlaubt es, alle *Adobe* Datenformate mit *RDF* basierten Metadaten anzureichern. Innerhalb von vielen Firmen werden *Semantic Web* Technologien für das firmeninterne Wissensmanagement eingesetzt.

Die Nutzung von *URIs* schafft die Möglichkeit, *RDF*-basierte Metadaten miteinander zu verknüpfen. Die Umstellung von existierenden Ontologien auf *RDF* erlaubt es, firmenintern und -extern solche Verknüpfungen (z. B. in neuen Anwendungen) vorzunehmen.

Es bleibt abzuwarten, ob das *Semantic Web* eine ähnlich explosive Entwicklung nimmt, wie das ursprüngliche *Web*. Eine Reihe von Fragen sind noch offen und *OWL* wird durch weitere *RDF*-basierte Standards für das *Semantic Web* ergänzt werden. Eine spannende Frage ist auch, ob und wie das *Semantic Web* skaliert, also ob und unter welchen Voraussetzungen Antwortzeiten, Serverbelastung und Netzverkehr in akzeptablen Grenzen bleiben. Aber bereits heute lassen sich, wie existierende Anwendungen zeigen, *Semantic Web* Technologien nutzbringend einsetzen. Jim Hender [14], *Semantic Web* Forscher von der *University of Maryland* und co-chair der *W3C Web-Ontology Working Group* formuliert es so: „*a little semantics can take you far*“ frei übersetzt: „ein wenig Semantik nützt viel“.

³ Siehe dazu den Beitrag von Polleres et al. in diesem Band.

Literatur

1. *DAML+OIL (March 2001)*,
<http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index.html>
2. *Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)*, <http://dublincore.org/>
3. *DENIC eG*, <http://www.denic.de/de/>
4. *Deutsches Institut für Normung*, <http://www.DIN.de>
5. P. Mockapetris, *RFC1035 DOMAIN NAMES – IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION*, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt>
6. *About W3C: History*, <http://www.w3.org/Consortium/history>
7. *W3C HTML Home Page*, <http://www.w3.org/MarkUp/>
8. R. Fielding, UC Irvine, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Berners-Lee, *RFC2616 Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>
9. *Internet Corporation For Assigned Names and Numbers*,
<http://www.icann.org/>
10. *IETF Home Page*, <http://www.ietf.org/>
11. Tim Berners-Lee, *Information Management: A Proposal*,
<http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>
12. J. Hakala, H. Walravens, *Using International Standard Book Numbers as Uniform Resource Names*, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3187.txt>
13. *ISO – International Organization for Standardization – Homepage*,
<http://www.iso.org/>
14. Prof. James A. Hendler, <http://www.cs.umd.edu/~hendler/>
15. Tim Berners-Lee, *Primer - Getting into the semantic web and RDF using N3*,
<http://www.w3.org/2000/10/swapr/Primer>
16. Natasha Noy, Alan Rector, Editors, *Defining N-ary Relations on the Semantic Web: Use With Individuals*, <http://www.w3.org/TR/swbp-n-aryRelations/>
17. *OASIS*, <http://www.oasis-open.org/>
18. *Open Systems Interconnection*, ISO/IEC 7498-1:1994
19. *Web Ontology Language OWL / W3C Semantic Web Activity*,
<http://www.w3.org/2004/OWL/>
20. Dan Brickley, R.V. Guha, Editors, *RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema*, <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
21. Steve Pepper, Fabio Vitali, Lars Marius Garshol, Nicola Gessa, Valentina Presutti, Editors, *A Survey of RDF/Topic Maps Interoperability Proposals*,
<http://www.w3.org/TR/rdftm-survey/>
22. Dave Beckett, Editor, *RDFXML*,
<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-syntax-grammar-20040210/>
23. *RELAX NG home page*, <http://www.relaxng.org/>
24. *RDF Site Summary (RSS) 1.0*, <http://web.resource.org/rss/1.0/>
25. *Information processing – Text and office systems – Standard Generalized Markup Language (SGML)*, ISO 8879:1986
26. Alistair Miles, Dan Brickley, Editors, *SKOS Core Guide*,
<http://www.w3.org/TR/swbp-skos-core-guide/>
27. Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, *The Semantic Web – A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities*, Scientific American, Mai 2001,

- <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&catID=2>
28. *W3C Semantic Web Best Practices and Deployment Working Group*,
<http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/>
29. *Semantic Web Services Interest Group*, <http://www.w3.org/2002/ws/swsig/>
30. *Tim Berners-Lee*, <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/>
31. *TopicMaps.Org Home Page*, <http://www.topicmaps.org/>
32. *W3C Technical Reports and Publications*, <http://www.w3.org/TR/>
33. T. Berners-Lee, R. Fielding, U.C. Irvine, L. Masinter, *RFC2396 Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax*,
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>
34. T. Berners-Lee, L. Masinter, M. McCahill, Editors, *RFC1738 Uniform Resource Locators (URL)*, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1738.txt>
35. *World Wide Web Consortium*, <http://www.w3.org/>
36. *Web Service*, <http://www.w3.org/2002/ws/>
37. *Extensible Markup Language (XML)*, <http://www.w3.org/XML/>
38. Tim Bray, Dave Hollander, Andrew Layman, Editors, *Namespaces in XML*,
<http://www.w3.org/TR/REC-xml-names/>
39. *W3C XML Schema*, <http://www.w3.org/XML/Schema>
40. *Adobe XMP: Adding intelligence to media*
<http://www.adobe.com/products/xmp/main.html>
41. Jeremy J. Carroll, Jeff Z. Pan, Editors, *XML Schema Datatypes in RDF and OWL*, <http://www.w3.org/TR/swbp-xsch-datatYPES/>

Das Semantic Web als Innovation in der ökonomischen Koordination

Michael Weber, Karl Fröschl

EC3 – Electronic Commerce Competence Center, Wien, Österreich;
{vorname.nachname}@ec3.at

Zusammenfassung: Das *Semantic Web* stellt – dzt. noch weitgehend als Entwurf – das bislang letzte Glied einer langen Kette großtechnischer Kommunikationssysteme dar, dessen respektable Vorläufer u. A. die Telegrafie, die Telefonie, der Rundfunk und nicht zuletzt das Internet sind. Als technowissenschaftliche Ambition steht das Semantic Web in der gesellschaftlichen Tradition des abendländischen Aufklärungsprojekts der rationalen Bewirtschaftung von Raum, Zeit, Energie und Zeichen. Auf der Grundlage der sich in den letzten Jahrzehnten bereits weitgehend vollzogenen Medienkonvergenz in der digitalisierten Infrastruktur bildet das Semantic Web – zumindest konzeptiv – einen ‚kongenialen‘ Gegenpart zur markant ansteigenden Vernetzung der sich globalisierenden Wertschöpfungssysteme, die ihre ökonomischen Potenziale in der fortschreitenden Arbeitsteilung (Spezialisierung) und, komplementär dazu, immer umfassenderen Prozessoptimierung nutzt, die sich beide wiederum in der Hauptsache auf konventionalisierte Bedeutungssysteme zur informationstechnischen – d. h. vor allem: algorithmischen – Koordination stützen. Die soziale Ausformung gerade der Kommunikations- (und Koordinations-) Technologien unterliegt entschieden dem Wechselspiel einzelwirtschaftlicher Akteure bzw. Kapitalverwertungsinteressen und gesamtgesellschaftlicher Technologieadoption, das folgerichtig die charakteristische Innovationsdynamik einschließlich der prävalenten Muster der Ressourcenallokation auch dieser spezifischen Technikgenese prägt.

1 Einleitung

Ökonomische Akteure – insb. solche einer arbeitsteilig organisierten Wirtschaft – sind auf *Koordination* angewiesen; diese Koordination wird zu einem guten Teil, aber bei weitem nicht allein über (Markt-) Preise vollzogen. Je höher der Grad an Arbeitsteiligkeit, desto höher auch der Bedarf an Koordination – aber auch umgekehrt: effizientere Formen der Koordination begünstigen eine Intensivierung von Arbeitsteiligkeit. In diesem dialektischen Sinn bedingen einander sich entwickelnde (Industrie- und

Dienstleistungs-) Gesellschaften und effektive Infrastrukturen zur Koordination; diese „gesellschaftliche Kommunikation“ erfolgt in entsprechend institutionalisierten Kommunikationssystemen, wie bspw. Flichy [1994] in seiner technikhistorischen Studie eindrucksvoll aufzeigt.

Mit der Entdeckung von Elektrizität bzw. Elektromagnetismus und dem darauf aufbauenden Fernwirkungsprinzip [Mattl 1993] ergeben sich durch *Kommunikationstechnik* weitreichende Möglichkeiten der raum-zeitlichen Abstraktion von Interaktionen (siehe u. A. [Mitchell 1997]), die speziell im Bereich wirtschaftlicher Koordination über eine „Virtualisierung“ der Abstimmungsprozesse und dadurch induzierten Veränderungen vor allem im Transaktionskostengefüge neue Topographien und Chronologien der Produktion, Distribution und Konsumtion [Sassen 1996] zum Vorschein bringt¹. Umgekehrt gilt die dezentrale, individuell gesteuerte ökonomische Koordination gemeinhin als die effiziente(ste) Grundlage für die Erzielung von Wohlfahrtszuwachsen, da diese allein einen multilateralen und sozusagen „globalen“ Interessensaustausch ohne eine gleichsam „allwissende“ und benevolente Zentralinstanz hervorbringen kann.

Die materielle Grundlage des *Semantic Web* [Berners-Lee et al. 2001] bildet das Internet. Ursprünglich als militärstrategisches Instrument des kalten Krieges konzipiert, hat es seine Verbreitung als kommunaristisches Medium (speziell vermittels Hypertext [Berners-Lee 1997]) der akademischen Gemeinde gefunden und ab etwa Mitte der 1980er zunehmend die Rolle einer – mittlerweile die (Innovations-)Dynamik bestimmenden – neuen Infrastruktur der ökonomischen Koordination angenommen. Diese – technologisch gesehen kontinuierliche, d. h. eher konservative – (Weiter-) Entwicklung des World Wide Web (kurz: WWW) trifft ganz offensichtlich den Kern der Koordinationsbedarfe der Informationsgesellschaft, zu deren fundamentalen Produktivitätsquellen Castells [1996, p. 17] feststellt, dass „... in the new, informational mode of development the source of productivity lies in technology of knowledge generation, information processing and symbol communication.“, wobei ‚informational‘ sich als Terminus auf eine „...specific form of social organization in which information generation, processing, and transmission become the fundamental sources of productivity and power ...“ bezieht (op. cit., p. 21). Präziser formuliert zielt die durch das Semantic Web angestrebte Koordinationseffizienz auf eine erheblich erweiterte (digitale) Codierung kommunizierter Inhalte ab, mittels derer Koordinationsprozesse algorithmisiert, d. h. automatisiert und somit die Bewirtschaftung von Raum, Zeit und Energie weiter effektiviert werden.

Das WWW kann als eine dezentral angelegte, heteronome Informationsstruktur gesehen werden, dessen modulare Inhalte über ein sog. hypertext

¹ Dies in Abgrenzung zu anderen, schon weit länger wirkenden Triebkräften der ökonomischen Emanzipierung von Raum und Zeit, auf die Stehr [2001, p. 316] unter Verweis auf Sombart, Giddens und Luhmann aufmerksam macht.

protocol nichtlinear miteinander verknüpft sind. Als selbstorganisierendes System weist das WWW neben der Verweis- (hyperlinks), Visualisierungs- (html) und Protokoll- (http) Struktur keinerlei verbindliche inhaltliche Organisation auf (wenn von administrativen Regulativen wie der Verwaltung von domain names und dgl. einmal abgesehen wird). Dieser Freizügigkeit steht als gravierendes Defizit mangelnde *Interoperabilität* gegenüber: infolge der De-Kontextualisierung der Kommunikation stellt sich die Frage der Bedeutungszuweisung zu aus dem WWW extrahierten Inhalten bzw., in ökonomischen Kategorien, der Kosten der Re-Kontextualisierung (Bedeutungsübertragung) als unabdingbarer Vorleistung von zielbezogenen Koordinationsvorgängen.

Funktionell schlägt das Semantic Web zur Begegnung dieses Defizits an Interoperabilität vor, *a posteriori* dem WWW eine Kalkülstruktur überzustülpen: den eingelagerten Inhalten werden formale Zeichenstrukturen „aufmoduliert“, die einen (möglichst umfangreichen und nutzungsneutralen) Teil der Bedeutung dieser Inhalte syntaktisch repräsentieren, woraufhin diese Repräsentationen – zumindest prinzipiell – formal bzw. *algorithmisch* weiterverarbeitet werden können. Die Begrifflichkeit von ‚Semantik‘ im Semantic Web zielt also nicht auf die repräsentierte Bedeutung (das Denotierte) ab – diese ist extrasymbolisch und im Kalkül somit völlig ohne Belang –, sondern auf die Zusicherung der konsistenten Interpretierbarkeit der Repräsentation (i. e. des Denotats), aus der heraus sich dann auch die kalkülmäßigen (logisch gesehen: tautologischen) Transformationen derselben legitimieren.

Die Umsetzung der Vision eines Semantic Web im skizzierten Sinne bedarf einer Reihe aufeinander abgestimmter Vorbedingungen. Zum Ersten ist auf der technischen Ebene ein standardisiertes Design für die Repräsentation erforderlich, um das Semantic Web als Plattform der Informationsverteilung (bzw. als verteiltes Informationssystem) effektiv werden zu lassen. Diese Ebene der Konventionalisierung betrifft die Syntax – meist XML und deren Derivate – als Grundlage insb. aller maschinellen Interaktionsformen („agents“) der partizipierenden (ökonomischen) Akteure. Zum Zweiten sind Bedeutungsstandardisierungen herbeizuführen, anhand derer die Bedeutungscodierungen auf Syntax-Ebene vorgenommen oder doch zumindest (formal) assoziiert werden können. Bedeutungsstandards („Ontologien“) sind Ergebnisse sozialer Verhandlungsprozesse oder Praktiken, die bestimmte Konzeptualisierungen explizieren und (formal) fixieren². Zum Dritten schließlich muss eine Abbildung der Bedeutung der Inhalte auf die

² Eine häufig zitierte Definition [Gruber 1993, p. 199] besagt, „[A]n ontology is an explicit specification of a conceptualization.“ Ontologien sind – in der informationstechnischen Begriffsauslegung (siehe etwa [Fensel 2001]) – de facto (Vorschläge für) webweit einsetzbare Datenmodelle, in deren Aufbau und Formulierung viele Ergebnisse der praktischen computationalen Linguistik und des Information Retrieval einfließen.

formale Repräsentation im Sinne des technischen Standards erfolgen. Diese linguistische, auf Text-, Sprach- und Bildverstehen Bezug nehmende Dimension bildet den wohl wissenschaftlich schwierigsten und anspruchsvollsten Teil des Unterfangens, hinsichtlich welcher trotz mittlerweile jahrzehntelanger intensiver Forschungsbemühungen bisher nur partielle Erfolge – meist in sehr spezialisierten Anwendungen – erzielt werden konnten³. Gleichwohl wird der ökonomische Nutzen des Semantic Web von der weitgehenden Mechanisierung solcher Abbildungsvorgänge, d. h. einer maschinellen, durch beigestellte Konzeptstrukturen gesteuerten Inhaltsanalyse und formalen Repräsentationssynthese abhängen [Handschuh/Staab 2003; Visser 2004; Stuckenschmidt/van Harmelen 2005].

Ausgehend von der Sicht des Semantic Web als einer Koordinationstechnologie skizziert dieser Beitrag den aus der Logik der sich seit etwa 20 Jahren neu konfigurierenden informationell organisierten und global operierenden Kapitalverwertungsstrukturen heraus begründbaren innovationsökonomischen Nutzen im Rahmen eines großtechnisch konzipierten gesellschaftlichen Kommunikationssystems. Während Abschnitt 2 vor allem die ideengeschichtliche Einordnung in die Ökonomie der Koordination und die Entwicklung gesellschaftlicher Kommunikationssysteme an sich betrachtet, nähert sich Abschnitt 3 dem Thema aus firmentheoretischer und netzwerkökonomischer Perspektive. Abschnitt 4 schließlich erörtert die Innovationspotenziale „semantischer“ Kommunikationstechnologien auf einer prinzipiellen Ebene. Abschnitt 5 fasst den Beitrag zusammen.

2 Ökonomie der Koordination und Kommunikation

Die Wirkungsweise der Arbeitsteilung, ausgerichtet auf die Interessen der Individuen, ist nach Adam Smith der Schlüssel zur Erklärung des Wohlstands von Nationen. Die Produktivitätssteigerung durch Spezialisierung und das daraus ermöglichte Anwachsen von spezifischem Wissen sowie Marktmechanismen, welche die Geschwindigkeit und Art der Informationsanhäufung (Wissensprozesse) regeln, sind dabei zentrale Triebfedern. Mit zunehmender Größe und Organisation von Märkten steigen dementsprechend die Möglichkeiten der Spezialisierung, des Austausches („Handel“) und konsequenterweise des Anwachsens von – sowohl markt- als auch produktionsbezogenem – Wissen, um schließlich die Wohlstandsdynamik zu erhöhen.

Wenngleich also Wissen in allen Produktionsprozessen von fundamentaler Bedeutung ist, so tritt mit zunehmender Arbeitsteilung vor allem die *Koordination* der Akteure in den Vordergrund. Die Bedeutung von Koordination als zentrale Fragestellung der Wirtschaftswissenschaft wurde

³ Einen Verfahrensüberblick hierzu bieten [Grossman/Frieder 2004].

im 20. Jahrhundert insb. von dem österreichischen Nationalökonomen Friedrich A. Hayek hervorgehoben. Wie Adam Smith geht Hayek ebenfalls der Frage nach, wie Ordnung aus den Handlungen von Millionen von Wirtschaftsakteuren entsteht. Die Koordination von Spezialisierungen und dementsprechend von spezifischem Wissen ist demgemäß ein zentrales Anliegen der Wirtschaftswissenschaft als Instrument zur Steigerung des Wohlstandes, wobei Verfechter einer liberalen Marktwirtschaft (bzw. Marktordnung) wie Hayek die *effizienteste Koordination* in einem System dezentraler Austauschprozesse sehen und zentrale Planung daher ablehnen.

2.1 Wissen als ökonomische Kategorie

Die Betonung der Rolle von wirtschaftlicher Koordination kann – technikgeschichtlich begleitet von Strömungen wie Kybernetik, Systemtheorie und einer allgemeinen ‚Informatisierung‘ der Gesellschaft speziell ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts – als Kritik an den Dogmen der neoklassischen Wirtschaftsmodelle gesehen werden: wie vor allem Hayek richtig herausstreicht, lässt die neoklassische Theoriekonzeption die zentrale Bedeutung der Koordinationsprozesse erst gar nicht sichtbar werden, da in deren Modellen Vorbedingungen wie vollkommene Information am Markt, homogene Güter, keine Transaktionskosten und nicht vorhandene Markteintritts- und Austrittsbarrieren unterstellt werden – und somit Koordination ex ante obsolet machen. Demgegenüber – so Hayek [1937, 1945] – sind jene Prozesse zu hinterfragen, die dazu führen, dass Individuen überhaupt das erforderliche Wissen erhalten, welches in weiterer Folge zu vollkommener Konkurrenz führen könnte. Die ‚ökonomische Wissensproblematik‘ wäre also weniger an der Wirkung von Informationen über Preise sowie Preiserwartungen zu zentrieren, sondern schlösse vielmehr einen weit größeren Bereich ein, nämlich die Frage nach dem Wissen, wie unterschiedliche Güter erworben und verwendet werden könnten und unter welchen Bedingungen diese Wissensprozesse abliefen.

Letztlich muss aus einer informationsökonomischen Perspektive überhaupt die Erklärungskraft von Gleichgewichtsanalysen bzw. (zeitlos gültigen) Gleichgewichtspostulaten der Wirtschaftswissenschaft⁴ bezüglich des

⁴ Beginnend mit Walras (Lausanner Schule) wurden mathematische Modelle formuliert, um das Gleichgewicht von Produktion und Konsum über ein Preissystem am Gesamtmarkt (und später auch von anderen Ökonomen in Teilmärkten) zu beweisen, u.a. um Adam Smiths marktliche Koordination über den Preismechanismus („invisible hand“) zu demonstrieren. Walras Ansatz konnte allerdings erst durch Arrow/Debreu 1954 unter restriktiven Grundannahmen (z.B. keine Transaktions- und Informationskosten) bewiesen werden. Die österreichische Schule der Nationalökonomie und auch Schumpeter sahen kurzfristige Gleichgewichte bzw. statische oder allgemeine Gleichgewichte aufgrund der Dynamik nicht als erreichbares Ziel und Merkmal eines freien Markts.

wirtschaftlichen Kreislaufs und der Abstimmung von Angebot und Nachfrage – insb. in nicht zentral geregelten Wirtschaften – angezweifelt werden. Konsequent legt Hayek den Fokus seiner Analyse auf die Pläne *interagierender* Individuen, die sich aus den Erwartungen der Akteure ergeben und daher letztlich durch deren Wissen bestimmt werden (vgl. [Hayek 1937]). Er unterstreicht seine Kritik an den Grundannahmen vollkommener Märkte, in dem er betont, dass die Unterstellung eines Gleichgewichts bei vollkommenem Wissen der Akteure tautologisch sei, da dies der Definition von Gleichgewicht entspreche, wobei der Weg zu diesem Gleichgewichtszustand in den Gleichgewichtsmodellen jedoch nicht spezifiziert würde⁵. Die Pläne und Erwartungen sowie, in weiterer Folge, das den Erwartungen der Akteure zugrunde liegende Wissen zu koordinieren, stellt demnach eine elementare Herausforderung an jedes Wirtschaftssystem dar, formuliert in der Frage:

„.... how the combination of fragments of knowledge existing in different minds can bring about results which, if they were to be brought about deliberately, would require a knowledge on the part of the directing mind which no single person can possess.“ [Hayek 1937, p. 52]

Hayek, der sich in seiner systemischen Sicht der Ökonomie stark von einer sozialwissenschaftlichen Seite her nähert⁶, trifft bei der Koordination von Plänen Unterscheidungen hinsichtlich der lediglichen Kompatibilität individueller Pläne, d. h. der Widerspruchsfreiheit und folglich Anpassbarkeit nicht deckungsgleicher Pläne bspw. bezogen auf Angebot und Nachfrage, sowie deren Korrespondenz und betont die Rolle von externen Fakten („objektive Daten“). Intersubjektives Einverständnis erfolge häufig auf Basis von – gemeinsam wahrgenommenen – externen Fakten. Hayek zeigt dabei die Problematik von widersprechenden Erwartungen im Zuge der Koordination ebenso auf wie die exogenen und ungleich wirkenden Einflüsse auf u. U. ursprünglich kompatible oder gar korrespondierende Erwartungen. Überhaupt wäre zu klären, wem die verfügbaren Daten bereitgestellt werden sollen, etwa nur den beobachtenden Ökonomen, der breiten Bevölkerung oder nur bestimmten Marktakteuren. In diesem Zusammenhang ergeben sich Verteilungsfragen, die in Gesellschaften, welche das Kriterium Information bzw. Wissen zur Allokationsentscheidung einsetzen („Informationsgesellschaften“), verstärkt an Brisanz gewinnen. Ebenso stellt sich die Frage, inwieweit bzw. über welche Prozesse subjektiv wahrgenommene Daten zu objektiven Daten bzw. Fakten werden können.

⁵ Hayek kritisiert dabei weniger die Möglichkeit der – etwas entschärfteren – Behauptung, dass eine Tendenz zu einem Gleichgewicht bestehen kann, weil sich sozusagen die Erwartungen der Akteure im Laufe der Zeit (*ceteris paribus*) verstärkt im Einklang befinden [Hayek 1937].

⁶ Siehe dazu etwa Durkheim [1988] oder Luhmann [1988].

Gleichzeitig erscheint die häufig implizite Optimalitätsbehauptung von Gleichgewichtspostulaten fragwürdig, wenn man bedenkt, dass diese erreicht werden durch relatives, d. h. v.a. auch relativ geringes, Wissen unter den Akteuren, welches auf dem Weg zur Durchführung der individuellen Originalpläne angereichert wird und ebenfalls zu korrespondierenden Plänen und (temporären) Gleichgewichten führen kann. Solche Gleichgewichte würden – so Hayek – eben gerade deswegen denkbar sein, weil die Akteure *nicht* über Dinge lernen könnten, die ihre Pläne änderten, insb. um diese besser an die individuellen Bedürfnisse anzupassen.

Zusammenfassend und in Hayeks Sinne formuliert sind theoretische Marktgleichgewichte Ausdruck von Koordinationsgleichgewichten, die durch die Wissensstände und daraus folgernde Erwartungshaltungen der Akteure charakterisiert werden. Dynamik erklärt sich folglich aus Art und Menge des verfügbaren Wissens bzw. der Verteilung desselben über die Einzelakteure; methodisch schwierig bleibt aber die Bestimmung eines für die Erklärung der Marktdynamik überhaupt erforderlichen Wissens:

„But what is this relevant knowledge? It can hardly mean simply the knowledge which actually influenced his [Anm.: des Akteurs] actions, because his decisions might have been different not only if, for instance, the knowledge he possessed had been correct instead of incorrect but also if he had possessed knowledge about altogether different fields.“

und weiter:

„Clearly there is here a problem of the division of knowledge which is quite analogous to, and at least as important as, the problem of the division of labour. But, while the latter has been one of the main subjects of investigation ever since the beginning of our science, the former has been [as] completely neglected, although it seems to me to be the really central problem of economics as a social science.“ [Hayek 1937, p. 49]

Die Verteilung von Information bzw. Wissen und dementsprechend die Informations- und Kommunikations-Technologien zur Unterstützung der Allokation von Wissen treten aus dieser Analyse als die entscheidenden Determinanten der wirtschaftlichen Dynamik hervor. Wissenszugang und Koordinationseffizienz der einzelnen Akteure bestimmen letztlich die Entscheidungen über die Allokation traditioneller ökonomischer Ressourcen wie Arbeit und Kapital, die darüber hinaus freilich durch Institutionen – allgemeine kulturelle und rechtliche Strukturen insb. zur Reduktion von Unsicherheit – beeinflusst werden, wobei unterschiedliche institutionelle Rahmenbedingungen auch unterschiedliche Formen der Koordination bewirken können. Als eine zentrale Herausforderung der Ökonomie einer Gesellschaft können also die Grenzen des Wissens bzw. der Informationsgrundlage des Individuums in Verbindung mit der optimalen Kooperation der individuellen Wirtschaftsakteure gesehen werden.

2.2 Ökonomie als evolutionärer Prozess

In enger Verbindung mit der Tradition der österreichischen Schule der Nationalökonomie steht die Strömung der *Evolutionären Ökonomie*, welche Wissen in das Zentrum der wirtschaftswissenschaftlichen Betrachtung rückt und dabei auf die evolutionären Prozesse Selektion, Variation und Vervielfachung abstellt. Die Evolutionäre Ökonomie interpretiert sich dabei allerdings nicht als eine Form von ökonomischen Darwinismus, sondern führt die Wurzeln der Wahrnehmung dieser drei evolutionären Prozesse in Wirtschaft und Gesellschaft auf die Aufklärer des 18. Jahrhunderts zurück und hebt die evolutionären Aspekte der Aussagen u. A. auch von Adam Smith hervor. Ökonomische Evolution stellt gemäß dieser Strömung – wie bei Schumpeter und Hayek – das tatsächliche Wachstum von Wissen dar⁷, wobei die Mechanismen dieses Wachstums ein wichtiges Forschungsthema für die Evolutionäre Ökonomie sind. Diese Strömung trägt prinzipiell der Entwicklung der industrialisierten Gesellschaften in eine Informationsgesellschaft (oder gar Wissensgesellschaft vgl. Kreibich [1986] oder Stehr [2001]) in Verbindung mit Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) Rechnung. Vertreter der Evolutionären Ökonomie definieren die Problematik der Wirtschaft(-swissenschaft) weniger – wie sie traditionell und weit verbreitet gesehen wird – in der Zuweisung knapper Ressourcen zu bestimmten (vorgegebenen) Zwecken, sondern vielmehr im optimalen Einsatz sowie der Erzeugung von Wissen bzw., in Anlehnung an Metcalfe, allgemein in der weit-verbreiteten Ignoranz. Wirtschaft wird dabei als offenes, komplexes und dynamisches System interpretiert, welches mit zahlreichen Überraschungen und Neuheiten aufwarten kann und notwendigerweise instabil ist [Witt 2003; Metcalfe 2003]. Die Aussage der Evolutionären Ökonomie ist in diesem Zusammenhang nicht, dass nur marktwirtschaftliche Gesellschaften auf Wissen basieren, sondern dass die spezielle Form der Dynamik des Wissens in solchen Systemen, die Dynamik von Innovation, Unternehmen und Wettbewerb, von besonderer Bedeutung für Wachstum ist. Schumpeter lieferte hierbei mit seinem Konzept der „schöpferischen Zerstörung“ und der Sichtweise des Entrepreneurs als Innovator und konsequenterweise als Produzent von Ungleichgewichten einen wichtigen Ausgangspunkt für die Evolutionäre Ökonomie, wobei die Bedeutung von Unsicherheit⁸, wie sie bereits bei Vorklassikern wie Cantillon oder etwas später von Say Berücksichtigung fand, federführend von Knight in diese Perspektive integriert wurde (vgl. [Knight 1985]), was einerseits die Rolle der Investoren und deren Profite

⁷ Erstmals analysierte Machlup empirisch den Beitrag und die Rolle von Wissen in einer Volkswirtschaft [Machlup 1962].

⁸ Unsicherheit ist hierbei von Risiko zu unterscheiden, welches ex ante spezifiziert oder gar quantifiziert werden kann und daher ein Kostenfaktor ist.

bzw. Verluste zu erklären half und andererseits zum Verständnis von Konkurrenz und dem Aufkommen von Motivation zur Innovation beitrug.

Die Instabilität bzw. Dynamik des Wirtschaftssystems erklärt sich nun für evolutionäre Ökonomen in dem Auftreten und der Verbreitung von Neuheiten (neue bedeutungstragende Unterscheidungen) im Rahmen unternehmerischer Tätigkeit, die durch das Anwachsen von Wissen hervorgerufen werden. Dieses Wachstum resultiert wiederum aus der Lösung einer Problemstellung, die allerdings häufig neue Fragen und Möglichkeiten aufwirft, welche abermals eine Kombination verschiedenster Ideen und Entdeckungen induzieren. Im Laufe der Zeit führen diese Prozesse zu einem exponentiellen Anstieg von Wissen, was zu der Behauptung führt, dass eine Wirtschaft nicht im Gleichgewicht sein kann, wenn Wissen nicht zu einem Gleichgewicht kommen kann [Witt 2003; Metcalfe 2002]. In diesem Zusammenhang wird von der Evolutionären Ökonomie unterstrichen, dass die Erzeugung und Verbreitung von Neuheiten zutiefst ökonomische Prozesse darstellen, wobei Unsicherheit und der Wettbewerb um neue, bessere Ideen den Hintergrund und die Motivation für diese Prozesse bilden.

Die rationale Bewirtschaftung der physikalischen Faktoren Raum, Zeit und Energie bei gleichzeitiger Optimierung der Nutzung von – der Gesellschaft zugrundeliegenden bzw. verfügbaren – Daten bewirkt, kurz gesagt, den Entwicklungspfad, welcher der Gesellschaft historisch gesehen unterstellt werden kann. Die fortlaufend optimierte Verwertung dieser Datengrundlage führt über Informationsextraktion und kognitive sowie behavioristische Prozesse in Kombination mit Vorwissen, Werten und Emotionen der Individuen schlussendlich zu Wissen bzw. Zuwachs an Wissen (vgl. [Boisot/Canals 2004]). Wohlstand sieht die Evolutionäre Ökonomie in weiterer Folge als ein Produkt der Integration von spezifischem Wissen und folgt daher nicht direkt aus dem Ausnutzen natürlicher Ressourcen, wobei nicht lediglich auf das Wissen von Eliten abgestellt wird, sondern das Wissen jedes Menschen gemeint ist. Jeder Wirtschaftsakteur stellt sozusagen eine Komponente mit speziellem Wissen dar, wobei sich hierbei die zentrale ökonomische Frage stellt, wie man dieses spezielle Wissen effektiv koordiniert.

Die Rolle von IKT zur Unterstützung einer solchen (marktlichen bzw. gesellschaftlichen) Koordination ergibt sich im Zuge der rasanten technologischen Entwicklung beginnend mit dem Zeitalter der Spätaufklärung und des darin stattfindenden naturwissenschaftlichen und technischen Erkenntnisfortschritts. Zu Beginn war allerdings in vielen Ländern die zentrale Staatsmacht alleinig im Besitz der aufkommenden Kommunikationstechnologien wie bspw. die optischen und später elektrischen Telegrafennetze⁹. Erst allmählich und unter Druck wohlhabender Bevölkerungsschichten mit

⁹ Die anfangs für militärische und administrative Zwecke eingesetzt wurden.

vorwiegend wirtschaftlichen Interessen gelang es, die vergleichsweise geringe staatliche Kommunikation, die kommunikationstechnische Innovationen aufgrund fehlender Märkte lange Zeit be- bzw. verhinderte, für private Kommunikation zu öffnen, wobei Maßnahmen zur Ergänzung des Eisenbahnsystems und die Konkurrenz zwischen den Nationalstaaten ebenfalls zur Öffnung der Netze beitrugen. Börse und Handel waren nach dieser Liberalisierung federführend in der Adoption der telegrafischen Kommunikationstechnologie, da ein rascher Informationsfluss in diesen Domänen Voraussetzung für das Angleichen und Bestimmen der Preise ist und Informationen im allgemeinen eine zentrale Stellung bei der Herausbildung von Märkten spielen, wie Jevons bereits 1871 festhielt. Eine rasche Abfolge weiterer kommunikationstechnischer Erfindungen und vielfach auch Innovationen in den folgenden Jahrzehnten und Jahrhunderten gab einer verstärkt privaten Kommunikation weiteren Auftrieb, begleitet von der Entwicklung der Photographie, des Phonographs, des Telephons, der Funktechnologie und des Rundfunks, später dann vom Aufkommen der globalen Kommunikation mit Automatisation, Digitalisierung und neuen Übertragungstechniken sowie dem Einzug des Fernsehens und der Datenverarbeitung (vgl. [Flichy 1994]).¹⁰ Die allmähliche Verschmelzung von Audio- und Videotechnologien, Telekommunikation und Datenverarbeitung, die mittlerweile zu einer irreversibel „ubiquitären“ Durchdringung aller Lebens- und Gesellschaftsbereiche geführt hat und in ihrer Extrapolation absehbar auf eine universale „Kommunikationsprothetik“ hinauszulaufen scheint, begleitet dabei eine weiter zunehmende *Individualisierung* der Kommunikation bis hin zur geradezu folgerichtigen Entwicklung auf bestimmte Interaktionsziele programmierter, selbstgesteuerter „Kommunikationsagenten“. Die zeitgeistige Koinzidenz wirtschaftsliberaler Konzeptionen der zitierten Ökonomen mit der dezentral-privaten Kommunikationstopologie der digitalen Kommunikationsinfrastrukturen muss dabei – in Gegenüberstellung etwa zu staatsinterventionistischen, planwirtschaftlichen oder sonst kollektivistischen Ansätzen in Ökonomie und Kommunikationsorganisation – für unsere Zwecke besonders deutlich herausgestrichen werden.

¹⁰ Flichy betont in seinen Ausführungen, dass die Telekommunikation in unterschiedlichen Ländern (wie England und Frankreich) jeweils von jenen Geistesströmungen gefördert wurde, die dem Freihandel positiv gegenüber standen (Flichy, op. cit., p. 89) und sieht die Aufklärung bzw. den Gebrauch der Vernunft als eigentliche Basis für die zahlreichen Entdeckungen und Erfindungen im Bereich der Telekommunikation, die abhängig von den Wechselwirkungen zwischen Technologie und Gesellschaft vielfach zu Innovationen führten.

2.3 Exkurs: Entropie

Naturwissenschaftlich zeichnen sich großtechnische Kommunikationssysteme mit hoher Entropie dadurch aus, dass sie Zeichen bzw. Symbole in hoher Bandbreite übermitteln können. Der Begriff der Entropie entstammt hierbei ursprünglich der Thermodynamik und wurde von Informationstheoretikern (insb. Shannon, aufbauend auf frühere Überlegungen von Nyquist, Hartley und von Neumann) als Maß für den Informationsgehalt von übermittelten Signalen (Daten) eingeführt. Daten entspringen *unterscheidbaren* (d. h.: wahrnehmbaren) physischen *Zuständen* [Rosen 1991] und können demgemäß – je nach Entropie – mehr oder weniger Information beinhalten. Hierbei kann zwischen einer objektiven (intersubjektiven) und einer subjektiven Betrachtung unterschieden werden, wobei objektiv die Menge der potenziell ableitbaren Information bezeichnet und subjektiv die Menge an Information umfasst, die ein Akteur *in (s)einer bestimmten Situation* aus einer Menge von Daten ableiten kann [Boisot/Canals 2004]. Diese subjektive Sichtweise, die – gemäß der Interpretation von ‚objektiv‘ als intersubjektiv – über die Agglomeration des subjektiven zu einer ‚objektiven‘ Sichtweise führt, unterstreicht hierbei die Definition von Information gemäß Bateson [1971] als Unterschied, *der einen Unterschied für jemanden macht*, d. h. relational gesehen wird: Daten tragen unterschiedliche Bedeutung, abhängig von den Charakteristika (Vergangenheit, Wertesystem, emotionaler Zustand, Erwartungen, ... [Damasio 1999]) des jeweils die Daten interpretierenden Individuums. Qualitativ gesprochen drückt sich der Informationsgehalt einer Nachricht durch das Verhältnis der *a posteriori* verbleibenden (internen) Zustandsalternativen gegenüber den vor dem Empfang einer Botschaft gegebenen Zustandsalternativen aus: diese Neg-Entropie entspricht einer Reduktion von Unsicherheit, wohingegen die *Auslöschung* eines solchen „Unterschieds“ wiederum zu einer korrespondierenden Steigerung der Entropie (Unsicherheit, Undeterminiertheit) führt. *Formal* wird der potenzielle Informationsgewinn (eines Akteurs) durch die – theoretische – Gesamtmenge der in einem Kommunikationssystem darstellbaren Zustandsmenge¹¹ beschränkt.

Die bisher entwickelten Kommunikationssysteme – einschließlich des Internet bzw. WWW – sind darauf ausgerichtet, *Daten* möglichst „rauschfrei“ zu übermitteln, d. h. dafür zu sorgen, dass die Daten einer Nachricht beim Empfänger identisch mit den ursprünglich versendeten Daten sind. Diese Kommunikationsebene stellt allerdings nur die erste von insgesamt drei Stufen der Semiotik dar, die helfen, den Wirkungsgrad der Kommunikation zu differenzieren. Während die erste Ebene (Syntax) vorwiegend technische Probleme der Übermittlung von Nachrichten betrachtet, stellt

¹¹ Weiters wird dieser potenzielle Informationsgewinn noch über die auf diesen Zustandsraum wirkende Wahrscheinlichkeitsverteilung determiniert.

sich auf der nächsten Stufe die Problematik des Verständnisses der Nachricht, die semantische Ebene, wohingegen auf der letzten Ebene dieser Dreiteilung Fragen der Auswirkung der Nachricht im Kontext, die pragmatische Ebene, stehen.

2.4 Kontextualisierung und Bedeutungskoordination

Gegenüber dem Internet stellt das Semantic Web einen ambitionierten Ansatz dar, sich der semantischen Ebene anzunähern und das Internet als technisches Kommunikationssystem so weiterzuentwickeln, dass Information zielgerechter verteilt werden kann – damit diese bei den Empfängern tatsächlich ‚einen Unterschied macht‘, d. h. subjektiv (bzw. individuell) Nutzen generiert und pragmatisch Effekte nach sich zieht, wie von Bateson definiert und gefordert. Eine Annäherung an diese ‚nächste‘ Stufe der Kommunikation erweist sich allerdings in vieler Hinsicht als problematisch, nachdem sich die Aufgabenstellung für die *datenbasierenden* Kommunikationssysteme insofern ändert, als auf Ebenen 2 und 3 zur informationsgewinnenden Interpretation von Nachrichten (Daten) Wissen bzw. ‚Vorwissen‘ erforderlich ist: im Unterschied zur Dinghaftigkeit von Daten entsteht Information (erst) aus dem Abgleich von empfangenen Daten mit bestehendem Wissen, wobei Wissen seinerseits eine Menge von – nicht zuletzt auch sozial geprägten bzw. konventionalisierten¹² – *Erwartungen* (eines Individuums nach außen) darstellt, welche ihrerseits durch das Ein treffen von Informationen beeinflusst werden [Arrow 1984]. Wissen steuert letztendlich (kognitiv) die Aktionen des Individuums, insb. auch in der Gewinnung von Information („information gain“) durch Ausfilterung ‚bedeutungstragender Strukturen‘ aus den Daten [Boisot/Canals 2004]¹³.

Information kann – auf der Grundlage *gemeinsamen* Wissens – graduell zwischen Akteuren geteilt (bzw. verteilt) werden; im Gegensatz dazu ist Wissen grundsätzlich niemals zwischen Akteuren teilbar. Nur bei Daten kann man von einer allgemeinen Teilbarkeit (Kopierbarkeit) sprechen, weshalb Ebene 1, in der die spezifischen Eigenschaften der kommunizierenden Akteure irrelevant sind und in der Konventionen über Symbole und Grammatik die Basis bilden, technisch relativ einfach gelöst werden kann.

Boisot/Canals [2004] schlagen in ihrer informationsökonomischen Analyse vor, das Konzept der Entropie auf alle drei Stufen der Kommunikation anzuwenden, wobei jeweils für Daten, Information und Wissen verschiedene Formen von Entropie definiert werden. Auf dem Niveau der Daten wäre von ‚Entropie 1‘ zu sprechen, die sich mit den physikalischen Zuständen beschäftigt, wobei eine Erhöhung dieser Entropie eine

¹² In diesem Sinne kulturspezifisch ‚objektiven‘.

¹³ Boisot/Canals sprechen von „significant regularities residing in the data“; vgl. [Boisot/Canals 2004, p. 47].

entsprechende Verringerung der (Wahrnehmungs-) Unterschiede zwischen den Zuständen bewirkt. Im Bereich der Information beschreibt ‚Entropie 2‘ (wie von Shannon für die Informationstheorie eingeführt [Shannon/Weaver 1963]) nun die Variation der symbolischen Unterschiede, die mit steigender Entropie 2 nachlässt – und zwar auch bei gleichbleibender Entropie 1. Schließlich kann auch Wissen in das Konzept der Entropie, nun ‚Entropie 3‘, eingebettet werden, welche bei dessen Anstieg die Unterschiede zwischen möglichen Kontexten, in denen Bedeutungszuweisungen vorgenommen bzw. Symbole interpretiert werden, verringern lässt (und somit Mehrdeutigkeit bewirkt). Entropie 1 und 2 lassen sich nun nach Boisot und Canals der ersten Ebene der Kommunikation (Syntax) zuordnen, während Entropie 3 auf der semantisch-pragmatischen Ebene anzusiedeln wäre, nachdem hinsichtlich der Semantik u. U. der Empfänger Symbole nicht kennt, also ihnen keine Bedeutung zuweisen kann, bzw. hinsichtlich der Pragmatik der Empfänger die gesamte Nachricht mitunter nicht in einen ‚passenden‘ Kontext einbinden kann [Boisot/Canals 2004].

Die Bemühungen, Kommunikationssysteme wie insb. das Semantic Web nun an die höheren, semantisch-pragmatischen Ebenen auszurichten, bedingen konsequenterweise, dass Entropie – konkret Entropie 3 – verringert werden muss, um die Kontexte der Dateninterpretation voneinander klar(er) unterscheidbar zu machen. Im Sinne der Entwicklung kollektiver, kulturell objektivierter Erwartungshaltungen (d. h. kommunikativen Handelns; vgl. [Habermas 1981]) bedarf es dazu zunächst einmal einer entsprechenden *meta-kommunikativen* Koordination über die Herstellung derartiger kognitiver Referenzsysteme, eine Vorstellung, die zu einem stufenweisen Prozess der Konventionalisierung bzw. Entropie-Reduktion führt. Durch die Amalgamierung von Kommunikation und Meta-Kommunikation treten dabei naturgemäß Interferenzen zwischen den Entropie-Ebenen auf, da etwa die definitorisch intendierten Begriffsunterscheidungen – Verabredungen über bestimmte Bedeutungszuweisungen zu Symbolen – materiell selbst wiederum für die kommunikative Praxis auf Unterschiede in den Codierungen (Symbolen) reduziert werden bzw. werden müssen.

Die wirtschaftlichen Effekte (Wohlstandseffekte) solcher „semantisch angereicherter“ gesellschaftlicher Kommunikationssysteme hängen in ihrer Realisierung also stark davon ab, inwieweit entsprechende Bedeutungskoordination durch die Etablierung „relevanter“ lokaler Repräsentationen von (insb. auch spezialisiertem) *Weltwissen* bei den einzelnen Akteuren (vgl. Hayek) gelingt, sodass – unbeschadet interpersoneller Präferenzen oder Repräsentationsvarianten – sich der Grad der effektiven Informationsverteilung verbessern lässt und, ganz spezifisch, in Richtung einer zunehmenden Disposition physischer (i. e. Zeit, Raum, Energie) durch informationelle (i. e. Daten und deren Analyse) Produktionsfaktoren wirkt.

3 Firmentheorie und Netzwerkökonomik

Die neue Institutionenökonomik, die sich insofern als ‚neu‘ definiert, als sie im Gegensatz zur alten, neoklassischen Institutionenökonomik realitätsnähere Annahmen bspw. durch Berücksichtigung von asymmetrischer Information, veränderbarem Wissen, Marktmacht, anhaltenden Ungleichgewichten am Markt und – nicht zuletzt – beschränkte Rationalität der Wirtschaftsakteure trifft, stellt Erklärungsansätze zur Wirkung von Institutionen auf Akteure zur Verfügung und kann somit helfen, die Auswirkungen von IKT bzw. der sich weiterentwickelnden Kommunikationssysteme auf die Wirtschaft, aufgrund der realitätsnäheren Annahmen speziell auch hinsichtlich der Rolle von Information, der Dynamik von Wissen und der (Un-)Gleichgewichte auf Märkten zu analysieren. Institutionen sind dabei mehr oder weniger komplexe Systeme von Normen und Regeln (Handlungsgefügen). Sie restriktieren die Handlungsmöglichkeiten eines Individuums und ermöglichen eine Einschätzung des voraussichtlichen Verhaltens anderer, sie bewirken – durch gesellschaftliche Sanktion stabilisierte – Erwartungen über das Handeln und Verhalten von Individuen und helfen somit, Unsicherheit zu reduzieren. Institutionen beeinflussen folglich ökonomische Aktivitäten, die aus Sicht der neuen Institutionenökonomik auf das Schaffen von Vorteilen durch Kooperation ausgerichtet sind; die Analyse der Wirkung von Institutionen auf die Ökonomie ist dementsprechend ein wesentliches Anwendungsfeld der Institutionenökonomik.

3.1 Unternehmenstheorie

Ausgangspunkt für das Entstehen dieser wirtschaftswissenschaftlichen Strömung stellt die Arbeit von Coase zur Unternehmenstheorie (1937) dar, welche einen wichtigen Beitrag zum Verständnis des Aufkommens von Unternehmen im Zuge von wirtschaftlichen Interaktionen bildete. Coase stellt hierbei Transaktionskosten in den Vordergrund der Entscheidung über die Form der Koordination ökonomischer Aktivitäten zwischen Markt und Hierarchie (Unternehmen) und in weiterer Folge für das Entstehen und die Grenzen von Unternehmen in einer Marktwirtschaft [Coase 1937]. Eine Transaktion bezeichnet dabei eine *vertraglich* gesicherte Übertragung von Verfügungsrechten über materielle und immaterielle Werte im Zuge eines (wirtschaftlichen) Leistungsaustausches. Zu den Kosten, die bei der Koordination von Transaktionen anfallen, zählen u. A. Kosten der Anbahnung, Vereinbarung, Abwicklung, Kontrolle bzw. Durchsetzung sowie der Anpassung. Innerhalb der neuen Institutionenökonomik wurde die Transaktionskostentheorie weiterentwickelt und beginnend mit Williamson [1971] um wichtige Einflussgrößen auf die Höhe der Transaktionskosten – insb. behavioristische Aspekte – erweitert,

hierzu zählen unvollständige Informationsverteilung, Opportunismus, die Charakteristika spezifischer Investitionen sowie die begrenzte Rationalität der Akteure. Darüber hinaus wurde die Bedeutung der Häufigkeit, der Komplexität, des Umfangs und der Sicherheit von Transaktionen ebenso konkretisiert wie die Rolle der Anzahl an Transaktionspartnern, und folglich die Theorie um die Bandbreite der Hybridformen zwischen Markt und Hierarchie, u. A. auch netzwerkartige Kooperationsformen, erweitert.

IKT sind nach wie vor ein wichtiger Ansatzpunkt zur Senkung der Kosten der Koordination und damit auch der Transaktionskosten. In den vergangenen Jahrzehnten konnten zwischen Markt und Hierarchie vor allem die kooperativ ausgerichteten Unternehmensnetzwerke wesentlich von dieser Transaktionskostensenkung profitieren und das Bild einer Netzwerkökonomie etablieren (u. A. [Shy 2001]), bei welcher der Fokus auf *kooperativen* Arrangements zur Lösung von – u. A. durch Globalisierung und Komplexität bedingten – Problemstellungen liegt, mit Vorteilen sowohl gegenüber allein marktlichen als auch hierarchischen Koordinationsformen.

Wirtschaftliche Prozesse, deren Transaktionsgegenstand im Wesentlichen Information bzw. Wissen ist, z. B. Innovationsprozesse, eignen sich in vieler Hinsicht besser für eine netzwerkartige Kooperationsform als eine Koordination über den Markt oder innerhalb eines Unternehmens. Dies kann damit begründet werden, dass in informations- und wissensintensiven Bereichen eine hohe Spezifität des Transaktionsgegenstandes erforderlich wäre, die nur über entsprechend hohe spezifische Investitionen realisiert werden könnte und am Markt zu vergleichsweise hohen Transaktionskosten führte. Beispielsweise wäre die Anwendung des Preismechanismus bzw. eine laufende Anpassung und Verhandlung über Preise und Konditionen eines solchen Transaktionsinhalts am Markt – besonders in einem komplexen und unsicheren Bereich wie z. B. Forschung und Entwicklung – zur Koordination relativ ineffizient und folglich transaktionskostensteigernd. Gleichzeitig kann eine rein hierarchische Koordination – unter der Voraussetzung der Schützbarkeit (Nicht-Imitierbarkeit) des informationsintensiven Transaktionsinhalts und einer notwendigen Spezifität – bei weitem nicht dieselbe Leistung wie bspw. ein Netzwerk erzielen, das u. A. zusätzlich noch die Möglichkeit einer Reduktion von Risiko eröffnet. Diese Argumentation zeigt bereits auf, dass Transaktionskosten nicht die alleinige Erklärung für die verstärkte Bedeutung von Hybridformen sind, denn die zusätzlichen Möglichkeiten bzw. das Leistungspotential solcher durch IKT unterstützten Koordinations- und Kooperationsformen können – bei entsprechenden organisatorischen Voraussetzungen – in einer ‚Informatiōngesellschaft‘ bedeutende Wettbewerbsvorteile, speziell auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), mit sich bringen [Sydow 1992, Weber 2004].

3.2 Unternehmensnetzwerke

Unternehmensnetzwerke sind ein potenziell sehr effizientes und flexibles interorganisationales System (vgl. bspw. [Thiele 1997]). Sie können als eine Weiterentwicklung konventioneller Unternehmensstrukturen interpretiert werden, die eine starke Prozessorientierung aufweist und dabei erhöhte Effizienz und Flexibilität durch die Gestaltungsmöglichkeiten eines Unternehmensnetzwerks ermöglicht, in dem die Netzwerkpartnerschaft kooperative und wettbewerbliche Elemente einschließt. Speziell durch IKT wurde in den letzten Jahrzehnten die Koordination räumlich verteilter Teilprozesse bedeutend vereinfacht und die Notwendigkeit der Zentralisation in einem Unternehmen verringert.

Die genannten ökonomischen Motive zur Vernetzung von Unternehmen für die Koordination arbeitsteiliger Wertschöpfungsprozesse finden ihr Pendant in der kommunikationstechnischen Netztopologie insb. des Internet, dessen inhaltliche Neutralität und Verbindungsflexibilität den Bedürfnissen vernetzter Koordination bzw. Arbeitsteiligkeit geradezu ideal entgegenkommt: entsprechende Maßnahmen zur Strukturierung und Konfiguration – vor allem: institutionalisierter – Koordinationsvorgänge vorausgesetzt, lässt sich die dezentrale, ihrerseits arbeitsteilige Koordination praktisch deckungsgleich auf die technische Infrastruktur des Internet übertragen. Der Nutzen dieser Spiegelung sozialer Kommunikations- und Interaktionsbeziehungen auf das technische Medium steigert sich zusätzlich noch beträchtlich durch Einbettung in – zumeist bereits bestehende – Systeme digitalisierter Informationsbewirtschaftung (CMS, ERP, CRM, SCM, usw.): die Herbeiführung einer möglichst weitgehenden Kongruenz von Kommunikation und technischem Datenfluss beabsichtigt eine direkte koordinative Effektivierung *durch* Kommunikation, d. h. die materielle Realisierung entsprechender Zustandsübergänge in den jeweils „angeschlossenen“ Informationssystemen der Kommunikanden, z. B. die Einbuchung einer Lieferung *direkt* in das Warenwirtschaftssystem des Empfängers. Dies bedarf in technischer Hinsicht ganz offensichtlich aber den Schritt hin zu datenbasierenden Formen der Interaktion (bzw.: *Interoperation*), also einerseits einer Formalisierung der Kommunikation etwa im Sinne „elektronisierter“ Institutionen (vgl. etwa [Vasconcelos 2003]) und andererseits einer Anreicherung digitalisierter (Netz-)Kommunikation um eine weitere, semantisch-pragmatische Ebene maschineller Bedeutungscodierung (Kimbrough/Wu [2005])¹⁴.

¹⁴ Hier bewegen wir uns auf den Semiotik-Ebenen 2 und 3 nach dem Modell von Boissot/Canals (siehe Abschnitt 2), für dessen Realisierung im Programm des „Formal Modelling in Electronic Commerce“ (FMEC) insb. generative Systeme algebraischer Bedeutungskomposition zur Formalisierung stereotyper Sprechakte vorgeschlagen werden; siehe insb. Kimbrough [2005].

Zentrale Motivation für die Teilnahme an einem Unternehmensnetzwerk ist entsprechend obiger Argumentation der verbesserte Austausch von Informationen und der gegenseitige Zugriff auf Ressourcen und Fähigkeiten bzw. Kompetenzen im Netzwerk abhängig von dessen Ausrichtung und Ausgestaltung. Neben der Internalisierung externer Ressourcen bzw. Kompetenzen und dem Einbringen des eigenen Profils kann eine Partizipation in einem Unternehmensnetzwerk dazu beitragen, Transaktionskosten zu senken, Größendegressions- und Verbundvorteile zu realisieren sowie Risiken und zum Teil auch Unsicherheiten zu reduzieren. Die Kombination dieser positiven Aspekte der Teilnahme kann schließlich bspw. zur Senkung von Markteintrittsbarrieren eingesetzt werden, was insb. für KMU interessante Möglichkeiten eröffnet. Die Umsetzung der potentiellen Vorteile ist dabei im Wesentlichen von der entsprechenden Qualität und Quantität der Einbindung in das Unternehmensnetzwerk abhängig, sozusagen von der Positionierung des Unternehmens im Netzwerk und dessen Konfiguration. Hierbei sind allerdings auch die Gefahren einer Teilnahme zu berücksichtigen, wie bspw. unkontrollierte Abhängigkeiten, unerwünschter Kompetenztransfer, Verlust des direkten Marktzugangs, oder unübersichtliche Netzwerkbeziehungen bzw. Überlastung des Managements. In diesem Zusammenhang zeigt sich, dass die Umgestaltung der Koordination bzw. Organisation in Richtung netzwerkartiger Strukturen speziell innerhalb von Unternehmen bereits eingesetzt hat. Als Gegenrezept zu steigender Komplexität und Dynamik werden z. B. kurze Entscheidungs- und Kommunikationswege ebenso wie eine Art von Unternehmertum in Unternehmen („Intrapreneurship“) in Verbindung mit Konzepten der dezentralen Unternehmensführung gefördert, um Reaktionsschnelligkeit und Leistungsfähigkeit zu gewährleisten. Ähnliche Vorgänge sind auch zwischen Unternehmen mit dem Zweck der Generierung von Wettbewerbsvorteilen zu beobachten, wobei zu betonen bleibt, dass die netzwerkartige Kooperation von Unternehmen letztlich über ein umfassendes System sozialer Beziehungen zum beschleunigten Austausch von Informationen bzw. Wissen zwischen den Beteiligten – auf unterschiedlichen (hierarchischen) Ebenen – unter Unterstützung von IKT zusammengehalten wird (vgl. [Thiele 1997]). Der im Semantic Web angestrehte Schritt hin zu einer Anreicherung der Kommunikation mit bedeutungskoordinierenden Elementen steht im Dienst der Optimierung dieses Austausches.

4 Innovationspotenziale semantischer Technologien

Ungeachtet der in den letzten Jahren wachsenden Popularität des Begriffs der „semantischen Technologien“ lässt sich deren zugrundeliegende Konzeption wissenschaftsgeschichtlich bereits längere Zeit zurückverfolgen;

ganz offensichtlich ist aber die durch das Internet erfolgte Akzentuierung der Thematik, welche die im Wesentlichen vollzogene Verschmelzung der *Informations- und Kommunikationstechnologien* begleitet. Einmal ganz abgesehen davon, dass Sinnbildungsprozesse wohl immer schon strukturiert, wenn nicht methodisch reflektiert verlaufen und daher – je nach bevorzugter Begrifflichkeit – durchaus im Range einer „Technologie“ stehen, nehmen vor allem die Diskussionsbeiträge der sog. „Artificial Intelligence“ mit Blick auf die informationstechnische Modellierung von (individueller) Kognition und Erinnerung ab den 1960ern explizit Bezug auf „Semantik“.¹⁵ Die darin genommenen Anleihen bzgl. Wissensrepräsentation und Automatisierung kognitiver Prozesse gehen dabei freilich – vor allem hinsichtlich der philosophischen Wurzeln – historisch noch erheblich weiter zurück.¹⁶ Während die Konzeption des Semantic Web diesbezüglich also in eine Tradition wohl eingebettet erscheint, ist sie technologisch gesehen Resultat der multidisziplinären Synthese einer Reihe von (nicht ganz unabhängig voneinander verlaufenden) Entwicklungslinien wie der Nachrichtentechnik, der Kybernetik (bzw. Regelungs- und Steuerungstechnik) und insb. des Computing bzw. der Datenverarbeitung, die über verschiedene Verästelungen letztlich in einem einzigen digitalen Medium – dem Internet – miteinander verschmelzen. Gerade die spezifische Dynamik dieser stufenweisen Medienkonvergenz macht das Internet zu einem Motor fortgesetzter Veränderung und Unsicherheit, nicht zuletzt damit auch der Innovation. Auf alle Fälle bewirkt diese Synthese eine Neubewertung der einbezogenen Komponenten (wie Formallogik, Agententechnologien, Information Retrieval, Verteiltes Computing und dgl. mehr) im Lichte ihrer „Synthesefähigkeit“ bzw. ihres Synergiepotenzials.

Ein wichtiger Aspekt dieser Techniksynthese besteht in der *Standardisierung* bzw. Uniformierung einzelner Teillösungen, die das Semantic Web allmählich in ein homogenes, in sich geschlossenes großtechnisches IKT-System überführen sollen. Gegenwärtig ist allerdings keine klare Richtung erkennbar; es gibt einerseits Bemühungen zur globalen Standardisierung (normativ-pragmatischer Ansatz)¹⁷, andererseits aber auch Anstrengungen zur Überführung einer mittlerweile nahezu unüberschaubaren Anzahl lokaler „Standards“ in Form von Mediator- bzw. Harmonisierungskonzepten („semantische Umrechnungssysteme“ wie „mappings“, „wrappers“, etc.; vgl. [Wiederhold/ Genesereth 1997]), die ihre Legitimation und Logik aus der netzvermittelten Koppelung bestehender, z. T. investitionsintensiver lokaler Informationssysteme ableiten. Diese Situation scheint typisch für

¹⁵ Ein prominentes Beispiel ist das von Minsky [1968] herausgegebene „Semantic Information Processing“. Eine frühe und gleichzeitig kritische Stellungnahme zur Entwicklung semantischer Netzwerke gibt [Woods 1975].

¹⁶ Siehe dazu etwa [McCorduck 1979, Gardner 1958].

¹⁷ In der Hauptsache verfolgt und koordiniert durch W3C.

ein Übergangs-Szenario, das im Zuge der generellen Technikgenese des Semantic Web zu bewerten ist:¹⁸ (i) den Ausgangspunkt – ab etwa den 1960ern – markiert die Konzeption der Technologie als *Kommunikationssystem* (Paketvermittlungsstruktur TCP/IP, Kommunikationsprotokolle wie z. B. http, Textauszeichnungskonventionen wie HTML und XML, Funktionskomponenten wie Vermittlungs- und Darstellungsssoftware); (ii) dieser Phase folgt der Wandel vom *Kommunikationssystem* zum *Informationssystem* (persistente verteilte Speicherung und Verfügbarkeit der Inhalte, Suchfunktionalität basierend auf Dokumentation und Indizierung, Informationsintegration über sog. Portale und Verzeichnisdienste, vielfältige informationelle Mehrwertdienste); (iii) schließlich vollzieht sich der Schritt vom *Informationssystem* zum *Transaktionssystem* (prozessbezogene Interoperabilität zwischen den Akteuren bzw. den von diesen an das Internet angekoppelten digitalen Ressourcen und Systemen). Diese Übergänge sind kumulativ zu sehen, wobei die Entwicklungsanstrengungen mittlerweile insb. den dritten Schritt zum Transaktionssystem betreffen, während die breitflächige Nutzung des Internet als *Informationssystem* das gegenwärtige Bild kennzeichnet.

Vom Standpunkt der wirtschaftlichen Koordination ist die Erweiterung des Internet vom *Informationssystem* zum *Transaktionssystem* graduell, da die realisierbaren Effizienzgewinne in vielen Bereichen von den konkreten Bedingungen – d. h. je nach Dominanz der *Informationssystem*- oder *Transaktionssystem*-phase – eines Leistungsaustauschs maßgeblich bestimmt werden. Der kritische Übergang zur Transaktionalität setzt – im Unterschied zur Informationsverteilung mit der Möglichkeit, den Aufwand der Bedeutungszuweisung zu den kommunizierten Inhalten asymmetrisch der Empfängerseite zuzuweisen – eine bei *beiden* Verhandlungsparteien hinreichende Herstellung von Bedeutungskoinzidenz voraus. Der dazu erforderliche Kontextabgleich erfolgt entweder über *Sprachverständigen* oder Standardisierung, wobei letztere naturgemäß umso leichter erreichbar ist, je stärker die Verhandlungsdomänen selbst schon institutionalisiert sind, z. B. im Bereich von Auktionen oder weitgehend stereotypen Markttransaktionen (vgl. etwa [Veit 2003]). Insoweit vollständige Transaktionen für eine umfassende *formale* Bedeutungsmodellierung zu komplex scheinen, bietet sich ggf. eine Aufspaltung in Teiltransaktionen an, sodass zumindest einige – weniger „wissensintensive“ – Teilprozesse (wie etwa der Bezahlvorgang) standardisierbar und somit auch maschinell interoperabel werden.

¹⁸ Unabhängig von diesem Dreischritt fällt auf, dass – mit durchaus zahlreichen Parallelen zur Entwicklung anderer gesellschaftlicher Kommunikationssysteme (s.o.) – auch das Internet im Grunde aus einer Form der (militärischen) Staatskommunikation (und dann, in weiterer Folge, dem ebenso staatlich finanzierten akademischen Nutzungsbereich) hervorgegangen ist, ehe es – auf der Basis einer solcherart weitestgehend gesellschaftlich vorfinanzierten Infrastruktur – die Wandlung zu einem Medium der privaten/ökonomischen Nutzung vollzogen hat.

4.1 Semantic Web: system building

In Relation zu vergleichbaren gesamtgesellschaftlichen Infrastrukturen (z.B. Verkehrssysteme, Energieversorgung, Telekommunikation, usw.) stellt sich die Frage, inwieweit das Semantic Web die Charakteristika einer grundlegenden (Kommunikations-) Innovation aufweist. Prinzipiell scheint die Antwort positiv, da das Semantic Web in seiner Gesamtkonzeption – soweit sie explizit formuliert wird [Berners-Lee et al. 2001] – als großtechnisches System den genannten Infrastrukturen im Sinne einer Primärinnovation entspricht: Neben der eigentlichen technologischen Basiserfindung bedarf es der gleichzeitigen Entwicklung von Infrastruktur (i.e. digitales Kommunikationsnetzwerk), Nachfrage bzw. Anwendungen (i.e. ökonomisches Koordinationsbedürfnis) und der Nutzungskomponenten (i.e. Applikationssoftware und Content), um auch eine dauerhafte sozio-ökonomische Realisierung als Vorbedingung eines sich selbst stabilisierenden Techniken-ensembles zu gewährleisten [Hughes 1987]. Es bedarf also des Ingeniums (und i.A. auch der Macht) der „system builders“ [Hughes 1979] – mitunter auch eines günstigen Zeitgeists –, eine solche Basiserfindung durchzusetzen und damit die Plattform für eine Welle entscheidend wichtiger Sekundärinnovationen auszulösen, welche als konkrete Nutzanwendungen die Versprechungen der Primärinnovation letztlich auch in einem sozial akzeptablen Zeitraum und Ausmaß tatsächlich einlösen können. Bzgl. der in den vorhergehenden Abschnitten entwickelten Argumentation liegen die Potenziale für solche Sekundärinnovationen vor allem im Bereich der Rekonfiguration zwischenbetrieblicher Wertschöpfungsarchitekturen (insb. im Hinblick auf netzwerkförmige Lieferketten), aber auch in veränderten Kundenbeziehungen, die in der Tendenz auf eine stärkere Einbeziehung der Kundenbedürfnisse in das Produktdesign bzw. allgemeiner den Leistungsgestaltungsprozess („prosuming“ [Köhne/Klein 2003]) abzielen. Offensichtlich ergänzen einander die genannten Dimensionen auch synergetisch, bei gleichzeitiger Formalisierung (Algebraisierung) der Geschäftskommunikation.

4.2 Evolutionäre Architektur der Koordination?

Vor dem Hintergrund einer informationsgetriebenen Ökonomie kann auch die Frage nach der innovatorischen *Radikalität* des Semantic Web aufgeworfen werden. Folgt man der Argumentation etwa von Christensen [1997], wäre zu untersuchen, ob das Semantic Web – wenn bislang auch technisch den bestehenden Koordinationstechnologien noch weitgehend unterlegen – eine zukunftsorientierte Nutzenversprechung zu erfüllen vermag, der die inkrementelle Verbesserung vorhandener Systeme und Infrastrukturen auf längere Sicht nichts entgegenzusetzen hat. Wahrscheinlicher ist, aus heutiger Sicht, dass das Semantic Web im Zuge seiner allmählichen Implementierung – in verschiedenen Nutzungsbereichen unterschiedlich

schnell – zu solchen inkrementellen Verfeinerungen der netzbasierten Koordination innerhalb der bestehenden Kommunikationsinfrastrukturen beitragen wird, während für den Bereich von Sekundärrnovationen durchaus im Einzelfall radikale(re) Innovationen ihren Platz finden können, insb. im Konzert mit der Etablierung neuer Standards etwa zur Bedeutungs- oder Prozesskoordination, um durch neue Produkte oder Konfigurationen bestehende Markt- und Marktmachtstrukturen wirksam aufzubrechen. Nach einem Synthese-Ansatz zur Innovationskategorisierung von Olofsson [2003] erfüllt das Semantic Web die Kriterien einer *architektonischen* Innovation, was den strukturbildenden Charakter des „system building“ (s.o.) unterstreicht.

Eine entscheidende Herausforderung für das Semantic Web, aber auch das electronic business insgesamt, liegt in der effektiven Koppelung von Symbol- und Warenlogistik, welche die Koordinationstechnologie als Transaktionssystem letztlich herstellen muss, um ökonomisch effizient zu sein. In dieser Hinsicht steht die Entwicklung noch in einer sehr frühen Phase, weil die Koppelung der physischen Güter (weniger vielleicht der Dienstleistungen) an das Symbolsystem wegen des Medienbruchs grundsätzlich schwierig ist. Die Einbindung der physischen Waren- bzw. Leistungserbringungsdimension in das Semantic Web setzt demnach eine Integration mit *smart things* – d. h. mit formal-kommunikativen Fähigkeiten ausgestattete (Alltags-)Gegenstände – voraus, wie sie im Kontext des sog. ubiquitous computing [Weiser 1991] vorgeschlagen und diskutiert werden. Obwohl von absehbarer wirtschaftlicher Tragweite, ist das Innovationspotenzial dieser visionären Entwicklung zwar schon grundsätzlich projizierbar [Bohn et al. 2004], aber in den sozio-ökonomischen Konsequenzen nicht seriös abschätzbar. Dies lässt sich nicht zuletzt daraus ableiten, dass derartige Projektionen schnell in die Jahre kommen (wie Negropontes [1995] „being digital“) – und immer noch solche sind.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag hat das Semantic Web als eine folgerichtige (Weiter-) Entwicklung¹⁹ des Internet aus ökonomischen Begründungen und Wirkmechanismen heraus zu konstruieren versucht. Gerade auch die Sichtweise der IKT erhellt oder erhärtet vermutete Theoriebildungsdefizite auf der ökonomischen Seite, wie auch eine allein an innertechnischen Kontingenzen orientierte Betrachtungsweise der Logik und insb. Dynamik der technooökonomischen Entwicklung des Internets zu kurz greift. Dass das Semantic Web mehr sein kann als eine akademische Diskussion, verdeutlicht die

¹⁹ Nicht behauptet wird, dass diese Entwicklung die einzige mögliche darstellt!

empirische Evidenz: Prozesse der Informationsverteilung bilden in der ökonomischen Koordination einen zentralen Baustein (des Verständnisses) der Wirtschaftsdynamik und sind daher praktisch erstrangige Kandidaten für Prozessoptimierungen aller Art. Ökonomische Koordination ist informationstheoretisch gesehen vor allem eine Frage der Bedeutungskoordination (zwischen Akteuren); Koordinationsgleichgewichte sind ergo Bedeutungsgleichgewichte (und letztere, neoklassisch gesprochen, die Voraussetzung für – wenn auch nur temporäre – Marktgleichgewichte). Bzgl. des Semantic Web als einer auf die Herstellung bzw. effizienter Organisation von Bedeutungskoordination zwischen Tauschpartnern fokussierten Anstrengung kann folglich in der Tat von einem beträchtlichen Innovationspotenzial ausgegangen werden.

Gleichzeitig ist zu konstatieren, dass sich die derzeit bestehende Informationsasymmetrie im Internet (als einem Informationssystem, das zwar effizient potenzielle Information verteilt, aber die Empfänger mit einem schon quantitativ kaum lösbareren Verarbeitungs- bzw. Interpretationsproblem konfrontiert) nicht leicht zugunsten einer hinreichenden Interoperabilität auf der Grundlage effektiver Bedeutungsabstimmung beheben lässt. Letztlich bleibt technologie-immanent nur der Weg, intendierte interpretative Unterscheidungen in die transportierten Nachrichten hineinzucodieren (also bestimmte inhaltlich Verabredungen in die Syntax als *meta-nachrichtliche* Daten einzubetten). Der Flexibilitätsgewinn dieser Vorgehensweise ist augenscheinlich: Interoperabilität wird über syntaktisch geformte (codierte) Bedeutungsübertragungen zwischen in verschiedenen Bedeutungssystemen laufenden *algorithmischen* Prozessen realisierbar. Die Schwierigkeit wird allerdings damit lediglich auf eine höhere Ebene verlagert, denn die Codierungen bringen immer nur relative Bedeutungsunterschiede (als residual zu per Verweis auf identische Symbole formal etablierten Bedeutungskorrespondenzen) zum Ausdruck, also eine *relative Semantik* in Bezug auf einen koordinationsrelevanten Definitionsbereich (oder, in der WWW-Diktion: *name space*), der vorab jeweils vereinbart werden muss.

Die aktuelle Forschungsdiskussion kreist gegenwärtig stark um Methodik und Organisation solcher verbindlicher Verabredungsstrukturen bzw. Bedeutungsstandards, in einem bislang – charakteristisch für eine solche Such- und Probierphase – kontroversiellen Diskurs, dessen Theoretisierungsbemühungen, noch weitgehend ohne eigene epistemische Kontur [Degen 2005], zwischen Ingenieurdesign und computationaler Metaphysik schwanken.

Die erkenntnistheoretische Ergiebigkeit der Forschung und Entwicklung im Bereich „semantischer Systeme“ mag dahingestellt sein; in ökonomischer Hinsicht ist die Diskussion jedenfalls alles andere als virtuell, insofern die Akteure konkret in eine solche Technologie zu investieren beginnen. Dem Semantic Web kommt solchermaßen durchaus die Perspektive zu, eine

wichtige Rolle in der evolutionären Weiterentwicklung der Ökonomie – als eigene ökonomische Ressource der *sozio-technischen* Symbolbewirtschaftung im Vorfeld von Warenproduktion und Leistungstausch – in Anspruch zu nehmen.

Literatur

1. Arrow KJ (1984) On the Agenda of Organizations. In: Arrow KJ (Hrsg) The economics of information. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA, pp 167–184
2. Bateson G (1971) The Cybernetics of ‘self’: A Theory of Alcoholism. Psychiatry 24 (1): 1–18
3. Berners-Lee T, Fischetti M (1997) Weaving the Web. Harper, San Francisco
4. Berners-Lee T, Hendler J, Lassila O (2001) The Semantic Web. Scientific American, Mai 2001
5. Bohn J, Coroama V, Langheinrich M, Mattern F, Rohs M (2004) Social, Economic, and Ethical Implications of Ambient Intelligence and Ubiquitous Computing. In: Weber W, Rabaey J, Aarts E (Hrsg) Ambient Intelligence. Springer, Berlin Heidelberg
6. Boisot M, Canals A (2004) Data, Information and Knowledge: Have We Got It Right? Journal of Evolutionary Economics 14: 43–67
7. Castells M (1996) The Information Age: Economy, Society, and Culture – Vol. I: The Rise of the Network Society. Blackwell, Oxford.
8. Christensen C (1997) The Innovator’s Dilemma. Harvard Business School Press, Cambridge, MA
9. Coase RH (1937) The Nature of the Firm. Economica 4 (16): 386–405
10. Damasio AR (1999) The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness. Hartcourt, San Diego
11. Degen M (2005) Sceptical Reflections about Ontology. Mimeo, Institut für Informatik, Universität Erlangen, Oktober 2005, 35pp
12. Durkheim E (1888) Über soziale Arbeitsteilung. Studie über die Organisation höherer Gesellschaften. Suhrkamp, Frankfurt (M); (Erstveröffentlichung (1893))
13. Fensel D (2001) Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce. Springer, Berlin Heidelberg
14. Flöchy P (1994) Tele – Geschichte der modernen Telekommunikation. Campus, Frankfurt (M)
15. Gardner M (1958) Logic Machines and Diagrams. McGraw-Hill, New York et al.
16. Grossman DA, Frieder O (2004) Information Retrieval – Algorithms and Heuristics. 2. Auflage, Springer, Dordrecht
17. Gruber TR (1993) A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition 5 (2): 199–220
18. Habermas J (1981) Die Theorie des kommunikativen Handelns (2 Bände). Suhrkamp, Frankfurt (M)
19. Handschuh S, Staab S (Hrsg) (2003) Annotation for the Semantic Web. IOS Press, Amsterdam et al.
20. Hayek FA (1937) Economics and Knowledge. Economica 4 (13): 33–54

21. Hayek FA (1945) The Use of Knowledge in Society. *American Economic Review* 35 (4): 519–30
22. Hughes TP (1979) The Electrification of America: The System Builders. *Technology and Culture* 20: 125–139
23. Hughes TP (1987) The Evolution of Large Technological Systems. In: Bijker W, Hughes TP, Pinch T (Hrsg) *The Social Construction of Technological Systems – New Directions in the Sociology and History of Technology*. MIT Press, Cambridge, MA, pp 51–82
24. Kimbrough SO (2005) EDI, XML, and the Transparency Problem in Electronic Commerce. In: Kimbrough/Wu 2005, pp 201–227
25. Kimbrough SO, Wu DJ (2005) Formal Modelling in Electronic Commerce (International Handbooks in Information Systems). Springer, Berlin et al.
26. Knight FH (1985) Risk, Uncertainty and Profit. University Press, Chicago; (Erstveröffentlichung (1921), University Press, Chicago)
27. Köhne F, Klein S (2003) Prosumenten in der Telekommunikationsbranche: Konzeptionelle Grundlagen und Ergebnisse einer Delphi-Studie. Mimeo, Arbeitsbericht Nr. 97, Inst. f. Wirtschaftsinformatik, Universität Münster, 60pp
28. Kreibich R (1986) Die Wissensgesellschaft – Von Galilei zur High-Tech-Revolution. Suhrkamp, Frankfurt (M)
29. Luhmann N (1988) Die Wirtschaft der Gesellschaft. Suhrkamp, Frankfurt (M)
30. Machlup F (1962) The Production and Distribution of Knowledge in the United States, University Press, Princeton
31. Mattl S (1993) Kommunizieren und Informieren. In: Fröschl K, Mattl S, Werthner H (Hrsg) *Symbolverarbeitende Maschinen. Katalog zur Ausstellung „Info – Eine Geschichte des Computers“*, Museum Industrielle Arbeitswelt Steyr 1993, pp 69–89
32. McCorduck P (1979) Machines Who Think. Freeman, New York-Oxford
33. Metcalfe JS (2002) Knowledge of Growth and the Growth of Knowledge. *Journal of Evolutionary Economics* 12: 3–15
34. Metcalfe JS (2003) Equilibrium and Evolutionary Foundations of Competition and Technology Policy: New Perspectives on the Division of Labour and the Innovation Process. In: Pelikan P, Wegner G (Hrsg), *The Evolutionary Analysis of Economic Policy*. Edward Elgar, Cheltenham
35. Minsky M (Hrsg) (1968) *Semantic Information Processing*. MIT Press, Cambridge, MA London
36. Mitchell WJ (1997) Die neue Ökonomie der Präsenz. In: Münker S, Roesler A (Hrsg) *Mythos Internet*. Suhrkamp, Frankfurt (M), pp 15–33
37. Negroponte N (1995) Being digital. Hodder & Stoughton, London
38. Olofsson D (2003) Radical Product Innovations – A Multidimensional Model for Identifying Radical Product Innovations. Mimeo, Mälardalens Högsk., 35pp
39. Rosen R (1991) *Life Itself: A Comprehensive Inquiry Into the Nature, Origin and Fabrication of Life*. Columbia University Press, New York
40. Sassen S (1996) *Metropolen des Weltmarktes*. Campus, Frankfurt (M)
41. Shannon CE, Weaver W (1963) *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL Chicago
42. Shy O (2001) *The Economics of Network Industries*. University Press, Cambridge
43. Stehr N (2001) *Wissen und Wirtschaften – Die gesellschaftlichen Grundlagen der modernen Ökonomie*. Suhrkamp (stw 1507), Frankfurt (M)

44. Stuckenschmidt H, van Harmelen F (2005) *Information Sharing on the Semantic Web*. Springer, Berlin Heidelberg
45. Sydow J (1992) *Strategische Netzwerke: Evaluation und Organisation*. Gabler, Wiesbaden
46. Thiele M (1997) *Kernkompetenzorientierte Unternehmensstrukturen: Ansätze zur Neugestaltung von Geschäftsbereichsorganisationen*. DUV, Wiesbaden
47. Vasconcelos WW (2003) *Logic-based Electronic Institutions*. Mimeo, Dept. of Computing Science, University of Aberdeen, 16pp
48. Veit D (2003) *Matchmaking in Electronic Markets*. Springer, Berlin Heidelberg
49. Visser U (2004) *Intelligent Information Integration for the Semantic Web*. Springer, Berlin Heidelberg
50. Weber M (2004) *Innovationsnetzwerke – Typologie und Management*. Eul Verlag, Lohmar
51. Weiser M (1991) *The Computer for the Twenty-First Century*. Scientific American, September 1991, pp 94–110
52. Wiederhold G, Genesereth M (1997) *The Conceptual Basis for Mediation Services*. IEEE Expert 12 (5): pp 38–47
53. Williamson OE (1971) *The Vertical Integration of Production: Market Failure Considerations*. American Economic Review 61 (2): pp 112–123
54. Witt U (2003) *The Evolving Economy: Essays on the Evolutionary Approach to Economics*. Edward Elgar, Cheltenham
55. Woods WA (1975) *What's in a Link: Foundations for Semantic Networks*. In: Bobrow DG, Collins A (Hrsg) *Representation and Understanding – Studies in Cognitive Science*. Academic Press, Orlando et al., pp 35–82

Semantic Systems Technologiepolitik in der Europäischen Union

Bernd Wohlkinger¹, Tassilo Pellegrini²

¹eutema Technology Management GmbH, Wien, Österreich;
wohlkinger@eutema.com

²Semantic Web School – Centre for Knowledge Transfer, Wien, Österreich;
t.pellegrini@semantic-web.at

Zusammenfassung: Softwaresysteme sind ein strategischer Schwerpunkt der europäischen IKT-Politik. Mit der Horizontalisierung der Semantic Systems Forschung im Rahmen des 6. Rahmenprogramms unterstreicht die europäische Kommission die Wichtigkeit dieses F&E-Feldes für die Lissabon-Strategie. Über komplementäre nationale Programme und das neue Instrument der Europäischen Technologieplattformen werden zusätzlich Impulse gesetzt, die Forschungskompetenz vor allem im Bereich der kooperativen, industrienahen Semantic Systems F&E weiter auszubauen. Der Artikel gibt einen Überblick über existierende Forschungsprogramme im Bereich der Semantic Systems Forschung auf europäischer Ebene, stellt am Beispiel Österreich ein nationales Förderprogramm vor und untersucht, welche technologiepolitischen Entwicklungsmöglichkeiten offen stehen.

1 Einleitung

Mit dem Einbruch der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in wirtschaftliche und politische Erklärungsmodelle der sozialen Organisation [2, 21, 7] steht die Metapher der Wissens- und Informationsgesellschaft als idealtypisches Leitbild ganz oben auf den Policy-Agenden der nationalen und supranationalen Politik. Die strukturellen und prozessualen Veränderungen im Zuge der voranschreitenden Informatisierung hochindustrialisierter Gesellschaften unterstreichen dabei deutlich die Rolle von IKT als politisches Projekt in innovationsorientierten Ökonomien. Dabei ist von einer wechselseitigen Beeinflussung zwischen sozialer und technischer Ausdifferenzierung [12] auszugehen, die auf mindestens zwei Ebenen wirkt:

1. IKT wirkt als Beschleunigungsindikator für den Technologiediffusionsprozess und die Wissenskapitalisierung [22]; und
2. der Einsatz von IKT korrespondiert mit der zunehmenden und zielgerichteten Ausrichtung des Produktionsprozesses auf innovationsorientiertes Handeln¹ [20, 10].

Ursachen für diese Entwicklungen finden sich in der zunehmenden Ausrichtung der wissenschaftlichen Erkenntnisproduktion zu Zwecken von Innovation. Was Ende der 1980er Jahre als neue Form der Wissenserzeugung eines Mode 2 in der Literatur diskutiert wurde [3], findet seine konkrete Ausgestaltung in der wachsenden Bedeutung kooperativer F&E-Projekte zwischen öffentlichem und privatem Sektor und sich auflösenden Grenzen der Orte der wissenschaftlichen Erkenntnisproduktion. Die wachsende Bedeutung von Wissenscommunities und Wissensmanagement innerhalb von Organisationen [5, 6, 19] einerseits, aber auch die Entwicklung von Research Universities [9] und Entrepreneurial Science [13] andererseits, markieren Erscheinungsformen der sozio-technischen Transformati-onen der Wissensproduktion in innovationsorientierten Ökonomien.

Mit der Lissabon-Strategie hat die Europäische Union im Jahr 2000 ein Policy-Framework verabschiedet, das die oben beschriebenen Erscheinungsformen zu einem politischen Programm sowohl integriert als auch vorantreibt [23]. Die Lissabon-Strategie und ihre spezifischen Unterprogramme liefern damit den inhaltlichen Unterbau für ein ambitioniertes gesellschaftliches Transformationsprojekt, das Wissen und Information in den Mittelpunkt der europäischen Standortsicherung und Wachstumsstrategie stellt und in dem die systematische Förderung von „Wissenstechnologien“ als semantischen Technologien eine zentrale Stellung einnimmt.²

Im folgenden Kapitel werden das europäische Policy-Framework und spezifische Unterprogramme vorgestellt, in denen die Vision einer vernetzten europäischen Wissensgesellschaft auf Basis einer IKT-Infrastruktur niedergelegt sind. Im Anschluss demonstrieren die Autoren auf Basis einer Analyse des 5. und 6. Rahmenprogramms die inhaltlichen Schwerpunkte der Semantic Systems Forschung in Europa und geben einen Ausblick auf das 7. Rahmenprogramm und neu hinzugekommene Förderinstrumente. Danach wird ein nationales Förderprogramm im Themenfeld Semantic Systems in Österreich vorgestellt. Im letzten Punkt erfolgt eine Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse mit einer Empfehlung für eine integrative Semantic Systems Technologiepolitik.

¹ Siehe dazu auch den Beitrag von Weber u. Fröschl in diesem Band.

² Semantik ist ein wesentliches Element in der Transformation von Information in Wissen, sei es um eine effizientere Machine-Machine-Communication zu ermöglichen oder um Geschäftsprozess-Management, Prozessumgestaltung und innerbetriebliche Kooperation durch Modellierung zu verbessern.

2 Das europäische Policyframework

2.1 Die Lissabon-Strategie

Die Lissabonner Partnerschaft für Wachstum und Beschäftigung hat am 2.2.2005 unter dem Titel „Wissen und Information für Wachstum“ eine überarbeitete Version der Lissabon Strategie zur Erreichung einer globalen Wettbewerbsfähigkeit für Europa verabschiedet [16]. Dieses Programm sieht eine Anhebung der europäischen F&E Ausgaben von 2 auf 3% des europäischen BIP bis 2010 vor und zielt darauf ab, den Anteil der Unternehmen an den gesamten F&E-Aufwendungen von derzeit durchschnittlich 56% auf zwei Drittel zu steigern. Damit steht Forschung und Innovation im Mittelpunkt der EU-Wachstumspolitik unter der zwingenden Vorgabe, dass die EU-Mitgliedstaaten ihre öffentlichen und privaten Forschungs- und Innovationssysteme reformieren und stärken, öffentlich-private Partnerschaften erleichtern, für ein günstiges Regelungsumfeld sorgen, bei der Entwicklung unterstützender Finanzmärkte helfen und attraktive Bildungs- und Ausbildungsbedingungen sowie bessere Berufsaussichten – für ForscherInnen im speziellen und für UnionsbürgerInnen³ im Allgemeinen – schaffen. [18].

Zur Erreichung dieser Ziele schlägt die Europäische Kommission einen Mehrebenen-Maßnahmenplan vor:

Die Kommission wird:	Die Mitgliedsstaaten werden aufgefordert:
1. den Dialog mit den hauptsächlich Interessierten aufnehmen, um rechtliche Hindernisse für Forschung und Innovation zu ermitteln	das Gemeinschaftsrecht so umzusetzen, dass Forschung und Innovation gefördert werden
2. eine forschungs- und innovationsfreundlicherere Regelung staatlicher Beihilfen verabschieden	die Möglichkeiten des neuen Rahmens zur Förderung von Forschung und Innovation voll und ganz auszuschöpfen
3. Maßnahmen zur Verbesserung und effizienten Nutzung des Systems des geistigen Eigentums unterstützen	das Gemeinschaftspatent anzunehmen und einstweilen das derzeitige System zu verbessern
4. Maßnahmen im Rahmen der Strategie für Humanressourcen für die Forschung unterstützen, verfolgen und weiterentwickeln	die Empfehlungen und die Richtlinie über Humanressourcen für die Forschung und andere Mittel nach ihren Annahmen umzusetzen
5. die Nutzung des öffentlichen Auftragswesens zur Stimulierung von Forschung und Innovation fördern	die Überprüfung der Vergabeverfahren mittels Erfahrungsaustausch und Nutzung der Möglichkeiten der neuen Rechtsvorschriften ins Auge zu fassen
6. Anleitungen zur Förderung des optimalen Einsatz von Steueranreizen für F&E bereitstellen	auf freiwilliger Basis die Anleitungen, die sie demnächst erhalten werden, unter Berücksichtigung nationaler Gegebenheiten umzusetzen

³ Aus Gründen der Lesbarkeit wird im Weiteren die männliche Form beibehalten.

Auf diese Maßnahmen wird im Folgenden durch Ziele weiterer Politiken sowie europäischer und nationaler Programme und Initiativen referenziert.

2.2 ERA – European Research Area

Ein wesentlicher Beitrag zum Policy-Framework ist die Schaffung eines Europäischen Forschungsraumes (ERA – European Research Area). Grundlage dieser Aktivitäten ist die Notwendigkeit die Effizienz des europäischen F&E- und Innovationssystems zu verbessern und auf unterschiedlichen Ebenen Maßnahmen gegen das Defizit bei den F&E-Investitionen in Europa zu ergreifen. Zu den wichtigsten Maßnahmen zählen [15]:

- Benchmarking der Forschungspolitik
- Kartierung der herausragenden wissenschaftlichen und technologischen Kapazitäten
- Mobilität der Wissenschaftler
- Forschungsinfrastrukturen
- Vernetzung der nationalen Forschungsprogramme
- Erhöhung der privatwirtschaftlichen Investitionen in die Forschung
- Rechte am geistigen Eigentum
- Transeuropäisches elektronisches Forschungsnetz
- Die internationale Dimension des Europäischen Forschungsraums
- Die regionale Dimension des Europäischen Forschungsraums
- Der Fragenkomplex „Wissenschaft und Gesellschaft“

Die Europäische Kommission fördert zwei wesentliche Maßnahmen, die Vernetzung der nationalen Forschungsprogramme und die Erhöhung der privatwirtschaftlichen Investitionen in die Forschung, durch technologiepolitische Instrumente (wie z. B. Forschungs- und Koordinierungsprojekte, F&E-Programme und -Initiativen), auf welche in späteren Abschnitten näher eingegangen wird.

2.3 Innovation 2010

Mit einem Fokus auf IKT bildet die Initiative *Innovation 2010*⁴, welche von der Europäischen Kommission am 1.6.2005 gestartet wurde, einen wichtigen Eckpfeiler der Lissabon Strategie. i2010 identifiziert IKT als Schlüsselsektor für Produktivität, globale Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum und verfolgt die Verdichtung aller in der EU existierenden Programme zur Informationsgesellschaft und Medien zu einem integrierten Programm unter Berücksichtigung folgender strategischer Ziele [8]:

⁴ Im Folgenden weiter i2010 genannt.

1. Errichtung eines europäischen Binnenmarktes für Informations- und Medienprodukte unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Bedeutung von Breitbandtechnologie, Rich Content & Services, Interoperabilität und Sicherheit;
2. Stärkung der Investitions- und Innovationsleistungen in IKT und eines daraus entstehenden Arbeitsmarktes mit besonderem Fokus auf ausgewählte Technologiebereiche mit hohem Investitionsrisiko und kooperativer F&E (Public-Private-Partnerships);
3. Förderung einer auf Nachhaltigkeit, Integration und Bürgerorientierung ausgerichteten Europäischen Informationsgesellschaft unter besonderer Berücksichtigung der Erleichterung des Zugangs zu öffentlichen Dienstleistungen, der Sicherstellung egalitärer Zugangsbedingungen zu Information, Wissen und Kultur und der Hebung der Lebensqualität.

Aus der Semantic Systems Perspektive ist besonders der strategische Schwerpunkt auf die Entwicklung einer Technologieführerschaft im Bereich der intelligenten Systeme von Relevanz [23]. Mit der Einrichtung themenorientierter Technologieplattformen⁵ soll ein wichtiger Impuls für den Kompetenzaufbau in strategisch bedeutenden Technologiefeldern gelegt werden. Dazu zählen [23] die Bereiche:

- technologies for knowledge, content and creativity – including cognition, simulation and visualisation;
- advanced and open communication networks;
- secure and dependable software;
- embedded systems;
- nanoelectronics

Die Mitgliedstaaten sind nun aufgefordert, in ihren nationalen Reformprogrammen bis Ende 2005 Prioritäten im Bereich der Informationsgesellschaft festzulegen, um so zu den Zielen der i2010-Strategie beizutragen.

3 Semantic Systems im 5.–7. Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft

Projekte mit einem expliziten Bezug auf semantische Technologien wurden erstmals im 5. Rahmenprogramm der Europäischen Gemeinschaft für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration (Laufzeit 1998–2002) ausgeschrieben. Dieser Schwerpunkt wurde im 6. Rahmenprogramm (Laufzeit 2002–2006) in verschiedenen Programmlinien weiter ausgebaut

⁵ Die spezifische Funktionsweise von Technologieplattformen als ergänzendes Instrument der Innovationspolitik wird an anderer Stelle detailliert beschrieben.

und soll laut vorliegenden Informationen zum 7. Rahmenprogramm (Laufzeit 2007–2013) weiter erhalten bleiben.

3.1 Das 5. Rahmenprogramm

Im 5. Rahmenprogramm für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration (FP5, 1998–2002) war der Bereich Wissensmanagement, Wissenspublizierung und -darstellung etc. bereits prägnant in den Inhalten des Arbeitsprogramms von IST vertreten. IST („Information Society Technologies“) ist jener spezifische Programmzbereich des FP5 und FP6, welcher F&E in den Informations- und Kommunikationstechnologien fördert. Ein Arbeitsprogramm ist die Übersicht der thematischen Inhalte (und weiterer wesentlicher Informationen), welche in den Ausschreibungen zur Einreichung von Projektanträgen („Calls“) ausgeschrieben werden. Die thematischen Inhalte nennen sich Aktionslinien oder strategische Ziele und sind die Arbeitsschwerpunkte bzw. Förderinhalte für Forschungsprojekte (aber auch für Demonstrationsprojekte, Begleitmaßnahmen, etc.).

Im ersten Arbeitsprogramm von FP5 finden sich 10 Aktionslinien⁶ welche explizit Wissensmanagement, Ontologien oder web-basierte Dienste nachfragen. Der Anteil dieser 10 Aktionslinien, welcher mehr oder weniger stark den Bereich der Semantischen Systeme thematisiert, ergibt bei insgesamt 59 Aktionslinien den (bereits erstaunlich hohen) Anteil von 17%. Dieser Anteil erhöht sich in den folgenden jährlichen Arbeitsprogrammen auf 18% und 23%. Im Arbeitsprogramm 2001 schließlich wird erstmals der Begriff „Semantische Webtechnologien“ eingeführt und als eigene Aktionslinie für Projekteinreichungen geöffnet. Diese neue Aktionslinie gibt vier Schwerpunkte vor:

- Kodierung und Strukturierung digitaler Inhalte, für die Definition und Erläuterung ihrer Semantik
- Ableitung semantischer Attribute von webbasierten Inhalten
- Semantikbasierte Werkzeuge für das Auffinden von Wissen sowie die intelligente Filterung und Profilerstellung
- Intelligente und visuelle Schnittstellen, die semantische Informationsstrukturen nutzen

⁶ Dabei (und im Folgenden) wurden nur direkte F&E-Aktionslinien und strategische Ziele inkludiert, d.h. es wurden folgende Bereiche nicht beachtet: „Programmübergreifende Themen“, „Future and Emerging Technologies“, „Research Networking“, Themengebiete für Begleitmaßnahmen u.ä.

3.2 Das 6. Rahmenprogramm

Im darauf folgenden FP6 finden sich Begriffe wie Semantik und Web Services vielerorts wieder. Zusätzlich hat sich das Thema in einer Abteilung der Europäischen Kommission konkretisiert: Unit E2 „Knowledge and Content Technologies“. Laut [4] lag die kumulierte Fördersumme für Projekte zu Semantic Systems aus den Calls 1 und 2 bei 137 Mio. Euro und aus Call 4, der ebenso eine Aktionslinie der Unit E2 öffnete, bei zusätzlich ca. 124 Mio. Euro.

Zusätzlich zu den oben genannten Projekten finden sich, wie schon in FP5, Projekte mit einem inhaltlichen Bezug zu Semantic Systems. So zum Beispiel in thematischen Förderschwerpunkten, wie:

- Technology-enhanced learning and access to cultural heritage
- Networked business and governments
- eSafety of road and air transports
- eHealth
- Multimodal interfaces
- Networked audiovisual systems and home platforms

Der im vorigen Abschnitt beschriebene Anteil erhöht sich im ersten Arbeitsprogramm von IST in FP6 (für die Calls 1 und 2) auf 27%, und in der nächsten maßgeblichen Überarbeitung (für die Calls 4 und 5) auf 36%. Obwohl die Entwicklung des Quotienten nur einen indirekten Hinweis auf die Zunahme der Bedeutung des hier besprochenen Bereiches darstellt, dokumentiert er tendenziell eine inhaltliche Verbreiterung und steigende Relevanz des Forschungsfeldes, was sich vor allem von der gestiegenen internationalen und sektorübergreifenden Beteiligung an den Ausschreibungen als auch der relativen Steigerung der beantragten Budgets ableiten lässt.

Dieser Befund stützt die These einer zunehmenden „Horizontalisierung“ der Semantic Systems Forschung und daraus hervorgehenden Anwendungen als Bestandteil komponentenintensiver IT-Infrastrukturen, was sich auch in einer tendenziellen Änderung der Forschungsziele von der Methodenentwicklung (Calls 1, 2 und 4) hin zur Infrastrukturentwicklung und Applikationsimplementierung (Calls 5 und 6) widerspiegelt [4].

3.3 Das 7. Rahmenprogramm

Auch im zukünftigen 7. Rahmenprogramm (Laufzeit 2007 bis 2013) zeichnet sich der Horizontalisierungstrend weiter fort. Nach derzeitiger Planung [17] wird der Programmteil „Informations- und Kommunikationstechnologien“ in drei Hauptbereiche unterteilt:

- ICT Technology Pillars,
- Integration of Technologies und
- Applications Research.

Zusätzlich sollen laut derzeit vorliegendem Vorschlag die Finanzmittel des Bereiches IKT in FP7 von derzeit knapp 4 Mrd. Euro (für 4 Jahre) auf 12,67 Mrd. Euro (für 7 Jahre) aufgestockt werden. In Anbetracht der zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Artikels noch schwebenden Budgetverhandlungen der Gremien der Europäischen Union, kann über die finanzielle Entwicklung des Bereiches in FP7 noch keine Aussage getroffen werden. Auch die Neustrukturierung des IKT-Programmbereiches wird einen Vergleich mit den Vorgängern (FP5, FP6) und eine klare Zuordnung der Semantischen Systeme zu den einzelnen Komponenten des IKT-Programmsbereiches erschweren. Unter den Technology Pillars finden sich neben den Kerntechnologiefeldern auch „Software, Grids, security and dependability“ (u. A. mit „....technologies, tools and methods for dynamic and trusted software, architectures and middleware systems that underpin knowledge-intensive services...“) und „Knowledge, cognitive and learning systems“ (u. A. mit „....methods and techniques to acquire and interpret, represent and personalise, navigate and retrieve, share and deliver knowledge, recognizing the semantic relationships in content for use by humans and machines...“). Daneben findet sich ein Bereich in dem man ebenfalls die Semantikforschung ansiedeln könnte, nämlich „New perspectives in ICT drawing on other science and technology disciplines“. Ebenso ist eine Durchdringung von Technologien der semantischen Systeme und Dienste in der „Integration of Technologies“ und der „Applications Research“ nahe liegend; z. B. in der „Integration of Technologies“ durch „access to information and management of knowledge“ im Bereich „Home Environments“.

Dadurch ist absehbar, dass die vorab besprochene „Horizontalisierung“ der Semantic Systems in FP7 fortgesetzt wird. Die semantischen Technologien dringen dabei in weitere Anwendungsgebiete, Geschäftsbereiche und technologische IKT-Forschungsgebiete, manifestiert durch die politische Orientierung der Europäischen Kommission in FP7.

3.4 Europäische Technologieplattformen

Die Europäischen Technologieplattformen (ETP) sind ein neues „Instrument“ im 6. bzw. 7. Rahmenprogramm um alle relevanten Stakeholder zu F&E in einem Themengebiet zusammenzubringen um eine gemeinsame langfristige Vision zu technologischen Herausforderungen zu erarbeiten. Konkret geschieht dies in einer „Strategic Research Agenda“, welche die Erfüllung der Vision und die Implementierung eines gemeinsamen Aktionsplans zum Wohle aller Beteiligten vorsieht. ETPs werden von großen

europäischen Industriebetrieben in ausgewählten Themenbereichen wie z. B. Wasserstoff- und Brennstoffzellen, Embedded Systems, Nanoelektronik etc. initiiert und geleitet. Ein kurzfristiges Ziel der Plattformen ist ein unter den Mitgliedern akkordierter Input zu den Inhalten der Arbeitsprogramme von FP7. Damit wurde auf Policy-Ebene (Europäische Kommission) eine vereinfachte Prozedur zur Erarbeitung von F&E-Inhalten und zur Kommunikation mit Unternehmen in einigen ausgewählten Bereichen geschaffen. Mittelfristig sollen ETPs die verstärkte Akkordierung der Forschung und Entwicklung europäischer Unternehmen erzeugen.

Das Novum der ETPs liegt in der Möglichkeit pan-europäische Public-Private-Partnerships im F&E-Bereich zu initiieren. Dadurch werden Förderungen der Europäischen Kommission, der einzelnen Mitgliedsländer, privatwirtschaftliche F&E-Investitionen und weitere Fördergeber (z. B. Europäische Investitionsbank) in ausgewählten Technologiefeldern vereint. Durch die Konzentration der Aufwände und der Vermeidung von Fragmentierung erhofft sich die Europäische Kommission eine positive Wirkung auf die Bildung des Europäischen Forschungsraumes.

Jedoch um die Vorgaben und Ziele von Lissabon zu erreichen, ist es einerseits notwendig die Ausgaben in F&E auf betrieblicher Seite zu steigern und andererseits die Ausgaben der europäischen und nationalen Forschungsprogramme zu erhöhen. Eine Steigerung kann hierbei auch durch gesteigerte Effizienz und verstärkte internationale Koordination erfolgen. Die Akkordierung von F&E-Planungen und -Strategien soll zusätzlich auf der Ebene der nationalen Forschungsprogramme unterstützt werden.

Um transnationale F&E-Schwerpunkte, Synergien unter den nationalen Programmen und Initiativen und strategische Ausblicke zu erzeugen, werden zu den ETPs „Mirror Groups“ etabliert. Diese Gruppen bestehen aus Vertretern der Mitgliedsländer, die in diese Foren ihr Know-How sowie Strategien und Pläne der nationalen F&E-Förderungen einbringen. Durch den Abgleich der Strategic Research Agenda und der ETP-Aktivitäten wirken Mirror Groups als Bindeglied zwischen der europäischen Industrie, der Europäischen Kommission und den nationalen Programmen und Initiativen.

3.4.1 Die NESSI-Initiative

Unter dem Titel NESSI (Networked European Software and Service Initiative)⁷ wurde am 07.09.2005 ein ETP im Bereich Software eröffnet. Das Ziel von NESSI ist die Entwicklung einer gemeinsamen sicheren und zuverlässigen Software-Architektur, welche auf offenen Standards basiert und die schnelle Entwicklung und Verbreitung von Geschäftsanwendungen

⁷ NESSI wurde am 7.9.2005 offiziell von den 13 Gründungsmitgliedern und EU-Kommissarin Viviane Reding eröffnet. Siehe dazu: <http://www.nessi-europe.com>, aufgerufen Dezember 2005

ermöglicht. Die 13 Gründungsmitglieder („promoters“) und damit das aktuelle Kernteam von NESSI sind: ATOS Origin, British Telecom, Engineering Ingegneria Informatica, IBM, Hewlett-Packard, NOKIA, ObjectWeb, SAP, Siemens, Software AG, Telecom Italia, Telefonica, Thales.

Das Kernstück der Forschungsbestrebungen von NESSI ist eine Software-Infrastruktur Middleware, welche den Zugang zu und die nahtlose und kostengünstige Gestaltung von webbasierten Services ermöglicht. Die NESSI Vision [1] beinhaltet vielerorts Anleihen an ein Semantic Web und Referenzen zu semantischen Technologien. Die semantische Ebene bildet gemeinsam mit der Integration von Dienstleistungen und der Infrastruktur die Basis der bereichsübergreifenden Komponenten.

In einigen ausgewählten Fällen werden die ETPs „Joint Technology Initiatives“ (JTI) implementieren. Diese Initiativen, basierend auf Artikel 171 des EU-Vertrages, ermöglichen „transnationale Programme“ in einem Public-Private-Partnership. Das Budget zur Förderung von Forschungsprojekten wird dementsprechend von Industrieunternehmen, von der Europäischen Kommission und von einigen Mitgliedsländern bereitgestellt. Da NESSI im Vergleich zu anderen ETPs relativ spät gestartet wurde, wird sich diese ETP voraussichtlich v.a. auf die Mitgestaltung an den Inhalten von FP7, Standardisierungsbemühungen und natürlich der Akkordierung und Implementierung der Strategic Research Agenda konzentrieren.

3.5 Weitere internationale Aktivitäten

3.5.1 ERA-NET

Da die nationalen Forschungsprogramme sehr unterschiedlich sind und gleichzeitig den Großteil der jährlichen europäischen F&E-Budgets ausmachen, war es zur Schaffung eines „Europäischen Forschungsraumes“ von großer Bedeutung die nationalen Forschungsprogramme zu vereinheitlichen, gegenseitige „Öffnung“ zu unterstützen und einen größeren Abgleich zwischen den nationalen und den europäischen Forschungsprogrammen herzustellen. Ein Instrument, um dies zu unterstützen, sind ERA-NET-Projekte im laufenden 6. Rahmenprogramm. Dieses Initiativen werden von der Generaldirektion Forschung der Europäischen Kommission gefördert und sollen Synergien der nationalen Programme finden sowie gemeinsame Ausschreibungen („Transnational Calls“) ermöglichen. Beispiele für diesen Projektypus sind „eTRANET“ in IT für die traditionelle verarbeitende Industrie, „GRIDCOORD“ im Bereich der Grid-Technologien und „CISTRANA“ für den allgemeinen IKT-Bereich. Es existiert (noch) kein ERA-NET-Projekt speziell für semantische Technologien.

Einen Schritt weiter gehen Vorhaben nach Artikel 169 des EU-Vertrages, welche der Gemeinschaft ermöglichen Forschungsprogramme zu initiieren, die gemeinschaftlich von mehreren Mitgliedsstaaten implementiert

werden. Bestehende nationale Programme können demnach zu transnationalen Programmen verbunden werden.

3.5.2 Initiativen der Europäischen Kommission

Eine maßgebende Studie wurde von der Europäischen Kommission im Juli 2005 eröffnet: „Study into the strategies, policies and other conditions needed to allow the European-based software and services industries to take global platform leadership“ (Tender der Europäischen Kommission, Nr. 2005/S 136–134318; closure date 7.9.2005). Diese Studie wird mit der Analyse des Status-Quo der Erfordernisse und Trends der Software-Industrie einen weiteren wichtigen Beitrag zur Semantic Systems F&E liefern. Ein von der Europäischen Kommission gefördertes Projekt, das dem Policy-Bereich zugeordnet werden kann, ist FISTERA⁸, ein „thematisches Netzwerk“ aus FP5, das die Akteure und Erkenntnisse nationaler Foresight-Studien in IKT analysiert und vereint. So beschreibt FISTERA die Funktionen und Trends der Informations- und Kommunikationstechnologien, deren Einflüsse auf die Evolution der technologischen Funktionalitäten, neu entstehende Dienstleistungen und den potentiellen Anwendungskontext. Eine Untergruppe von FISTERA beschäftigt sich dabei speziell mit Software-Technologien.

3.5.3 ITEA

Auch außerhalb des Rahmenprogramms werden internationale Forschungsprojekte gefördert, so z. B. durch EUREKA⁹. EUREKA ist allerdings kein zentral organisiertes Förderprogramm wie das Rahmenprogramm, denn die Finanzierung erfolgt auf nationaler Ebene – durch nationale Fördermittel, öffentliche Kredite oder durch Eigenmittel. Innerhalb von EUREKA sind alle Technologiebereiche für F&E-Projekte möglich. Ein „Clusterprojekt“ innerhalb von EUREKA ermöglicht die Vernetzung von Projekten zu einem bestimmten Thema, so z. B. ITEA¹⁰. Das Ziel von ITEA sind neue industrielle Produkte und Technologien in Software-intensiven Systemen und Dienstleistungen Europas. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung industrieller und anderer Applikationen und marktorientierter Produkte und Technologien, die derzeit nicht verfügbar sind. Neben unmittelbaren technologischen Ergebnissen, geht es auch darum Forschungskapazitäten

⁸ FISTERA: Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area. In: <http://fistera.jrc.es/>, aufgerufen Dezember 2005

⁹ EUREKA ist eine Initiative für anwendungsnahe Forschung in Europa, gegründet 1985, <http://www.eureka.be/>, aufgerufen Dezember 2005

¹⁰ Information Technology for European Advancement, Laufzeit 1999 - 2007, Bereich Embedded & Distributed Software; <http://www.itea-office.org/>, aufgerufen Dezember 2005

zu bündeln, und den Erfahrungsaustausch, aber auch den Wettbewerb zu verstärken. Die Herausforderungen der Semantic Systems F&E sind auch in ITEA und dessen zukünftigen „Nachfolger“ ITEA2 als Ziel festgeschrieben¹¹. Auch ITEA bzw. ITEA2 wird eine besondere Rolle in der europäischen Technologiepolitik spielen: eine Kooperation mit den europäischen Technologieplattformen der Europäischen Union und anderen bereits laufenden Projekten wird von den Gremien von ITEA forciert.

4 Nationale Förderschwerpunkte für Semantic Systems am Beispiel Österreich

Das Impulsprogramm *FIT-IT* des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation, und Technologie (BMVIT) fördert im Rahmen kooperativer Forschung anspruchsvolle Innovation und Technologieentwicklung auf dem Gebiet der Informationstechnologie. Im Mittelpunkt stehen visionäre interdisziplinäre Projekte. Diese stellen auf signifikante technologische Innovationen ab und sollen in einem Zeitrahmen von drei bis acht Jahren neue Anwendungsfelder erschließen. Das Ergebnis eines derartigen Forschungsvorhabens ist der Funktionsnachweis der technologischen Lösung, z. B. in Form eines Prototyps. Die bloße Produktentwicklung wird nicht gefördert. FIT-IT fordert für Forschungsprojekte grundsätzlich eine Kooperation von Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Neben den Forschungsprojekten werden auch Begleitmaßnahmen (wie z. B. Dissertationsstipendien, Studien, Summer Schools, etc.) gefördert.

4.1 Inhaltliche Schwerpunkte und Vergabemodus

Seit 2004 vergibt „FIT-IT“ jährlich 10–12 Mio. Euro in drei Themengebieten („Programmlinien“): *Embedded Systems*, *Semantische Systeme und Dienste*, und *Systems-On-Chip*. Auch bei „FIT-IT Semantic Systems“ steht die Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft im Zentrum der geförderten Projekttypen. Typischerweise kooperieren Unternehmen mit Forschungsinstituten derart, dass bei den Forschungsinstituten der Großteil (ca. 80%) der Projektkosten anfällt. Durch diese Konstellation kann eine Förderung von 75% vergeben werden. Alternativ werden, unabhängig von der Verteilung der Kosten auf die Partner, nur 50% der Projektkosten für jede Organisation gefördert. Im Durchschnitt sind vier Projektpartner-Organisationen an den Forschungsvorhaben beteiligt. In bisher 2 Ausschreibungen (2004 und 2005) in „FIT-IT Semantic Systems“ wurden 17 Forschungsprojekte mit durchschnittlichen Projektkosten von 518.000 Euro mit insgesamt

¹¹ „Blue Book ITEA2“, ITEA Office, Sept. 2005

über 6,1 Mio. Euro gefördert. Außerdem wurden durch FIT-IT Semantic Systems zwei Dissertationsstipendien und zwei Konferenzen gefördert.

4.2 Förderung der kooperativen Forschung

Wie schon eingangs erwähnt, haben kooperative Forschungsprogramme eine wichtige Bedeutung in der aktuellen Technologiepolitik. Diese begünstigen u. A. den vermehrten Austausch von Know-how zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und die Vernetzung der Akteure eines Themenbereiches bzw. sogar themenübergreifend. Einige nationale Programme in Europa (z. B. FIT-IT in Österreich, Progress in den Niederlanden) und internationale Initiativen (z. B. ITEA) schreiben eine Kooperation verpflichtend vor. In der (Interims-)Evaluierung des Programms FIT-IT [14] konnte erhoben werden, dass die überwiegende Mehrheit der beteiligten Unternehmen (83%) den Zugang zu wissenschaftlichem Know-how und die Senkung technologischer Risiken als die maßgeblichen Motive zur Einreichung eines Projekts im Rahmen von FIT IT sehen. Zur Frage nach den Motiven bei den (wissenschaftlichen) Forschungseinrichtungen antworteten fast 80%, dass sie hierdurch staatliche Fördermittel und Forschungsprogramme nutzen möchten, sowie – an zweiter Stelle – das Interesse an einem praxisrelevanten Thema. Hingegen nur 14% der Forschungseinrichtungen gaben an, dass die Aneignung von betrieblichem Know-how ihre Motivation zur Einreichung des Projektes war.

Als die wesentlichen „Effekte“ von FIT-IT Projekten für Unternehmen (über 80% der Nennungen) wird der „Aufbau von Kontakten“, die „vermehrte wissenschaftliche Kooperation mit wissenschaftlichen Partnern“ und die „vermehrte Durchführung langfristiger F&E-Projekte“ genannt. Ebenso sind die wesentlichen „Effekte“ für die wissenschaftlichen Einrichtungen v.a. die „Vernetzung mit anderen Forschungspartnern“ und die „vermehrte Durchführung langfristiger F&E-Projekte“. Unternehmen profitieren in kooperativen geförderten Forschungsprojekten durch den Zugang zu wissenschaftlichen Resultaten, und umgekehrt können sich Universitäten und außeruniversitäre Einrichtungen verstärkt unternehmerisches Know-how und eine gewisse „Produktorientierung“ aneignen. Des Weiteren wird durch die Kooperation und den Wissenstransfer eine Steigerung der Patenttätigkeit unterstützt.

Fraglich ist, ob in kooperativen Programmen tatsächlich „neue“ Kooperationen zwischen Organisationen gebildet werden, d. h. dass die Partner bisher nicht oder kaum in Forschungsprojekten kooperierten. Dieses Problem ist naturgemäß bei nationalen Programmen von Kleinstaaten größer. Allerdings bleibt zu hoffen, dass durch neue Konstellationen, wettbewerbliche Anreize und langfristigere Projekte eine höhere Motivation für weitere Projekte geweckt wird.

4.3 Semantic Systems als selbstorganisierende Interessensgruppe

Das Thema „Semantic Systems“ wurde in Österreich durch die Community als selbstorganisierende Interessensgruppe als Programmlinie vorgeschlagen und durch den nationalen „Rat für Forschung und Technologieentwicklung“ empfohlen. Programmlinien müssen sich grundsätzlich dazu eignen, genügend Potential hinsichtlich Forschungskapazitäten, Kooperationsmöglichkeiten (vorhandene Industrie- und Forschungspartner) und Wirkung bzw. Marktpotential aufzuzeigen. Die vier dabei beachteten Auswahlkriterien sind: Trends und Perspektive, Exzellenz, wirtschaftliche Bedeutung, und „Impact“. Im Vorschlag der österreichischen Community wurde sowohl auf die Bedeutung von Semantic Web auf europäischer Ebene eingegangen, als auch bestehende Initiativen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen angeführt und eine Roadmap der zukünftigen Forschung präsentiert. Ebenso wurde vorab eine ausführliche Begründung des Forschungsbedarfs in Österreich sowie eine Erklärung der wirtschaftlichen Bedeutung für den Technologiestandort Österreich gegeben, welche maßgeblich für die Entscheidung des Ministeriums und wohl auch des FTE-Rates waren.

5 Fazit

Wurde bisher Software-Entwicklung meist breitflächig gefördert, so zeigen die Initiativen auf europäischer Ebene, dass eine Fokussierung der F&E mit komparativer Schwerpunktsetzung an Bedeutung gewinnt. Doch Forschungsförderungen können durchaus „bottom-up“ entstehen, wie das Beispiel für Semantic Systems in Österreich belegt. Zusätzlich zeigt sich, dass sich die Modalitäten der Forschungsförderung beständig ausdifferenzieren. Neue Finanzierungsformen und Förderinstrumente, die Ausdehnung von inhaltlichen und distributiven Fragen der europäischen Technologiepolitik in neue Politikarenen, aber auch die verstärkte Einbindung und Akkordierung öffentlicher und privater F&E Akteure belegen deutlich die strategische Bedeutung von semantischen Technologien für die Realisierung einer europäischen Wissensgesellschaft.

Gerade wegen der voranschreitenden Horizontalisierung der Semantic Systems Forschung auf europäischer Ebene muss es im Interesse der Community liegen, sowohl Policy-Maker als auch Industrie und Forschung davon zu überzeugen, dass Semantische Systeme und Dienste ein eigenständiges und klar definiertes Forschungsfeld sind. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sich das Thema fragmentiert und entkoppelt an mehreren Stellen der nationalen und europäischen Programme und Initiativen wiederfindet. Vor

allem auf europäischer Ebene ist es entscheidend, das Thema prominent im kommenden 7. Rahmenprogramm zu positionieren. Eine „Verstreuung“ würde zwar nicht unbedingt bedeuten, dass weniger Fördermittel akkumuliert werden können, allerdings würde die Wahrnehmung als „heißes Thema“ und der Aufbau einer (disziplinenübergreifenden) „Community“ / Forschungsgemeinschaft darunter leiden. Vor dem Hintergrund der entstehenden ETPs wird offensichtlich, dass ein schlagkräftiges und öffentlich applaudiertes TechnologietHEMA sehr viel bewegen und bewirken kann.

Eine akkordierte Forschungsgemeinschaft hilft, das zeigen z. B. Erfahrungen aus dem Bereich Embedded Systems, das Thema klar abzugrenzen, zu definieren und damit auch zu positionieren. Dazu sind nationale und internationale Konferenzen, internationale größere kooperative Forschungsprojekte, aber auch Publikationen und Standardisierungsbestrebungen probate Mittel. Die Technologieplattform NESSI ist ein wichtiges Instrument, um einerseits das Thema und seine zukünftige Entwicklung zu definieren, andererseits um auf forschungspolitischer Ebene Maßnahmen und Unterstützung zu generieren (die Plattform als „Policy-treibender Akteur“). Allerdings ist zu beachten, dass diese Plattform disziplinenübergreifend aufgestellt und ausgerichtet ist und Semantic Systems nur eines von vielen Themen ist. Die thematischen Schwerpunkte und technologischen Strategien der ETPs sollen laut ETP-Definition durch die Mitsprache aller Stakeholders bestätigt werden. Die vertretene Industrie („Promoter“) von NESSI ist ausgesprochen Semantik-affin und wird das Thema in der ETP und gegenüber der Europäischen Kommission und nationalen Policy-Makern stärken. Neben der Community (Industrie und Forschung) und der Europäischen Kommission, haben drei weitere Akteursgruppen großen Einfluss auf die Technologiepolitik: nationale Regierungen und deren Vertreter, nationale Förderagenturen und deren Initiativen, sowie supranationale Interessensvertretungen und NGOs.

Doch der Erfolg aller politischen Maßnahmen ist in hohem Maße auch von der Fähigkeit abhängig, das Thema Semantic Systems aus der Forschungsdomäne herauszuführen und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dazu ist es notwendig Maßnahmen der Bewusstseinsbildung zu ergreifen und das Themenprofil Semantic Systems sowohl auf begrifflicher, ökonomischer und soziokultureller Perspektive zu schärfen. Fehlende ökonometrische Befunde über das kostensenkende Potential, aber auch das weitgehend fehlende Bewusstsein gegenüber den sozialen, juristischen und kulturellen Konsequenzen semantischer Technologien wirken sich negativ auf die Erreichung einer europäischen Technologieführerschaft in diesem Bereich aus. Es sollte daher im Interesse aller am Entwicklungs- und Diffusionsprozess beteiligten Akteure liegen das Thema weiter zu öffnen und eine breite Mitgestaltung zu ermöglichen.

Literatur

1. ATOS Origin et al. „NESSI Vision Document“, Version 1.2b. 23.5.2005.
2. Babe, Robert E (1995). Communication and the Transformation of Economics. Essays in Information, Public Policy and Political Economy. Oxford: Westview Press
3. Bender, Gerd (2001). Neue Formen der Wissenserzeugung. FFM: Campus Verlag
4. Bertolo, Stefano (2005). Funding Strategies for the Semantic Web: current activities and future trends in the European Union. Vortrag im Rahmen der European Semantic Web Conference, Heraklion/Griechenland 2005, am 31.05.2005. In: www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/Events/eswc2005/Funding-Strategies-EU-Bertolo.pdf, aufgerufen Oktober 2005
5. Botkin, Jim (2000). Corporate Knowledge: The Emergence of Knowledge Communities in Business. In: Conceição, Pedro; Gibson, David V; Heitor, Manuel V; Shariq, Syed (eds.). Science, Technology and Innovation Policy. Opportunities and Challenges for the Knowledge Economy. London: Quorum Books, pp 35–40
6. Caraça, João (2000). Toward an S&T Policy for the Knowledge-Based Society. In: Conceição, Pedro; Gibson, David V; Heitor, Manuel V; Shariq, Syed (eds.). Science, Technology and Innovation Policy. Opportunities and Challenges for the Knowledge Economy. London: Quorum Books, pp 27–34
7. Castells, Manuel1996). The Rise of the Newwork Society. The Information Scietiy Age: Sconomy, Society and Culture. Oxford: Blackwell Publishers
8. Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2005). Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: „i2010 - Eine europäische Informationsgesellschaft für Wachstum und Beschäftigung“. Brüssel, am 1.6.2005, KOM(2005) 229 endgültig.
9. Conceição, Pedro; Gibson, David V; Heitor, Manuel V (2000). Introduction: Knowledge, Technology and Innovation for Development. In: Conceição, Pedro; Gibson, David V; Heitor, Manuel V; Shariq, Syed (eds.). Science, Technology and Innovation Policy. Opportunities and Challenges for the Knowledge Economy. London: Quorum Books, pp 1–18
10. Conceição, Pedro; Heitor, Manuel V; Oliveira,Pedro; Santos, Filipe (2000). On the Socioeconomic Context and Organizational Development of the Rsearch University. In: Conceição, Pedro; Gibson, David V; Heitor, Manuel V; Shariq, Syed (eds.). Science, Technology and Innovation Policy. Opportunities and Challenges for the Knowledge Economy. London: Quorum Books, pp 99–118
11. Cordis (2005). Sixth Framework Programme. In: <http://fp6.cordis.lu/>, aufgerufen Oktober 2005
12. Davidson, Elizabeth: Lamb, Roberta (year unknown). Examining Socio-Technical Networks in Scientific Academia/Industry Collaborations. In: <http://lamb.cba.hawaii.edu/pubs/STNPilot.pdf>, aufgerufen November 2005
13. Etzkowitz, Henry; Webster, Andrew (1998). Entrepreneurial Science: The Second Academic Revolution. In: Etzkowitz, Henry; Webster, Henry; Healey, Peter (eds.). Capitalizing Knowledge. New Intersections of Industry and Academia. New York: State University of New York Press, pp 21–46
14. Zinöcker, Klaus; Schindler, Julia; Polt, Wolfgang; Gude, Stefanie; Stampfer, Michael (2005). FIT–IT Interimsevaluierung. Wien, April 2005

15. Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2002). Mitteilung der Kommission „Der europäische Forschungsraum: Ein neuer Schwung – Ausbau, Neuausrichtung, neue Perspektiven“. Brüssel, 16.10.2002, KOM(2002) 565
16. Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2005). Mitteilung für die Frühjahrstagung des Europäischen Rates. Zusammenarbeit für Wachstum und Arbeitsplätze: Ein Neubeginn für die Strategie von Lissabon. Brüssel, am 02.02.2005, KOM(2005) 24
17. Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2005). Proposal for a Council Decision, „Concerning the Specific Programme ‘Cooperation’ implementing the Seventh Framework Programme (2007-13) of the European Community for research, technological development and demonstration activities“. Brüssel, September 2005.
18. Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2005). Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Mehr Forschung und Innovation – In Wachstum und Beschäftigung investieren: Eine gemeinsame Strategie. Brüssel, am 12.10.2005, KOM(2005) 488
19. Shariq, Syed Z (2000). Knowledge Management: An Emerging Discipline. In: Conceição, Pedro; Gibson, David V; Heitor, Manuel V; Shariq, Syed (eds.). Science, Technology and Innovation Policy. Opportunities and Challenges for the Knowledge Economy. London: Quorum Books, pp 69–80
20. Stankiewicz, Rikard (1998). Science parks and Innovation Centers. In: Etzkowitz, Henry; Webster, Henry; Healey, Peter (eds.). Capitalizing Knowledge. New Intersections of Industry and Academia. New York: State University of New York Press, pp 133–150
21. Webster, Frank (1995). Theories of the Information Society. London: Routledge
22. Webster, Andrew; Etzkowitz, Henry (1998). Toward a Theoretical Analysis of Academic-Industry Collaboration. In: Etzkowitz, Henry; Webster, Henry; Healey, Peter (eds.). Capitalizing Knowledge. New Intersections of Industry and Academia. New York: State University of New York Press, pp 47–72
23. Zobel, Rosalie; Filos, Erastos (2004). Innovation 2010. Towards more coherent policies for Europe. In: Cunningham, Paul; Cunningham, Miriam (eds.). eAdoption and the Knowledge Economy. Issues, Applications, Case Studies. Oxford: Ios Press, pp 571–581

Anwenderperspektive

Personalisierbare Informationssysteme im Semantic Web

Nicola Henze

ISI – Semantic Web Group, Universität Hannover & Research Center L3S, Hannover,
Deutschland;
henze@l3s.de

Zusammenfassung: Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Herausforderungen und Möglichkeiten, die sich durch das Semantic Web für die Personalisierung von Informationssystemen ergeben. Nach einer Definition der Begriffe Personalisierung und Personalisierbare Informationssysteme wird eine kurze Rückschau auf Personalisierungsmethoden in Informationssystemen gegeben. Mit diesem Wissen wird untersucht, welche Ausgangslage für Personalisierung durch das Semantic Web gegeben ist und warum Personalisierung für Anwendungen im Semantic Web wichtig ist. Zwei Beispiele, die Möglichkeiten zur Personalisierung von Informationsangeboten im Web realisieren, beschließen dieses Kapitel.

1 Einleitung

Informationen sind ein kostbares Gut: *die richtige Information zum richtigen Zeitpunkt in den richtigen Händen* beeinflusst den unternehmerischen Erfolg ebenso wie die Entscheidungsfindung einer Privatperson. Seit dem Aufkommen des Internet in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts ist der Umgang mit elektronisch gespeicherten Informationen auch aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken: Reiseplanung und -buchung im Internet gehören für viele zum Alltag, Produkte lassen sich – nach wenigen Mausklicks – vergleichen, Verträge *online* abschließen, und auch „Electronic Government“ ist längst keine Science Fiction mehr.

In all diesen Beispielen ist es immer ein Anwender – ein sogenannter Benutzer¹ – der diese Informationen aufgrund seiner individuellen Anforderungen erfragt, abruft, vergleicht und auswählt. Deshalb, so sollte man

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird vom „Benutzer“ in der männlichen Form gesprochen, stellvertretend für die Benutzerin oder den Benutzer.

meinen, kommt diesem Benutzer, der den gesamten Prozess rund um die Informationen initiiert, eine zentrale Rolle bei der Gestaltung von Informationssystemen zu. Jedoch verfolgen die meisten Informationssysteme einen anderen Ansatz: die individuellen Anforderungen des Benutzers werden hintangestellt zugunsten von „One-Size-Fits-All“ Ansätzen, die jedem Nutzer die gleiche Interaktions- und Steuerungsmöglichkeiten bieten. Im besten Falle werden Formulare, Check-Boxen, Auswahllisten und Ähnliches verwendet, mit denen der Benutzer nun selbst seine Anforderungen im Kontext dieser One-Size-Fits-All-Welt abbilden kann.

Bei der Personalisierung von Informationssystemen stellt man sich daher insbesondere die folgenden Kernfragen:

Wie kann man die Anforderungen der Anwender effektiv modellieren und wie lässt sich mit diesem Wissen der Umgang mit elektronischen Informationen für den Benutzer effizienter gestalten?

Der Begriff *Personalisierung* meint dabei generell die Anpassung einer Anwendung an die individuellen Anforderungen eines Benutzers. Das kann systemseits geschehen (man spricht dann von *adaptiven* Systemen, die sich selbstständig an den Benutzer anpassen), oder vom Benutzer ausgehen (man spricht dann von *adaptierbaren* Systemen). Beide Ansätze werden in der Praxis oft gemischt, d. h. es liegen adaptive Systeme vor, die der Benutzer selbst aber auch adaptieren kann. Gerade diese Mischform hat sich als vorteilhaft erwiesen, um Kontrollierbarkeit und Transparenz bei der Personalisierung zu erreichen.

Warum ist nun gerade das Semantic Web eine Chance, personalisierbare Informationssysteme zu gestalten? Dieser Frage wird im vorliegenden Artikel auf den Grund gegangen. Im folgenden Kapitel werden wir uns zunächst genauer mit personalisierbaren Informationssystemen beschäftigen. Nach diesen Grundlagen untersuchen wir, welche Möglichkeiten das Semantic Web für Personalisierung bietet, und warum Personalisierung, also die effizientere Unterstützung der Endbenutzer beim Umgang mit den Informationen im Web, andersherum einen wichtigen Beitrag im Semantic Web leisten wird (darauf folgendes Kapitel). Zum Abschluss des Artikels werden zwei Beispiele vorgestellt, die demonstrieren, wie Personalisierung in einem *Semantischen Web* gestaltet werden kann: Am Beispiel des Personal Publication Readers wird gezeigt, wie personalisierte Sichten auf verteilte Web-Informationen realisiert werden können; die kontextabhängige Zusammenstellung von Web Services stellt ein weiteres Beispiel dar.

2 Personalisierbare Informationssysteme

Personalisierbare Informationssysteme, insbesondere Web-basierte Informationssysteme können grob in zwei Klassen unterteilt werden. Zum einen gibt es diejenigen Systeme, die auf dem gesamten Webgraphen arbeiten. In diese Klasse fallen z. B. die sehr erfolgreich im E-Commerce eingesetzten *Recommendersysteme* (vgl. z. B. [13]): Einem Kunden wird ein Produkt empfohlen, da in früheren Verkaufsvorgängen beobachtet wurde, dass Kunden mit ähnlichem Verhalten wie der aktuelle Kunde sich bereits für dieses Produkt interessierten. Eine Reihe von Algorithmen wurde entwickelt, um die Vorhersagegenauigkeit der Systeme zu optimieren; freie Parameter hierfür sind z. B. das Ähnlichkeitsmaß, das beim Klassifizieren von Benutzergruppen angewendet wird, sowie die einzelnen, diskriminierenden Faktoren und ihre Priorität, die Genauigkeit und Aussagekraft der Produkt- oder Vorgangsbeschreibungen, demographische Betrachtungen, Anwendungskontext und vieles mehr.

Komplementär zu diesen Webgraph-basierten Methoden, gibt es die Klasse derjenigen personalisierbaren Informationssysteme, die auf einem – im Vergleich kleinen – dafür aber um zusätzliche Informationen angereicherten Teilgraphen arbeiten, die sogenannten *Adaptiven Hypermediasysteme* (vgl. z. B. [3]). Adaptive Hypermediasysteme werden vor allem im Bereich E-Learning eingesetzt. Wie der Name besagt, ist bei diesen Systemen der zugrunde liegende Dokumentraum ein Hypertext [9], der sich als Graph auffassen lässt. Zwei verschiedene Adoptionsmöglichkeiten werden untersucht: Die Anpassung der Kanten im Graphen (d. h. der Linkstruktur) durch Nützlichkeitsbewertungen der Kanten und daraus resultierend das Hinzufügen oder Löschen von Kanten, deren Bewerten, Sortieren oder Annotieren. Zusätzlich können auch die Knoten selbst (d. h. die Hypertext-dokumente) angepasst werden, indem geeignete Darstellungen ausgewählt werden, zusätzliche Informationsbausteine hinzugefügt oder nicht-relevante Informationsbausteine entfernt werden.

Adaptive Hypermediasysteme unterscheiden sich von den Webgraph-basierten Systemen, da sie ganz besondere Anforderungen an den zugrunde liegenden Graph stellen: Knoten *und* Kanten in diesem Graph müssen mit zusätzlichen, adaptionsrelevanten Informationen angereichert werden, die bei beliebigen Web-Informationen in aller Regel nicht vorliegen. Solche adaptionsrelevanten Informationen sind im Bereich des E-Learning z. B. eine intendierte Lernreihenfolge (liegt als Metainformation an den Kanten des Hypertextgraphen) oder die Ausrichtung einer Information an eine bestimmte Zielgruppe (liegt als Metainformation an den Knoten des Hypertextgraphen vor).

Bei adaptiven Hypermediasystemen liegt also ein kleiner, mit adaptionsrelevanten Informationen angereicherter Graph vor und in der Regel eine

kleinere Zahl von Nutzern, die dann aber mit sehr feinen Modellen abgebildet werden. Die Webgraph-basierten Systeme dagegen werten mit Methoden des Data Mining den Inhalt von Webressourcen aus und analysieren die Verlinkungsstruktur und Nutzung von Webressourcen und -links, um hieraus adaptionsrelevante Informationen zu gewinnen.

Für beide Klassen von personalisierbaren Informationssystemen lässt sich sagen, dass die Personalisierungsaufgabe als solche eine Optimierungsaufgabe ist: Informationen werden aufgrund der systemseits modellierten Anforderungen eines individuellen Benutzers sowie vorhandener Metainformationen über die Informationen, deren Kontext oder Rolle in (möglicherweise komplexen) Modellen ausgewertet, bewertet und selektiert. Dabei muss der gesamte Prozess der Informationssuche, -auswahl und -auslieferung berücksichtigt werden, demzufolge spielt Personalisierung auch während jedes Verarbeitungsschrittes eine Rolle. Im folgenden werden wir zwei mögliche Interaktionsszenarien mit einem Informationssystem genauer analysieren. Diese Szenarien gehen von unterschiedlichen Interaktionsparadigmen aus: Im ersten Fall ist der Benutzer aktiv und fragt Informationen ab (Pull-Scenario), im zweiten Beispiel ist das System aktiv und informiert den Anwender selbsttätig über Informationen (Push-Scenario).

2.1 Benutzerinteraktionen mit einem Informationssystem

2.1.1 Pull-Scenario

In diesem Szenario gehen wir davon aus, dass ein Benutzer einen Informationsbedarf hat, zur Vereinfachung gehen wir davon aus, dass dieser Informationsbedarf als Informationsanfrage vorliegt. Diese Informationsanfrage wird nun zunächst in eine – in Bezug auf das Informationssystem – gültige Anfrage übersetzt. Bei diesem Übersetzungsschritt können individuelle Anforderungen des Benutzers berücksichtigt werden, z. B. Anwendungskontext (der Benutzer ist z. B. gerade in einer Kundenberatung, oder er informiert sich generell über die Neuerungen in der Firma), oder Präferenzen für bestimmte Informationsanbieter, etc. Das heißt, in diesem ersten Informationssucheschritt kann die Anfrage aufgrund von Informationen aus einem Benutzermodell verfeinert werden. Im anschließenden Retrieval-Schritt kann eine zusätzliche, individualisierte Bewertungsfunktion die Genauigkeit der Reihung der gefundenen Informationen überarbeiten. Die Auswahl der Informationen erfolgt nun, indem z. B. Kosten kalkuliert und Qualität evaluiert werden und mit dem vom Benutzer tolerierten Werten verglichen werden, ggf. Einschränkungen des vom Benutzer gerade verwendeten Endgeräts (PC, PDA, Handy, etc.) berücksichtigt werden, etc. Nachdem nun alles für die Auslieferung vorbereitet ist, ist noch die individualisierte Präsentation der Ergebnisse zu erledigen.

2.1.2 Push-Scenario

Das zweite Szenario, das wir hier noch kurz betrachten möchten, ist durch ein aktives System und einen passiven Benutzer gekennzeichnet. Das System lernt einen Filter, der den Informationsbedarf des Benutzers beschreibt. Schritte und Personalisierungsmethoden, die im Pull-Scenario angesprochen wurden, gelten hier entsprechend, um diesen Filter zu bestimmen. Das System arbeitet dann im Batch Modus und sucht kontinuierlich nach neuen Informationen, die gemäß dieses Filters den Benutzer interessieren können. Als Beispiel sei ein „News-Watch System“ genannt, das ständig die neuesten Nachrichten aufgrund ihrer Relevanz für den Anwender bewertet. Ein Filter kann z. B. alle Nachrichten, die über den Reuters Newsticker eingingen und innerhalb von 30 Minuten Einzug auf mindestens einer renommierten Internet-Nachrichtenseite finden, proaktiv im Interface des Benutzers anzeigen.

2.2 Transparenz des Personalisierungsprozesses

Sehr wichtig ist es, die Personalisierungsaktionen für den Benutzer transparent zu gestalten und dem Benutzer die Kontrolle über jeden der einzelnen Schritte so einfach wie möglich zu machen. Dies ist keineswegs trivial, aber nichtsdestotrotz essentiell, wenn es um die Benutzerakzeptanz und damit letztlich um den Erfolg des Systems geht. Folgendes Beispiel mag das illustrieren: Eine Information, zertifiziert durch eine anerkannte Institution und damit als qualitativ hochwertig einzuschätzen, wird herausgefiltert, da der Preis für diese Information den vom Benutzer eingestellten Toleranzwert überschreitet. Auch wenn der Benutzer in vielen Fällen gesuchte Informationen kostenlos oder für einen Preis im Bereich seines Toleranzwertes findet, wird es sehr wahrscheinlich Situationen geben, in der nur ungenügend Information gefunden werden und die beste Antwort aber – aufgrund der Filterkriterien – zunächst herausgefiltert wird. Meldungen wie „Zertifizierte Informationen zu Ihrer Anfrage sind für einen Preis P zu erhalten“ geben dem Benutzer die Möglichkeit, mit einfachen Mitteln die Personalisierung von Fall zu Fall modifizieren zu können, ohne insgesamt auf die Unterstützung durch die Personalisierung verzichten zu müssen.

2.3 Diskussion

In diesem Kapitel wurde dargestellt, dass Methoden zur Personalisierung von Informationssystemen dahingehend unterschieden werden können, auf welcher Grundmenge sie arbeiten: Auf mit Metadaten angereicherten Graphen (Adaptive Hypermedia) oder auf Webressourcen im Webgraphen (Recommendersysteme).

Das Semantic Web mit seinem formalen Ansatz zur Annotation von Webinhalten mit maschinenlesbarer Bedeutung liefert hervorragende Ausgangsvoraussetzungen, um die adaptionsrelevanten Informationen, die im Adaptive Hypermedia verwendet werden, zu modellieren. Jedoch wird der Ansatz, das Semantic Web einzig als Technologielieferant für Metadaten im Hypermediagraphen zu verwenden, dem Gesamtkonzept Semantic Web nicht gerecht und vernachlässigt die Möglichkeiten zur dynamischen Generierung von Kontexten und damit letztendlich auch zur dynamischen Generierung von adaptionsrelevanten Informationen.

Im Gegensatz dazu bieten die Webgraph-basierten Methoden, die sich im wesentlichen auf Mining-Verfahren und statistische Analysen stützen, im Moment keine hinreichenden Ansätze, um mittels formaler Schlussfolgerungen über die Bedeutung von Inhalten neue Zusammenhänge aufzudecken.

Beide Verfahrenstypen bringen erfolgreich evaluierte Ansätze zur Personalisierung mit, und beide Verfahrenstypen können vom Semantic Web profitieren. Im nächsten Kapitel werden wir sehen, warum das Semantic Web Personalisierung fördert – und sogar fordert.

3 Die Herausforderung des Semantic Web

„The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation.“ Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, The Semantic Web, Scientific American, May 2001 [2]

Die Entwicklung des *Semantic Web* zielt darauf ab, die Bedeutung von Informationen im World Wide Web maschinenlesbar und vor allen Dingen *maschinenverarbeitbar* darzustellen, so dass Applikationen den Benutzer im Umgang mit dem Web effizienter als bisher unterstützen können. Insbesondere der zweite Teil dieses Zitats, „people“ – also Benutzer – besser beim Umgang mit Informationen im Web zu unterstützen, weist noch einmal darauf hin, dass es die Benutzer sind, die von den entwickelten Technologien profitieren sollen.

Um das Semantic Web Realität werden zu lassen, braucht man Formalismen (wie z. B. RDF [10]), Sprachen (wie z. B. RDFS [11] und OWL [8]), Anfrage-, Regel- und Schlussfolgerungssprachen (wie z. B. RDQL[12], SWRL[16] oder WRL [17]), etc., die derzeit entwickelt werden. Auch wenn es heute noch hauptsächlich die Methoden und Technologien sind, die die Hauptaufmerksamkeit genießen, bleibt festzustellen: der Effekt all der Entwicklungen wird erst in den Anwendungen deutlich, die Nützlichkeit eines Semantic Web kann erst durch verbesserte Applikationen – und damit schlussendlich durch den Endanwender – nachgewiesen werden.

Die Bedeutung des Semantic Web für Personalisierung und personalisierbare Informationssysteme liegt in der Hauptsache darin, dass Websourcen mit maschinenverarbeitbarer Bedeutung versehen werden. Diesen Sachverhalt können wir auch anders ausdrücken: Inhalt wird von der eigentlichen Auslieferung bzw. Präsentation getrennt beschrieben. Warum ist dies so? Wenn Inhalte *und* ihre Bedeutung formal und für Computerprogramme aufbereitet beschrieben werden, heißt das, dass Inhalte in verschiedenen Kontexten verwendet werden können – so weit eben das selbstverständlich beschränkte „Verständnis“ von den Inhalten, das ein Computerprogramm durch die formalen Beschreibungen und Wissensbasen erhält, dies zulässt.

Ein Beispiel: Das „Wissen“, das eine Zeichenfolge die Homepage einer Forschungseinrichtung präsentiert, wobei diese Forschungseinrichtung (bzw. dessen abstrakte Repräsentation) in der Relation „Kernkompetenzen“ mit einer Menge von weiteren Begriffen steht, die ihrerseits Referenzen auf Einträge in einer oder mehreren Wissensbasen / Ontologien sind, kann auf unterschiedliche Arten genutzt werden. Es können z. B. Anfragen nach der größten gemeinsamen Menge von Kernkompetenzen von Forschungseinrichtungen in einem bestimmten Land unterstützt werden. Hierbei muss weder der Begriff „Forschungseinrichtung“ noch die Relation „Kernkompetenz“ literal verwendet werden: die Verbindung zwischen Ontologien, das sogenannte *Ontologymapping* und *Ontologymerging*, bereiten die Möglichkeit, durch das Auflösen auf Bedeutungsebene unterschiedliche Bezeichner aufzudecken². Auch die Verortung einer Forschungseinrichtung in einem bestimmten Land kann ermittelt werden, z. B. indem die Adressangaben (Stadt) unter Zuhilfenahme einer geographischen Wissensbasis über Länder, Städte, etc. ausgewertet wird.

Die Quintessenz hiervon ist, dass Inhalte immer wieder neu zusammengestellt werden können, immer wieder neue Sichten auf Inhalte möglich werden, und diese Sichten sogar – durch das Schlussfolgern auf den Ontologien und Wissensbasen – neue Zusammenstellungen, neue Relationen oder neue Kontexte sein können. Und es liegt nahe, diese Sichten auf die Inhalte nicht nur formal gemäß Wissensbasen und ggf. Regelmengen zu erstellen, sondern bei diesem gesamten Informationsbeschaffungsprozess die Benutzeranforderungen zu berücksichtigen, d. h. personalisierte Sichten auf Inhalte des Web zu ermöglichen.

4 Beispiele

Dieses Kapitel führt zwei Beispiele für Personalisierung im Semantic Web auf: Der Personal Publication Reader demonstriert die Zusammenfassung

² Siehe dazu auch den Beitrag von Ehrig u. Studer in diesem Band.

von Informationen aus verteilten, sich in Format, Layout und Struktur unterscheidenden Webseiten in einer integrierten, personalisierten Darstellung. Das zweite Beispiel zeigt auf, wie der Kontext eines Benutzers, z. B. Endgerät oder Ortsinformationen, genutzt werden können, um Web Services personalisiert anzubieten.

4.1 Personalisierte Sichten auf verteilte Inhalte

Der Personal Publication Reader³ zeigt, wie in einem *Semantic Web* Informationen von verschiedenen Quellen zusammengefasst und mittels Personalisierungsregeln angezeigt werden können [1]. Der Personal Publication Reader löst dieses Problem für das folgende Szenario (in Anlehnung an [1]):

Peter arbeitet als Forscher an einer Universität. Er veröffentlicht seine Forschungsergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften und auf Konferenzen. Außerdem stellt er – wenn möglich – seine Publikationen auf seiner Homepage online zur Verfügung. Peter arbeitet außerdem in einem internationalen Forschungsprojekt mit. In regelmäßigen Abständen wird er aufgefordert, seine aktuellen Publikationen an das Projektmanagementbüro zu übermitteln. Das Projektmanagementbüro unterhält eine Webseite mit Informationen über die Mitglieder des Projektes, ihre Aufgaben im Projekt, etc. und natürlich die Publikationen des Projekts.

Bei der Analyse dieses Szenarios fallen zwei grundlegende Aspekte auf:

1. Die Daten werden dupliziert: auf der Homepage des Wissenschaftlers, auf der Homepage des Projekts. Die Duplikation von Daten ist jedoch kritisch, da fehleranfällig und aufwändig in der Pflege.
2. Die Informationen, die regelmäßig an das Projektmanagementbüro übertragen werden, sind bereits online vorhanden – aber nicht für weitere Verarbeitung verfügbar: Projekt, Personen, Publikationen, Beiträge der Partner, Forschungsprofile, ...

Der Personal Publication Reader bietet die folgende Lösung an: In einem ersten Schritt werden die Daten über die wissenschaftlichen Veröffentlichungen von der Webseite der Forschungseinrichtungen oder Unternehmen, die an einem gemeinsamen Forschungsprojekt teilnehmen, extrahiert. Dies geschieht unter der Verwendung des Toolkits von Lixto³, das die semi-automatische Extraktion von Webdaten unterstützt. Lixto⁴ stellt ein visuelles, interaktives Programm zur Erstellung von sogenannten

³ www.personal-reader.de

⁴ www.lixto.com

*Wrappern*⁵ zur Verfügung, die zur Erkennung der zu extrahierenden Daten von einer Webseite genutzt werden [5]. Darüber hinaus wird die regelmäßige oder on-demand Extraktion von Informationen und deren Transformation in die Sprache XML [18] unterstützt. Der Personal Publication Reader verwendet diese Methoden zur Webdatenextraktion, um – nach geeigneten Transformationen in RDF – eine maschinenlesbare Beschreibung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Projektteilnehmer zu generieren, die sich des Vokabulars des Dublin Core, eines für Bibliotheken entwickelten Standards zur Beschreibung von Veröffentlichungen [4], bedient. Am Ende dieses ersten Schritts liegt also eine Beschreibung der wissenschaftlichen Publikationen aller Partner in einer Sprache des Semantic Webs vor.

In einem zweiten Schritt wird eine Ontologie konstruiert, die das Projekt selbst beschreibt. Diese Ontologie erweitert eine bestehende Ontologie, die Semantic Web Researcher Community Ontology [15], um projektspezifische Aspekte wie Arbeitsgruppen, die Rolle von Personen in einem Projekt, etc. Nun stehen zwei unterschiedliche Quellen mit unterschiedlicher semantischer Tiefe zur Verfügung: Die Informationen über wissenschaftliche Veröffentlichungen in RDF (unter Verwendung eines kontrollierten Vokabulars, des Dublin Core Standards), sowie die Projektontologie in OWL, die u. A. Beziehungen zwischen Personen, Arbeitsgruppen, Forschungszielen, etc. modelliert. Regeln erlauben nun Schlussfolgerungen auf diesen Daten: Z. B. sind eine Reihe von Veröffentlichungen relevant für eine gegebene Publikation, wenn die Autoren der letzteren mit den Autoren der ersten in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe im Projekt arbeiten. Oder: Für Benutzer mit einem bestimmten Forschungsinteresse können Veröffentlichungen vorgeschlagen werden, wenn die Autoren dieser Veröffentlichungen ähnliche Interessen wie der Benutzer haben. Im Personal Publication Reader werden diese Regeln *Personalisierungsregeln* genannt.

In einem letzten Schritt wird nun noch das Benutzerinterface erzeugt. Die Personalisierungsregeln werden im Personal Publication Reader als Web Services zur Verfügung gestellt. Durch die Ausführung der Personalisierungsregeln sind diese Web Services in der Lage, neue, personalisierte Sichten auf die ursprünglich verteilt im Web vorliegenden Daten zu generieren. Die Sichten – und damit das Ergebnis des Reasoning in den Web Services – werden wiederum in RDF beschrieben und durch eine Reihe von weiteren Komponenten in einem Benutzerinterface visualisiert [6].

⁵ Siehe dazu den Beitrag von Baumgartner in diesem Band.

4.2 Personalisierung von Web Services: Kontext-sensitive Dienste

Eine andere Art, Personalisierung im Semantic Web zu realisieren, wird in [7] beschrieben. Wie im Beispiel des Personal Publication Readers geht es auch hier um eine Web Service-orientierte Architektur, doch liegt der Fokus nicht auf der Implementierung der Web Services selbst, sondern auf dem Aufruf und der Zusammenstellung von bereits vorhandenen Web Services.

Ein Szenario, dass die Nützlichkeit der personalisierten Zusammenstellung von Web Services illustriert, ist das folgende (in Anlehnung an [7]):

Ein Restaurantführer empfiehlt seinen Kunden Restaurants in einer Stadt. Da die Kunden ihre Entscheidung für ein Restaurant oftmals davon abhängig machen, wie gut sie das Restaurant erreichen können, bietet der Restaurantführer auch gleich einen Wegeplaner-Service an, der – abhängig vom momentanen Aufenthaltsort der Kunden – eine Wegbeschreibung zum Restaurant liefert. Aufgrund des Erfolgs des Restaurantführers plant das Unternehmen, nun auch einen Hotelführer in gleicher Art zur Verfügung zu stellen. Wie kann der Hotelführer den Wegeplaner-Service des Restaurantführers nutzen?

In diesem Szenario ist es der Kontext des Benutzers – hier der Aufenthaltsort – der weitere Aktionen hervorruft: das Aufrufen des Wegeplaners. Eine solche Komponente wie der Wegeplaner sollte von verschiedenen Services wie z. B. dem Restaurantservice oder dem Hotelservice gemeinsam benutzt werden können, um eine kontextabhängige Dienstleistung als Erweiterung der eigentlichen Servicefunktionalität zur Verfügung zu stellen.

Um die (Wieder-) Verwendung solcher kontextabhängigen Web Services zu vereinfachen, wird in [7] eine Erweiterung des zur Zeit am häufigsten verwendeten Protokolls zum Aufruf von Web Services, des SOAP Standards,[14] vorgeschlagen: Im sog. SOAP-Header, also dem Bereich, der Verarbeitungs- und Addressateninformationen etc. enthält, wird ein neues Feld für Kontextparameter eingeführt. Damit können Kontextparameter wie z. B. Ort und Zeit in einer SOAP Nachricht in einem gesonderten Bereich übermittelt werden und stehen allen Beteiligten, die diese SOAP Nachricht bearbeiten, direkt zur Verfügung. Die Verwendung und Bearbeitung der Kontextparameter kann dann direkt an *kontextsensitive* Web Services wie den Wegeplaner-Service weitergeleitet werden, die den Service nun unabhängig vom eigentlichen Adressaten der Nachricht anbieten können. Mit diesem Vorgehen wird die Wiederverwendung der Web Services in verschiedenen Anwendungen unterstützt.

Für die Benutzer heißt dies, dass ihnen – in Abhängigkeit von ihrem momentanen Aufenthaltsort und Kontext – gleiche Dienstleistungen in den unterschiedlichsten Anwendungsszenarien angeboten werden können.

Fazit

Durch das Semantic Web und die Einführung von formal und maschinenverarbeitbar beschriebener Bedeutung von Web Informationen ergeben sich interessante und neue Perspektiven für die Personalisierung von Web-interaktionen, insbesondere für die personalisierbare Interaktion mit Web-basierten Informationssystemen. Die explizite, verwendungsunabhängige Beschreibung von Webinformationen ermöglicht neue, integrierte Sichten auf Informationen, neue Kontexte und Anwendungsszenarien, sowie neuartige Anfragen, die das Schlussfolgern über Informationen erfordern. Durch Personalisierung können diese Informationen für einen Benutzer (oder eine Benutzergruppe) optimiert ausgewählt, zusammengestellt und angezeigt werden. Statt eines „One-size-fits-all“-Ansatzes rücken nun der Benutzer und seine Interessen in den Mittelpunkt der Anwendung: Im Idealfall sollte ein personalisierbares System für den Benutzer so erscheinen, als sei es speziell für ihn und seine Anforderungen entwickelt. In diesem Kapitel sind, ausgehend von einer kurzen Besprechung der grundlegenden Techniken personalisierbarer Informationssysteme, die Möglichkeiten und Herausforderungen diskutiert worden, die sich für Personalisierung im Semantic Web ergeben. Zwei Beispiele demonstrieren, wie die Realisierung dieser Personalisierung im Semantic Web gestaltet werden kann.

Literatur

1. R. Baumgartner, N. Henze, and M. Herzog. The Personal Publication Reader: Illustrating Web Data Extraction, Personalization and Reasoning for the Semantic Web. In European Semantic Web Conference ESWC 2005, Heraklion, Greece, May 29 – June 1 2005.
2. T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila. The Semantic Web. Scientific American, May 2001.
3. P. Brusilovsky. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modelling and User Adapted Interaction, 6(2-3):87–129, 1996.
4. Dublin Core, 2004. <http://dublincore.org/>.
5. G. Gottlob, C. Koch, R. Baumgartner, M. Herzog, and S. Flesca. The Lixto Data Extraction Project – Back and Forth between Theorie and Practice. In ACM Symposium on Principles of Database Systems (PODS), volume 23. ACM, June 2004.
6. N. Henze and M. Kriesell. Personalization Functionality for the Semantic Web: Architectural Outline and First Sample Implementation. In 1st International

- Workshop on Engineering the Adaptive Web (EAW 2004), Eindhoven, The Netherlands, 2004.
- 7. M. Keidl and A. Kemper. Towards context-aware adaptable web services. In Proceedings of the 13. WWW Conference, volume 13, New York, May 2004. ACM.
 - 8. OWL, Web Ontology Language, W3C Recommendation, Feb. 2004.
<http://www.w3.org/TR/owl-ref/>.
 - 9. R. Rada. Interactive Media. Springer, 1995.
 - 10. Resource Description Framework: Concepts and Abstract Syntax, W3C Recommendation, Feb. 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>.
 - 11. RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema, W3C Recommendation, Feb. 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
 - 12. RDQL - query language for RDF, Jena - Semantic Web Framework, HP, 2005.
<http://jena.sourceforge.net/RDQL/>.
 - 13. U. Shardanand and P. Maes. Social Information Filtering: Algorithms for Automating 'Word of Mouth'. In Proceedings of CHI'95 – Human Factors in Computing Systems, pages 210–217, 1995.
 - 14. SOAP: Simple Object Access Protocol, June 2003. <http://www.w3.org/TR/soap/>.
 - 15. SWRC – Semantic Web Research Community Ontology, 2001.
<http://ontobroker.semanticweb.org/ontos/swrc.html>.
 - 16. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C Submission, May 2004.
<http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-SWRL-20040521/>.
 - 17. WRL: Web Rule Language, Sept. 2005. <http://www.w3.org/Submission/WRL/>.
 - 18. XML: eXtensible Markup Language, W3C Recommendation, Feb. 2004.
<http://www.w3.org/XML/>.

Integration von Arbeiten und Lernen – Kompetenzentwicklung in Arbeitsprozessen

Stefanie N. Lindstaedt, Armin Ulbrich

Know-Center, Graz, Österreich;
{slind, aulbrich}@know-center.at

Zusammenfassung: In diesem Kapitel wird behandelt, welche Rolle semantische Technologien bei der Integration von Arbeits- und Lernprozessen an einem modernen IT-basierten Arbeitsplatz spielen können. Die Reduktion der Wissenshalbwertszeit und der rasche Wandel von Technologien stellt die Forderung nach Life-Long-Learning und kontinuierlicher Kompetenzentwicklung immer mehr in den Vordergrund. Es wird dabei zunehmend deutlicher, dass diese Weiterentwicklung am Arbeitsplatz im Kontext der Arbeitsprozesse stattfinden muss, um die geforderte Geschwindigkeit und Qualität von Wissenstransfer sicherzustellen. Um diese Integration auch gerade in virtuellen Umgebungen zu erzielen, ist der Einsatz von semantischen Technologien unumgänglich.

Aufbauend auf Beschreibungen aus anderen Kapiteln zum Thema Geschäftsprozesse & semantische Technologien wird hier besonders auf das Konzept des (Arbeits-)Kontextes von Wissensarbeitern eingegangen. Im ersten Schritt werden Nutzenpotenziale der Integration von Arbeiten und Lernen formuliert. Danach stellen wir Anwendungen von Technologien des Semantic Web vor, die geeignet sind, diese Nutzenpotenziale auszuschöpfen und diskutieren technische Herausforderungen, die sich in der Realisierung der vorgestellten Technologien ergeben können.

1 Einleitung

Die Integration von Arbeiten und Lernen zielt darauf ab, diejenigen Inhalte und Kontaktpunkte zu ermitteln und zur Verfügung zu stellen, die in der gegebenen Situation den Anwender in die Lage versetzen, eine Aktivität bestmöglich durchzuführen. Wesentlich ist dabei, dass der Anwender möglichst ungestört seiner aktuellen Arbeit nachgehen kann. Das Softwaresystem verfolgt die Aktivitäten des Anwenders und identifiziert – unbemerkt vom Anwender – (digitale) Ressourcen wie Dokumente, Anleitungen, Lerneinheiten, Beispiele oder Kontakte, die für den Kontext des Anwenders

als bestmöglich bewertet worden sind. Der Anwender kann die präsentierten Ressourcen nutzen, um auf der Stelle einen eventuell vorhandenen Wissensbedarf zu stillen. Eine solche Form der Anwenderunterstützung wird in [10] als AD-HOC Lernen und in [13] als kontextgesteuertes Lernen bezeichnet. IT-basierte Arbeitsumgebungen, die diese Art von Anwenderunterstützung anbieten, werden in diesem Kapitel als *AD-HOC Umgebungen* bezeichnet. Die Integration von Arbeiten und Lernen findet in AD-HOC Umgebungen unmittelbar am Arbeitsplatz von Wissensarbeitern statt und zielt darauf ab, die nachfolgend beschriebenen Nutzenpotenziale auszuschöpfen.

1.1 Nutzenpotenzial I: Steigerung der Produktivität

Brakeley et al. dokumentieren in [2] die Ergebnisse einer Studie, in der 244 Führungskräfte in sechs Ländern und 15 Industriezweigen befragt und Fallstudieninterviews in 20 großen Unternehmen durchgeführt worden sind. Dieser Studie zufolge, nennen 69% der befragten Führungskräfte die Verbesserung der Mitarbeiterproduktivität als wichtigste Initiative des Personalmanagements. Befragt nach den wichtigsten Ausbildungsinitiativen nennen 77% der Befragten die Ausrichtung der Ausbildungsstrategie mit den Unternehmenszielen als wichtigste Initiative und 75% die Ausrichtung der Lerninhalte an den Anforderungen der Mitarbeiter als zweitwichtigste Initiative. Der solcherart dokumentierten Relevanz der genannten Initiativen steht aber eine massive Unzufriedenheit der Führungskräfte mit der tatsächlichen Umsetzung gegenüber: Lediglich 14% sind zufrieden damit, wie in ihrem Einflussbereich die Mitarbeiterproduktivität verbessert wird und nur 16% melden Zufriedenheit damit, wie die Ausrichtung der Ausbildung mit Unternehmenszielen und Mitarbeiteranforderungen umgesetzt wird.

Integrierte Arbeits- und AD-HOC-Lernumgebungen können in der Umsetzung der genannten Initiativen Nutzen stiften. Die aktive Präsentation von digitalen Ressourcen (Dokumente, Anleitungen, Lernmodule, Verweise, usw.), die innerhalb des aktuellen Geschäftsprozesses relevant sind, erlaubt es Anwenderinnen und Anwendern, die Effektivität und Effizienz der Wissensaneignung zu verbessern und dabei produktivitätssenkende Unterbrechungen der Arbeitsvorgänge und Prozesse zu reduzieren.

1.2 Nutzenpotenzial II: Transfer in die operative Arbeit

Viele Studien weisen darauf hin, dass ein überwiegender Teil der Kompetenzen, die Wissensarbeiter für ihre täglichen Aktivitäten benötigen, nicht in formalen Ausbildungen vermittelt, sondern in nicht-formalen Prozessen am Arbeitsplatz aufgebaut werden. Die Aneignung von Kompetenzen und

Wissen erfolgt dabei oft im Rahmen von informellen Besprechungen, E-mail-Korrespondenz, Listen von relevanten Webseiten, Buchempfehlungen oder Ähnlichem. Den nicht-formalen Prozessen wird ein großer Einfluss auf die Arbeitsleistung nachgesagt: Cross sieht in [3] den Einfluss formaler Ausbildung auf den Wissenserwerb für die Arbeitstätigkeit lediglich bei 10 bis 20%. Begründet wird dies unter anderem damit, dass der Transfer zwischen den gelernten Inhalten und den Anforderungen des Arbeitsplatzes nur unzureichend stattfindet.

Integrierte Lern- und Arbeitssysteme setzen hier an, da sie die Wissensaneignung am IT-basierten Arbeitsplatz durch Präsentation geeigneter Ressourcen unterstützen. AD-HOC Umgebungen, die z. B. über ein Modell der Anwendungsdomäne verfügen, innerhalb derer ein Wissensarbeiter aktiv ist, können aufgrund des aktuellen Aktivitätskontexts Rückschlüsse ziehen, welche Ressourcen im gegenwärtigen Moment für einen Wissensarbeiter den größten Nutzen darstellen. Sie tragen damit zur Minimierung der Transferhindernisse zwischen der Aneignung und Anwendung von Wissen bei.

1.3 Nutzenpotenzial III: Transfer angepasst an Benutzerkompetenzen

Beim effizienten Transfer von Wissen innerhalb informeller Prozesse (z. B. in persönlicher Kommunikation) berücksichtigt der Wissensverteiler typischerweise die Kompetenzen und die Erfahrungen seines Gegenübers. Dabei werden einem Anfänger Grundlageninformationen vermittelt und der Lernprozess explizit gesteuert. Anders in der Situation eines Experten: diesem werden die Unterschiede zu bekannten Sachverhalten aufgezeigt und der Lernprozess nicht grundsätzlich beeinflusst. Genau diese Adaptierfähigkeit des Wissenstransfers durch Menschen macht sie so beliebt und effizient.

Um es einer IT-basierten AD-HOC Umgebung zu ermöglichen, ähnlich flexibel auf ihren Benutzer eingehen zu können, benötigt das System Informationen über seinen persönlichen Kontext, seine Erfahrungen und Kompetenzen. Hierzu können Historien von Dokumenterstellungen, durchgeführte Lernmodule, explizite Skill-Matrizen, usw. herangezogen werden.

Die drei eingeführten Nutzungspotentiale von integrierten Arbeits- und Lernumgebungen definieren implizit eine Vielzahl an Herausforderungen an IT-basierte Systeme, welche diese Integration unterstützen bzw. in virtuellen Umgebungen überhaupt erst ermöglichen. Um die Notwendigkeit des Einsatzes von semantischen Technologien in diesem Anwendungsfall zu demonstrieren, konzentrieren wir uns hier ausschließlich auf die Herausforderung, den *Benutzerkontext* in seiner Vielschichtigkeit zu erfassen und als Suchanfrage gegenüber dem organisationalen Gedächtnis einsetzen zu können.

2 Die Rolle des Benutzerkontexts bei der Integration von Arbeiten und Lernen

Anwender in wissensintensiven Tätigkeiten sind im Wesentlichen mit drei unterschiedlichen Kontexten in ihrer Arbeitsumgebung konfrontiert.

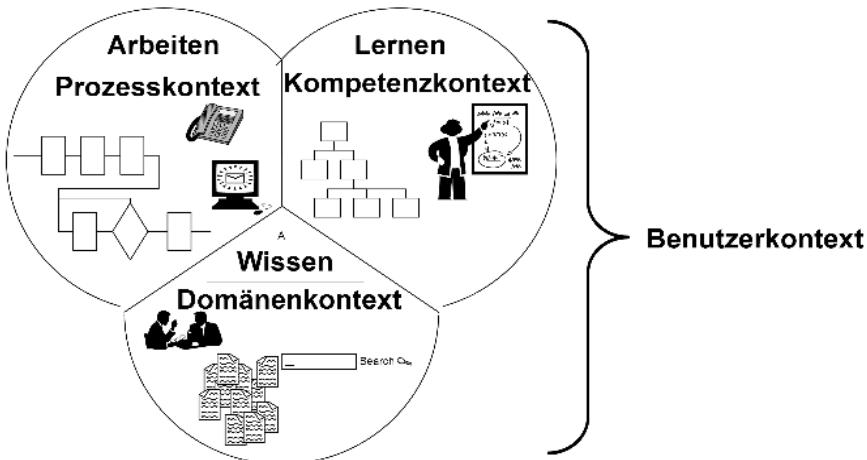


Abb. 1. Benutzerkontext zusammengesetzt aus den Kontexten der „3spaces“

Das sind: Erstens der Kontext, der durch die Arbeitsprozesse des Anwenders bestimmt ist. Zweitens der Kontext, der durch den Inhalt des Wissensmanagementsystems mit dem Erfahrungswissen und Domänenwissen einer Organisation definiert wird. Drittens durch den Kontext des Lernsystems, das die Struktur der Lerninhalte widerspiegelt. Diese drei unterschiedlichen Arbeitskontakte werden in [12] durch das abstrakte Konzept der „3spaces“ integriert und beschrieben (vgl. Abbildung 1). Die Integration von Arbeiten und Lernen zielt nun darauf ab, den *Benutzerkontext* so zu formalisieren, dass es dadurch möglich wird, die Aktivität und den aktuellen Arbeitskontext auszuwerten und in Beziehung zu setzen zu den Kontexten der „3spaces“.

2.1 Benutzerkontext im Überblick

Analog zu den Kontexten der 3spaces zeichnet sich in der Literatur zu Benutzerkontexten eine strukturelle Unterteilung in zumindest drei unterschiedliche Kontextbereiche ab. Das Kontextschema, das [13] vorsieht, besteht aus drei Kategorien, die an die Anforderungen aus den Gebieten eLearning, geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement und Anwen-

derkontext angelehnt sind. Die erste Kategorie deckt *persönliche Kontextinformationen* ab (erworbenes Wissen, Kompetenzen und Ziele sowie Präferenzen bezüglich der Präsentation von Ressourcen). Die zweite Kategorie dient dazu, *organisationale Informationen* wie Organisationseinheit, Rolle, Prozessschritt oder Aufgabe zu beschreiben. Die *technischen Aspekte* des Benutzerkontexts wie Hardware und Software am Arbeitsplatz werden durch die dritte Kategorie abgedeckt.

Nach [4] müssen kontextsensitive Systeme Informationen über die *Umgebung* eines Benutzers, den aktuellen *kognitiven Status*, das *Anwenderverhalten* und *langfristige Eigenschaften* wie Alter, Wissensstand und Interessen berücksichtigen. In Klemkes Typologie von Kontextinformationen [6], die sich auf eine Analyse unterschiedlicher Ansätze zum Thema Kontext in der Domäne Information Brokering stützt, werden die unterschiedlichen Dimensionen von Arbeitskontexten nach *Domänenkontext*, *persönlichen Kontextinformationen*, *organisationalen Kontextinformationen* und *physischen Kontextinformationen* (Ort, Zeit) kategorisiert.

Für die Software-Architektur FRODO wird der Benutzerkontext aus den Elementen *Aufgabe*, *Rolle* (Position in der Organisationsstruktur) und *Person* modelliert [16]. Eine Menge von Aufgaben bildet das Geschäftsprozessmodell. Rollen in der Organisation sind durch Rollenprofile beschrieben. Persönliche Profile bestehen aus Rollenprofilen sowie aus individuellen Anteilen, in denen „Annahmen“ über die Fähigkeiten beziehungsweise Erfahrungen einer Person verwaltet werden. Aufgaben und Rollen sind notwendige Informationen zugeordnet, die für die Erfüllung der Aufgabe relevant sind.

Dieser Beitrag folgt den oben skizzierten Forschungsergebnissen, wobei für die verschiedenen Kontextbereiche, die folgende Terminologie eingeführt wird:

- Der *Prozesskontext* ist durch die Art und den Status der aktuellen Arbeitsaktivität definiert. Die Aufgabe des Benutzers und Verantwortlichkeiten durch die Rolle in der Organisation sind ebenfalls in diesem Kontextbereich subsumiert.
- Das Fachgebiet, innerhalb dessen die Tätigkeit der Benutzer ausgeführt werden soll, prägt den *Domänenkontext*. Dieser Kontextbereich zeichnet sich durch einen großen Einfluss auf die Wissensbasis, insbesondere auf das Vokabular der verwendeten Konzepte, aus.
- Der *Kompetenzkontext* repräsentiert die persönlichen Kontextinformationen. Hier spielen Fähigkeiten und Kompetenzen von Benutzerinnen und Benutzern eine wesentliche Rolle.¹

¹ Für eine Diskussion des Kompetenzbegriffes aus der Qualifikationsperspektive siehe den Beitrag von Sauberer in diesem Band.

In der Literatur sind oftmals physikalische Eigenschaften (Ort, Zeit, Ausstattung mit elektronischen Werkzeugen etc.) Bestandteil der Kontextinformation. Diese sind allerdings nicht Benutzern in ihrer aktuellen Arbeitssituation zugeordnet, sondern stellen einen gleichsam von außen wirk samen Rahmen dar. Dieser Rahmen kann generisch modelliert werden, so dass er in einem konkreten Anlassfall zu der Information der Kontextbereiche hinzugefügt werden kann.

Die drei Kontextbereiche Prozesskontext, Domänenkontext und Kompetenzkontext werden im weiteren Verlauf dieses Beitrags skizziert und hinsichtlich der technischen Herausforderungen untersucht, die sich in der Realisierung mit Technologien des Semantic Web ergeben können.

2.2 Prozesskontext

Arbeitsprozesse setzen sich aus einzelnen manuellen und automatischen Aktivitäten zusammen. Diese stellen die kleinsten logischen Einheiten eines Prozesses dar und sind (menschlichen oder digitalen) Akteuren zugeordnet, die für die Durchführung der Aktivität verantwortlich sind. Akteure benötigen oftmals spezifische Ressourcen, um eine Aktivität durchführen zu können. Diese Ressourcen sind implizite und wichtige Bestandteile der Aktivität, werden allerdings in seltenen Fällen explizit modelliert. Analog werden innerhalb einer Aktivität Ressourcen produziert, die ebenfalls nur implizit modelliert sind, obwohl sie in weiteren Aktivitäten Anwendung finden und Nutzen stiften. Notwendige und produzierte Ressourcen von Aktivitäten erzeugen somit in einer prozessorientierten Organisation zusätzlich zu der Prozessinfrastruktur eine Wissensinfrastruktur.

Die Modellierung von Wissensinfrastrukturen zusätzlich zu Prozessbeschreibungen kann mit Mitteln des Semantic Web unterstützt werden. Die notwendigen und produzierten Ressourcen zu einer Aktivität werden durch RDF Aussagen beschrieben². Der ebenfalls in RDF modellierten Aktivität werden Objekteigenschaften zugewiesen, die notwendige (Input) und produzierte (Output) Ressourcen kennzeichnen. Abbildung 2 zeigt diesen Zusammenhang in der Notation UML³.

² Für eine detaillierte Beschreibung von RDF-Aussagen siehe den Beitrag von Birkenbihl in diesem Band.

³ UML: Unified Modeling Language, siehe www.uml.org

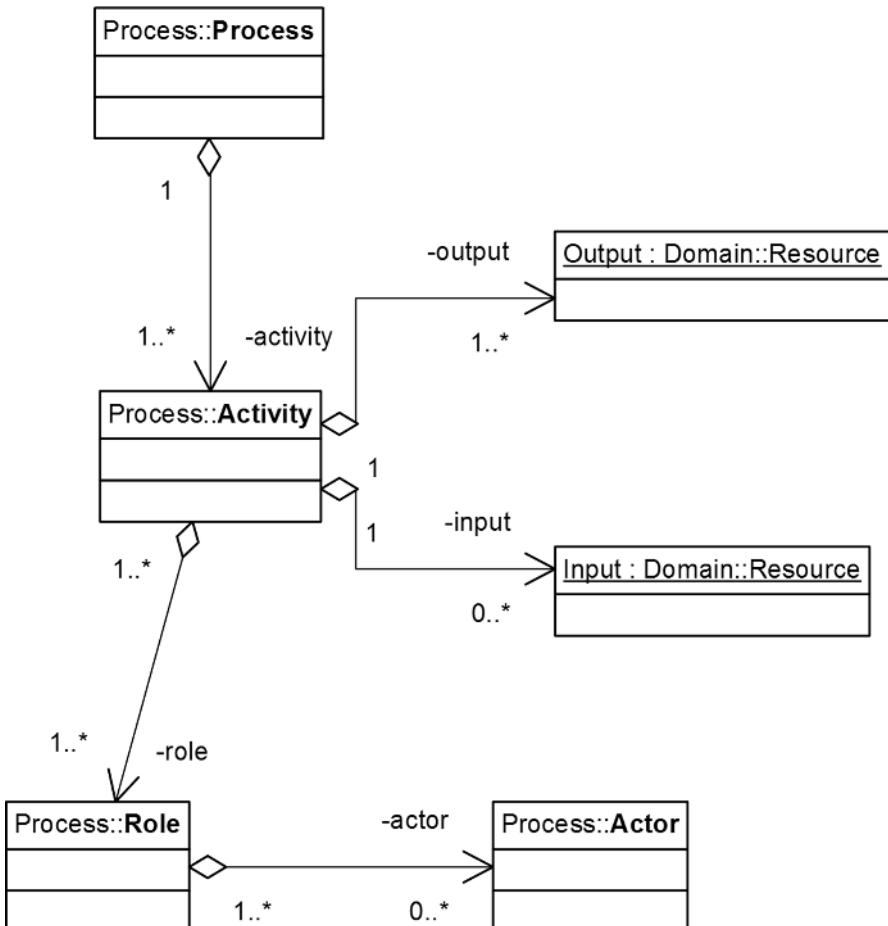


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Aktivität und Elementen der Wissensinfrastruktur

2.2.1 Technische Herausforderungen

Aus technischer Sicht bleiben, trotz der Anwendung von Semantic Web Technologien zur Beschreibung von Aktivitäten, Fragen bezüglich der Realisierung offen, die wir nachfolgend darstellen wollen.

Aktivität identifizieren: Aktivitäten von Wissensarbeitern können durch Workflow Management Systeme (WFMS) überwacht werden. WFMS überwachen die Tätigkeiten von Anwendern und interagieren mit diesen entsprechend der Prozessdefinition. Die Eignung von WFMS zur Identifikation von Aktivitäten und deren Wissensbedarf ist allerdings reduziert, wenn die aktuelle Tätigkeit eines Anwenders in keinem Prozess abgebildet ist oder der Prozess zu komplex oder zu dynamisch ist, um formal modelliert zu

werden. Eine mögliche Lösung für AD-HOC Umgebungen besteht darin, Redundanzen in der Form von weiteren Informationsquellen für die Identifikation des Wissensbedarfs vorzusehen. Zu den redundanten Informationsquellen gehören die Arbeitsdomäne und persönliche Kontextinformationen der Wissensarbeiter, die in nachfolgenden Abschnitten diskutiert werden.

Kollaborationen ermöglichen: Für die Durchführung einer Aktivität sind Wissensarbeiter oftmals auf die Zusammenarbeit mit anderen Akteuren angewiesen. Die Identifikation von menschlichen Akteuren lässt sich strukturell realisieren, wenn das Konzept der „Ressource“ erweitert wird, um sowohl Dokumente als auch menschliche Akteure (Personen) aufzunehmen. Dokumente und Personen werden als Unterklassen von Ressourcen definiert. Abbildung 3 stellt diese Beziehung grafisch als UML Diagramm dar.

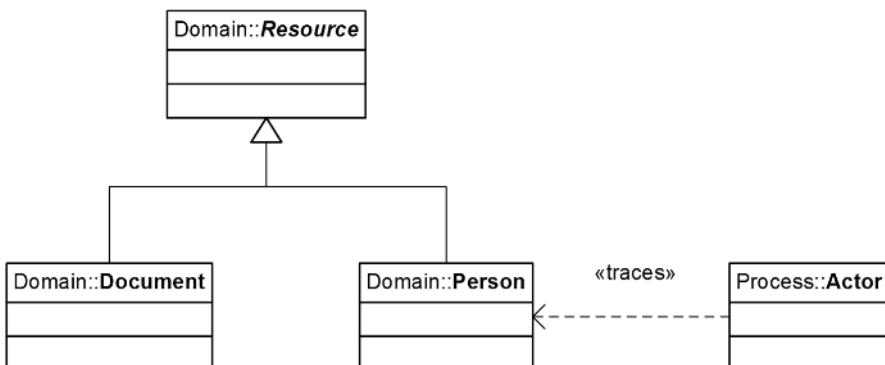


Abb. 3. Beziehung zwischen menschlichen Akteuren und Dokumenten zu Ressourcen als Diagramm

Personen oder Ressourcen können nun kontaktiert oder konsumiert werden, wenn die Aktivität instanziert wird. Die Unterstützung der eigentlichen Kollaboration kann durch Werkzeuge wie Projekträume unterstützt werden, die über semantische Web Services veröffentlicht und orchestriert werden⁴.

2.3 Domänenkontext

Domänenontologien stellen eine Strukturierung von Wissens- oder Fachgebieten nach Konzepten und deren Beziehungen und Bedeutungen dar. Domänenontologien sind in der Regel formalisierte und kodifizierte Überküpfte von Gruppen von Domänenexperten bezüglich eines spezifischen

⁴ Für eine vertiefende Betrachtung siehe auch die Beiträge von Bernardi et al., Fill et al. und Polleres et al. in diesem Band.

Domänenwissens. Die Formalismen können verwendet werden, um den Arbeitskontext von Wissensarbeitern anzureichern.

Anhand eines Beispiels aus dem Bereich der Erhebung von Anforderungen an Softwaresysteme (Requirements Elicitation RE) soll diese Anreicherung exemplifiziert werden. Die Aktivitäten, die Entwicklungingenieure während ihrer Tätigkeiten im RE-Prozess auszuführen haben, sind durch das Prozessmodell vorbestimmt. Aktivitäten sind außerdem möglicherweise Werkzeuge und Ressourcen zugeordnet (beispielsweise im RESCUE Prozess, siehe [5]). Der Entwicklungingenieur arbeitet innerhalb einer Wissensdomäne, für die das Softwaresystem entwickelt werden soll. Das Domänenwissen ist orthogonal zu der Wissensinfrastruktur, die durch den Arbeitsprozess definiert ist. Eine AD-HOC Arbeitsumgebung, die den Entwicklungingenieur unterstützen soll, berücksichtigt die Vorgaben aus den Arbeitsprozessen und wertet gleichzeitig die Anwendungsdomäne aus, um solche Ressourcen zu wählen und zu präsentieren, die der Anwendungsdomäne des Wissensarbeiters am besten entsprechen.

Die Anwendung von Domänenontologien ist in aktuellen kontextbewussten Arbeitsumgebungen durchaus üblich: Die Arbeitsumgebung des Systems Learning in Process (LIP⁵) ist beispielsweise durch eine Anzahl von Ontologien beschrieben, wobei der Domänenontologie (Unternehmensumfeld) eine wesentliche Rolle zukommt [13]. Das System FRODO⁶ nutzt Domänenontologien, um die Terminologien für Interessensgebiete, Erfahrungen und Ressourcen (Informationsobjekte) zu vereinheitlichen [16].

2.3.1 Technische Herausforderungen

Relevante Ressourcen finden: Eine Herausforderung von AD-HOC Umgebungen besteht darin, innerhalb einer potenziell sehr großen Menge von Ressourcen diejenigen zu identifizieren, die inhaltlich den Anforderungen des Wissensarbeiters entsprechen. In der Terminologie der „3spaces“ bedeutet das: Der Anwenderkontext des Wissensarbeiters ist durch Konzepte aus der Domänenontologie bestimmt. Die Inhalte des Wissensmanagement müssen daraufhin nach den Ressourcen durchsucht werden, die die Konzepte des Anwenderkontexts bestmöglich widerspiegeln. Technologien des Semantic Web können zur Erleichterung der Suche verwendet werden. Dazu zählen unter anderem Verfahren und Techniken der Textanalyse und des Information Retrieval (IR), um die Inhalte der Wissensbasis auszuwerten und zugänglich zu machen⁷.

Metadaten erzeugen und hinzufügen: Metadaten werden in der Regel verwendet, um Inhalte mit beschreibenden Konzepten zu annotieren und

⁵ <http://www.learninginprocess.com/>

⁶ <http://www.dfki.de/frodo/>

⁷ Für eine vertiefende Behandlung siehe den Beitrag von Granitzer in diesem Band.

so aufzuwerten. Ziel ist es, die Suche nach Inhalten durch die Angabe von semantischen Annotationen zu erleichtern. Abecker et al. [1] präsentieren das System KnowMore⁸, das Anwender in wissensintensiven Tätigkeiten unterstützt, die im Allgemeinen durch geringen Formalisierungsgrad des zugrunde liegenden Workflows ausgezeichnet sind. KnowMore offeriert Wissensarbeitern proaktiv Ressourcen für den aktuellen Arbeitsschritt und produziert beim Erzeugen und Speichern von Ressourcen automatisch Kontextinformationen in der Form von Metadaten⁹.

2.4 Kompetenzkontext

Wir orientieren uns für dieses Kapitel an der Taxonomie von Kontextdaten für anwender-adaptive Systeme von Kobsa et al. [7]. Darin werden unter Anwenderdaten alle Informationen und Annahmen subsumiert, die dem System bezüglich der Person des Anwenders zur Verfügung stehen. Dazu gehören Wissen und Kompetenzen des Wissensarbeiters (domänenabhängige und domänenunabhängige Fähigkeiten) sowie Interessen und Ziele. Im Weiteren gehen wir besonders auf die Handhabung der Kompetenzen ein.

Personen haben in zurückliegenden Aktivitäten nachweisbare Leistungen erbracht. Diese Leistungen erlauben Rückschlüsse über die zugrunde liegenden (Basis-)Kompetenzen der Person. Kompetenzen sind persönliche Eigenschaften, die per se nicht messbar sind, sondern sich nur in Form von beobachtbaren Leistungen ausdrücken. Kompetenzen und Interessen von Wissensarbeitern lassen sich daher nicht unmittelbar durch Beobachtung ermitteln. Zur Lösung dieses Problems schlagen Ley und Albert [8, 9] die Kompetenz-Performanz Matrix vor, ein formales Modell, das die Leistungen (Performanzen) und Kompetenzen in einer Wissensdomäne einander gegenüberstellt und eine wechselseitige Abbildung erlaubt. Dieses formale Gerüst lässt sich beispielsweise im Personalmanagement anwenden, um die Initiativen der Personalentwicklung an die Unternehmensstrategie anzuknüpfen (vgl. [11]).

Zwischen Kompetenzen bestehen komplexe Beziehungen, die sich auf Voraussetzungsbeziehungen und Spezialisierungsbeziehungen zurückführen lassen (vgl. [15]). Eine Kompetenz „Modellierung mit RDF“ stellt beispielsweise eine Voraussetzung für die Kompetenz „Schemamodellierung mit RDFS“ dar. Die Kompetenz „Ontologieentwicklung mit OWL Full“ stellt hingegen eine Spezialisierung der generelleren Kompetenz „Entwicklung von Ontologien“ dar. Konzepte, die zur Beschreibung von Kompetenzen und Performanzen verwendet werden, müssen sich – um Vergleichbarkeit sicherstellen zu können – an der Ontologie der Wissensdomäne

⁸ <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo/knowmore.html>

⁹ Siehe dazu auch den Beitrag von Reif in diesem Band.

orientieren (siehe oben). Unter Berücksichtigung dieser Aspekte lassen sich Kompetenzen wie in Abbildung 4 modellieren.

Die AD-HOC Umgebung kann dann ausgehend von den Performanzen auf die Kompetenzen eines Wissensarbeiters schließen. Sind nun Ressourcen und Kompetenzen einander zugeordnet, kann das AD-HOC System eine kompetenzgesteuerte Auswahl von Ressourcen für Wissensarbeiter durchführen. Die offenen technischen Fragen und Herausforderungen, die sich daraus ergeben können, sind nachfolgend dargestellt.

2.4.1 Technische Herausforderungen

Identifikation und Eigenschaften von Kompetenzen: Die Beobachtung von Wissensarbeitern mit dem Ziel, Kompetenzinformationen abzuleiten, ist sehr komplex. Die Kompetenzen können Anwendern zugeordnet werden, wenn die Datenstruktur für das Anwenderprofil entsprechende Einträge vorsieht. Schmidt [13] präsentiert ein RDFS-basiertes Datenmodell, das eine Zuordnung von Anwenderprofilen zu Kompetenzen, Prozessen, Rollen und Organisationseinheiten erlaubt. Die Ermittlung von Ressourcen, die für den Kompetenzstand eines Wissensarbeiters geeignet ist, erfolgt in einer Kompetenzlücken-Analyse (competency gap analysis). Sicilia präsentiert in [15] eine Ontologie-basierte Modellierung von Kompetenzen und einen Algorithmus, der eine solche Analyse durchführt und notwendige Ressourcen identifiziert.

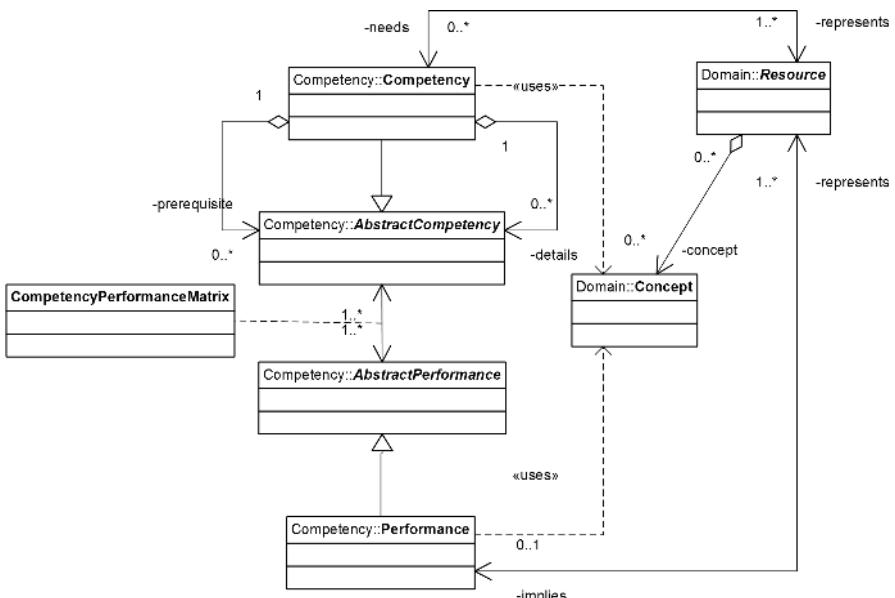


Abb. 4. Beziehungen zwischen Kompetenzen und Performanzen in UML

Die Messung der Verbesserung von Kompetenzen ist ebenfalls eine komplexe Herausforderung. Das System muss hierfür in der Lage sein, ausgehend von Beobachtungen des Anwenders, zu schließen, dass eine bestimmte Performanz zu einer Veränderung einer Kompetenz führen muss. Semantische Technologien, die diese Schlussfolgerungen möglich machen, sind RDFS und OWL. Damit ist es möglich, Reasoning (Schlussfolgerungen) durchzuführen und die Semantik von Informationen auszu nutzen¹⁰.

Persönliche Ziele ableiten: Eine weitere Herausforderung aus technischer Sicht betrifft die Ableitung von Zielen von Wissensarbeitern. Schwarz und Roth-Berghofer beschreiben in [14] unterschiedliche Abstraktionsniveaus von Anwenderaktivitäten (Arbeitsplatz, Anwenderaktion, Aufgabenkonzept und Prozess) wie sie im Projekt EPOS¹¹ genutzt werden. Aus Aktivitäten auf dem Niveau der Aufgabenkonzepte oder der Prozesse schließt EPOS auf die Ziele der Anwender und stellt diese vorher modelliertem, generischem Informationsbedarf gegenüber, um Ressourcen auszusuchen und anzubieten.

Präsentation von Ressourcen: Ausgehend von obigen Beobachtungen, wird die nächste Herausforderung sichtbar: die bestmögliche Präsentation von Ressourcen, so dass die Gestaltung und Strukturierung der angezeigten Inhalte den Präferenzen des Wissensanbieters entspricht. Diese Problematik ist wohl nur dann befriedigend lösbar, wenn das System mentale Modelle von Anwendern vorsieht und implementiert¹².

Fazit

In diesem Kapitel wurden Anwendungsmöglichkeiten der Technologien des Semantic Web bei der Integration von Arbeiten und Lernen vorgestellt und hinsichtlich der technischen Herausforderungen diskutiert. Fokuspunkt der Betrachtungen war hierbei der Kontext von Wissensarbeitern. Betrachtet man die Kontexte, die durch Geschäftsprozesse, Domänenwissen und persönliche Kompetenzen aufgespannt werden, fällt auf, dass sich diese durch abnehmenden Grad der Strukturiertheit auszeichnen. Domänenontologien sind in der Regel weniger stringent formalisiert als Geschäftsprozesse (Ausnahmen davon sind Domänen von sehr geringer bis

¹⁰ Für eine Auseinandersetzung mit dem Thema Reasoning siehe den Beitrag von May in diesem Band.

¹¹ www.dfki.de/epos/

¹² Für eine Diskussion mentaler Modelle siehe den Beitrag von Kienreich und Strohmaier in diesem Band, der mit seiner Untersuchung den Bogen zwischen impliziten Wissen und der Informationstechnologie spannt.

geringer Komplexität, die für unsere Betrachtungen aber keine maßgebliche Rolle spielen). Die persönlichen Kontextinformationen insbesondere die Kompetenzen von Wissensarbeitern sind noch loser strukturiert und formalisierbar als das Domänenwissen. Die Technologien des Semantic Web, die zur Unterstützung angewendet werden können, sind jedoch für das Domänenwissen komplexer als für das Prozesswissen und für persönliche Kontextinformationen wiederum komplexer als für Domänenontologien. Der Aufwand, der sich durch die Anwendung zusehends komplexer werdender Technologien ergibt, sollte mit den möglichen Nutzenpotenzialen abgeglichen werden, die durch die Realisierung eines entsprechenden Softwaresystems ausgeschöpft werden sollen.

Danksagung

Das Know-Center wird als Kompetenzzentrum innerhalb des Österreichischen Kompetenzzentrenprogramms Kplus (www.kplus.at) unter der Schirmherrschaft des Österreichischen Ministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

Literatur

1. A. Abecker, A. Bernardi, H. Maus, M. Sintek, and C. Wenzel. Information supply for business processes: coupling workflow with document analysis and information retrieval. In: *Knowledge-Based Systems*, 13(5), 271–284, 2000.
2. H. Brakeley, P. Cheese, and D. Clinton. The High Performance Workforce Study 2004. Research Report, *High Performance. Delivered*, Accenture, 2004
3. J. Cross. Informal Learning – The Other 80%. In: *Internet Time Group*: www.internettimetime.com/Learning/The%20Other%2080%25.htm, aufgerufen November 2005.
4. A. Jameson. Modelling Both the Context and the User. In: *Personal and Ubiquitous Computing*, Springer Verlag 5(1), London, 29–33, 2001.
5. S. Jones, and N.A.M. Maiden. RESCUE: An Integrated Method for Specifying Requirements for Complex Socio-Technical Systems. In: J. Mate, and A. Silva (Hrsg.) *Requirements Engineering for Sociotechnical Systems*, Idea Group, 2004.
6. R. Klemke. *Modelling Context in Information Brokering Processes*, Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, 2002.
7. A. Kobsa, J. Koenemann, and W. Pohl W. Personalised hyper-media presentation techniques for improving online customer relationships. In: *The Knowledge Engineering Review* 16(2). Cambridge University Press, 111–155, 2001.
8. T. Ley, and D. Albert D. Identifying Employee Competencies in Dynamic Work Domains: Methodological Considerations and a Case Study. In: *Journal of Universal Computer Science* 9(12), 1500–1518, 2003.

9. T. Ley, Dand . Albert. Kompetenzmanagement als formalisierbare Abbildung von Wissen und Handeln für das Personalwesen, Wissensmanagement - psychologische Perspektiven und Redefinitionen. In: T. Wehner, and M. Dick (Hrsg.) *Wirtschaftspsychologie Themenheft*, Pabst Science Publishers, 5(3), 86–93, 2003.
10. S.N. Lindstaedt. Integration von Arbeits- und Lernprozessen. In: *Fachtagung der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Arbeit und Frauen*, BBJ-Verlag, 55. Schriftreihe, 269–272, 2002.
11. S.N. Lindstaedt, J. Farmer, and T. Ley. Betriebliche Weiterbildung. In: J. Haake, G. Schwabe, and M. Wessner (Hrsg.) *CSCL-Kompendium - Lehr- und Handbuch für das computerunterstützte kooperative Lernen*, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2004.
12. S.N. Lindstaedt et al. *Advanced Process-Oriented Self-Directed Learning Environment APOSDE*, Integrated Project proposal, IST Call 4, FP6-2004-IST-4, 2005.
13. A. Schmidt. Kontextgesteuertes Lernen in Unternehmensumgebungen: Der Learning-In-Process-Ansatz. In: *Deutsche e-Learning Fachtagung der Gesellschaft für Informatik (Delfi 04)*, Paderborn, 2004
14. S. Schwarz, and T. Roth-Berghofer. Towards Goal Elicitation by User Observation. In: *Proceedings of the FGWM 2003 Work-shop on Knowledge and Experience Management*, Karlsruhe, 2003.
15. M. Sicilia. Ontology-Based Competency Management: Infrastructures for the Knowledge-Intensive Learning Organization. In: M. Lytras, and A. Naeve (Hrsg.) *Intelligent Learning Infrastructure for Knowledge Intensive Organizations: A Semantic Web Perspective*, Information Science Publishing, 2005.
16. L. van Elst, A. Abecker, and H. Maus. Exploiting User and Process Context for Knowledge Management Systems. In: *Workshop on User Modelling for Context-Aware Applications at the 8th International Conference on User Modeling*, Sonthofen, 2001.

Semantic Desktop – Der Arbeitsplatz der Zukunft

Leo Sauermann

Knowledge Management Department, German Research Center for Artificial Intelligence DFKI GmbH, Kaiserslautern, Deutschland;
leo.sauermann@dfki.de

Zusammenfassung: Der Arbeitsplatz der Zukunft wird anders sein als der heutige Status Quo, die Änderungen finden auf verschiedenen Ebenen statt: Technik, Informationsrepräsentation und soziale Verhaltensweisen. In diesem Kapitel werden aktuelle Ansätze aus verschiedenen Forschungsgebieten beschrieben und kombiniert, von Semantic Web bis zu Visualisierung. Semantische Technologien ermöglichen es, die bestehenden Daten eines Benutzers neu zu interpretieren und zu verwenden, dabei bringt die Kombination von Semantic Web und Desktop Computern besondere Vorteile, ein Paradigma, das unter dem Titel *Semantic Desktop* vorgestellt wird.

1 Einleitung

Paul arbeitet gerade an einem neuen, anspruchsvollen Projekt: seine Organisation will eine neue Filiale in Rom, Italien, eröffnen. Er kann aus seiner langen Erfahrung mit ähnlichen Projekten in der Türkei und Griechenland schöpfen und das Produkt hat auch noch einen attraktiven Markt. In seinem Terminkalender verwaltet er die nötigen Termine inklusive des Eröffnungstages der Filiale. Seine Emails mit den lokalen Partnern hat er alle aufbewahrt und organisiert, die organisationsinterne Datenbank enthält auch noch viel Information und Tim, sein Assistent, hilft ihm bei der Planung. Auch sein Partner Peter, mit dem er schon ähnliche Projekte durchgeführt hat, ist von der Idee begeistert und sie tauschen sich regelmäßig über den Projektfortschritt aus. Nur ein Problem beschäftigt Paul: Er verwendet viele verschiedene Systeme, um die Informationen aufzuzeichnen und er kann seine Emails nicht in die Planung miteinbeziehen. Auch ist es schwierig, Peter eine Übersicht des Projektes zu geben, denn sie sind beide Sturköpfe und bestehen auf jeweils unterschiedliche Ablage- und Kategorie-Systeme. Doch außer dass der Termin sich immer wieder verzögert, deutet alles auf ein interessantes Projekt hin.

So werden seit etwa 2000 Jahren Projekte durchgeführt. Der erwähnte Paul, auch als Paulus bekannt, Timotheus und Petrus (der später als der erste Papst bezeichnet wurde) sind Teil der Weltgeschichte. Ihre Filiale besteht heute noch und ist unter dem Namen Petersdom bekannt. Nur Emails gab es damals noch nicht. Die organisationsinterne Korrespondenz ist uns aber erhalten geblieben. Es sind die Briefe des Paulus und Petrus. Bei der Betrachtung dieser Briefe fällt uns auf, dass sich an der Arbeitsweise bis heute nicht viel verändert hat. Es geht um Mitarbeitermotivation, klare Führungsstrukturen, die gemeinsame Vision und das Ziel des Unternehmens.

Nun, hätte es damals bereits Computer gegeben, wäre sicherlich die Kommunikation schneller und das Diktieren der Briefe einfacher gewesen. Aber das Problem, eine gute Übersicht zu vermitteln, Information strukturiert aufzuzeichnen und weiterzugeben bleibt immer noch bestehen. Computer arbeiten als dokument-zentrierte Maschinen und haben dem Papier (aus Sicht des Wissensmanagements) per se nicht viel voraus. Wir geben Text ein, schicken ihn per Email weiter, wo dieser wiederum als Text gelesen wird. Suchmöglichkeiten, Indexe und Ontologien hat es in der Bibliothek von Alexandria auch schon gegeben, sie sind also „nichts Neues unter der Sonne“.

In diesem Kapitel wird gezeigt, wie der Arbeitsplatz der Zukunft aussehen könnte und wo das Semantic Web neue Möglichkeiten eröffnet. Dabei werden Technologien, Produkte und wissenschaftliche Erkenntnisse vorgestellt, die heute bereits existieren, und deren mögliche Auswirkungen auf die nächsten Jahre skizziert. Wir werden Paul alle Mittel in die Hand geben, die er an seinem Arbeitsplatz benötigt.

Aber nicht nur Technologie, auch wirtschaftliche und kulturelle Entwicklungen haben Auswirkungen auf die Art, wie wir mit Information umgehen. Was wir aktuell in der Entwicklung des globalen *Web 2.0* und des Semantic Web sehen, hat Auswirkungen auf Büroarbeit und Desktop Computer. Wir wollen die Möglichkeiten von Volltextsuche, Klassifizierung und gemeinsamen Ontologien wie Wikipedia am Desktop nicht missen. Das Web ist Teil unseres Denkens und wird Teil des Arbeitsplatzes, die Dokumente, die wir am Arbeitsplatz erstellen, werden ein Teil des Webs.

Die nächste heranwachsende Generation ist mit dreidimensionalen Computerspielen und SMS aufgewachsen und kann kreativ mit IT agieren. Sie scheuen nicht vor Technik zurück, sondern werden diese sinnvoll verwenden. Erst durch die Kombination von *Information, Technik und sozialen Normen* können wir den Arbeitsplatz der Zukunft verstehen.

2 Wenn der Prophet nicht zum Semantic Web kommt, muss das Semantic Web zum Propheten kommen

Wo in den letzten tausend Jahren Papier und Bleistift die Werkzeuge zur Erfassung von Information waren, sind heute „Arbeitsplatz-Computer“ das Mittel der Wahl. Der PC als Werkzeug ist das primäre Mittel der heutigen Informationsgesellschaft zur Erfassung von Information. So gut wie alles, was wir heute im Internet finden, wurde an Computern von Menschen eingegeben. Redakteure füllen Nachrichtenportale, Verkäufer erstellen Produktkataloge, Buchhalter und Controller erstellen Berichte. Wenn wir nun vom globalen Semantic Web und den semantischen Annotationen, die sich auf Web-Seiten befinden sollen, reden, wissen wir also, dass diese semantische Information von Menschen an Computern in kreativer Arbeit erstellt wird. Gerade im Bereich der OWL und RDF(S) Sprachen floss zuwenig Aufwand in die Erstellung von benutzerfreundlichen Tools, die es dem Durchschnitts-User ermöglichen, ihre Ideen und Gedanken auf „die semantische Art“ zu erfassen. Als ich im Februar 2004 einen Vortrag über den „Semantic Desktop“ vor einer Semantic Web Forschungsgruppe hielt, stellte ich dem Publikum folgende Frage: „Wer von Ihnen hat bereits seine eigenen Publikationen mit Dublin Core für das Semantic Web annotiert?“. Von den etwa zwanzig Anwesenden hoben zwei die Hand. Es fehlte hier nicht am Willen sondern an geeigneten Werkzeugen.

Es besteht also Bedarf an Werkzeugen zur Erstellung semantischer Information. Genau diese Lücke haben nun aber bereits Flickr für Photos, del.icio.us für Bookmarks oder blogger.com für persönliche Webseiten gefüllt. Sie ermöglichen es Millionen von Menschen, semantische Annotationen zu Photos oder Webseiten zu erstellen. Die Benutzerfreundlichkeit und die Einfachheit, die realisiert wurde, ist genau der Weg, den nun auch das Semantic Web am Arbeitsplatz gehen muss. Diese erfolgreichen Dienste wurden ohne RDF(S), OWL oder Inferenzmaschinen ermöglicht. Sie nutzen vielmehr einfachere Ansätze wie RSS-Feeds, „Folksonomies“ oder „Tagging“ und XML als Datenformat. Diese Ansätze werden nun oft mit dem Stichwort „Web 2.0“ beworben. Auf dem Business-Desktop vermissen wir aber noch die Heerscharen von Anwendern, die freudig Daten mit semantischer Technologie annotieren.

Ontologien, ein heißes Thema für Softwareanbieter im Bereich Wissensmanagement, haben Einzug in tägliche Arbeitsabläufe gefunden [5, 3]. Wichtig hierbei ist die Nähe des Nutzers zur Ontologie: Der User muss die Struktur, die ihm von der Ontologie ermöglicht wird, permanent in der täglichen Informationsarbeit sehen. Tools wie *USU Knowledge Miner* [14] ermöglichen es, bei der Suche Information im Kontext zu sehen, oder *On-toOffice* des Herstellers *Ontoprise* [8] binden Ontologien direkt in den täglichen Arbeitsablauf mit ein. Eine mühsam erstellte Ontologie ist völlig

nutzlos, wenn Sie nicht direkt in die tägliche Arbeit integriert ist. Wenn der Nutzer die Ontologie zur Suche verwenden, seine Dokumente darin einordnen und bei Bedarf erweitern kann, dann sind wir dem semantischen Arbeitsplatz einen Schritt näher gekommen.

Was wir heute bereits an Ontologien finden sind:

- Ontologie-Sprachen wie RDF(S), OWL und Topic Maps
- Top Level Ontologien wie SUMO, CYC oder WORDNET
- Domänen-Ontologien für Medizin, Biotechnologie, etc.
- Firmen-Ontologien definiert in Organigrammen, Web-Strukturen oder ERP Systemen
- Semantische Tools zur Annotation (Flickr, del.icio.us), die einfach zu bedienen sind.

Was uns aber noch fehlt, sind Möglichkeiten, diese Ontologien in alle täglichen Informationsabläufe einzubinden. Wie beispielsweise:

- Persönliche Ontologien – jeder Mensch hat eine individuelle Sicht auf die Welt
- Die Möglichkeit, persönliche Ontologien mit Firmen, Domänen und Top-Level Ontologien zu verknüpfen
- Die kinderleichte Benutzung dieser Technologien
- Die Integration der ersten drei Punkte in ausnahmslos alle Anwendungen, mit denen ein Individuum zu tun hat

Vor allem der letzte Punkt ist entscheidend. Ontologien bieten dem Nutzer die Möglichkeit, seine Konzepte entsprechend seiner persönlichen Sicht auf die Welt auszudrücken, eine Software-Anwendung ist für den Benutzer wie ein Fenster, durch das der Blick auf die Welt gegeben wird. Jedes dieser Fenster zeigt vielleicht einen bestimmten Ausschnitt, doch sind die betrachteten Informationen verknüpft durch die Ontologie. Im Zuge dieses Kapitels beleuchte ich, wie semantische Technologien in Desktop Anwendungen integriert werden. Web-Anwendungen wie Flickr.com oder Intranet-Portale werden nicht behandelt (dass dort aber semantische Technologien wichtig sind, wissen sie bereits).

2.1 Das persönliche Weltbild – die persönliche Ontologie

Ein Beispiel: Wenn Paul in seinem Dateisystem einen Ordner „Filiale in Rom“ erstellt, um dort sein Wissen zu diesem Thema abzuspeichern, benötigt er den gleichen Ordner im Email Programm, im Web-Browser, im Chat-Programm, in der Buchhaltung und, und, und – sie können das Beispiel selbst fortsetzen. Dem liegt ein einfaches Prinzip zugrunde: Das gedankliche Konzept „Ich eröffne eine Filiale in Rom“ und alles was dazugehört ist ein Teil von Pauls Weltbild. Da sich sein Weltbild nicht ändert,

wenn er all die verschiedenen Programme verwendet, ist das gleiche Konzept auch überall vertreten. Keines der heutigen Betriebssysteme unterstützt Ontologien, darum musste bisher in jede Anwendung diese Funktionalität extra implementiert werden. Das Prinzip der persönlichen Ontologie ist nun, dass Konzepte, die im Weltbild des Benutzers vorhanden sind, eine Entsprechung in einer formalisierten Repräsentation finden. Personen, Projekte, Orte, Firmen und Themen sind Teil dieser persönlichen Ontologie, die alle Konzepte des Benutzers erfassen soll. Wir wollen also nun die Prinzipien der *Wissensmodellierung*¹ auf die subjektive Perspektive eines einzelnen Menschen anwenden.

In den einzelnen Anwendungen soll nun auf diese persönliche Ontologie zurückgegriffen werden. Wenn Paul in seinem Email Programm die neue Kategorie „Filiale in Rom“ erstellt, findet er auch im Adressbuch, in seinem Dateisystem, etc. entsprechende Kategorien. Die Programme verstehen nun die Gedankenwelt von Paul, weil sie auf seine Ontologie zurückgreifen. Wenn Paul nun Software verwendet um Information einzugeben, wird diese Software versuchen, die neue Information mit den bestehenden Ressourcen aus seiner Ontologie zu verknüpfen. Die neue Kategorie wird mit dem Ort „Rom“ und verwandten Projekten verbunden, etwa mit „Filiale in Jerusalem“ und „Filiale in Ephesus“. Die Erfahrungen von früheren Projekten in anderen Städten und das Wissen über „Rom“ sind nun explizit als semantische Links verfügbar.

Im Forschungsprojekt EPOS „Evolving Personal to Organizational Knowledge Spaces“ haben wir uns mit der Frage beschäftigt, wie solche persönlichen Ontologien repräsentiert werden und wie daraus organisationale Ontologien entstehen können. Der Ontologie-Entwurf findet also nicht Top-Down statt, indem Experten und Führungskräfte versuchen, zu modellieren, was bereits besteht oder wie in Zukunft die Firma zu sein hat. Im Gegenteil, persönliche Ontologien entstehen Bottom-Up. In dem Moment, in dem ein neues Konzept als Gedanke entstanden ist, soll es bereits Teil der Ontologie werden.

2.2 Der Semantic Desktop als Paradigma

Unter dem Begriff *Semantic Desktop* verstehen wir einen konsequenten Einsatz von Semantic Web Technologien auf Desktop Computern. Die semantischen Funktionen sollen als integraler Bestandteil des Systems gelten, also bereits als Teil des Betriebssystems. Die verschiedenen Anwendungen können dann auf diese Technologien aufbauen, verwenden somit semantische Dienste, tragen aber auch dazu bei, das System mit Daten zu füllen und Vernetzungen zu erkennen. Semantische Technologie wird nicht mehr ein „Add-On“ sein, das nachinstalliert werden muss, sondern die Basis, auf

¹ Siehe dazu den Beitrag von Kienreich u. Strohmaier in diesem Band.

der alle Anwendungen aufbauen. Wir definieren den Semantic Desktop vorerst wie folgt [11]:

A Semantic Desktop is a device in which an individual stores all its digital information like documents, multimedia and messages. These are interpreted as Semantic Web resources, each is identified by a Uniform Resource Identifier (URI) and all data is accessible and queryable as RDF graph. Resources from the web can be stored and authored content can be shared with others. Ontologies allow the user to express personal mental models and form the semantic glue – interconnecting information and systems. Applications respect this and store, read and communicate via ontologies and Semantic Web protocols. The Semantic Desktop is an enlarged supplement to the user's memory.

Der Semantische Desktop ist also ein Computer, der Semantic Web Technologien verwendet um Informationen des Benutzers zu speichern und auf eine Art verfügbar zu machen, die den Computer zu einer Erweiterung des Gedächtnisses des Benutzers werden lässt. Ontologien und RDF bilden dabei die primären Technologien, die im Hintergrund arbeiten.

Es gibt verschiedene Ansätze um so ein System zu realisieren. In meiner ersten Arbeit über den Semantic Desktop [12] unterscheide ich zwischen monolithischen Systemen und integrativen Systemen.

Der *monolithische* Ansatz versucht, möglichst viel Funktionalität in einer integrierten Anwendung anzubieten. Ein klassisches Beispiel hierfür ist *Microsoft Outlook*: Wenn sie Outlook starten, erscheint eine Oberfläche, die Ihnen sagen will: Alles was heute zu tun ist, finden sie hier. Externe Software-Anbieter können nun ihre Anwendungen an die monolithische Applikation anpassen – als Plugin etwa.

Im *integrativen* Ansatz wird versucht, bestehende Desktop Applikationen zu erweitern und deren Funktionalität zu integrieren. *Google Desktop* ist ein typischer Vertreter dieser Richtung: Welche Applikation auch immer installiert ist, mit Google Desktop wird sie automatisch durchsucht, und in Outlook erscheint dann ein Suchfeld des Google Desktops.

Der Unterschied dieser beiden Ansätze ist auch im User-Interface festzustellen: Während Outlook üblicherweise im Vollbildschirm-Modus erscheint, ist Google Desktop nur durch eine Seitenleiste (Sidebar) vertreten oder ist nur als minimiertes Suchfeld zu sehen.

2.2.1 Aktuelle Forschungsprojekte

Wir finden beide Ansätze auch in aktuellen Forschungsprojekten. Das Open-Source Forschungsprojekt „Haystack“ kann als monolithischer Ansatz gesehen werden [9]. In diesem Projekt des MIT Computer Science and

Artificial Intelligence Laboratory wurde ein Prototyp geschaffen, der alle wichtigen Funktionen eines Semantic Desktop integriert. Das System besteht aus einer RDF Datenbank, einem generischen User-Interface und konkreten Anwendungen, die in diesem User-Interface realisiert wurden, etwa einem Email Programm. Alle Aufgaben des Wissensarbeiters sind in einer einheitlichen, benutzerfreundlichen Oberfläche integriert. Die Datenstruktur dahinter ist sauber mittels Ontologien modelliert. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in der Integration der Funktionalität: Wenn der Benutzer etwa ein Bild betrachtet, sind alle Methoden, die auf das Bild angewendet werden können, per Rechts-Click verfügbar. Alle Programme bauen auf die gleiche, integrierte Ontologie auf. Genau hier tritt aber auch der Nachteil dieses Systems zu Tage: Programmierer müssen neue Funktionalität mit der Programmierumgebung von Haystack realisieren.

Der integrative Ansatz wurde durch das Forschungsprojekt EPOS und die zugehörige Open-Source Plattform „Gnowsis“ verfolgt. Das Gnowsis Projekt hat seine Wurzeln in meiner Diplomarbeit [12] und wird mittlerweile von mir am Deutschen Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz (DFKI) betreut. Kern dieses Projektes ist der Gedanke, dass die Ideen eines Benutzers über alle Applikationen verteilt sind. Diese verteilten Informationsquellen werden nun in RDF umgewandelt und eine integrierte Sicht darauf erzeugt. Der Benutzer soll bestehende Applikationen weiter verwenden, wobei diese aber nun durch Adaptoren integriert werden. In bestehende Benutzerschnittstellen werden nur minimale Änderungen eingebaut. Dabei beschränken wir uns auf die Kernfunktionalitäten „Link“ und „Browse“, das Vernetzen von verschiedenen Ressourcen und die Anzeige der verwandten Ressourcen. Eine integrierte Desktop-Suche rundet das System ab. Der Vorteil besteht darin, dass die Benutzer weiterhin in den gewohnten Programmen arbeiten können und ihnen zusätzlich alle Informationen in der RDF Repräsentation zur Verfügung stehen, was das System attraktiv für Entwickler macht. Der Nachteil ist der technische Aufwand und die geminderte Benutzerfreundlichkeit: Nicht jede Applikation lässt sich integrieren. Selbst wenn sie integriert ist, stehen nicht unbedingt alle Funktionen zur Verfügung, die eigentlich möglich sind.

Beide Ansätze, sowohl die integrativen als auch die monolithischen, haben ihre Berechtigung. Nun besteht die Aufgabe darin, die Vorteile beider Systeme zu vereinen.

Einen Grundstein dafür legt das Projekt „NEPOMUK“, das im Jahr 2006, geführt vom DFKI, startet und dann drei Jahre lang die nötige Forschungsarbeit leisten wird um einen Semantic Desktop zu realisieren. Dabei werden zusätzlich auch die sozialen Aspekte (Kommunikation, Austausch von Dateien und Metadaten) und die praktische Anwendung untersucht. Das Projekt soll auch eine globale Gemeinschaft von Entwicklern schaffen, weshalb die Kernelemente als Open-Source Projekt realisiert

werden. Stefan Decker, der auch den Namen „Semantic Desktop“ geprägt hat, ist an diesem Projekt maßgeblich beteiligt und hat ebenso die Vision des *Networked Social Semantic Desktop* gestaltet.

2.2.2 Woraus besteht ein Semantic Desktop?

Betrachten wir nun den technischen Kern des Semantic Desktop. Ob der Ansatz integrativ oder monolithisch ist, ist dabei unwichtig, die Kernelemente bleiben dieselben. Ich vergleiche den Semantic Desktop gerne mit einem Baum, dessen Wurzeln die Daten und Ontologien des Benutzers sind. Darauf wächst ein Stamm, der diese Daten integriert. Schließlich bilden Benutzerschnittstellen und Anwendungen die für den Benutzer sichtbaren Früchte dieses Baumes (siehe Abbildung 1). Die Datenquellen bilden die unterste Schicht des Semantic Desktop. Wobei man üblicherweise Adaptoren benötigt um bestehende Systeme in das Semantic Web einzubinden: Datenbanken, Adressbücher, Dateien des Benutzers werden durch diese in das RDF Datenformat umgewandelt. Falls es aus Performance-Gründen nötig sein sollte, kann man diese Datenquellen mittels eines Desktop-Crawlers durchsuchen und in eine zentrale RDF Datenbank speichern. Derartige Datenbanken gibt es viele, wobei hierzu eine Studie von Simile einen guten Überblick über frei verfügbare RDF Repositories gibt [7]. Bei durchsuchbaren Datenquellen, wie beispielsweise SQL Datenbanken, bieten sich eher dynamische Verfahren an, wie sie etwa durch D2RQ angeboten werden [1]. Ein wichtiges Problem ist nun die Integration der heterogenen Datenquellen in ein einheitliches Ontologie-Schema². An dieser Stelle sei nur gesagt: Die automatische Integration von heterogenen Datenquellen in eine einheitliche Ontologie ist nicht so einfach. Die Probleme fangen bei den Datenquellen an und nehmen bei der einheitlichen Ontologie zu.

Was dagegen relativ einfach zu realisieren ist, ist die persönliche Ontologie des Benutzers. Wie im vorigen Abschnitt bereits besprochen, finden wir diese im Semantic Desktop an der Stelle „Personal Mental Models“. Es handelt sich hierbei um die formale Repräsentation der Dinge, Ideen, Konzepte, Personen, etc., mit denen der Benutzer zu tun hat. Ziel der Datenintegration sollte es sein, diese persönliche Ontologie automatisch mit Klassen und Instanzen zu füllen. Dabei wollen wir nicht die Simplizität von *Folksonomies* annehmen, sondern setzen bewusst auf die vollen Stärken von Ontologiesprachen wie OWL, RDF(S) oder Topic Maps. Die Briefe von Peter und Paul können analysiert werden und die Person Tim oder der Ort Rom wird automatisch extrahiert und in die Ontologie übernommen. Ein weiterer Schritt ist nun, die persönlichen Konzepte mit globalen oder

² Eine vertiefende Behandlung finden Sie im Beitrag von Reitbauer in diesem Band.

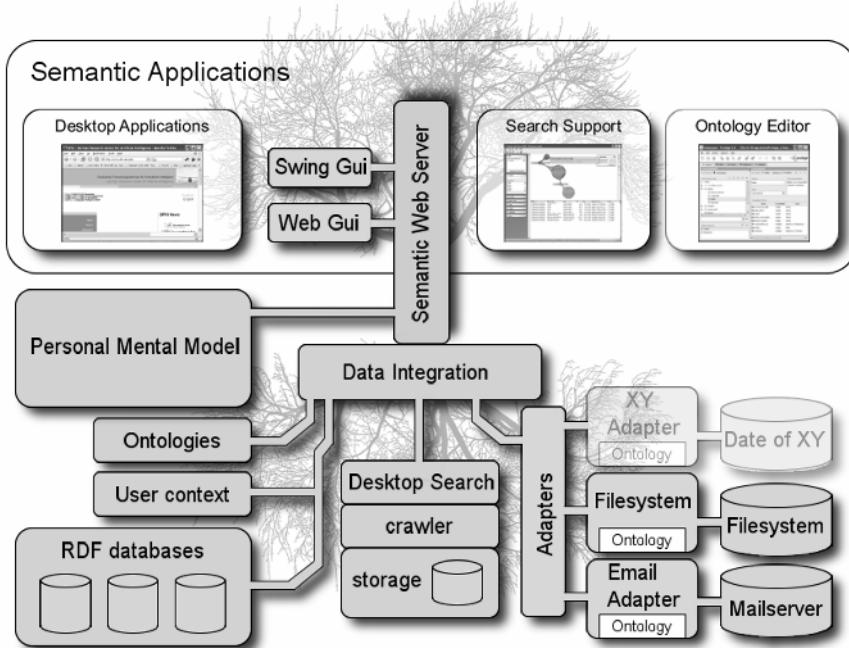


Abb. 1. Semantic Desktop Architektur

betrieblichen Ontologien zu verknüpfen. Dazu lesen sie anschließend mehr im Abschnitt über semantische Kommunikation.

Der nächste technische Schritt ist nun ein *Personal Semantic Web Server*, also das was unter dem Schlagwort „*Semantic Web Services*“ behandelt wird³, für einen einzelnen Computer. Wir schlagen vor, die Technologien, die für das globale Semantic Web entwickelt wurden, zur Inter-Prozess-Kommunikation zu verwenden. Wenn Pauls Email Programm wissen will, an welche Römer der „Brief an die Römer“ eigentlich adressiert ist, fragt es den Semantic Web Server nach möglichen Email Adressen. Diese finden sich in Pauls Ontologie als „Personen, die mit dem Projekt *Filiale in Rom* verbunden sind“. Dabei hat sich die Abfragesprache SPARQL [13] als nützlicher Standard herauskristallisiert, der mittlerweile von vielen RDF Datenbanken implementiert wird. Damit kommen wir auch schon zu den Anwendungen. Ob semantische Anwendungen nun als integrierte Oberfläche (wie etwa Protégé oder Haystack) oder als Sidebar (wie Piggybank) erscheinen, sie sollten immer mit der persönlichen Ontologie und den Datenquellen des Benutzers interagieren. Die Anwendungen müssen nicht mehr Adaptoren, Datenbank und Ontologien vereinen, sondern

³ Siehe dazu den Beitrag von Polleres et al. in diesem Band.

können mit anderen Anwendungen über die gemeinsame Datenbasis integriert werden.

2.3 Personalisierte Semi-Automatische Klassifikation: endlich mal wieder so richtig was mit künstlicher Intelligenz!

Bevor das Semantic Web seinen Hype hatte, gab es bereits in den 1980er Jahren ein anderes Phänomen, in das viel Geld und Hoffnung investiert wurde: die künstliche Intelligenz. Damals schien es nahe, dass ein Computer den Turing Test bestehen und bald *Expertensysteme* wichtige Entscheidungen in Organisationen treffen würden. Ein Ergebnis dieser Investitionen sind auch *Natural Language Processing* (NLP) Systeme, also Systeme, die Texte analysieren und die enthaltenen Worte zumindest teilweise verstehen und klassifizieren können. Ein anderes Ergebnis sind lernende Algorithmen, die auf dem Prinzip von Beispielen funktionieren. Genau solche Technologien lösen ein sehr aktuelles Problem: die Erkennung von unerwünschter *Spam Email*. Gerade hier konnten lernende Algorithmen, Sprachverständnis und Regelsysteme beweisen, dass sie von Nutzen sind. Die interessantesten Verfahren sind dabei Systeme, die eine Kombination dieser Verfahren einsetzen. Sollten sie mir ein Email an `leo@gnowsis.com` schreiben, wird diese durch ein Programm namens *Spam Assassin* gefiltert. Dieses Open-Source Programm hat gelernt, welche Emails als Spam zu klassifizieren sind und welche nicht. Diese Informationen fließen als Trainingsdaten in einen Algorithmus, der auf *Bayes'schen Netzen* aufbaut. Eine derartige Technologie kann auch zu anderen Klassifikationsaufgaben, wenn die Frage über „Spam oder nicht Spam“ hinausgeht, verwendet werden.

Denn die Frage, um die es eigentlich geht, ist die persönliche Ontologie eines jeden Benutzers. Paul hat in seiner Ontologie das Projekt „Neue Filiale in Rom“ und sein persönlicher Klassifikator muss nun lernen, wann eine eingehende Email zu diesem Projekt gehört. Dazu muss Paul den Klassifikator zuerst trainieren, indem er bestehende Dokumente zu dem Projekt hinzufügt. Genauso wie wir Spamfilter trainieren, können wir auch Konzepte unserer persönlichen Ontologie trainieren. Dabei können wir auch wieder auf die Erfahrungen aus dem Kampf gegen Email Spam zurückgreifen: Wo wir bereits Metadaten einer Nachricht nutzen (Betreff, Email Server, gefälschte Absender), werden in Zukunft alle Metadaten des Semantic Web als Trainingsdaten für Klassifikatoren dienen. Wenn ein Termin klassifiziert werden soll, kann die ganze bekannte Information aus dem Semantic Desktop herangezogen werden. Bei dem Termin „Eröffnung der Filiale, Rom“ etwa ist nicht nur Zeit und Ort annotiert, der Semantic Desktop kann auch den Kontext analysieren, in dem der Termin erstellt wurde. Hat der Benutzer eine Website über Rom betrachtet bevor er den Termin angelegt hat oder hat Paul Peter mittels seines ISDN Telefons angerufen? Der ganze

Kontext, in dem die Informations-Ressource steht, kann zur Klassifikation verwendet werden. Mehr zum Thema Kontext finden Sie im nächsten Abschnitt. Ist der Klassifikator einmal trainiert, können neue Informationen automatisch zu Konzepten in der persönlichen Ontologie zugeordnet werden. Die eingehenden Emails werden automatisch Projekten, Personen und Themen zugeordnet, aber nicht nur Emails, Termine, Dokumente und Webseiten ebenso.

Wie passiert die Klassifikation nun genau? Als erstes werden Daten benötigt, mit denen gearbeitet wird. Dabei ist der Text eines Dokumentes der Ausgangspunkt. Die Metadaten, die ein Dokument beschreiben, sind der nächste Punkt. Als drittes folgen die Daten aus dem Kontext des Dokumentes, die durch die Datenbank des Semantic Desktop gesucht werden. Zuletzt können wir auch noch Daten aus linguistischer Analyse verwenden⁴.

Am *Semantic Desktop* bestechen Klassifikationen durch einen zusätzlichen Reiz: Sie sind als Teil des Betriebssystems integriert und werden somit von allen Applikationen gemeinsam verwendet. Für einen Benutzer heißt das: Die persönliche Ontologie – einmal trainiert – wird in allen Anwendungen genutzt und Web-Dokumente im Browser, Termine, Emails, etc. werden automatisch klassifiziert, eingeordnet und mit bestehender Information verknüpft – ohne großen Aufwand für den Programmierer.

2.4 Sie dachten wirklich, Sie werden an einem Arbeitsplatz arbeiten?

Im Film „Disclosure“ (1994, auf Deutsch: „Enthüllung“) von Barry Levinson, mit Michael Douglas und Demi Moore in den Hauptrollen, spielt die entscheidende Szene zwischen den beiden (nicht was sie jetzt denken, die andere Szene) im Cyberspace: In einer virtuellen Bibliothek, dreidimensional und begehbar, befinden sich die zwei Hauptdarsteller und interagieren mit dem Informationssystem ihres Unternehmens. Dort befinden sich alle Akten, Unterlagen, Notizen, sprich: das gesamte Wissen des Unternehmens. Die Aufgabe ist delikat: Die beiden stehlen sich gegenseitig Akten und die weibliche Hauptfigur vernichtet Beweise. Obwohl sie physisch an zwei verschiedenen Arbeitsplätzen sind, sind sie sich der Gegenwart des anderen aber bewusst: Michael Douglas kann Demi Moore beobachten und erkennt ihre Handlungen. Die Entscheidung, wer nun das betriebliche Mobbing gewinnt, wird wie in einem Computerspiel erkämpft, in einer Informationswelt, entfernt von physischen Gebäuden und Strukturen.

Nun, das führt uns zu der Frage: *Sie dachten wirklich, Sie haben einen Arbeitsplatz, einen physischen Ort?* In einem Kapitel über den Arbeitsplatz der

⁴ Einen Einstieg in dieses Thema bietet der Beitrag von Granitzer in diesem Band.

Zukunft müssen wir die ganze Umgebung betrachten, in der ein Wissensarbeiter tätig ist, und nicht nur den Personal Computer und die Software darauf. Wenn ein aktuelles ISDN Telefon bei einem Anruf nicht automatisch den zugehörigen Kontakt in meinem Adressbuch öffnet, warum sollte ich es dann noch kaufen? Aktuelle IP-Telefone von Cisco (Serie 7940) greifen auf das Firmeninterne LDAP-Verzeichnis zu, um Telefonnummern nachzuschlagen, andere Datenquellen können angepasst werden. Der Arbeitsplatz endet nicht bei Computer und Telefon: eine Chipkarte, die meine Bürotür öffnet, dient auch der Arbeitszeiterfassung und ich kann damit in der Betriebs-Cafeteria einen Capuccino bezahlen (wie am Microsoft Campus in Redmond). Die Entwickler in Open-Source Projekten kommunizieren über Chat-Rooms, Instant-Messaging, Newsgroups oder was auch immer gerade nützlich ist und können so jahrelang produktiv zusammenarbeiten, physische Begegnungen finden statt, aber ein Hauptteil der Arbeit findet mittels Online-Kommunikation statt. Mobiltelefone verschmelzen mit dem Internet und werden laut Howard Rheingold's Buch „Smart Mobs“ zur „Fernsteuerung meines Lebens“ [10]. Im diesem Buch werden die Auswirkungen mobiler Kommunikation auf unser Sozialverhalten erklärt und aktuelle Entwicklungen in Japan, USA, und verschiedenen Europäischen Städten beobachtet. Barcodes, Chipkarten, und RF-ID Chips ermöglichen es, jeden beliebigen Gegenstand mit Annotationen aus dem Semantic Web zu verknüpfen, sei es nun ein T-Shirt, ein ausgedrucktes Dokument oder ein Fass mit toxischem Abfall. Die Verknüpfung von realen Orten und Gegenständen mit Information aus Wikipedia kann durch jedermann erfolgen, wie es etwa das *Semapedia* Projekt anregt (www.semapedia.org). So verstecken beispielsweise Hobby-Schatzsucher Gegenstände und suchen diese mit GPS Systemen (www.geocaching.com) und Menschen tragen ihre Wohnung, ihren Arbeitsplatz, ihre Urlaubsfotos als Positionen auf *Google Earth* ein.

All diese Entwicklungen sagen uns etwas: Das Semantische Web fängt nicht im Computer an, sondern in der realen Welt, in der wir leben und arbeiten. Diese Welt wird mit der Informationswelt des Semantic Web unzertrennlich verwoben. Im privaten Bereich geschieht dies schon seit geraumer Zeit, aber die gleiche Entwicklung wird auch in der Betriebsinformatik stattfinden. Ihr Arbeitsplatz ist nicht ein Tisch mit vier Beinen, Computer, Telefon und Lampe darauf – das ist nur der Teil des Arbeitsplatzes, den die anderen sehen. Ihr wirklicher Arbeitsplatz, der Ort an dem Sie ihre Informationsarbeit erledigen ist woanders, nämlich in den Konzepten, den Dokumenten und den Personen – sprich in der Informationswelt. Wenn Sie an ihre Arbeit denken, dann kommt Ihnen doch wohl nicht der Tisch, der Computer, das Telefon und die Lampe in den Sinn, sondern vielmehr das, was Sie täglich darauf erledigen.

Der Einsatz von Semantic Desktop und Semantic Web Technologien fängt nicht erst beim Arbeitsplatz-PC an, sondern bereits im Unternehmen,

in dem Sie arbeiten. Die Entscheidung, semantische Technologien zu verwenden, wurde nicht von einem Computer getroffen, sondern von Ihnen selbst. Genauso wird diese Entscheidung nicht beim Computer aufhören, sondern sich weiter ausdehnen auf die Mobiltelefone der Mitarbeiter und die räumlichen Markierungen in Betrieben (Raumnummern, Regale in Lagerhäusern, die Position von Gütern in der Logistik, die Position von Fahrzeugen, etc.). Der Einsatz von Ontologien endet nicht in Ihrem Call-Center oder in Ihrer Intranet-Suche, sondern wird früher oder später alle Bereiche eines Betriebs umfassen. Bezuglich des anfänglich genannten Beispiels aus dem Film „*Disclosure*“, bedeutet das: Um alle Dokumente, Projekte, Mitarbeiter, etc. eines Betriebes in einer virtuellen, dreidimensionalen Bibliothek finden zu können, müssen diese Daten zuerst einmal dreidimensional positioniert werden. Es hat doch wohl noch niemand behauptet, dass eine Ontologie nicht dreidimensional sein darf, wo doch der Mensch in einer dreidimensionalen Welt sehr gut navigieren kann? Ganz im Gegenteil, dieser Ansatz ist bei Online-Rollenspielen seit vielen Jahren bekannt: Der Spieler, der den Troll in der Höhle bekämpfen will, trifft dort auf Kollegen, die ein ähnliches Anliegen haben. Allein durch die Wahrnehmung der Anwesenheit unserer Kollegen, wenn sie am gleichen Problem arbeiten, entsteht eine Community of Practice als Nebeneffekt des virtuellen Raums. Zu genau diesem Phänomen von Online-Communities in virtuellen Welten gibt es eine Diplomarbeit von Timo Baur und aufbauende Studien [6].

Wir können durchaus Dokumentensammlungen zu bestimmten Themen nicht nur in einer Taxonomie verwalten, sondern auch ein virtuelles Zimmer als Ontologie verwenden – mit dem Vorteil, dass wir unsere Kollegen dort antreffen, wenn sie gerade das gleiche Problem wälzen wie wir. Der gleiche Effekt – wie in den Online-Rollenspielen – tritt ein: Sucht Peter nach Daten über Rom mittels Google Earth, trifft er vielleicht Paul und Tim dort an oder Notizen, die von ihnen hinterlassen wurden. Umgekehrt: Steht Paul gerade am Petersplatz und macht Photos, sieht Peter das auf Google Earth und kann mit ihm per Textnachricht oder Telefon kommunizieren. Im Roman *Snowcrash* von Neil Stephenson findet der Haupt-Charakter *Hiro* eine riesige Dokumentensammlung eines verstorbenen Freundes und muss nun in dieser Sammlung navigieren. Die Sammlung ist in einer dreidimensionalen Ontologie abgelegt worden: in einem Zimmer, die Dokumente schweben an bestimmten Stellen im Raum, geordnet nach Themen. Hiro erkennt bald, was die Idee hinter der Ontologie war und kann Dokumente finden und deren Kontext verstehen, um die Arbeit seines Freundes fortzusetzen. In einem anderen Projekt namens *PSDoom*, das für Interesse an der CHI2001-Konferenz gesorgt hat [2], wurde das 3D-Spiel *Doom* als User-Interface zur System-Administration verwendet. Man konnte dabei mit diesem Werkzeug sehen, welche Prozesse gerade auf einem Linux-Server laufen und diese dann im virtuellen Raum beenden – sprich *killen*. Der

Server wurde zu einer dreidimensionalen Welt und die Prozesse zu Figuren. Der Zugang zum System wurde so dem Administrator vereinfacht.

Die Organisation eines Betriebes in Arbeitsgruppen, Abteilungen und Projekte kann in virtuelle Räume umgesetzt werden: Bauen Sie Ihr Bürogebäude noch einmal, aber diesmal als dreidimensionales Semantic Web und strukturieren Sie es entsprechend ihrer aktuellen Arbeit. Laden Sie Gäste ein. Umgekehrt ist es auch möglich, die Dokumente einer Person mit dem Büro dieser Person zu verknüpfen: Stehe ich vor dem Büro von Peter, zeigt mir mein Mobiltelefon seine Projekte an. Dies wurde schon 1980 von Mark Weiser im Xerox Parc unter dem Schlagwort *Ubiquitous Computing* angedacht. Im Forschungsprojekt *DocuWorld* wurden ähnliche Ziele für individuelle Arbeitsplätze erforscht [4]. Die Integration von semantischen Datenquellen in innovative Benutzerschnittstellen wird durch die aktuellen Technologien stark vereinfacht. Software-Entwickler können Semantic-Web Schnittstellen verwenden, wodurch der Zugriff auf die bestehenden Datenquellen vereinfacht wird. Bereits heute ist es Hobby-Programmierern möglich, RDF Anwendungen für Mobiltelefone zu erstellen⁵. Nun stellen Sie sich Location-Based-Services (LBS) im Business Bereich vor: Peter organisiert ein Meeting zur Filialgründung und alle Anwesenden erhalten die relevanten Informationen über einen Location-Based-Service.

Der *Arbeitsplatz der Zukunft* wird es Peter und Paul ermöglichen, das Projekt „Gründung einer Filiale in Rom“ im betrieblichen Informationsystem zu sehen. Aber auch die GPS Position des Petersdoms auf Google Earth, die potentiellen Kunden als virtueller Markt und alle relevanten Dokumente beziehungsweise das Marketingmaterial werden per Location-Based-Service vor Ort verfügbar sein. Der Semantic Desktop ist nur das Mittel, mit dem wir in den nächsten Jahren an dieser Vision arbeiten – Ihr Arbeitsplatz wird dann aber weitaus mehr umfassen.

Fazit

Die Probleme von Wissensarbeitern sind seit vielen Jahren unverändert, durch das Semantische Web haben sich aber neue Möglichkeiten zur Lösung ergeben. Die vorgestellten Ansätze aus dem Semantic Desktop Bereich ermöglichen es, das persönliche Weltbild eines Benutzers im Computer zu repräsentieren, um so Daten aus verschiedenen Quellen besser integrieren und verstehen zu können. Ansätze aus der Textklassifizierung und der Sprachverarbeitung können in diesem Umfeld ihre Stärken entfalten, da sie speziell an den Benutzer adaptiert werden. Die künstliche Intelligenz des Computers denkt nicht autonom, sie wird zum Mit-Denker des

⁵ <http://rdfweb.org/topic/FoafMobile>

Benutzers. Der Arbeitsplatz der Zukunft geht darüber noch hinaus. Mobile Geräte und das Internet haben neue soziale Verhaltensweisen hervorgebracht, die heute schon Änderungen im Privatleben hervorrufen und in Zukunft auch am Arbeitsplatz sichtbar werden. Dieser Cocktail aus semantischen Technologien und neuen Umgangsformen gestaltet unseren zukünftigen Arbeitsplatz.

Literatur

1. Bizer C, Seaborne A (2004) D2RQ-Treating Non-RDF Databases as Virtual RDF Graphs. International Semantic Web Conference 2004
2. Chao D (2001) Doom as an Interface for Process Management. Proceedings of the CHI2001 Conference on Human Factors in Computing Systems
3. Dengel A, Abecker A, Bernardi A, van Elst L, Maus H, Schwarz S, Sintek M (2002) Konzepte zur Gestaltung von Unternehmensgedächtnissen. In: KI Journal Nr 1, 2002
4. Einsfeld K, Ebert A, Agne S, Klein B (2005) DocuWorld — A 3D User Interface to the Semantic Desktop. Proceedings of the 1st Semantic Desktop Workshop, 2005
5. van Elst L, Abecker A (2001) Ontologies for information management: balancing formality, stability, and sharing scope. In: Expert Systems with Applications Nr 23, 2001.
6. Castulus K, Baur T (2004): Living a Virtual Life: Social Dynamics of Online Gaming. Game Studies 4(1). In: <http://www.gamestudies.org/0401/kolo/>, aufgerufen November 2005
7. Lee R (2004) Scalability Report on Triple Store Applications. Technical Report, July 2004. In: <http://simile.mit.edu/reports/stores/>, aufgerufen November 2005
8. Ontoprise GmbH. Ontooffice In: <http://www.ontoprise.de/>, aufgerufen November 2005
9. Quan D, Huynh D, Karger DR (2003) Haystack: A Platform for Authoring End User Semantic Web Applications. International Semantic Web Conference 2003
10. Rheingold H (2002) Smart Mobs. The Next Social Revolution. Basic Books
11. Sauermann L, Bernardi A, Dengel A (2005) Overview and Outlook on the Semantic Desktop, Proceedings of the 1st Semantic Desktop Workshop, 2005
12. Sauermann L (2003) The Gnowsis-Using Semantic Web Technologies to build a Semantic Desktop. Diplomarbeit
13. Sparql In: Prud'hommeaux E, Seaborne A (eds) SPARQL Query Language for RDF. W3C Working Draft (2005), <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>, aufgerufen November 2005
14. Usu Usu Knowlegde Miner. IN: <http://www.usu.de/>, aufgerufen Novemver 2005

Finden und gefunden werden – Funneling im Semantic Web

Mark Buzinkay

pursuadenow, Dornbirn, Österreich;
office@buzinkay.net

Zusammenfassung: In diesem Beitrag geht es um den möglichen Einsatz semantischer Technologien, bezogen auf die Orientierung und Navigation im Web und auf einzelnen Webseiten. Im Mittelpunkt der Ausführungen stehen dabei das Konzept der Persona, der Unterschiedlichkeit von Nutzungsszenarien und darauf bezogen der sinnvolle Einsatz semantischer Technologie zur Webseiten-Optimierung.

1 Einleitung: Eine kurze Evolutionsgeschichte des Suchens im Web

Nicht einmal drei Jahre dauerte es, als nach den ersten Präsentationen zum Entwurf des World Wide Web [10] in Anwenderkreisen ernsthafte Debatten ausbrachen, wie die Fülle und Kurzlebigkeit der Information im Web beherrschbar gemacht werden könnte [9]. Die gestellten Fragen ähnelten dem sehr, was die Schöpfer des WWW bei dessen Entwurf als Problemkreis definiert hatten:

„How can disorientation be reduced? (other than overviews) How can the user search other than by browsing? What types of queries can be specified? What types of searches can be performed? What scopes for searching are available?“ [4]

In diesen Jahren von 1991 bis 1994 hatte sich such-technisch einiges getan: die Entwicklung der Browser ging rasch voran, das „Browsen“ galt als die vorherrschende Fortbewegungsmethode im Netz. So wurde der Mosaic-Browser als „Killerapplikation“ der 90er bezeichnet¹ und trug bekanntermaßen zur endgültigen Ablöse von Telnet, Gopher und Co. im Internet bei.

¹ Auf der Basis des Mosaic-Browsers entstanden in der Folge der Netscape Navigator und der Internet Explorer. [3]

Die gewachsenen Strukturen und Darstellungsweisen von Information jener Vorgängerdiene des WWW sind aber auch über ihr Ende hinaus im Web erhalten geblieben.

Besonders beachtenswert dabei ist die Darstellungsweise von Verweisen mit Hilfe von Kategorien, wie sie beispielsweise 1990 im Hytelnet [5] gebräuchlich waren und dem Prinzip nach in ähnlicher Form Jahre später im populären Yahoo! Directory aufschienen.



Abb. 1. Die Einstiegsseite des Hytelnet: Ein kleines Directory als oberste Navigationsebene.

Parallel zur Entwicklung der Browser wurden die ersten Spider, damals auch unter der Bezeichnung „Wanderer“ bekannt, als Antwort auf die aufziehende Informationsflut entwickelt: auf Basis bestehender Dokumente wurde das Internet auf weitere Objekte automatisch durchforstet und die Ergebnisse in Datenbanken indexiert².

Mit dieser neuen Suchoption im WWW hatte sich auch das Suchverhalten der Nutzer gewandelt: anstatt in Listen nach passenden Einträgen zu suchen (zu raten), wurden nun Suchbegriffe eingegeben und die erhaltene Trefferliste auf Relevanz geprüft. Die Geschwindigkeit des Suchens hatte sich damit deutlich erhöht, nicht aber die Geschwindigkeit des Findens: auch die Anzahl der potentiellen Treffer (Recall Rate) stieg erheblich, was

² Als Vorgänger der Spider können im FTP-Bereich Archie, im Gopher Veronica und im Web der World Wide Web Worm gezählt werden. Lycos und Harvest zählten zu den ersten Vertretern dieser neuen ‚Spezies‘ automatischer Suchagenteen. [2]

wiederum differenzierte Suchstrategien erforderlich machte, um die Präzision der Trefferausgabe zu schärfen.

Entgegen dem Trend der automatisierten Aufnahme von Web-Inhalten in einen Suchindex entwickelte Yahoo! in seinen frühen Jahren (ab 1994) einen manuell erstellten Verweiskatalog, um der noch sehr geringen Präzision von Lycos & Co. zu begegnen. Mit dem Aufkommen verbesserter Algorithmen und der exponentiell zunehmenden Menge an im Web verfügbarer Information waren bald jedoch nur mehr Suchmaschinen mit automatischer Indexierung in der Lage, einen (immer kleiner werdenden) Ausschnitt des Internets sichtbar zu machen.

Google konnte ab 1998 durch die Einbeziehung von Verweisen in die Bewertung und deren qualitative Gewichtung weitere Fortschritte in der Verbesserung der Relevanz erreichen und das Ende der AltaVista-Ära einläuten. Bekanntermaßen ist Google zur dominierenden Suchmaschine aufgestiegen, was auch erklären mag, dass sich in den folgenden Jahren kein (für die Nutzer sichtbarer) technologischer Sprung der Suchalgorithmen ereignet hat, abgesehen von den vielen unterschiedlichen Anwendungen, die auf diesem Algorithmus basierend entstanden sind. Die nun wiederbelebte Konkurrenz durch Yahoo! und MSN wird aber die technologische Innovation merkbar vorantreiben.

2 Navigieren auf Webseiten – ein leichtes Spiel?

2.1 Usability

In einer ähnlichen Relation wie die Zunahme der Informationsmenge im Web vollzog sich auch die Anhäufung von Information auf einzelnen Webseiten. Dieser „Wildwuchs“ an Inhalten verlagerte in einem gewissen Sinne den Interessenschwerpunkt der Nutzer vom Finden (im Web) zum Sich-Zurecht-Finden (auf Webseiten). Henning Behme [1] bezeichnet erstere noch als „*Jäger und Sammler*“, in Nordamerika werden diese zum gleichen Zeitpunkt schon als „*users with zero tolerance*“ definiert [6]. Nielsen und andere konzentrierten sich in der Folge auf die Verbesserung der Bedienbarkeit und Gestaltung der Interfaces:

„*Navigational structure and overviews are necessary to avoid user confusion and should be provided both in the large (server structure and location) and in the small (structure for the individual pages with iconic markers for the various types of information).*“ [6]

Dem allgemeinen Ziel der Befriedigung des Informationsbedürfnisses verpflichtet ging es in der Usability-Forschung konkret um die Optimierung der Lesbarkeit des Inhalts und der Orientierung („*users don't read webpages, they scan them*“ [7]).

Trotz jahrelanger Forschung ist es aber nicht gelungen, eine befriedigende Lösung für das Navigationsproblem auf Webseiten zu realisieren. Hypertext ist doch eine andere Art des Buches, nicht linear verlaufend, nicht Seite für Seite folgend, sondern eher zwischen den Seiten hin und her springend und verschiedene Verläufe und Ausgänge anbietend. Diese Nicht-Linearität von Hypertext ist eine große Herausforderung an alle Beteiligten: Wie finden Nutzer „ihre“ Version der Geschichte?

„Klassische“ Modelle wie Navigationsleisten und Sitemaps sind für relativ übersichtliche Webauftritte brauchbar; doch wenn es sich um hunderte Webseiten handelt, dann nimmt die Komplexität der Navigation stark zu.

Ein früher Ansatz zur Bewältigung dieser Herausforderung war die Übertragung von Suchtechniken des Internets auf eine individuelle Web-site: die Suchmaske mit verfügbarem Datenindex. Frühe Usability-Untersuchungen ermittelten jedoch den gemischten Erfolg dieser Navigationshilfe:

„I found that users wanted search and that global search mechanisms should be globally available. Even so, users were poor at specifying search strings and they often overlooked relevant hits. Thus, we cannot rely on search as the main navigation feature.“ [6]

2.2 Digitale Kreuzkataloge

Jahre später tauchten dann die ersten web-basierenden Kreuzkataloge auf. Kreuzkataloge stammen aus der Bibliothekswelt und sind eine Art Katalog der Kataloge. Der Vorteil eines solchen Kreuzkataloges ist, dass eine Medieneinheit gleichzeitig in mehreren Kategorie-Einträgen lokalisiert werden kann, z. B. unter dem Namen des Autors, Schlagwörtern, Erscheinungsdatum und Verlag. Solche Kategorien werden bekanntermaßen heute in vielen Anwendungen genutzt, so in Dokumentmanagementsystemen, Intranets aber auch auf Webseiten, die auf eine streng-hierarchische Navigationsstruktur verzichten möchten: ein Dokument kann vielen Kategorien zugewiesen sein, verbleibt aber an einem (für die Suche unbedeutenden) physischen Speicherort.

Solche Kategorie-Systeme lassen sich technisch in üblicher Form über eine Datenbank realisieren, sind aber in den letzten Jahren im Zuge des populär gewordenen XML auch als Topic Maps bekannt und groß geworden. Für die Nutzer bedeutet das prinzipiell keinen Unterschied, sie werden hier keine großen Differenzen wahrnehmen, der Komfort bleibt auf hohem Niveau gleich.

Wo ist also der Haken an der Geschichte? Ein Neuling auf einem Wissensgebiet ist natürlich sehr froh über eine Aufgliederung des Wissens in Teilbereiche (Topics), da zum einen die Kategoriebezeichnungen schon eine Orientierung zulassen, zum anderen ein Herantasten an das Wissensfeld selbst durch ein Browsen von Kategorie zu Kategorie ermöglicht wird.

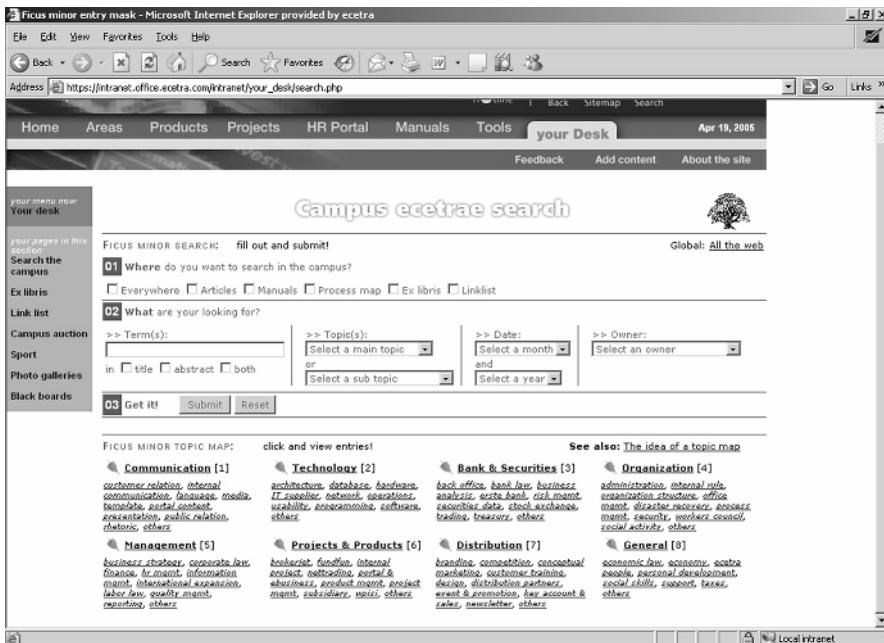


Abb. 2. Kategorien (unten) und Suche (oben). Eine Intranetlösung der Firma ecetra Internet Services AG Wien.

Als Experte aber, der gezielt nach einem Dokument sucht, ist diese Struktur umständlich. Kombinationen aus Topic Maps und Suchmasken bieten sich hier an, um die Vorteile beider Methoden zu vereinen.

3 Geruchsmarken und Duftspuren

3.1 Neue Nutzer

Die Geschichte der Seiten-Navigation ist hier noch nicht zu Ende, doch eines lässt sich feststellen: wir haben mit den Topic Maps zumindest eine Grauzone im Übergang zum Semantic Web oder zu semantischen Technologien betreten. Und: das Web muss im Gegensatz zu 1994 nun primär aus dem kommerziellen Betrachtungswinkel gesehen werden. Das heißt praktischerweise, dass die Nutzer andere geworden sind und viel weniger technisches Know-How mitbringen als die Pioniere und ‚Techies‘ des frühen Internets.

Obwohl diese neue Nutzergruppe keinesfalls homogen ist, konnte Nielsen in seinen Untersuchungen dennoch weit verbreitete, typische Handlungsweisen orten, die sich auf die Navigationssysteme beziehen:

„[...] when they arrive on a page, users ignore navigation bars and other global design elements: instead they look only at the content area of the page [...] if users don't understand a certain design element, they don't spend time learning it - instead, they ignore it and continue the hunt for their own goal.“ [8]

Die Schlussfolgerung einiger Usability-Experten, wonach Navigation gänzlich überflüssig ist, kann Nielsen zwar nicht teilen, aber auch er meint, dass Navigationselemente oft in einem derartigen Übermaß vorhanden sind, dass sie die Orientierung behindern³.

Die grundsätzliche Schwierigkeit einer Navigation(shilfe) ist, dass je nach Nutzer und Nutzungssituation andere Anforderungen an sie gestellt werden. Marketingfachleute haben ein ähnliches Problem, wenn es um die Positionierung von Produkten und Dienstleistungen geht: Wie soll ich meine Zielgruppe ansprechen? Etablierte Methoden reichen von Befragungen bis hin zur Analyse demografischer Daten und münden in eine Marktsegmentierung. Für die Gestaltung von Webseiten und damit auch der Navigation steht mit der Persona-Technik ein noch ausgefeilteres Werkzeug zur Verfügung.

3.2 Persona und Nutzungsszenarien

Eine *Persona* ist ein/eine fiktive/r Stellvertreter/in einer Gruppe, die eine bestimmte Webseite nutzt. Über Befragungen, Beobachtungen, Log-File-Analysen und Tests werden aus der Gesamtheit der (potentiellen) Besucher mehrere Gruppen herausgeschält und deren Vertreter (Persona) in ihren Handlungsweisen, Interessen, Erlebniszielen, Absichten, physischen und psychischen Merkmalen beschrieben.

Eine *Persona* als typischer Vertreter einer Nutzergruppe dient der Anpassung einer (Web-)Anwendung an deren Bedürfnisse, Vorlieben und Fähigkeiten. Die folgende Persona stammt aus einem Web-Projekt für ein buddhistisches Portal, welches über buddhistische Zentren weltweit informieren möchte. Sie wurde auf Basis von Interviews und Beobachtungen von einer Mehrzahl von Usern erstellt und bildete zusammen mit einer weiteren Persona die Grundlage für die Gestaltung der Webseiten:

Peter ist 37 Jahre alt und arbeitet in einem Büro. Er ist viel beschäftigt, da neben seinem eigentlichen Arbeitsalltag auch seine Familie und gesellschaftliche Verpflichtungen warten. Er ist als eine engagierte Person bekannt und geschätzt. Seine wenige persönliche Freizeit verbringt Peter gerne mit stillen Vergnügungen - lesen, die Natur genießen und behutsame sportliche Aktivitäten durchführen.

³ „Navigation is overdone on many sites. In particular, the so-called spoke design where every page is linked to every other page leads to reduced usability. Similarly, many sites have overblown footers that link to too many meta-features (say, „about the company“ or a privacy statement).“ [6].

Mit Buddhismus beschäftigt sich Peter schon mehrere Jahre, aber nicht sehr intensiv. Seine buddhistische Praxis ist zwar regelmäßig, jedoch nicht täglich und lang andauernd. Er hat einen intellektuellen-philosophischen Bezug zum Buddhismus ebenso wie einen praktischen über die wenigen Lehrer, welche er aus Zentren her kennt. Aber ansonsten ist Peter ein typischer buddhistischer Einzelgänger, der sich eher selten mit anderen Buddhisten über Buddhismus austauscht.

In den drei Zentren, die Peter von Aufenthalten und Vorträgen kennt, hat ihn besonders die Ruhe, die umgebende Natur, der Umgang untereinander aber auch die gemeinsame Praxis imponiert. Er lernte Lehrer und meditative Anweisungen für seinen Lebensalltag zu schätzen und möchte solche Erfahrungen gerne wiederholen. Da er relativ wenig Urlaub für sich hat, möchte er am liebsten solche Unternehmen mit einer Reise verbinden.

Peter ist im Internet mobil und kann recht gut mit Suchwerkzeugen umgehen. Da ihm buddhistische Begriffe verständlich sind, Englisch fast fließend spricht und seine allgemeinen Kenntnisse als brauchbar einschätzt, hat er auch keine Mühe, diese Art von Information zu finden und ihre Glaubwürdigkeit durch weitere Recherchen zu prüfen. Ein Angebot an interessanten Verweisen nützt Peter gerne, wenn sie der weiteren Suche dienen.

Es ist offensichtlich, dass jede Webseite aufgrund ihrer Ziele und Inhalte unterschiedlichste Persona anspricht. Da zwei Persona verschiedene Absichten, Erlebnisziele, Voraussetzungen, Bedürfnisse und Gewohnheiten aufweisen, müssen auch die Fundamente einer Webseite auf diese Charaktersets ausgerichtet sein und deren Unterschiede beachten.

Diese Erkenntnis heterogener Besuchergruppen betrifft in einem besonderem Maße die Navigation auf einer Webseite: eine erste Persona bedient sich gerne einer hierarchischen Navigationsstruktur und benötigt optische Strukturmerkmale; eine zweite Persona verfügt über gute logische Fähigkeiten und arbeitet deshalb mit der Funktion der erweiterten Suche, wo Kriterien kombiniert werden (müssen); und eine dritte Persona folgt nur Verweisen direkt aus dem Text heraus.

Neben der Nutzung einer Webseite durch verschiedene Persona ist auch die Situation, das *Nutzungsszenario* des Besuches auszuleuchten. Manche Besucher möchten sich oberflächliche Information zum Einordnen der Webseite beschaffen, andere wiederum wollen unmittelbar einen Artikel kaufen ohne viel Zeit zu verlieren. Der unmittelbare Zweck des Besuches variiert deutlich und kennt mehr als die zwei genannten. Das Konzept des Nutzungsszenarios schafft zunächst das Bewusstsein, dass die Intention

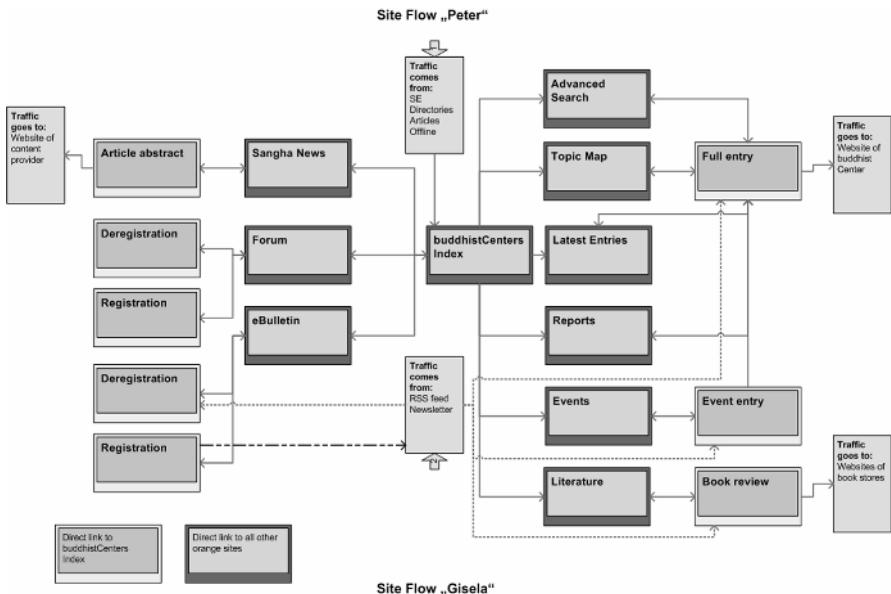


Abb. 3. Eine einfache Übersicht der Navigation für zwei verschiedene Persona.

des einen Besuchers nicht der des anderen gleicht. Zum anderen ermöglicht es eine Differenzierung und das Betrachten der Webseite aus den Blickwinkeln des Nutzers in seiner speziellen Situation. Es wird deutlich, dass eine Lösung à la *one-size-fits-all* nicht zielführend ist. Hier steht die Navigation vor dem Problem, auf jede Handlungssituation adäquat reagieren zu müssen⁴.

Das gezielte Leiten von Besuchern gemäß ihrer Persona und der Nutzungssituation zur individuellen Zielerreichung (= Informationsbedürfnis, Kauf, Registrierung etc.) ist in der Online-Welt unter dem Begriff ‚Funneling‘ bekannt. Es ermöglicht die konzentrierte Navigation durch die einzelnen Webseiten hin zum eigentlichen Ziel.

Im Konkreten geschieht „Funneling“ durch das Auslegen von ‚Geruchsmarken‘ und ‚Duftspuren‘. Je nach Persona und Nutzungssituation werden nur bestimmte Inhalte wahrgenommen. Diese müssen angemessen präsentiert und mit dem richtigen ‚Code‘ versehen sein, damit sie von den richtigen Besuchern aufgenommen und bis zum Ziel weiterverfolgt werden. Das ist sehr leicht mit einem Spürhund zu vergleichen, dem beispielsweise das Kleidungsstück einer vermissten Person als Geruchsprobe zum schnuppern vorgesetzt wird. Dieser verfolgt dann eine Spur. Verliert sich diese, so ist auch der Hund nicht in der Lage, sein Ziel zu finden und gibt (knurrend) seine Suche auf.

⁴ Siehe dazu auch den Beitrag von Henze in diesem Band.

Wie können nun semantische Technologien das Funneling unterstützen? Auf den nächsten Seiten werden drei Beispiele diskutiert, die sich auf das Web als auch auf einen einzelnen Webauftritt anwenden lassen.

4 Funneling-Support durch Topic Maps

Jeder Webauftritt widmet sich einem bestimmten Thema: sei es ein Nachrichtenportal, eine Vereinshomepage, ein online-Buchgeschäft oder ein privater Blog. Internet-Nutzer, die sich zu jeweiligem Leitthema Informationen besorgen möchten, landen meist über Suchmaschinen auf einer (scheinbar) passenden Webseite. Ihr Ziel ist es, sich über die gefundene Quelle einen Überblick zu verschaffen und einen groben Streifzug durch das Leistungs(=Informations-)angebot zu machen, um das Leitthema weiter in Subthemen zu strukturieren.

In einem solchen Nutzungsszenario können Topic Maps als Funneling-Instrument dienlich sein. Wieso? Topic Maps sind in sich abgeschlossen und erlauben dem Nutzer seinem Informationsbedürfnis nach von Themenbereich zu Themenbereich zu schweifen, ohne dass er in der Topic Map verloren geht. Konkrete Topics können hier mit ‚Duftmarken‘ versehen sein, so dass eine Bedürfnis-getreue Führung ermöglicht wird. Der Vorteil einer auf einer Ontologie basierenden Topic Map ist ihre kontextuelle Genauigkeit. Das Conversion-Ziel wird hier das Anlegen eines Bookmarks für spätere Besuche oder eine Newsletter-Registrierung sein.

Mit Hilfe einer Ontologie können entsprechende Interessensfelder bei einem weiteren Besuch vorgeschlagen werden, ebenso „Vertiefungen“ in das Thema: anhand der ‚Tiefe der Betrachtungen‘ kann der Expertenstatus ermittelt und passende Verweise angeboten werden. Die Kombination aus Topics und Expertenstatus würde eine weit dynamischere Topic Map erzeugen, als sie derzeit bekannt sind. Das Funneling geschieht hier also nicht nur horizontal quer durch die Themen, sondern auch vertikal über die individuellen Vorkenntnisse der Benutzer, mit dem Ergebnis, thematisch und wissensspezifisch adäquate Inhalte in den Vordergrund zu stellen.

Als Ausgangspunkt einer Wanderung durch die Topic Map dienen die in Suchmaschinen eingegebenen Suchbegriffe und erlauben einen differenzierten Einstieg. Jedes Topic enthält neben den bekannten Elementen wie Assoziationen oder Occurrences auch ‚Points of Action‘, die den Besucher zur Handlung auffordern: „Abonnieren Sie zu diesem Thema unseren Newsletter“. „Drucken Sie sich diesen Artikel aus“ etc. Hier wird die Conversion realisiert und das Ziel des Nutzers (in diesem Fall zu einem Thema längerfristig auf dem Laufenden gehalten zu werden) erreicht.

5 Funneling-Support durch RSS Feeds

Funneling kann auch außerhalb der eigentlichen Webseite geschehen, zum Beispiel über Newsletter. Typischerweise gehören Bezieher von Push-Medien zu einer Persona, die diese Art der Informationsversorgung gegenüber einer aktiven Suche / Recherche bevorzugt. Newsletter werden so zu Navigationsinstrumenten, da die im Mail vorgefundenen Verweise direkt auf die entsprechenden Webseiten lenken.

Newsletter sind aber nur zu einem bestimmten Maß flexibel gestaltbar: sie können thematische Eingrenzungen aufweisen (z. B. verschiedene Newsletter einer Autozeitschrift zu den einzelnen Fahrzeugmarken) und sie bedürfen eines Mail-Accounts beim Empfänger. Nachrichten über RSS (Real Simple Syndication) zu übermitteln ist hier deutlich einfacher und flexibler: die Anmeldung erfolgt über einen Klick auf der Webseite, die den RSS Feed anbietet. Voraussetzung ist ein RSS Reader, der in der neueren Browser-Generation aber bereits Basis-Bestandteil ist. Damit liegt die Kontrolle über den Informationsstrom letztlich in der Hand des Abonnenten, eine An- oder Abmeldung ist per Knopfdruck erledigt. Eine Weitergabe privater Angaben (e-Mail-Adresse) ist nicht nötig und RSS Feeds sind somit frei von Spam.

Was ist das Besondere aus Sicht des Funneling an RSS Feeds? Primär ist es die exakte Zuordnung von Inhalten, Persona und Nutzungszenarien zu den jeweiligen Nachrichten, die über RSS gepusht werden. Empfänger von RSS Feeds können einer bestimmten Persona zugeordnet werden, und sie können die Nachrichten lesen, sobald das Nutzungsszenario zum Tragen kommt. Bei Newslettern muss der Nutzer meist manuell ordnen, da der Betreff-Text meist nicht genug aussagekräftig ist und mehrere verschiedene Informationen Bestandteil der Sendung sind. Der Empfänger muss Zeit für die Kategorisierung aufwenden. RSS bietet in Verbindung mit Ontologien aber kontextuelle Feeds, die ‚richtig‘ zugeordnet werden und sofort verfügbar sind.

6 Funneling-Support durch Search Engines

Nutzer von Suchmaschinen können als aktive Nutzer bezeichnet werden, im Gegensatz zu RSS-Feed-Abonnenten, die ‚passiv‘ mit Information versorgt werden. Allein an dieser Unterscheidung erkennt man, dass verschiedene Persona und verschiedene Nutzungsszenarien zu berücksichtigen sind, wenn es um die Gestaltung eines Web-Auftrittes geht.

Zunächst einmal beginnt ein Suchprozess mit der Auswahl der Suchphrase, das ‚kritische Moment‘ ist jedoch das Zusammentreffen von Suchanfrage in der ‚Sprache‘ des Nutzers und den in der Index-Datenbank der

Suchmaschine abgelegten Keywords, die in der ‚Sprache‘ des Webseiten-Redakteurs (v)erfasst wurden.

Das Problem unterschiedlicher Bedeutungsgehalte von Begriffen ist nicht ein Problem, dass erst mit den Suchmaschinen aufgekommen ist. Beispielsweise behelfen sich Bibliotheken seit Jahrhunderten mit Klassifikationen und normierten Schlagwortlisten, um den Begriffswirrwarr für ihren Bereich (= für ihre Leser) eindeutig zu definieren. Auch von Menschen gepflegte Webkataloge wie das Open Directory Project (DMOZ) können auf die Zuordnung von Webseiten zu einem bestimmten Kontext Einfluss nehmen und eine gewisse Qualität wahren. Ihre Kapazität ist aber durch ihre hierarchische Struktur oft sehr stark eingeschränkt. Bei Suchmaschinen mit automatischen Indexierungsverfahren sind diese Probleme aber weiterhin Realität.

Der aktuelle Lösungsansatz sind auf Ontologien basierende Metadaten, die eine kontextuelle Einordnung ermöglichen. Ein Weg in die richtige Richtung zu einem solchen Modell sind Metadaten-Sätze wie Dublin Core, die über standardisierte Metadaten-Felder verfügen und damit eine eindeutige Zuordnung derer Inhalte möglich ist. Von Menschen eingegebene Metadaten haben allerdings den gravierenden Nachteil, dass sich alle an diese Standards halten müssten, was kaum vorstellbar ist. Automatische Indexierungsverfahren wären also hier gefragt⁵.

Welche Aspekte hätte eine solche Ontologie-unterstützte Indexierung und Suchabfrage für das Funneling von Web-Nutzern? Genauere Treffer bedeuten weniger ‚zufällige‘ oder verirrte Besucher, dafür aber mehr Focus auf das eigentliche Zielpublikum („qualified traffic“). Diese können anhand der verwendeten Suchbegriffe Personas und Nutzungsszenarien differenzierter zugeordnet werden und über die (individuellen) Einstiegsseiten dorthin gelotst werden, wo ihre Bedürfnisse am ehesten befriedigt werden können. Amazon bietet einen ersten Vorgesmack, wie dem Nutzer anhand seiner Historie (Besuche, Pfade, Käufe, Präferenzen etc.) und der Erfahrungen anderer Nutzer entsprechende Produktvorschläge dynamisch und kontextuell generiert werden.

Fazit

Mit bereits bestehenden und genutzten semantischen Technologien lassen sich Besucher-freundliche und Besucher-adäquate Webseiten konzipieren. Dies betrifft sowohl den Inhalt, die Sprache, das Design, die Usability, die Navigation als auch die Informationsversorgung.

⁵ Siehe dazu den Beitrag von Reif in diesem Band.

Es ist zu erwarten, dass die Industrie, vornehmlich die Werbeindustrie aber auch der gesamte e-Commerce in rascher Abfolge neue Techniken zum Einsatz bringen wird, die eine ‚personalisierte‘ Werbung und Kundenansprache ermöglichen werden. Diese Technologien werden im zunehmenden Maße auf semantischen Technologien beruhen.

Die vorgestellten Konzepte bilden den Ausgangspunkt im Wettlauf der Unternehmen um neue Kunden, Distributionskanäle und Marktnischen. Aber auch der einzelne Nutzer wird von diesen ‚neuen‘ Webseiten profitieren können: schnellerer Zugriff auf relevante Daten. In wie fern damit aber auch eine gewisse Bevormundung der User einhergeht, bleibt noch abzuwarten. So oder so, semantische Technologien spielen im Web bereits jetzt eine bedeutende Rolle.

Literatur

1. Behme H (1994) Jäger und Sammler. Orientierung im Web. Web-Version In: iX 12/94, S. 78 ff.; <http://www.heise.de/ix/raven/Web/9412/WebPoints.html>, aufgerufen Oktober 2005
2. December J (1994) New Spiders Roam the Web. In: <http://www.december.com/cmc/mag/1994/sep/spiders.html>, aufgerufen Oktober 2005
3. Geschichte des Web dokumentiert in <http://www.archive.org/details/arpanet>
4. HyperText (1991) A conference held in San Antonio, Texas in December 1991. In: http://www.w3.org/Conferences/HT91/Courses/C9_Outline.html, aufgerufen Oktober 2005
5. Hytelnet (2005) Das Hytelnet als Archiv der Telnet-Seiten. In: Das Hytelnet and the Floodgap Hytelnet-HTTP Gateway Museum, <http://www.floodgap.com/retrotech/hytelnet/>, aufgerufen Oktober 2005
6. Nielsen J (1994) Report from a 1994 usability study. http://www.useit.com/papers/1994_web_usability_report.html, aufgerufen Oktober 2005
7. Nielsen J (1997). How Users Read on the Web. In: Jakob Nielsen’s Alertbox, Oct 1 1997, <http://www.useit.com/alertbox/9710a.html>, aufgerufen Oktober 2005
8. Nielsen J (2000) Is Navigation useful? In: Jakob Nielsen’s Alertbox, Jan 9, 2000; <http://www.useit.com/alertbox/20000109.html>, aufgerufen Oktober 2005
9. Ritzenthaler G (1994) Pyxis Ciberea, Lessons from the Florida Compass WWW-News prototype. In: <http://www.december.com/cmc/mag/1994/jul/pyxis.html>, aufgerufen Oktober 2005
10. W3C (2005) In: <http://www.w3.org/History.html>, aufgerufen Oktober 2005

Social Semantic Software – was soziale Dynamik im Semantic Web auslöst

Michael Schuster, Dieter Rappold

Knallgrau New Media Solutions, Wien, Österreich;
{vorname.nachname}@knallgrau.at

Zusammenfassung: Dieser Artikel befasst sich mit der Entwicklung, dem Wesen und der Zukunft von Social Software. Es wird dabei der Versuch unternommen, den Beitrag von Weblogs, Wikis und Personal Publishing insgesamt auf die Entwicklung des Information Management und den Konvergenzpfad mit der Vision des Semantic Web, hin zu einer Social Semantic Software zu bewerten.

1 Einleitung

Wer heute von „Social Software“ spricht, meint vor allem ein Format, eine Technologie, einen Anwendungsfall: Weblogs¹. Kein anderes Medienformat hat sich in den letzten Jahren so rasant entwickelt oder wurde so oft als Revolution und als Hype bezeichnet wie Weblogs. Obwohl Social Software nicht aus Weblogs allein besteht, sind es die häufig aktualisierten, verkehrt chronologischen, persönlichen Websites von Millionen Nutzern weltweit, die die Entwicklung massiv beeinflusst haben [20].

Derzeit werden über 20 Millionen Weblogs weltweit gezählt, die Anzahl verdoppelt sich alle 6 Monate [18]. Unternehmen wie IBM, Microsoft, Google, Yahoo! oder SAP sind seit längerem aktiv an der Entwicklung der Blogosphäre, der Gesamtheit aller Weblogs, beteiligt. Zusätzlich gibt es mittlerweile eine große Anzahl an innovativen Startups, die sich mit Services und Produkten rund um Weblogs befassen.

Im Kern dieser Bewegung stehen archetypische menschliche Bedürfnisse, die hier mit veränderten Rahmenbedingungen und neuen technischen Möglichkeiten zusammentreffen und ein großes Potenzial in sich tragen.

¹ Für eine umfangreichere Einführung in das Thema Weblogs siehe [2] und [6].

„Human nature and needs were not changed by the invention of computers. [...] People always needed food, shelter and medical care, and they always will. People also need, seek and thrive on emotional relationships with family, friends, neighbours and colleagues.“ [17, p. 77]

Diese Bestandsaufnahme ist ein guter Ausgangspunkt um sich nun dem Begriff Social Software anzunähern, bzw. eine Definition zu erarbeiten.

2 Was ist „Social Software“?

Social Software wird allgemein über zwei Axiome definiert:

1. Social Software behandelt Gruppen von Menschen anders als Paare von Individuen
2. Social Software behandelt Gruppen von Menschen als primäre Objekte innerhalb des Systems

Erstmals ins breite Bewusstsein einer Branche trat der Begriff gegen Ende 2003 im Zuge des Social Software Summit [16]². Die beiden Axiome deuten schon die Fokussierung auf ein soziales System an, in diesem Fall eine Gruppe, ohne diese weiter zu definieren. Sozialen Systemen ist eine Dynamik zu Eigen, die auch im Falle von Social Software eine große Rolle spielt.

So hängt die Entwicklung eines einzelnen Services, einer Software Applikation nicht ausschließlich von der Applikation selbst ab, sondern auch von den sozialen Prozessen, die sie konstituieren. Social Software lebt primär von der Beteiligung der Individuen und dem Ergebnis dieser Beteiligungen.

„Ein beständiger Aspekt von Social Software ist das Faktum, dass es unmöglich ist, die soziale Dynamik vorauszusehen, die von Ihr ausgehen wird.“ [16]

Bereits Mitte der 90er Jahre versuchten verschiedene Anbieter soziale Netzwerke abzubilden und schufen damit den ersten Schub an Social Software Applikationen. Nach einigen Jahren mussten die meisten jedoch wieder erfolglos aufgeben, weil sie Opfer der sozialen Dynamik wurden, die in Social Software Anwendungen systemimmanent ist.

Der Kern solcher Systeme ist es, ein soziales Netzwerk abzubilden, zu erschließen oder zu definieren. Hier zeigen sich auch zwei der grundlegenden Eigenschaften jeder Social Software:

1. Die Grundlage jeder Social Software ist ein soziales Netzwerk.
2. Social Software ermöglicht Kommunikation in diesem sozialen Netzwerk.

² Danach entstanden und entstehen viele weitere Definitionen, siehe z.B. [4].

Über Jahrtausende hat sich die menschliche Gesellschaft prinzipiell nicht geändert. Ein Großteil der Anstrengungen, die technologische Weiterentwicklung eingeschlossen, entsprang und entspringt dem Begehrn sich in ein soziales Gefüge einzugliedern. Und unser Netzwerk an Straßen, oder Schienen, danach telegraphischer Leitungen und schließlich das Internet dient primär dazu, leichter und schneller mit Menschen in Kontakt zu treten.

In diesem Sinne ist Social Software lediglich Software, deren primäres Ziel es ist, Menschen den Kontakt untereinander einfach und rasch zu ermöglichen. Wobei Social Software genauso wie die Straßen, nicht die Verbindung kontrolliert, sondern diese lediglich zur Verfügung stellt.

Das hieße zum Beispiel, dass Social Software bei der „cc“ Zeile eines Emails beginnt. Vielleicht, doch hierzu gibt es unterschiedliche Meinungen. Und die Klärung der Frage, wo Social Software beginnt und wo sie endet, fördert nicht den Erkenntnisgewinn in unserer grundsätzlichen Frage nach der Bedeutung und der Zukunft von Social Software.

Hilfreich in der Definition sind folgende drei Prämissen, die dazu dienen Social Software als solche zu identifizieren:

1. Unterstützung der kommunikativen Interaktion zwischen Individuen und Gruppen
2. Unterstützung von sozialem Feedback
3. Unterstützung sozialer Netzwerke

Letzten Endes jedoch kann man sich darauf einigen: Traditionelle Software setzt ein Projekt, ein Task, eine Organisation, etc. an die erste Stelle – Social Software fokussiert sich auf das Individuum. Aus diesem Grund stellen Social Software Applikationen immer die Verbindung des Individuums mit Personen oder Personengruppen seiner Umwelt her. Der An-gelpunkt ist die Person, das Ziel die Vernetzung.

Oftmals werden auch Collaboration Tools, wie Groupware, als Beispiel für Social Software genannt. Dies ist jedoch aus Sicht der gegenwärtigen Definition nicht richtig, denn zusätzlich zu den genannten Prämissen ist ein weiteres Prinzip elementar für das Verständnis von Social Software: eine Bottom-Up *Bewegung*, im Gegensatz zu einer Top-Down Entwicklung [11]. Social Software ist vergleichbar mit Grass Root Movements, ein weiterer Ausdruck der sozialen Dynamik, die von ihr ausgeht.

Blogs sind aus vielerlei Gründen eine Social Software. Der Fokus liegt hier in beinahe allen Fällen auf der Person oder einer Personengruppe und über Kommentare und Verlinkungen werden soziale Netzwerke sichtbar. Unter Bloggern ist es üblich über Einträge in den Weblogs zu kommunizieren, Gespräche zu führen, und wer immer ein Weblog schreibt, erhält Feedback aus verschiedensten sozialen Gruppen.

3 Die Rolle von Personal Publishing

Schon vor dem Aufkommen von Weblogs haben zahlreiche andere Technologien existiert, die eine Vernetzung von Personen oder Personengruppen ermöglichten. Was ist nun der Grund dafür, dass Weblogs hier als Katalysatoren gewirkt haben.

Dieser Abschnitt versucht verschiedene Einflussfaktoren zu beschreiben, die allesamt an der Bedeutung von Personal Publishing beteiligt sind.

3.1 Personal Publishing ist persönlich

Eine mögliche Erklärung ist jene des „Personal Publishing“ als Erfolgsmödell. Im Falle des Personal Publishing geht es um den Ausdruck eines „Point of View“, einer individuellen, subjektiven Sichtweise im Gegensatz zu einem objektivierten Ausdruck den „Publishing“ zu erreichen versucht. Ganz im Gegenteil, „Personal Publishing“ leistet einen wesentlichen Beitrag zur Konstruktion des Selbst und wird durch den Leser und dessen Kommentare weiter verdichtet. Dies ist ein Umstand der besonders im Knowledge Management und e-Learning von großem Vorteil sein kann, so schreibt Mosel zum Self-directed Learning mit Hilfe von Weblogs:

„Personal publishing systems seem to be able to support some of the implications which the theory of radical constructivism has for self-directed learning: The subjective personality of the learner is taken into account through being represented by his personal weblog space, situation and personal motivation can be expressed because of the subjective approach of personal publishing, a personal knowledge history becomes accessible through archiving and combining micro-content items with internal and external references, and a socially founded view of an intersubjective „reality“ can evolve through interaction with other readers and authors.“ [9]

Blogger erarbeiten sich über die Zeit eine Art Online Identität, durch ihre Texte und Kommentare, durch die Auswahl und Kontextualisierung von Links, durch die Abbildung des sozialen Netzwerks, wird die Person definiert und ein identitätsstiftendes Bild entsteht.

3.2 Persistenz als Wert

Für diese Konstruktion des Selbst ist Persistenz eine grundlegende Bedingung. Das Archiv ist ein wesentlicher Bestandteil zur Definition der Person, nicht nur für die Leser, sondern auch für den Autor selbst. Diese Persistenz ist die Grundlage für das konsequente „Remixen“ und „Resampling“ bestehender Meme (sich selbst replizierenden Informationseinheiten [5]), deren Bedeutung oftmals erst nach Monaten oder Jahren wirklich erkennbar ist.

Die Online-Identität, die in jeder Social Software konstruiert wird, erhält dadurch auch eine weitere Bedeutung, weil sie persistent wird, weil sie in Suchmaschinen auffindbar wird und damit, im Gegensatz zu flüchtigen, eher auf Kommunikation ausgerichteten Medien wie Email, an Bedeutung gewinnt [1].

3.3 Referenzierbarkeit als Bedingung

Postuliert man also die Konstruktion einer persistenten Online-Identität, die sowohl für den Autor als auch den Leser sinn- und identitätsstiftend ist, so ist die Referenzierbarkeit eine grundlegende Bedingung zur Aufrechterhaltung dieser Identität. Das „Netz“ der Social Software lebt von der Kontextualisierung und gegenseitigen Referenzierung, denn nur so werden Verbindungen erzeugt.

Das Denkmodell ist hierbei jenem des Semantic Web sehr ähnlich, gleich einem Ressource Identifier in einem semantischen Netz ist auch die Referenzierbarkeit der Personen in einem sozialen Netz von größter Bedeutung. Ein einheitliches Commitment fehlt hier noch, Datenformate wie FOAF sind mäßig verbreitet, grundsätzlich steht aber außer Zweifel, dass mit Hilfe von Social Software ein Web of Trust erzeugt werden könnte, ähnlich jenem, wie es auch ein Semantic Web voraussetzt [9].

Die Bedeutung der Referenzierbarkeit zeigt sich in einer Schöpfung der Blogosphäre, den so genannten Permalinks, die jeden Eintrag eindeutig identifizieren und somit in einem anderen Umfeld, jedoch im selben Kontext referenzierbar machen.

3.4 Verdichtung durch Kontextualisierung

Spätestens seit dem Erfolg von Google und der radikalen Innovation des Page-Rank-Algorithmus ist klar, welchen Stellenwert Hyperlinks in einem Netz, dessen größte Stärke Verbindungen sind, haben. Auch Weblogs leben von Links, auch wenn nicht jeder Blogger sie in gleichem Maße einsetzt [21].

In der Blogosphäre findet auf unterschiedlichste Arten eine Kontextualisierung durch Hyperlinks statt. Manche setzen ihre Person und ihre Lebenswelt durch Links zu Firmen, Marken, Orten oder Personen in einen Kontext. Andere arbeiten auf der Ebene von einzelnen Einträgen stark mit Kontextinformation. Generell ist der starke und bewusste Einsatz von Links in der Blogosphäre weit verbreitet [15, 7].

Dabei entsteht eine Verdichtung der Informationen durch ihre Kontextualisierung. Einerseits werden Inhalte in einen Kontext gestellt, von den Autoren stark verkürzt und mit subjektiver Sichtweise angereichert, da der Kontext durch die Verlinkung ohnedies gegeben ist. Der Leser hat

wiederum die Möglichkeit sich nur an jenen Stellen zu vertiefen, wo dies gewünscht ist.

Andererseits wird durch die Verlinkung auch das Netz dichter gesponnen, was eine Rückwirkung auf das Ranking in Suchmaschinen und anderen Services hat.

4 Interessante Phänomene

Social Software ist nicht nur ein Sammelbegriff für eine ganze Reihe von Anwendungen, vom expliziten Social Network Service über Online Photo Sharing, Social Bookmarking bis zu Weblogs und Wikis, sondern wird als Bewegung auch von zahlreichen anderen Phänomenen begleitet. Die Dynamik, die durch die stattfindende gegenseitige Befruchtung der Entwicklungen entsteht, ist wiederum Folge veränderter gesellschaftlicher Rahmenbedingungen, die einmal mehr das soziale an Social Software deutlich machen.

4.1 Microcontent Publishing

Die Praktiken eines Knowledge Worker im Umgang mit Inhalten haben sich durch die Verbreitung des Internet und Hypertext stark verändert. Wurden vor zehn Jahren noch häufig längere Texte als Standardtextformat gesehen³, so hat sich mit dem Durchbruch von Email die Textlänge deutlich reduziert. Auf Grund dieser Reduktion wird häufig von Microcontent gesprochen [14].

Auch in Social Software Applikationen wird meist Microcontent publiziert, von Emails über Instant Messaging bis hin zu Weblogs und Wikis handelt es sich in der Regel um kurze Texte im Umfang von wenigen Absätzen.

Diese Entwicklung ist auch für die Referenzierbarkeit mittels Permalinks von großem Vorteil, da mit einem Link zu einem Item innerhalb von Weblogs, Wikis, Social Bookmarking Software oder Social Networking Plattformen meist ein einziger, bestimmter Kontext, ein Meme, bezeichnet werden kann.

4.2 Kollaborative Annotation und Folksonomies

Ein weiteres, relativ junges Phänomen ist die Anwendung von Tagging auf solche Informationseinheiten. Als Tags werden Stichwörter verstanden, die diesen Items durch User zugeordnet werden können. Im Prozess des

³ Gängige Textverarbeitungssoftware verwendet aus gutem Grund das „Dokument“ als grundlegende Metapher, web-basierte Systeme sprechen meist von „Seiten“ („Pages“), „Posts“, „Snips“ oder „Snippets“.

Publishing dienen sie dem Autor meist zur Kategorisierung, durch Social Software Applikationen wie Social Bookmarking⁴ oder Photo Sharing⁵, wird die Verschlagwortung jedoch sozialisiert.

Beliebige Nutzer können die mittels Permalink identifizierten und referenzierten Inhalte Verschlagwörter und durch die kollektive Intelligenz der Masse (Stichwort: Schwarmintelligenz) entstehen Netzwerke aus Begriffen und Items, die mittels statistischer Verfahren zur Filtrierung oder zur Ordnung eingesetzt werden können. Auch hier wirkt ein sich selbst verstärkender Prozess der Kontextualisierung (durch Verschlagwortung).

Dieser kollaborative Vorgang des Tagging kann auch als Annotation mit Metadaten verstanden werden, auch wenn Tags in den wenigsten Fällen der Qualität entsprechen, die man sich von Metadaten einer klassischen Definition nach erwarten würde⁶.

Gerade hier ergibt sich jedoch ein möglicher Anknüpfungspunkt mit Techniken des Semantic Web, da vielfach bereits von so genannten „Folksonomies“ gesprochen wird, also kollaborativ erarbeiteten Taxonomien die Grundlage für Ontologien sein könnten [8]⁷.

4.3 RSS, RDF, REST, Web Services und das Web 2.0

Ein wesentlicher Einfluss von Social Software auf Technologien, die in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem Semantic Web stehen, ist anhand der Entwicklung von RSS nachzuvollziehen.

Ursprünglich als Datenformat zur Darstellung von Content auf XML Basis konzipiert, entwickelte es sich durch das massive Wachstum der Blogosphäre zu einem Standardformat für Content Syndication und Aggregation. Eine Version des Standards (RSS 1.0) basiert auf RDF als Ausgangsformat und findet weiterhin häufige Verwendung. Dabei ist RSS neben HTTP und URIs das am häufigsten verbreitete Format des Semantic Web, ohne jedoch annähernd die Mächtigkeit von RDF zu nutzen.

Für andere Tools, wie z. B. Trackback⁸, wird ebenfalls RDF eingesetzt, vor allem an jenen Stellen, wo es darum geht in einem maschinenlesbaren Format Informationen bereitzustellen.

⁴ Siehe als Beispiel <http://del.icio.us>

⁵ Siehe als Beispiel <http://www.flickr.com>

⁶ Die Schlagwörter enthalten sowohl Hinweise zum Inhalt als auch Handlungsanweisungen an den Autor oder Leser (z.B. „toread“), aber auch persönliche Kategorisierungen (z.B. „work“). Tags selbst sind Opfer von unterschiedlichen Schreibweisen und natürlich verschiedenen semantischen Interpretationen.

⁷ Für Bedeutung von Folksonomies in kollaborativen Wissensmanagementsystemen siehe den Beitrag von Schmitz et al. in diesem Band.

⁸ Trackback ist ein auf http basierender Mechanismus zur Verknüpfung von Beiträgen in Weblogs über Anwendungsgrenzen hinweg. RDF kommt dabei im Rahmen des Auto Discovery Mechanismus zum Einsatz.

Eine weitere Entwicklung, die massiv von Services im Umfeld von Social Software vorangetrieben wurde, ist die konsequente Orientierung an vorhandener Web Infrastruktur zur Realisierung von Applikationen. So ist die Technik des Representational State Transfer (REST) mittlerweile ein weit verbreiteter Standard, der sich gegen XML-RPC und vor allem SOAP durchgesetzt hat. Entwickler im Umfeld von Social Software sind starke Befürworter der HTTP und URI Struktur und erreichen durch die Verwendung eines Personal Publishing Tools eine größere Öffentlichkeit, was die starke Verbreitung von REST erklärt.

Mit dieser Struktur geht auch die immer stärker werdende Verbreitung von Web Services und einfachen APIs einher. Im Falle von Weblog Applikationen hat sich mittlerweile XML-RPC in Form der Blogger API und der Metaweblog API durchgesetzt. Beinahe jedes neue Service bietet von Beginn an eine vollständige API, mit der es möglich ist, durch Resampling und Remixen neue Anwendungen zu schaffen.

All das ist Teil einer neueren Vision für ein Web 2.0, die auffällige Ähnlichkeit mit der Vision des Semantic Web hat [13].

5 Die Zukunft von Social Semantic Software

Der Anspruch dieses Beitrags ist es, das Wesen und die mögliche Entwicklung von Social Software aufzuzeigen, daher auch drei Thesen zur Zukunft:

5.1 Personal Publishing bleibt der Nukleus

Die steigende Verbreitung von Social Software rund um das Paradigma des Personal Publishing ist eine logische Entwicklung basierend auf gesellschaftlichen Veränderungen. Wissensarbeit wird in zunehmendem Maße unter Verwendung von web-basierten Applikationen verrichtet. Die Verbreitung von Informationen über das Internet und damit die gesamte Informationsmenge wächst stetig, ein Trend, der wohl nachhaltig ist und weiter anhalten wird.

Social Software bedingt genauso wie das Semantic Web die Veröffentlichung (unabhängig von einer bewussten Einschränkung des Nutzerkreises) von Inhalten im Web. Damit ist Publishing ein wesentlicher Teil beider Visionen. Die Erkenntnis der Social Software Entwicklung ist, dass soziale Faktoren eine wesentliche Rolle spielen, wesentlicher als dies vermutlich derzeit in vielen Systemen der Fall ist.

Phänomene wie Folksonomies, die weite Verbreitung von Weblogs und deren Wirkung als Trägermedium für technische Standards und Entwicklungen wie RSS oder Webservices sind ein deutliches Zeichen dafür, dass Personal Publishing ein tragfähiges Paradigma ist.

5.2 Die Konvergenz von Social Software und Semantic Web ist unvermeidlich

Wenn im Titel dieses Abschnittes von „Social Semantic Software“ die Rede ist, so ist die wichtigste Aussage auch schon vorweggenommen. Neben den vielen logischen Entwicklungen, die Social Software in den nächsten Jahren nehmen wird, ist die Konvergenz mit semantischen Technologien eine der sichersten.

HP unternahm bereits einen Versuch Weblogs mittels RDF zu unterstützen und anzureichern. Der Prototyp eines Semantic Blogging Systems zeigt die generelle Machbarkeit, ist jedoch noch nicht für einen produktiven Einsatz geeignet [3].

Systeme wie SemBlog [12] zeigen ebenfalls die unvermeidliche Konvergenz der beiden Bereiche, die in der Entstehung eines „Metawebs“ gipfeln könnten [19]. Die Entwicklung von RSS und die Verwendung von RDF in einigen speziellen Feldern sind weitere Indikatoren aus Sicht der Technologie.

Viel stärker ist jedoch die Indikation auf der sozialen Ebene der User. Weblogs, Wikis und andere Mittel des Personal Publishing helfen Usern in erster Linie die Informationsflut zu bewältigen, indem sie einen personalisierten Informationsspeicher und kollaborative Filtermechanismen etablieren. In zweiter Linie allerdings wächst die Informationsflut weiter, die einfache Möglichkeit zu publizieren lässt die Menge an Information drastisch wachsen. Daher braucht es Methoden und Applikationen um mit dieser Informationsmenge umzugehen.

Die stärkere Fragmentierung und das „Loose Coupling“ von Web Services über simple APIs nimmt zu und erfüllt somit einen Teil der Vision, dass Daten über die Grenzen von Applikationen, Organisationen und Gruppen hinweg verfügbar sind [22].

Es ist also nur eine Frage der Zeit, bis sich Techniken aus beiden „Welten“ in Applikationen oder Services komplementär ergänzen.

5.3 Social Semantic Software wird unsichtbar

Social Software wird, genauso wie das Semantic Web, „verschwinden“, ubiquitär werden und als unsichtbare Schicht in unseren Alltag Einzug halten. Irgendwann wird nicht mehr wichtig sein, ob wir über ein Weblog oder ein Wiki Inhalte online publizieren oder ob Suchalgorithmen durch den Einsatz von kollektiver (User-)Intelligenz und semantischen Technologien, wie Ontologien, bessere Ergebnisse liefern.

Beide Paradigmen verstehen das Web als Plattform im Bereich der semantischen Systeme als singuläre, globale, verteilte Datenbank, im Falle der Social Software als schwarmintelligentes soziales Netzwerk zur kollaborativen Filterung von Inhalten.

Dazu zählt auch die bereits vorhandene Verbreitung von Webservices, die als Grundlage einer verteilten, globalen Plattform dienen. Wer heute verschiedene Applikationen, egal ob auf dem Desktop oder im Internet benutzt, der bemerkt vermutlich nicht, wie oft Daten direkt über http Verbindungen online abgeholt werden. Services spezialisieren ihre Funktionalität weiter, über APIs können andere Services eingebunden und damit die Flexibilität sowie der Gesamtnutzen erhöht werden.

Fazit

Semantic Web und Social Software sind parallele Entwicklungen, mit ähnlichen Zielen: Informationsmanagement für Nutzer zu erleichtern, um die wachsende Informationsmenge besser bewältigen zu können. Nicht nur verwandte Ziele, sondern auch Überschneidungen in technischen Lösungsparadigmen zeichnen einen eindeutigen Konvergenzpfad hin zu einer Social Semantic Software.

Literatur

1. Andrieu O (2005) Getting your Blog picked up by Search-Engines. Reporters without Borders, Bloggers Handbook, p 26–32,
http://www.rsf.org/IMG/pdf/Bloggers_Handbook2.pdf, aufgerufen am 20.11.2005
2. Blood R (2000) Weblogs: A History and perspective,
http://www.rebeccablood.net/essays/weblog_history.html, aufgerufen am 20.11.2005
3. S (2004) Semantic Blogging and decentralized Knowledge Management, Communications of the ACM, Vol. 47 No. 12:47–53
4. Coates T (2005) My working definition of social software.
http://www.plasticbag.org/archives/2003/05/my_working_definition_of_social_software.shtml, aufgerufen am 20.11.2005
5. Dawkins R (1976) The selfish Gene. Oxford University Press
6. Efimova L, de Moor A (2005) Beyond personal webpublishing: An exploratory study of conversational blogging practices. Proceedings of the Thirty-Eighth Hawaii International Conference on System Sciences HICSS-38
7. Glaser M (2005) What really makes a Blog shine. Reporters without Borders, Bloggers Handbook, p. 32–36,
http://www.rsf.org/IMG/pdf/Bloggers_Handbook2.pdf, aufgerufen am 20.11.2005
8. Hammond T, Hannay T, Lund B, Scott J (2005) Social Bookmarking Tools (I). Dlib Magazine, Vol. 11 No. 4,
<http://www.dlib.org/dlib/april05/hammond/04hammond.html>, aufgerufen am 20.11.2005
9. MacLeod H (2004) TROGGING: Trust + Blogging i. e. „Using Blogs to build trust and transparency“.

- http://www.gapingvoid.com/Moveable_Type/archives/000989.html, aufgerufen am 20.11.2005
10. Mosel S (2005) Self directed learning with personal publishing and microcontent - Constructivist approach and insights for institutional implementations, Proceedings of Microlearning 2005
 11. Norheim D (2004) Social Software – Towards ‘A semantic federated model’. Whitepaper, http://www.asemantics.com/n/papers/Semantic_Social_Software.pdf, aufgerufen am 20.11.2005
 12. Ohmukai I; Takeda H, Numa K (2004) Personal Knowledge Publishing Suite with Weblog, Proceedings of 13th World Wide Web Conference, Workshop on the Weblogging Ecosystem: Aggregation, Analysis and Dynamics (WWW '04)
 13. O'Reilly T (2005) What is the Web 2.0. <http://www.oreillynet.com/lpt/a/6228>
 14. Rittenbruch M, Mansfield T, Cole L (2003) Making Sense of syndicated Collaboration, <http://citeseer.ist.psu.edu/593567.html>, aufgerufen am 20.11.2005
 15. Schiano D, Nardi B, Gumbrecht M, Swartz L (2004) Blogging by the rest of us, Proceedings of CHI 2004
 16. Shirky C (2003) A group is its own worst enemy. http://www.shirky.com/writings/group_enemy.html, aufgerufen am 20.11.2005
 17. Shneiderman B (2003) Leonardo's Laptop: Human Needs and the new Computing Technologies. MIT Press
 18. Sifry D (2005) State of the Blogosphere, WWW, <http://www.sifry.com/alerts/archives/000343.html>, aufgerufen am 20.11.2005
 19. Spivack N (2003) The Birth of „The Metaweb“ – The Next Big Thing – What We are All Really Building, http://novaspivack.typepad.com/nova_spivacks_weblog/2003/12/the_birth_of_th.html, aufgerufen am 20.11.2005
 20. Tepper M (2003) The Rise of Social Software. netWorker, Vol. 7 No. 3:19–23
 21. Walker J (2002) Links and Power: the political economy of linking on the Web. Proceedings of International Conference on Hypertext '02
 22. W3C (2005) Semantic Web, <http://www.w3.org/2001/sw/>, aufgerufen am 20.11.2005

Knowledge Visualization: Die nächste Herausforderung für Semantic Web Forschende?

Remo Burkhard

Universität St. Gallen, Schweiz;
Remo.Burkhard@unisg.ch

Zusammenfassung: Wer wird als erster die Vision des „Semantic Web“ zur Realität machen? Vielleicht diejenigen Semantic Web Forschenden, die sich auf Knowledge Visualization konzentrieren. Dieser Artikel vermittelt einen ordnenden Überblick über das Thema Visualisierung für Semantic Web Forschende und beschreibt die wichtigen Perspektiven des optimalen Wissenstransfers. Der Artikel beschreibt die Vorteile von Visualisierungen und die Forschungsrichtungen, die für Semantic Web Forschende wichtig sind. Schließlich werden aktuelle Beispiele aus der Praxis, in denen das Nutzen, Finden oder Transferieren von Information eine Herausforderung war, beschrieben. Der Artikel vermittelt Praktikern in Firmen Lösungsansätze und zeigt Semantic Web Forschenden einen neuen Forschungsschwerpunkt, der nach der Etablierung von technischen Standards wichtig werden wird: Knowledge Visualization.

1 Einführung

Dieser Artikel vermittelt einen ordnenden Überblick über das Thema Visualisierung für Semantic Web Forschende.

Heute erfolgt der Wissenstransfer in Großfirmen primär mit Text und Zahlen, seltener mit visuellen Repräsentationen. Wenn, dann vor allem mit Geschäftsdiagrammen und Bildern. Daneben existieren viele Visualisierungstechniken, die selten genutzt werden. Warum? Oft sieht eine Methode viel versprechend aus, bei genauerer Betrachtung wird aber oft der Nutzen für konkrete Situationen in der Geschäftspraxis nicht klar. Aus der Erfahrung des Autors liegen hier zwei wichtige Forschungsaufgaben: Erstens im Zuordnen von existierenden Visualisierungsmethoden zu konkreten Situationen in der Geschäftspraxis, zweitens in der Entwicklung von Visualisierungstechniken für konkrete Problemstellungen, sofern keine bewährte Methode existiert.

Warum ist Knowledge Visualization wichtig für Semantic Web Forschende? Wenn die Semantic Web Vision Realität ist, werden es die Benutzer über visuelle Benutzeroberflächen bedienen. Optimal gestaltete Benutzeroberflächen sind dann allgegenwärtiger Standard, dank Errungenschaften der Forschungsgebiete Interface Design oder Human Computer Interaction. Eine zusätzliche Möglichkeit, um die versprochenen neuen Möglichkeiten des Semantic Webs erlebbar zu machen, sind neue interaktive Visualisierungsmethoden, die helfen, die Information zu erforschen, zu erinnern und zu vermitteln; kurz, sie zu nutzen. Hier bieten die Forschungsgebiete Knowledge Visualization, Information Visualization, Information Architecture und Information Design Lösungsansätze. Auf diese Chance wurde früh hingewiesen, zum Beispiel in [26]. Die Hypothese dieses Artikels ist, dass nicht diejenigen Semantic Web Forschenden die Vision zur Realität machen, die sich auf die technischen Komponenten (z. B. XML, XML Schema, RDF, RDF Schema und OWL) konzentrieren, sondern diejenigen, die zeigen, wie mit diesen technischen Komponenten ein Mehrwert für die Nutzer geschaffen wird. Und hier spielt die Visualisierung eine wichtige Rolle.

2 Verwandte Literatur

Eine allgemeine Visualisierungswissenschaft fehlt bis heute; damit auch ein übergeordneter und etablierter Theorierahmen. Dieser Abschnitt stellt deshalb die einzelnen Gebiete vor, die für Semantic Web Forschende wichtig sind.

2.1 Visuelle Wahrnehmung und Kognition

Wir besitzen beeindruckende Fähigkeiten, visuelle Information schnell aufzunehmen und effizient zu verarbeiten. Das Thema wird in verschiedenen Disziplinen wie z. B. Lernpsychologie [2, 27, 34, 39, 53], Wahrnehmungspsychologie [20, 31, 35], und den visuellen Neurowissenschaften [24, 32, 45, 52] untersucht. Weitere Quellen sind zusammengetragen in [9].

Die vielfältigen Studien helfen, die Funktionen (Vorteile) von visuellen Repräsentationen zu belegen. Beispiele für solche Vorteile sind: (1) Visualisierungen lösen Emotionen aus (z. B. Werbung), (2) zeigen Beziehungen auf (z. B. Diagramme), (3) machen Ausnahmen, Trends oder Muster sichtbar (z. B. Sternbild), (4) erregen und halten die Aufmerksamkeit aufrecht (Kino), (5) unterstützen das Erinnern (z. B. Metaphern), (6) stellen gleichzeitig einen Überblick und Details dar (z. B. Landkarte), (7) erleichtern das Lernen (z. B. Funktionsschemas), (8) helfen zur Koordination in Teams (z. B. Fußballstrategieszenarien) (9) oder motivieren und aktivieren Menschen (z. B. Visionen).

2.2 Bildwissenschaft

Eine allgemeine Bildwissenschaft fehlt. Einen guten Überblick über die vielen assoziierten Gebiete vermittelt Sachs-Hombach [42]. Hier wird unterschieden in Grundlagendisziplinen (z. B. Kognitions-, Kommunikations-, Medienwissenschaften, Kunstgeschichte, Psychologie, Philosophie, Rhetorik, Semiotik), historisch orientierte Bildwissenschaften (z. B. Archäologie, Ethnologie, Theologie, usw.), sozialwissenschaftliche Bildwissenschaften (z. B. Politikwissenschaft, Rechtswissenschaft, Soziologie), anwendungsorientierte Bildwissenschaften (z. B. Computervisualistik, Kartografie, Werbeforschung) oder praktische Disziplinen moderner Bildmedien (z. B. Bildsystem Fotografie, Kommunikationsdesign, Film und Fernsehen). In [42] wird vorgeschlagen, als nächsten Schritt gemeinsame Begriffe, Modelle und Frameworks zu etablieren. Das Knowledge Visualization Framework ist ein solcher Baustein.

Daneben werden in verschiedenen Gebieten spezifische neue Visualisierungsmethoden entwickelt. Beispielsweise in den Gebieten Information Design, Information Visualization und Information Architecture.

2.3 Information Design

Information Design ist das Handwerk und die Wissenschaft, Information so aufzubereiten, dass diese schnell und genau verstanden werden kann. Wichtige Vertreter sind Jacques Bertin [3], Edward Tufte [49-51] und Robert Horn [28]. Die entstehenden visuellen Kommunikate sind meistens statische visuelle Darstellungen wie Diagramme, Karten oder Poster. Zu diesem Gebiet gehört der Bereich der visuellen Kommunikation, der jedoch unzureichend definiert ist. Visuelle Kommunikation wird primär an Kunsterwerbeschulen unterrichtet. Dabei werden unterschiedliche Themen, die mit visueller Gestaltung und Kommunikation zu tun haben, untersucht; zum Beispiel Corporate Identity, Buchgestaltung, visuelle Wegführung in Räumen (Signaletik), Webdesign oder Interaktionsdesign.

2.4 Information Visualization

Das Gebiet der Information Visualization ist in Informatikstudiengängen an Hochschulen verankert. Information Visualization Forschende untersuchen, wie computerbasierte Visualisierungsmethoden eingesetzt werden können, um grosse Datenbestände mit Hilfe von interaktiven visuellen Benutzeroberflächen zu erforschen, oft in Echtzeit. Dabei werden Daten zum Beispiel mittels Punkten abgebildet, was erlaubt, mit dem Auge Muster (z. B. eine Anhäufung von Punkten) zu erkennen. Die Motivation liegt darin, dadurch neue Erkenntnisse zu gewinnen. Einführungen ins Forschungsgebiet Information Visualization geben [14, 16, 48, 52]. Frühe Beispiele

sind Tree Maps [29, 46], Cone Trees [41], aktuellere Beispiele sind [5, 6]. Beispiele mit Bezug zum Semantic Web sind [4, 17, 25].

2.5 Information Architecture

Information Architecture steht zwischen Information Design und Information Visualization. Während Wurman [54] sehr nahe beim Gebiet Information Design ist, sind andere Vertreter wie Schmitt und Engeli [21, 43] näher beim Fachgebiet Information Visualization. Denn sie konzentrieren sich weniger auf ein Kommunikationsziel, sondern auf das Abbilden von Strukturen oder Informationsräumen. Wichtig sind die Erforschung und Navigation in drei- oder mehrdimensionalen Räumen. Ein Beispiel, das dies verdeutlicht, ist das 3D Tradefloor Visualization Projekt (3DTFV) des New Yorker Architekturbüros Asymptote Architecture [36].

Fazit: Beim Studium der Visualisierungsliteratur fällt auf, dass zwischen den theoretischen Betrachtungsweisen (z. B. Bildwissenschaften) und den anwendungsorientierten Forschungsgebieten (z. B. Information Visualization) eine vermittelnde Schicht und ein gemeinsames Framework fehlt. Das Forschungsgebiet Knowledge Visualization setzt hier an.

2.6 Knowledge Visualization

Knowledge Visualization untersucht, welche Visualisierungsmethoden in konkreten Situationen helfen, den Wissenstransfer und die Schaffung neuen Wissens (und damit zwei Schlüsselprozesse in einer wissensorientierten Gesellschaft) zu verbessern. Im Unterschied zu Information, die (wie eine Telefonnummer) explizit gemacht werden kann, ist Wissen (wie Fahrradfahren) in Hirn und Herz eines Menschen gespeichert. Der Transfer gelingt nur dann, wenn der Empfänger über Informationsbausteine das neue Wissen selbst erarbeiten kann (re-creation). Dieser Prozess geschieht durch Kommunikation und Interaktion mit expliziter Information. Knowledge Visualization ist definiert in [11]: „*Knowledge Visualization examines the use of visual representations to improve the transfer and creation of knowledge between at least two persons*“ und in [22]: „*Knowledge Visualization thus designates all graphic means that can be used to construct and convey insight.*“ Entscheidend für den optimalen Wissenstransfer sind in jeder spezifischen Situation vier Perspektiven. Sie sind zusammengefasst im Knowledge Visualization Framework, das auf der Analyse der Tradition von Architekten, mittels Visualisierungen Inhalte zu vermitteln, hergeleitet wurde [7, 8]. Das Knowledge Visualization Framework (Abbildung 1) ist beschrieben in [9, 10, 22].

FUNCTION TYPE	KNOWLEDGE TYPE	RECIPIENT TYPE	VISUALIZATION TYPE
Coordination	Know-what	Individual	Sketch
Attention	Know-how	Group	Diagram
Recall	Know-why	Organization	Image
Motivation	Know-where	Network	Map
Elaboration	Know-who		Object
New Insight			Interactive Visualization
			Story

Abb. 1. Das Knowledge Visualization Framework beschreibt vier Perspektiven, die im Wissenstransfer entscheidend sind.

In jeder schwierigen Wissenstransfersituation sind vier Perspektiven zu erörtern:

1. Die „*Function Type*“-Perspektive fragt nach dem Ziel oder der auszunützenden Funktion der Visualisierung. Denn alle Funktionen auf einmal zu nutzen funktioniert nur bedingt.
2. Die „*Knowledge Type*“-Perspektive fragt, um welche Art von Wissen es sich handelt. Denn es ist ein Unterschied, ob man Fakten oder Ursachen-Wirkungszusammenhänge abbilden soll.
3. Die „*Recipient Type*“-Perspektive fragt nach dem Kontext, dem Zielpublikum und dessen Erfahrungen, Bildung, kulturellem Hintergrund oder Motivation zum Thema. Denn Kenntnisse über den Empfänger sind der Schlüssel in der Vermittlung. Klarheit in diesen drei Perspektiven hilft die einzelne Visualisierungsmethode oder der Mix der Visualisierungsmethoden zu definieren.
4. Zur Auswahl stehen die sieben Typen der „*Visualization Type*“-Perspektive: Skizzen, Diagramme, Bilder, Karten, Objekte, interaktive Visualisierungen und mentale Bilder/Geschichten.

Die letztgenannten sieben Typen sind ausführlich in den genannten Publikationen beschrieben. Sie sind deshalb hier nur grob zusammengefasst: *Skizzen* erlauben, eine Grundidee schnell zu visualisieren. Sie sind offen und lassen Spielraum für Interpretationen zu. *Diagramme* sind abstrakte, schematische Repräsentationen, die helfen, strukturelle und funktionale Zusammenhänge zwischen den Schlüsselementen präzis aufzuzeigen. *Bilder* stellen Impressionen, Expressionen oder die Realität dar. Sie inspirieren, wecken Emotionen, bleiben in Erinnerung und aktivieren Menschen. *Karten* verwenden kartographische Elemente und Konventionen und vermitteln einen Überblick, Details und Beziehungen. Siehe dazu [3, 13, 23, 28, 40, 50]. Zu dieser Kategorie gehören Concept Maps [37, 38] und Knowledge Domain Structures [15, 17–19]. *Objekte* sind räumlich und

haptisch. Sie zeigen einen Gegenstand von unterschiedlichen Perspektiven und helfen dadurch, das Objekt schneller zu erfassen (z. B. ein Skelett im Biologieunterricht). *Interaktive Visualisierungen* im Sinne von computerbasierten Applikationen oder Videos erlauben die Erforschung der abgebildeten Information (z. B. Information Visualization), die Animation (z. B. Video) oder Elaboration von Information (z. B. Darstellungen, die in Workshops entstehen). *Mentale Bilder/Geschichten* sind imaginäre (nicht physische) Visualisierungen (Bilder im Kopf) die sich schnell verbreiten können. Siehe dazu [1, 30, 33, 44, 47]

Der nächste Abschnitt zeigt, wie mit Hilfe des Knowledge Visualization Frameworks Lösungen für Probleme in der Praxis entwickelt wurden.

3 Knowledge Visualization in wissensintensiven Prozessen

Die sechs Beispiele zeigen, wie die übergeordneten Ziele, die Semantic Web Forschende verfolgen, mit Knowledge Visualization Lösungen erreicht wurden. Dabei wird das Semantic Web als Vision verstanden, die den globalen Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen Menschen, Funktionen, Sprachen, Medien, Kulturen zum Ziel hat, wobei der Unterschied zum World Wide Web darin besteht, dass die Information mit Bedeutung (Semantik) angereichert und dadurch nutzbarer gemacht wird.

3.1 Knowledge Visualization in Marketing und Verkauf

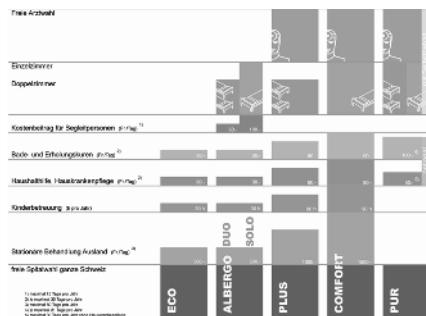


Abb. 2. Ein Diagramm strukturiert ein Leistungsangebot¹.

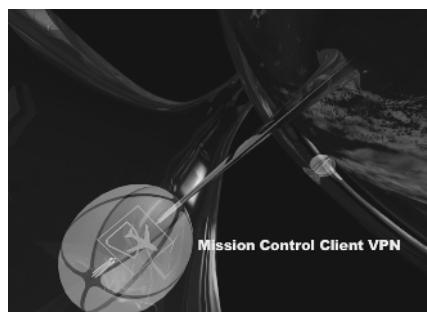


Abb. 3. Ein Video visualisiert ein abstraktes Serviceangebot²

¹ Autor: www.vasp.ch. Kunde: Helsana Versicherungen AG (www.helsana.ch)

² Autor: www.vasp.ch. Kunde: Open Systems AG (www.open.ch)

Im ersten Beispiel hatte eine Krankenversicherung fünf einzelne Produktblätter, die auf einem Produktblatt zusammengeführt werden sollten. Das Leistungsangebot der Produkte wurden mit einer tabellarischen Balkengrafik (Abbildung 2) vergleichbar gemacht. Die Herausforderung lag darin, die richtige Informationsdichte zu finden, was durch die Weiterentwicklung des bekannten Balkendiagramms geschah.

Eine innovative IT-Security Firma muss regelmässig das technisch abstrakte, weltumspannende Mission-Control-Sicherheitsdispositiv kommunizieren. Die bekannten IT-Diagramme genügten nicht. Deshalb wurde auf der Basis einer Metapher eine innovative dreidimensionale Abbildung (Abbildung 3) entwickelt, die mittels eines Kurzfilms die Kernbotschaften und Zusammenhänge greifbar macht.

3.2 Knowledge Visualization in der Strategiekommunikation

Die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) verwandelt bis 2011 ihren Standort ETH Hönggerberg in einen Hochschulcampus und ein Stadtquartier für Denkkultur. Science City wird zur Drehscheibe des Wissens und zu einem Modell für die Hochschule des 21. Jahrhunderts. Wie vermittelt man eine so vielschichtige Strategie? Die vier Meter lange Science City Map (Abbildung 4) bildete die unterschiedlichen Konzepte, Beziehungen und fiktive Geschichten ab und half dadurch, den Überblick und die Details sichtbar zu machen.



Abb. 4. Die Science City Map stellt auf einer vier Meter langen Karte unterschiedliche Konzepte, Beziehungen, Geschichten dar.³

3.3 Knowledge Visualization in Projekten

In einem Ausbildungszentrum für Gesundheitsberufe wurde ein Qualitätsentwicklungsprojekt eingeführt. Gegen 400 Betroffene sollten dafür gewonnen werden. Wie erreicht man die unterschiedlichen Zielgruppen und vermittelt einen Überblick plus Details? Der Prozess wurde mit der Metapher

³ Autor: www.vasp.ch. Auftraggeber: ETH Zürich (www.sciencecity.ethz.ch)

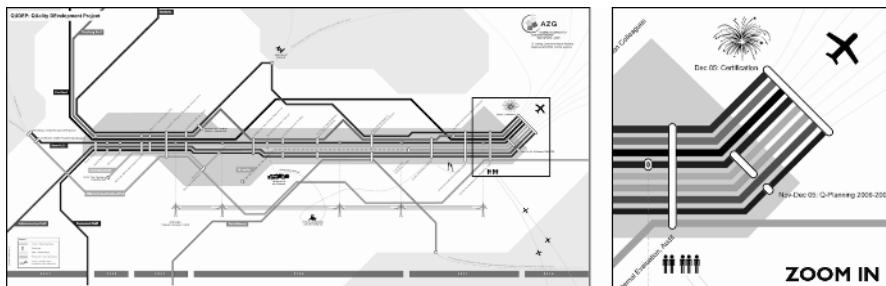


Abb. 5. Die Prozessdarstellung in Form einer U-Bahn-Karte vermittelt einen erinnerbaren Überblick plus Details. Die Zeit läuft von links nach rechts⁴.

der U-Bahnkarte abgebildet (Abbildung 5), wobei die U-Bahnlinien Zielgruppen (z. B. Projektteams, Lehrlinge, Kader, etc.) und die Haltestellen die Meilensteine repräsentieren. Schnell wird klar, wer wann was und mit wem macht. Die an belebten Orten (z. B. vor dem Lift) aufgehängten Poster zeigen einen Überblick plus Details, regen zum Entdecken und Diskutieren an und fördern den Identifikationsprozess. Die Darstellung wurde in zwei Studien evaluiert [12, 13].

3.4 Knowledge Visualization im Risikomanagement

Wie findet und kommuniziert man die Risiken einer Firma und deren Treiber? Mittels der Methode der Eisbergkarte und einem moderierten Workshop wurden in unterschiedlichen Firmen die Risiken und Treiber identifiziert und gleichzeitig abgebildet. Die Eisberge repräsentieren Risiken (Abbildung 6) und die Begriffe unter der Wasseroberfläche die Treiber. Die Karte dient als Ordnungsprinzip und zur Koordination im Risikoanalyseworkshop mit den Führungskräften. Gleichzeitig hilft die interaktive Version der Karte in der internen Kommunikation und fördert die Auseinandersetzung mit den Risiken der Firma.

3.5 Budget Map: Knowledge Visualization im Controlling

Mit zahlen- und tabellenorientierten Finanzberichten ist es schwierig, Nichtfinanzexperten einen Überblick über Budgets zu vermitteln. Mit einer interaktiven Visualisierung wurden die IT-Budgets eines internationalen Konzerns abgebildet (Abbildung 7). Die Darstellung verwendet den Treemap-Algorithmus von Johnson und Shneiderman [29]. Jedes Rechteck repräsentiert dabei einen Budgetbetrag, die Größe der Fläche des Rechtecks korreliert mit der Höhe des Budgets. Die Farbe stellt Abweichungen fest. Schieberegler und eine Schlagwortsuche erlauben Filtermöglichkeiten. Das

⁴ Quelle und Copyright: vasp dataecture GmbH (www.vasp.ch)

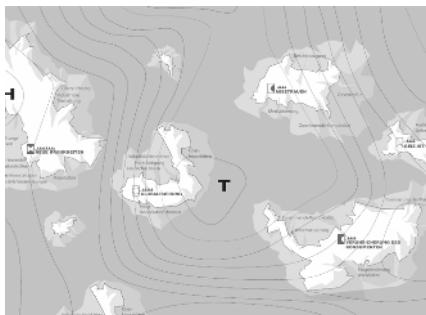


Abb. 6. Ausschnitt: Die Eisbergkarte gibt einen Überblick und Details⁵.

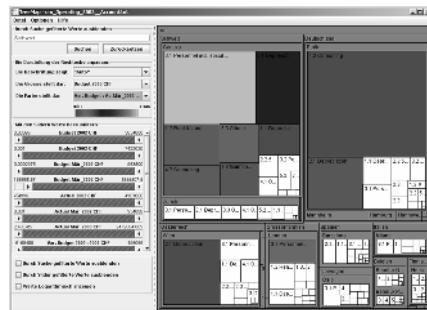


Abb. 7. Interaktive visuelle Analyse und Controlling von Budgets⁶.

Tool wurde ans Datawarehouse angebunden und ergänzt die Reports. Gleichzeitig ergänzt es als Stand-Alone-Applikation auf einfache Weise Microsoft Excel.

Diese sechs Beispiele zeigen, wie mit der Anwendung von bekannten Visualisierungsansätzen komplexe Herausforderungen gemeistert wurden. Bei allen Beispielen geht es letztlich um die Anreicherung der Information mit bedeutungsgebenden Elementen (Semantik) und um das Abbilden von Taxonomien, Konzepten und Beziehungen. Also ähnliche Ziele, wie die der Semantic Web Forschenden.

Fazit

Heute ist die Informationsmenge und damit das Problem der Informationsüberlastung enorm; mit oder ohne Semantic Web. Die Inhalte werden generell komplexer und oft sind mehrere Personen involviert. Die Inhalte müssen deshalb vermehrt zielgruppengerecht aufbereitet werden, damit sie verstanden werden. Dazu helfen visuelle Lösungen. Für die Forschung ist es wichtig, dass sich die Visualisierungsforscher mit konkreten Problemen in Firmen auseinandersetzen und dass der Graben zwischen den theoretischen Bildwissenschaften und einzelnen Forschungsgebieten überbrückt wird. Ein Baustein dazu ist das vermittelnde Forschungsgebiet Knowledge Visualization, das lösungsorientiert erfolgsversprechende Visualisierungsansätze spezifischen Problemen zuordnet. Damit wird Knowledge Visualization wichtig für Semantic Web Forschende.

⁵ Quelle und Copyright vasp datatecture GmbH (www.vasp.ch) und Innovationsgesellschaft mbH St.Gallen (www.innovationsgesellschaft.ch)

⁶ Quelle: vasp datatecture GmbH (www.vasp.ch)

Literatur

1. Baker A and Greene E (1977) Storytelling: Art and Technique. Bowker, New York
2. Bauer M and Johnson-Laird P (1993) How diagrams can improve reasoning. *Psychological Science* 4 6: 372–378
3. Bertin J (1967) Sémiologie Graphique. Gauthier-Villars, Paris
4. Börner K and Chen C (2002) Visual Interfaces to Digital Libraries: Motivation, Utilization, and Socio-Technical Challenges. Lecture Notes in Computer Science. vol. 2539. Springer Verlag, New York, 232
5. Brodbeck D and Girardin L (2003) Design Study: Using Multiple Coordinated Views to Analyze Geo-referenced High-dimensional Datasets. In: CMV 2003. London
6. Brodbeck D and Girardin L (2003) Trend Analysis in Large Timeseries of High-Throughput Screening Data Using a Distortion-Oriented Lens with Semantic Zooming. In: IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis 2003). Seattle
7. Burkhard R (2004) Learning from Architects: The Difference between Knowledge Visualization and Information Visualization. In: Eighth International Conference on Information Visualization (IV04). London, July
8. Burkhard R (2004) Visual Knowledge Transfer between Planners and Business Decision Makers. In: Van Leeuwen and Timmermans (eds.) Developments in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, Eindhoven, Eindhoven University of Technology, 193–208
9. Burkhard R (2005) Knowledge Visualization - The Use of Complementary Visual Representations for the Transfer of Knowledge. A Model, a Framework, and Four New Approaches. Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich
10. Burkhard R (2005) Towards a Framework and a Model for Knowledge Visualization: Synergies between Information and Knowledge Visualization. In: Tergan and Keller (eds.) Knowledge and information visualization: Searching for synergies. LNCS 3426, Heidelberg, Springer-Verlag
11. Burkhard R and Meier M (2004) Tube Map: Evaluation of a Visual Metaphor for Interfunctional Communication of Complex Projects. In: Proceedings of I-KNOW '04. Graz, Austria, June 30 - July 2 pp 449–456
12. Burkhard R and Meier M (2005) Tube Map Visualization: Evaluation of a Novel Knowledge Visualization Application for the Transfer of Knowledge in Long-Term Projects. *Journal of Universal Computer Science* 11 4: 473–494
13. Burkhard R, Meier M, Rodgers P, Smis M and Stott J (2005) Knowledge Visualization: A Comparative Study between Project Tube Maps and Gantt Charts. In: I-Know '05. Graz, Austria
14. Card SK, Mackinlay JD and Shneiderman B (1999) Readings in Information Visualization: Using Vision to think. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco (CA)
15. Chen C (1998) Bridging the Gap: The Use of Pathfinder Networks in Visual Navigation. *Journal of Visual Languages and Computing* 9 3: 267–286
16. Chen C (1999) Information Visualisation and Virtual Environments. Springer-Verlag, London
17. Chen C (1999) Visualizing semantic spaces and author co-citation networks in digital libraries. *Information Processing and Management* 35 3: 401–420

18. Chen C (2000) Domain Visualization for Digital Libraries. In: International Conference on Information Visualisation (IV2000). London, England pp 261–267
19. Chen C (2003) Mapping Scientific Frontiers: The Quest for Knowledge Visualization. Springer, London
20. Ellis WD (1938) A Source Book of Gestalt Psychology. Harcourt, Brace & World, New York
21. Engeli M (2001) bits and spaces: architecture and computing for physical, virtual, hybrid realms. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin
22. Eppler M and Burkhard R (2005) Knowledge Visualization. Encyclopedia of Knowledge Management, Idea Group
23. Eppler MJ (2002) Making Knowledge Visible through Knowledge Maps: Concepts, Elements, Cases. In: Holsapple (ed.) Handbook on Knowledge Management, Volume 1: Knowledge Matters, Berlin, Springer, 189–206
24. Farah MJ (2000) The Cognitive Neuroscience of Vision. Blackwell Publishers, Oxford
25. Fluit C, Sabou M and Harmelen FAHv (2002) Ontology-based Information Visualisation. In: Geroimenko (ed.) In Visualising the Semantic Web, Springer
26. Geroimenko V and Chen C (2003) Visualizing the Semantic Web. Springer Verlag
27. Glenberg AM and Langston WE (1992) Comprehension of illustrated text: Pictures help to build mental models. *Journal of Memory and Language* 31 2: 129–151
28. Horn RE (1998) Visual Language: Global Communication for the 21st Century. MacroVU Press, Bainbridge Island (WA)
29. Johnson B and Schneiderman B (1991) Tree-maps: a space filling approach to the visualization of hierarchical information structures. In: Proc. of the IEEE Visualization '91. San Diego, CA pp 284–291
30. Kleiner A and Roth G (1998) Wie sich Erfahrungen in der Firma besser nutzen lassen. *Harvard Business Manager* 5 1998: 9–15
31. Koffka K (1935) The Principles of Gestalt Psychology. Lund Humphries, London
32. Kosslyn SM (1980) Image and Mind. Harvard University Press, Cambridge (MA)
33. Loebbert M (2003) Storymanagement : Der narrative Ansatz für Management und Beratung. Klett-Cotta-Verlag, Stuttgart
34. Mandl H and Levin JR (1989) Knowledge Acquisition from Text and Pictures. In: Advances in Psychology, vol. 58, Stelmach and Vroon (eds.). North-Holland, Amsterdam, 329
35. Miller GA (1956) The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review* 63: 81–97
36. Moltenbrey K (1999) Taking Stock. *Computer Graphics World* 22 10: 41–44
37. Novak JD (1980) Learning theory applied to the biology classroom. *The American Biology Teacher* 42: 280–285
38. Novak JD and Gowin DB (1984) Learning how to learn. Cambridge University Press, Cambridge
39. Novick LR (2001) Spatial Diagrams: Key Instruments in the Toolbox for Thought. *The psychology of learning and motivation* 40: 279–325
40. Peterson MP (1995) Interactive and animated cartography. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
41. Robertson G and Mackinlay JD (1991) Cone trees: Animated 3D visualizations of hierarchical information. In: Proc. of ACM SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems '91. New Orleans, LA. pp 189–194

42. Sachs-Hombach K (2005) Bildwissenschaft. Disziplinen, Themen, Methoden. Suhrkamp, Frankfurt am Main
43. Schmitt G (1999) Information Architecture; Basis and Future of CAAD. Birkhäuser, Basel
44. Schnalzer K and Thier K (2002) Lernen aus Erfahrungsgeschichten. Wissensintegration: Schlüsselkompetenz der Zukunft. In: Rohs (ed.) Arbeitsprozessintegriertes Lernen. Neue Ansätze für die berufliche Bildung, München, Waxmann, 111–126
45. Shepard RN and Cooper LA (1982) Mental Images and Their Transformations. MIT Press, Cambridge (MA)
46. Shneiderman B (1992) Tree visualization with tree-maps: A 2-d space-filling approach. ACM Transactions on Computer Graphics 11 1: 92–99
47. Snowden D (2000) The Art and Science of Story or Are You Sitting Uncomfortably? Business Information Review
48. Spence B (2000) Information Visualization. ACM Press
49. Tufte E (1983) The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, Cheshire
50. Tufte ER (1990) Envisioning Information. Graphics Press, Cheshire (CT)
51. Tufte ER (1997) Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative. Graphics Press, Cheshire (CT)
52. Ware C (2000) Information Visualization: Perception for Design. Morgan Kaufmann, San Francisco (CA)
53. Weidenmann B (1989) When good pictures fail: An information processing approach to the effect of illustration. In: Mandl and Levin (eds.) Knowledge acquisition from text and pictures, Amsterdam, Elsevier, 161–171
54. Wurman RS (1996) Information Architects. Graphis Inc, Zurich

Informationskompetenz und Schlüsselqualifikationen in der Wissensarbeit

Gabriele Sauberer

TermNet – International Network for Terminology, Wien, Österreich;
termnet@termnet.org

Zusammenfassung: In den letzten Jahren wurde viel über „Kernkompetenzen“ und „Schlüsselqualifikationen“ in der modernen Informations- und Wissensgesellschaft diskutiert und publiziert. Fähigkeiten aus den Bereichen Sozial- und Methodenkompetenz sind zunehmend als Erfolgsfaktoren im gegenwärtigen und zukünftigen Erwerbsleben in unser Bewusstsein gerückt. Wie einige Beiträge der vorliegenden Publikation zeigen, gilt dies in hohem Maße auch für die Informations- und Wissensarbeit im Semantic Web.

So zahlreich und unterschiedlich die Zugänge zu Informationskompetenz und Wissensarbeit in verschiedenen Kontexten sein mögen, so selten wird auf Grundlegendes wie Mehrsprachigkeit, kulturelle Vielfalt, Projekt-, Zeit- und interkulturelles Management in der vernetzten Wissensgesellschaft näher eingegangen. Da wir gerade diese Bereiche und die dafür erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten für Erfolgsfaktoren im und für das Semantic Web halten, wird sich der vorliegende Artikel vor allem mit diesen Faktoren auseinandersetzen.

1 Einleitung: Welche „e-Skills“ sind „Key Skills“? Grundvoraussetzungen für effizientes Arbeiten im Semantic Web

Unter „Informationskompetenz“ verstehen wir im vorliegenden Artikel vor allem jene Fähigkeiten und Fertigkeiten, die in einer Informations- und Wissensgesellschaft erforderlich sind, um relevante Informationen und Inhalte zu recherchieren, zu analysieren, zu kommunizieren, weiterzuverarbeiten und wiederzuverwenden.

Da es sich vor allem in Bezug auf das Semantic Web vorwiegend um elektronische Inhalte handelt, sprechen wir von „e-Skills“ mit „e“ für „elektronisch“. Unter „Key Skills“ verstehen wir jene „Schlüsselqualifikationen“

oder „Kernkompetenzen“, die für eine erfolgreiche Ausübung einer erwerbsmäßigen Tätigkeit entscheidend sind.

Wie relevant dieses Thema auch für Hochschulabsolvent/innen ist, zeigt das Buch „Schlüsselkompetenzen der Zukunft. Was im Berufsleben zählt“, von Johanna Dahm im Jahr 2005 [2] veröffentlicht, in dem unter anderem die Ergebnisse einer im Wintersemester 2004/2005 durchgeführten bundesweiten Umfrage an Deutschen Hochschulen und Unternehmen mit dem Titel „Initiative SQ21 – Schlüsselqualifikationen im 21. Jahrhundert“ vor gestellt werden.

Die SQ21-Resultate zeigen eine hinsichtlich Schlüsselkompetenzen pre-käre Ausbildungssituation auf: Während Personalverantwortliche vor allen anderen Qualifikationen die Kommunikationskompetenz, Engagiertheit und das analytische Denken nachfragen, werden diese Fähigkeiten und Fertigkeiten von den Hochschulen und den Studierenden selbst als eher schwächer bzw. zu wenig gefördert eingestuft. Ganz ähnlich verhält es sich mit den von Unternehmen genannten Kernkompetenzen „Belastbarkeit“, „Teamfähigkeit“ und „Zielorientierung“.

Erstaunlicherweise scheinen internationale oder interkulturelle Kompetenzen in der Deutschen Arbeitssituation eher vernachlässigt zu werden – in der SQ21-Studie wird „Internationale Erfahrung“ nur von den Hochschulen und lediglich als letzte der „Top-10-Qualifikationen“ genannt.

Anders in der bemerkenswerten Broschüre „Schlüsselqualifikationen. Wie vermittele ich sie Lehrlingen?“, deren 2. Auflage im Dezember 2003 erschienen ist, herausgegeben von der Wirtschaftskammer Österreich [10].

Hier stehen Internationalisierung und Globalisierung an zentraler Stelle [10]:

- Die gezielte Vermittlung von Schlüsselqualifikationen bei Lehrlingen kann zu einem positiven Schneeballeffekt im gesamten Unternehmen führen.
- Innovationsfähigkeit, Kundenbindung und Qualitätssicherung gewinnen quer durch alle Branchen an Bedeutung und werden für viele Betriebe sogar zur Überlebensfrage. In diesen wichtigen Aufgabenbereichen sind Schlüsselqualifikationen unverzichtbar.

Bemerkenswert klar werden auch Fachausdrücke wie eben „Schlüsselqualifikationen“ verwendet und definiert¹, treffend ist die Bemerkung:

¹ Alle Fähigkeiten und Kompetenzen, die für die Berufsausübung wichtig sind, aber über das reine Fachwissen hinausgehen, werden als Schlüsselqualifikationen bezeichnet. Sie gelten heute in allen Wirtschaftsbereichen als „Schlüssel“ zur erfolgreichen Bewältigung der vielfältigen Aufgaben und Funktionen.

„Der Begriff „Schlüsselqualifikationen“ mag relativ neu sein, die so bezeichneten Fähigkeiten sind es nicht wirklich. Menschen mit z. B. einem hohen Maß an Kommunikationsfähigkeit, einem guten Zeitmanagement oder einer effizienten Arbeitsweise haben immer schon einen Startvorteil im Berufsleben gehabt. Durch die Veränderungen in der Arbeitswelt (...) sind diese Qualifikationen stärker in den Vordergrund gerückt und sind in der heutigen Berufswelt unabdingbar geworden.“ ([10, S. 6]

Die Frage, warum die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen wichtig sei, wird in der Broschüre in einer Weise beantwortet, die durchaus auch für hoch komplexe Tätigkeiten von „Wissensarbeiter/innen“ relevant und gültig ist – als *Grundvoraussetzungen für effizientes Arbeiten im Semantic Web*.

So erfordert der technologische Wandel samt allumfassendem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien auch von Wissensarbeiter/innen die *Fähigkeit, sich auf neue Techniken und Arbeitsmittel einzustellen* sowie die *Bereitschaft zur kontinuierlichen Weiterbildung*, die vor allem durch die immer kürzer werdende *Halbwertszeit des Wissens* – d. h. jene Zeit, in der die Hälfte der Wissensinhalte an Bedeutung verliert – besondere Bedeutung erhält.

Neue, von flachen Hierarchien geprägte Organisationsmodelle von Unternehmen mit schlanken Strukturen und neue Arbeitsformen, die hauptsächlich auf Teamarbeit ausgerichtet sind, verlangen von Erwerbstätigen wie selbstständig Tätigen vor allem eine *selbständige, effiziente Arbeitsweise, viel Eigeninitiative, hohes Verantwortungsbewusstsein, Zielorientierung und die Fähigkeit, mit anderen zu kooperieren*. Wissensarbeiter/innen stellen hier keine Ausnahme dar.

Offenheit für andere Kulturen, fremdsprachliche und interkulturelle Kompetenzen sowie eine „gewisse Mobilität und Flexibilität“ sind zweifellos Erfolgsfaktoren in Zeiten fortschreitender Internationalisierung und Globalisierung.

Kommunikative Fähigkeiten, Service- und Einsatzbereitschaft sowie Freundlichkeit im Umgang mit Kunden, Lieferanten und Geschäftspartnern können als zentrale Schlüsselqualifikationen betrachtet werden – nicht nur für Lehrlinge oder im Handel Tätige.

Schließlich können auch *Kreativität und Ideenreichtum* nicht schaden – nicht nur, um neuartige Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln und so dem zunehmenden Innovationsdruck und Wettbewerb zu begegnen, sondern auch, um den hohen Anforderungen an Wissensarbeiter/innen – besonders in Bezug auf *Selbstorganisation und -motivation sowie Projekt- und Zeitmanagement* – gerecht werden zu können.

Die folgende Abbildung stammt aus der zitierten WKÖ-Broschüre [10] und zeigt die zentrale Rolle von Schlüsselqualifikationen:

**Abb. 1.** Schlüsselqualifikationen

Die Schlussfolgerung, dass „die aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen in der Arbeitswelt Schlüsselqualifikationen zu einem unverzichtbaren Ziel in der Ausbildung von Fachkräften machen“ betrifft unseres Erachtens ganz besonders Fachkräfte in den Informations- und Wissensindustrien.

Das Semantic Web umfasst Bereiche, die traditionellerweise von männlichen und weiblichen Bibliothekaren, Dokumentaren, Archivaren, Terminologen, Philosophen und vielen anderen vor allem geisteswissenschaftlichen Disziplinen abgedeckt wurden, in denen die Gesetzmäßigkeiten und Erfordernisse im modernen Management und anderen marktwirtschaftlichen Bereichen lange Zeit weitgehend unbeachtet blieben.

Umso wichtiger und dringender ist es heute, neben der Konzentration auf alte und altbewährte Stärken dieser Disziplinen auch die offenkundigen Schwächen in Bezug auf Schlüsselqualifikationen für die Informations- und Wissensindustrien zu berücksichtigen. Im Semantic Web entstehen und sind vor allem solche Berufsbilder gefragt, in denen weitreichende und praxiserprobte Managementfähigkeiten erforderlich sind.

2 Die Rolle von Mehrsprachigkeit und kultureller Vielfalt

Eine weitverbreitete Haltung zur sprachlichen und kulturellen Vielfalt im World Wide Web wie im Semantic Web könnte man zusammenfassen mit der Frage: „Das Web ist mehrsprachig – na und?“ Die Antwort auf diese Frage ist relativ einfach, wenn auch bisweilen nicht sehr angenehm für die Fragestellenden, da sie weitreichende Auswirkungen hat: Mehrsprachigkeit und kulturabhängige Eigenheiten betreffen nicht nur die Inhalte

und Informationen an sich, die im Semantic Web gesucht und gefunden werden sollen, sondern auch die Arbeitsweise der Anwender/innen und Wissensarbeiter/innen.

Was bedeutet das konkret? Einerseits, dass wir nur einen zunehmend unzureichenden Teil an relevanten Inhalten und Informationen finden, wenn wir nur auf Englisch und/oder in unserer Muttersprache suchen: Der Anteil nicht-englischsprachiger Seiten im Web nimmt dramatisch zu, ebenso wie die internationale Bedeutung nicht-angelsächsischer Märkte und Kulturen.

Andererseits ist auch die Zusammenarbeit in multikulturellen Teams bereits die Regel, nicht die Ausnahme, auch und gerade in virtuellen Kooperationen. Konflikte aufgrund von interkulturellen Gegebenheiten und Missverständnissen sind unvermeidbar und müssen tatsächlich von Anfang an gut „gemanagt“ werden, um nicht zu Krisen und Fehlschlägen zu führen.

Welche „Key Skills“ lassen sich daraus für Wissensarbeiter/innen ableiten?

2.1 Key Skills für die Wissensarbeit

Entscheidend ist unseres Erachtens nicht die Kenntnis möglichst vieler Fremdsprachen und Kulturen, sondern das *Problembewußtsein und die Lösungskompetenz im Bereich Mehrsprachigkeit und kultureller Vielfalt*. Das bedeutet zum Beispiel, dass Wissensarbeiter/innen ein Bewusstsein entwickeln und kommunizieren sollten, dass viel Relevantes auch und ausschließlich in anderen Sprachen als Deutsch und Englisch zugänglich ist. Und sie sollten dementsprechend in der Lage sein, Methoden und Werkzeuge zu identifizieren und einzusetzen, um – unabhängig in welcher Sprache – Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden – z. B. Skills, um mit Werkzeugen wie Maschinenübersetzung rasch herauszufinden, ob sich eine Übersetzung von Informationen überhaupt lohnt und, wenn ja, die geeignete Übersetzungsagentur zu beauftragen.

Wissensarbeiter/innen sollten die Kosten von Mehrsprachigkeit nicht nur kalkulieren sondern auch erfolgreich gegenüber Vorgesetzten oder Entscheidungsträger/innen argumentieren können, z. B. eingebettet in das „goldene“ Dreieck von Zeit, Kosten und Qualität, das allen im (Projekt-) Management Tätigen ein Begriff ist:

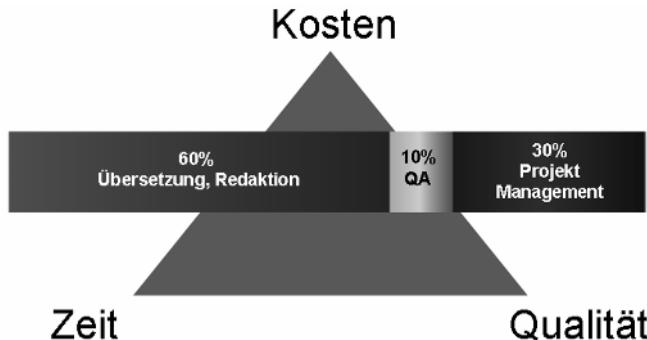


Abb. 2. Das „Goldene Dreieck“ des Projektmanagements

Der Umfang von Übersetzungsprojekten und das Potential an Einsparungen bzw. Investitionen wird durch das „Goldene Dreieck“ klarer und eher Gehör finden bei Entscheidungsträger/innen: Wie Abbildung 2 zeigt, entfallen in Übersetzungsprojekten 60% auf die Übersetzung selbst (inklusive Redaktion), 10% auf Qualitätssicherung (QA= Quality Assurance) und 30% auf Projektmanagement, wobei das Terminologiemanagement eine Schlüsselrolle in diesem Dreieck spielt.

Terminologiemanagement als Erfolgsfaktor im Informations- und Wissensmanagement ist heute weitgehend anerkannt, unbestritten ist auch die Anwendung terminologischer Methoden als Grundvoraussetzung für die Entwicklung und Nutzung von Inhalten, Produkten und Dienstleistungen sowie Methoden und Werkzeugen im Semantic Web.

Wissensarbeiter/innen sollten darüber hinaus grundlegendes Methodenwissen in den Bereichen mehrsprachiges Terminologiemanagement und internationale Standards umsetzen können².

Und jede Art von Managementkompetenz schließt mittlerweile ein, erfolgs- und konfliktlösungsorientierte Techniken des interkulturellen Managements erfolgreich einsetzen zu können.

2.2 Die Erfolgsfaktoren

2.2.1 Projektmanagement

Die Bedeutung von Projektmanagement in immer projektorientierteren Unternehmen und Organisationen ist evident und wird zunehmend auch im öffentlichen Sektor bei der Personalauswahl und Weiterbildung berücksichtigt. Das bereits erwähnte „goldene“ Dreieck von Zeit, Kosten und Qualität bestimmt jedes Projekt, ebenso wie seine Neuartigkeit, Relevanz,

² Siehe dazu die Beiträge von Budin und Galinski in diesem Band.

Zielorientierung, Komplexität, Dynamik und Interdisziplinarität, die das Wesen von Projekten ausmachen³.

Im Wesentlichen geht es beim Projektmanagement um die sogenannten „6 Ws“:

- WER macht WAS bis WANN,
- WIE, WARUM und WO

So trivial und einfach diese erfrischend unwissenschaftliche Definition von Projektmanagement auch klingen mag, so schwierig ist es in der Praxis, sie umzusetzen und kein W zu vernachlässigen. Das Wissen um die Prinzipien und Methoden bedeutet ja leider noch lange nicht, sie auch umsetzen zu können, was für alle Bereiche von Management gilt [7]. Viele erfahrene und leidgeprüfte Projektmanager/innen werden dies bestätigen können, ebenso wie die lapidare und gleichzeitig umfassende Definition von Projektmanagement aus einer DIN-Norm, bei der auch die Erfolgsorientierung zu beachten ist:

„Projektmanagement ist die Gesamtheit aller Führungsaufgaben, Mittel und Organisationen, die für die erfolgreiche Projektabwicklung notwendig ist.“ (DIN 69901).

Die US-Amerikanische Projektmanagement-Organisation PMI fasst die Herausforderungen, die uns im Projektmanagement begegnen, sinngemäß folgendermaßen zusammen [9]: Ziel und Schwierigkeit von PM ist, ein ausgewogenes Verhältnis zu finden zwischen den gegensätzlichen Anforderungen von

- Umfang, Zeit, Kosten und Qualität
- Identifizierten Anforderungen (Bedürfnissen) und nicht identifizierten Anforderungen (Erwartungen)
- Stakeholdern mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Erwartungen

Neben der Fähigkeit, Projektmanagement-Methoden und Werkzeuge erfolgreich in der Praxis um- und einsetzen zu können, erhält effizientes Zeitmanagement immer größere Bedeutung als Schlüsselqualifikation in der Wissensarbeit.

Warum ist das so und welche „Key Skills“ sind dafür notwendig?

2.2.2 Zeitmanagement

Zeitmanagement hat offenbar ganz allgemein einen zentralen Stellenwert in unserem Leben erreicht. Das Thema wird häufig als wichtiger Aspekt im Projekt- und allgemeinen Management behandelt, ebenso wie als zentraler Bestandteil von Vereinbarkeit von Familie und Beruf, Stress- und Krisen-

³ Siehe dazu Projektmanagementliteratur von z.B. Patzak u. Rattay [8] oder Gareis [3]

management sowie bei der Formulierung und Erreichung von Zielen im beruflichen wie privaten Umfeld.

Prioritäten setzen zu können, Wichtiges tatsächlich vor Dringendem zu erledigen und Unwichtiges tatsächlich zu delegieren bzw. zu ignorieren, sind „Key Skills“, die heute gerade mit der überbordenden Informations- und Wissensflut kämpfende besonders gut beherrschen müssen. Nicht ohne Grund ist aus der/dem „Sekretär/in“ ein/e „Office Manager/in“ mit entsprechend weiterentwickeltem Berufsbild geworden. Und nicht ohne Grund ist professionelles und effizientes Zeitmanagement gerade für Wissensarbeiter/innen zum erfolgs- und gesundheitsentscheidenden Faktor geworden: So vielversprechend und faszinierend sich der Arbeitsplatz der Zukunft mithilfe semantischer Technologien und Methoden auch entwickeln mag⁴, so sehr wird auch in noch elektronischeren Welten der Mensch und seine „e-Skills“ von entscheidender Bedeutung und im Mittelpunkt bleiben. Würde der Mensch dazu neigen, neue Technologien und Hilfsmittel zur Zeiteinsparung auch als solche zu nutzen und die eingesparte Zeit mit Müßiggang zu verbringen, hätten wir bereits ein überaus gemächliches Leben und niemand würde über chronischen Zeitmangel und Stress klagen. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch und vor allem am Arbeitsplatz der Zukunft Schlüsselqualifikationen wie effizientes Zeitmanagement und erfolgreiches Projektmanagement zentrale Rollen spielen werden.

2.2.3 Interkulturelles Projektmanagement

Unter „Kultur“ verstehen wir sowohl die Kultur innerhalb desselben Unternehmens, desselben Sprachraums, derselben Branche als auch Kultur im Sinn von „locale“ (Sprach- und Kulturrbaum). „Interkulturelles Projektmanagement“ ist daher nicht nur das Management kulturübergreifender Projekte und Projektteams mit Kultur im Sinn von „locale“ (Sprach- und Kulturrbaum), sondern auch nahezu jede Art modernen, a priori komplexen Projektmanagements, da Projekte so gut wie immer kulturübergreifend, interdisziplinär etc. sind.

Das Institut für Interkulturelle Didaktik e.V. in Göttingen [6] konstatiert, dass „Multikulturalität“ längst zum Merkmal aller modernen Gesellschaften geworden ist: Unter „Kultur“ werde nicht mehr „Nationalkultur“ verstanden – unter „interkulturell“ nicht mehr „international“.

Das Konfliktpotential im multikulturellen Umfeld ist hoch, ebenso wie die Kreativitäts- und Innovationspotentiale. Größere Unternehmen sind sich dieser Tatsache bewußt und lassen z. B. Ihre Mitarbeiter/innen vor der Entsendung ins Ausland gezielte Vorbereitungstrainings durchlaufen, um „Kulturschocks“ zu vermeiden oder abzuschwächen.

⁴ Siehe dazu den Beitrag von Sauermann in diesem Band.

Zunehmend multikulturelle Arbeits- und Lebenswelten sowie interkulturelle Projekte haben Zusatzqualifikationen wie internationales Projektmanagement oder interkulturelle Kompetenz notwendig gemacht, die sich mehr und mehr zu „Key Skills“ entwickelt haben bzw. entwickeln werden. Für die vernetzte, globale Informations- und Wissensgesellschaft gilt dies in besonders hohem Maße.

Interkulturelle Trainings beinhalten Übungen zur kulturellen Selbst- und Fremderfahrung, die darauf abzielen, die Sensibilität in interkulturellen Begegnungen zu erhöhen und Strategien im Umgang mit typischen Konfliktsituationen zu vermitteln. Anhand verschiedener Methoden (Simulation, Kultur-Assimilator-Methode, Fallstudien, Kulturfragebogen etc.) erfahren Teilnehmende die kulturelle Bedingtheit eigenen und fremden Verhaltens und lernen die dem Verhalten zugrunde liegenden kulturellen „Skripte“ zu erkennen und zu analysieren.

Die klassische Literatur zu kulturellen Unterschieden führt meist mehrere Hauptgruppen interkultureller Besonderheiten an, die allesamt auch für Europäische Länder und keineswegs nur für „exotischere“ Kulturen zutreffend und von Interesse sind:

- *Abschluss- und beziehungsorientierte Kulturen* sind gekennzeichnet durch ihr Verhältnis zu mündlichen oder schriftlichen Vereinbarungen und ihre Reihung „Inhalt vor oder nach Beziehung“.
- *Formelle und informelle Kulturen* gehen unterschiedlich um mit Statusfaktoren, Händeschütteln/Körperkontakt, Kleidung (Dresscodes), Gesprächsthemen/Tabus, Geschenken etc.
- *Monochrome und polychrome Kulturen* haben unterschiedliche Vorstellungen von Pünktlichkeit, Sitzungsverläufen, Fristehaltungen etc.

Eine Vielzahl von Projekten oder Firmenfusionen scheitert bereits an den unterschiedlichen Firmenkulturen bzw. den Kommunikationsdefiziten zwischen den Abteilungen Technik, Entwicklung, Marketing und Management. In internationalen und interkulturellen, mehrsprachigen Kontexten multiplizieren sich Konfliktpotentiale und Komplexität.

Die Fähigkeit, interkulturelle Konflikte zu erkennen und zu entschärfen gehört zweifellos zur zukünftigen Grundausbildung jedes Managers und jeder Managerin.

Der interkulturell kompetenten Projektleitung kommt eine Schlüsselfunktion zu, vor allem bei

- Projektdefinition und Gestaltung der internen Projektorganisation und -kultur
- Zusammensetzung und Führung des Projektteams
- Erstellung und Wartung umsetzbarer Projektpläne
- Management interner und externer Schnittstellen

- Gestaltung des Informationssystems und der Projektkommunikation
- Controlling, Dokumentation und Abschluss des Projekts

Neue Berufsbilder und Ausbildungsinitiativen

Das bisher Gesagte findet bereits seinen Niederschlag in Stellenbeschreibungen und Jobinseraten, wobei überzogene Anforderungsprofile und Erwartungshaltungen nicht untypisch sind für die neuen Berufsbilder in den Informations- und Wissensindustrien.

Neben oder anstelle von Informations- und Wissensmanager/innen werden zunehmend (e-)Content Manager/innen gesucht, die eine zentrale Schnittstellenfunktion in modernen Unternehmen einnehmen und eine Vielzahl von Kompetenzen und Qualifikationen aufweisen sollen. Besonders im IKT-Sektor erfahren die Berufsbilder derzeit eine grundlegende Weiterentwicklung und Neuorientierung. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die „e-Skills“ Initiative des CEN/ISSS (Information Society Standardization System des Europäischen Normungskomitees CEN), die in Europäischen Expert/innenforen (CEN Workshops) zwei sogenannte „CEN Workshop Agreements“ (CWAs) hervorgebracht hat: erstens Generic ICT Skills (CWA 14925) und zweitens ICT Curriculum Development Guidelines [1].

Obwohl der Schwerpunkt auf technischen Fähigkeiten und Fertigkeiten für die „ICT supply industry“ gelegt wurde, wird die zunehmende Interdisziplinarität zukünftiger Ausbildungsstandards betont:

„The majority of graduates increasingly need a combined qualification from both the engineering and informatics cultures as well as from other related disciplines such as business and behavioural skills.“ [1]

Auf diese Studienergebnisse wird ab Frühjahr 2006 ein neuer CEN/ISSS-Workshop aufbauen, der sich gezielt mit „Key Skills“ und neuen Berufsbildern in der mehrsprachigen Informationsgesellschaft und elektronischen Geschäftswesen auseinandersetzt: „Certifications of key qualifications and soft skills in multilingual information society and e-Business (KeySKILLS)“.

Ziel dieses Workshops, den das Internationale Terminologienetz TermNet initiiert hat, ist es, einen Überblick und Empfehlungen zu geben über

- Berufsprofile,
- Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten
- Richtlinien für Curricula
- Zertifizierungsschemata für Skills und Prozesse

für 3 prototypische neue Management-Berufe:

1. EU-Projektmanager/in
2. e-Content Manager/in
3. Work-Life-Manager/in

Europäische Expert/innen werden 24 Monate zusammenarbeiten, mit der Vision, einen „Common European KeySKILLS Pass“ vorzubereiten im Rahmen des „New Europass“ (Framework on Transparency of Qualifications and Competences). Unterstützt wird das Expert/innenforum durch Organisationen wie das Europäische Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (CEDEFOP), die Semantic Web School, das Europäische Multimediaforum (EMF) oder das Fraunhofer Institut Arbeitswirtschaft und Organisation (Competence Center Personalmanagement).

Aktiv einbezogen werden die Ergebnisse einer Vielzahl von erfolgreich abgeschlossenen oder laufenden EU- und regionalen Projekten zu neuen Berufsbildern und Ausbildungsinitiativen, um die Europäische Dimension und Relevanz von Anfang an zu garantieren.

Fazit

Wissensarbeit und das Semantic Web erfordern Informationskompetenz im Sinne von Fähigkeiten und Fertigkeiten, um relevante Informationen und Inhalte zu recherchieren, zu analysieren, zu kommunizieren, weiterzuverarbeiten und wiederzuverwenden.

Dafür sind neben allgemeineren Grundvoraussetzungen wie „Kommunikationskompetenz“, „Teamfähigkeit“ oder „Zielorientierung“ spezifische „e-Skills“ erforderlich, die in der Informations- und Wissensgesellschaft schnell zu „Key Skills“ werden, denn im Semantic Web sind vor allem jene Berufsbilder gefragt, in denen Managementfähigkeiten erfolgreich eingesetzt werden.

Problembewusstsein und Lösungskompetenz im Bereich Mehrsprachigkeit und kultureller Vielfalt, Umsetzung grundlegenden Methodenwissens in den Bereichen mehrsprachiges Terminologiemanagement und internationale Standards sowie der effiziente Einsatz von Methoden und Werkzeugen von Projekt-, Zeit- und interkulturellem Management sind für Wissensarbeiter/innen zu entscheidenden Erfolgsfaktoren im Erwerbsleben geworden.

Zur Wettbewerbsfähigkeit gehören zudem ständige Weiterbildung und Qualitätssicherung durch transparente Qualifizierung und idealerweise EU-weit harmonisierte Zertifizierung, um dem Wildwuchs an Aus- und Weiterbildungsangeboten Einhalt zu gebieten.

Durch das Rahmen- und Regelwerk des Europäischen Framework on Transparency of Qualifications and Competences können in Zukunft neue

„Key Skills“ für neue Berufsbilder und Ausbildungsinitiativen problemlos und für alle Beteiligten vergleichbar eingeordnet werden, nach dem Vorbild des Europäischen Computerführerscheins, der die erfolgreiche Harmonisierung Europäischer Ausbildungsstandards einleitete.

Denn eines muss uns bewusst sein: Die Inhalte von Schlüsselqualifikationen und auch ihre Erlernbarkeit verändern sich laufend, da sich auch die Anforderungen im Erwerbsleben laufend verändern.

Literatur

1. CWA 15005 (2004) ICT Curriculum Development Guidelines for the ICT supply industry - a review by CEN/ISSS ICT-Skills Workshop of the Career Space work CWA 15005: 2004(E)
2. Dahm, J (2005) Schlüsselkompetenzen der Zukunft. Was im Berufsleben zählt. Volk Verlag, München
3. Gareis, R (2004) Happy Projects!, Manz Verlag, Luchterhand, Stämpfli, Wien 2004
4. Hall, E T (1959) The Silent Language. Garden City, New York
5. Hall, E T (1969) The Hidden Dimension. Garden City, New York
6. IKUD In: IKUD, <http://www.ikud.de/>, aufgerufen November 2005
7. Malik, F (2005) Führen Leisten Leben. Wirksames Management für eine neue Zeit. 10. Auflage, München
8. Patzak, R (2004) Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 4. wesentlich überarbeitete Aufl., Linde Verlag
9. PMI (2004) A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Project Management Institute, 3rd Ed.
10. WKÖ (2003) Schlüsselqualifikationen. Wie vermittele ich sie Lehrlingen? Wirtschaftskammer Österreich (WKÖ, Abteilung für Bildungspolitik, Redaktion: Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft), 2. Auflage Dezember 2003

Organisationale Perspektive

Semantische Technologien in integrierten Wissensmanagement-Systemen

Andreas Blumauer¹, Thomas Fundneider²

¹Semantic Web School – Centre for Knowledge Transfer, Wien, Österreich;

a.blumauer@semantic-web.at

²tf consulting, Wien, Österreich;

thomas@fundneider.de

Zusammenfassung: Die Adaption von Techniken und Verfahren des Semantic Web für Inhouse-Lösungen adressiert neben dem Themenkreis Enterprise Information Integration (EII) zumeist neue Handlungsoptionen für das Wissensmanagement, die über den derzeit am öftesten diskutierten Anwendungsfall „intelligente Suchmaschine“ beträchtlich hinausgehen. In diesem Beitrag werden die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten semantischer Technologien im betrieblichen Kontext systematisch anhand der Architektur eines integrierten Wissensmanagement-Systems diskutiert und hinsichtlich ihrer Einsatzszenarien untersucht.

1 Einleitung

Die nach wie vor junge Entwicklungsgeschichte des Semantic Web hat bislang nur einige wenige sichtbare Anwendungen im Web hervorgebracht¹, die den Nutzen semantischer Technologien, insbesondere ontologie-basierter Softwareagenten, anschaulich vor Augen führen. Einer der Gründe hierfür mag der unzureichende Kenntnisstand seitens der Content- und Service-Provider bzw. der Systemhersteller über die Nutzenpotentiale des Semantic Web sein. Anhand des folgenden Zirkelschlusses soll verdeutlicht werden, wie die Interessen der Provider, Anwender und Systemhersteller zusammenhängen:

Ein geringes Angebot an Inhalten, die mit semantischen Informationen angereichert sind, führt dazu, dass das Semantic Web ganz allgemein noch geringe Attraktivität aufweist, was wiederum zu einem geringen Interesse

¹ Eine stets aktuelle Übersicht dazu findet man unter <http://www.semantic-web.at/>, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

von Softwareherstellern führt, anwenderfreundliche Tools zur Erstellung von Ontologien oder zur Annotation von Inhalten zu entwickeln. Dies trägt letztlich wieder dazu bei, dass es ein geringes Ausmaß „semantischer Inhalte“ im Web gibt.

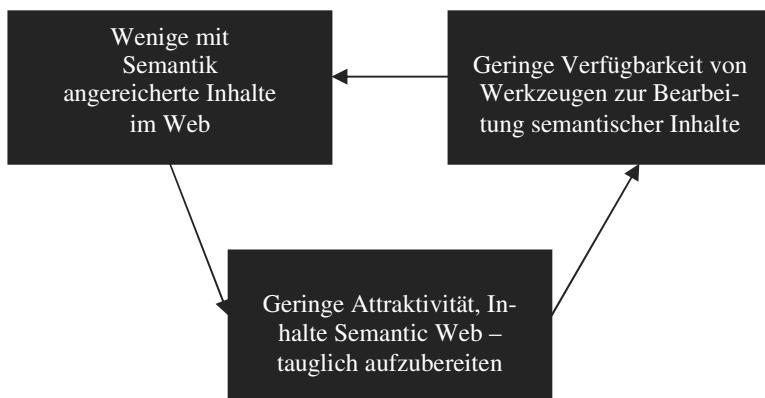


Abb. 1. Eintrittsbarrieren in das Semantic Web

Diese Dynamik kann durch das Phänomen der Netzwerkexternalität erklärt werden: Als positive Netzwerkexternalität bezeichnet man die Tatsache, dass ein zusätzlicher Netzwerknoten (Teilnehmer) durch seine Teilnahme (oder Nachfrage nach einem Gut) nicht nur seinen eigenen Nutzen erhöht, sondern auch den aller anderen Teilnehmer im Netz (die das Gut nachfragen). Dieser Effekt, der die Entwicklungskurven der Teilnehmerzahlen in Mobilfunknetzen, im Internet oder in der Mehrzahl von Communities allgemein zu erklären vermag, trifft also auch auf die Entwicklung des Semantic Web zu: Je häufiger Inhalte und Services im Web mittels akzeptierter Metadaten-Standards beschrieben und verfügbar gemacht werden, desto sinnvoller wird es zunächst, sich selbst auch an diese Standards zu halten, da auf Basis dieser konsensfähigen Schemata Automaten, wie z. B. Content- und Web Service-Aggregatoren, semantische Suchmaschinen oder Software-Agenten entwickelt werden können, die den Grad der Wiederverwertbarkeit des angebotenen Contents z. B. via Web Services signifikant erhöhen können. In weiterer Folge lässt sich der Erstellungsaufwand von Domänen-Ontologien erst dann argumentieren, wenn auch auf ein ausreichendes Angebot Semantic Web-tauglicher Inhalte aufgesetzt werden kann.

Was das „World Wide Semantic Web“ betrifft, kann also voraussichtlich erst dann von seiner prophezeiten Verbreitung und Akzeptanz ausgegangen werden, wenn die laufenden Verhandlungen über dafür nötige

Standards weiter fortgeschritten sind². Parallel zu diesem Prozess sind indes bereits vielfach „Inhouse-Adaptionen“, die Semantic Web-Technologien und semantische Technologien unternehmensintern erfolgreich zum Einsatz bringen, entstanden. Eine Studie der Semantic Web School aus dem Jahre 2005 [9] hat gezeigt, dass gerade in diesem Umfeld bereits ökonomischer Nutzen durch den gezielten Einsatz semantischer Technologien zur Unterstützung einzelner, vor allem wissensintensiver Kernprozesse erzielt wird.

Der Fokus dieses Beitrags liegt nun auf der Auseinandersetzung mit der Frage, inwiefern semantische Technologien in wissensbasierten Unternehmen wirkungsvoll eingesetzt werden können. Anhand der Architektur für integrierte Wissensmanagement-Systeme [10] wird in Folge verdeutlicht, wie vielschichtig die Einsatzmöglichkeiten jener Technologien sind, und warum die „semantische Schicht“ im betrieblichen Informationssystem einen „missing link“ zwischen Informationsmanagement und Wissensmanagement darstellt.

2 Architektur eines integrierten Wissensmanagement-Systems

Die Architektur für integrierte Wissensmanagement-Systeme umfasst folgende vier³ wesentliche Säulen bzw. Handlungsfelder (in Klammer jeweils die dabei verfolgten Ziele):

- *Inhalt/Kontext* (Transparenzierung von bestehendem Wissen),
- *Mensch/Kompetenz* (Steuerung der Entwicklung von aktuell oder künftig benötigtem Wissen),
- *Zusammenarbeit* (Förderung des Austausches von Wissen) und
- *Orientierung* (Information zielgerecht vernetzen und finden).

Das Modell von Riempp veranschaulicht insbesondere, welche Merkmale ein *integriertes* Wissensmanagement-System aufweisen soll, und wie diese Integration von Strategie und Führung abgeleitet bis hin zum betriebsübergreifenden Informationsmanagement auszusehen hat:

² Siehe dazu die Beiträge von Birkenbihl, Galinski und Polleres et al. in diesem Band.

³ Die fünfte Säule „Transaktionen“ umfasst z.B. das Bestellwesen oder die Erfassung von Buchungen und ist daher nicht Teil des Wissensmanagements im eigentlichen Sinn, soll aber in einer integrierten Sichtweise berücksichtigt werden (vgl. [10, S. 127])

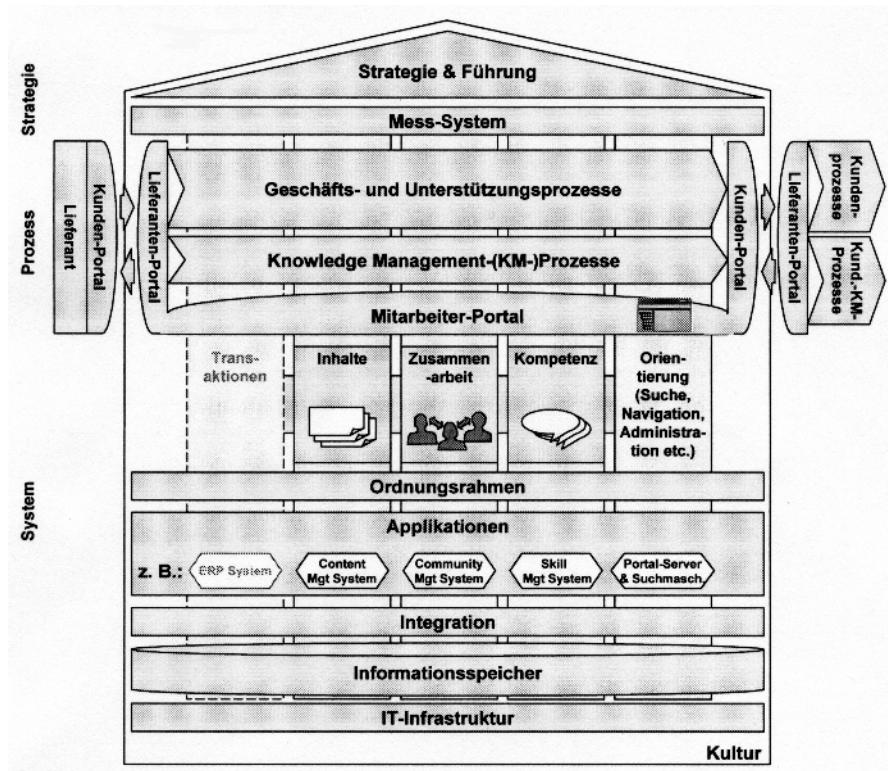


Abb. 2. Architektur für integrierte Wissensmanagement-Systeme [10, S. 126]

- Eingebettet in entsprechender Organisationskultur sind die Geschäfts- und Unterstützungsprozesse aus Sicht eines von Strategie und Führung vorgegebenen Mess-Systems zu bewerten. Die Unternehmensstrategie ist im Betrieb so zu kommunizieren, dass sie auf Ebene verschiedener Prozesse operationalisiert werden kann⁴.
- Die Unterstützungsprozesse, insbesondere die KM-Prozesse, sind kein Selbstzweck, sondern dienen den eigentlich wertschöpfenden Geschäftsprozessen.
- Die betriebseigenen Geschäfts- und Wissensmanagement-Prozesse sind Teil einer betriebsübergreifenden Wertschöpfungskette und insofern über Schnittstellen wie dem Kunden- oder Lieferantenportal in den Gesamtprozess zu integrieren, u. A. auch, um das „Wissen der Kunden“ besser zur Optimierung der eigenen Produkte und Prozesse zu nutzen

⁴ Siehe dazu den Beitrag von Beier in diesem Band

(siehe dazu auch einen Überblick über Produkt- und Service-Ontologien für E-Commerce im Semantic Web bei Hepp [7]).

- Am betriebseigenen Mitarbeiterportal sind personalisierte, integrierte Sichten auf Informationsobjekte und deren Zusammenhänge aus den vier bzw. fünf handlungsrelevanten Säulen abrufbar. Das Mitarbeiterportal ist aus Sicht des Anwenders das zentrale Werkzeug für Prozessunterstützung, Kollaboration, Dokumentenmanagement und Lernaufgaben.
- Die dafür wesentlichen Orientierungsfunktionen umfassen insbesondere Navigation, fragende, moderierte und entdeckende Suche sowie Push-Dienste, die auf Basis begriffsbasierter Ordnungsrahmen wie z. B. entsprechender Terminologiesysteme⁵ funktionieren. Entsprechende Visualisierungsformen von komplexen Zusammenhängen oder Suchergebnissen in Form von Wissenslandkarten unterstützen die Orientierung des Wissensarbeiters.
- Der Ordnungsrahmen bildet über die bestehenden Anwendungen und den damit verbundenen mentalen Modellen und Begriffswelten eine Klammer und unterstützt so auch den abteilungs-, sprach- und disziplinenübergreifenden Zugriff auf Informationen. Die Bedeutung eines terminologischen Ordnungsrahmens wird zusätzlich augenscheinlicher, bedenkt man die zunehmende Virtualisierung der Arbeitswelt:

„Due to globalization and the impact of the Internet, many organizations are increasingly geographically dispersed and organized around virtual teams. Such organizations need knowledge management and organizational memory tools that encourage users to understand each other's changing contextual knowledge and foster collaboration while capturing, presenting, and interpreting the knowledge resources of their organizations.“ [2, p. 95]

- Zudem existiert eine Vielfalt an Realisationsmöglichkeiten einer Integrationsschicht über dem Informationsspeicher, die sich im Regelfall aus einer Vielzahl von Datenquellen und Datenbanken und der damit verbundenen Vielfalt an Datenmodellen und -formaten zusammensetzt⁶.

3 Nutzenpotentiale semantischer Technologien im Wissensmanagement

In Folge werden nun aus unterschiedlichen Perspektiven⁷ systematisch Anwendungsfelder, Nutzenpotentiale und die dabei zugrunde liegenden semantischen Technologien dargestellt:

⁵ Siehe dazu den Beitrag von Budin in diesem Band.

⁶ Siehe dazu die Beiträge von Reitbauer und Polleres et al. in diesem Band.

⁷ Siehe dazu den Beitrag von Blumauer u. Pellegrini in diesem Band.

Tabelle 1: Semantische Technologien und ihre Nutzenpotentiale im Wissensmanagement

Anwendungsfeld	Eingesetzte Technologie	Nutzenpotential
Anwenderperspektive		
Suchmaschinen, Push-Dienste	Thesauri, Semantische Netze, automatische Texterschließung	Höhere Trefferquoten, moderierte Suche, fragende Suche, personalisierbare Ergebnisse
Lernsysteme, Online-Hilfen und Helpdesk-Systeme	Wissenslandkarten	Lernen in Zusammenhängen, Merkfähigkeit erhöhen, komplexe Zusammenhänge schneller verstehen, individuelle Lernpfade, personalisierte Auskünfte
Content- und Document Management	Taxonomien, Semantische Netze, Automatische Texterschließung	Semi-automatische Verschlagwortung, Erstellung von Klassifikationssystemen, Klassifizierung von Inhalten, Clustering
Organisationsperspektive		
Technische Forschungs- und Entwicklungsprozesse	Ontologien, Reasoning	Fehlervermeidung bei technischen Entwicklungen, teil-automatische Qualitätssicherung
Personalmanagement, Teambildung, Kompetenzmanagement	Wissensträgerlandkarten auf Basis semantischer Netze, Ontologien	Identifikation von Ansprechpartnern bzw. Wissenslücken im Unternehmen
Komplexitätsmanagement	Wissensnetze	Effektivere Informationsflüsse und optimierte Informationslogistik
Ideenmanagement	Thesauri, Semantische Netze	Offenlegung bereichsübergreifender Zusammenhänge, Unterstützung interdisziplinärer Kommunikation, „Serendipity“
Technische Infrastruktur		
Firmenübergreifende Prozess-optimierung	Semantic Web Services	Kostenreduktion bei der Prozessdurchführung
Content Syndication	Metadaten-Schemata	Kostenreduktion der Content-Produktion in Unternehmensportalen

Überträgt man die Einsatzmöglichkeiten auf die Riempp'sche Systemarchitektur, so wird ersichtlich, dass semantische Technologien im Anwenderkontext die Integration von Informationsflüssen verbessern und

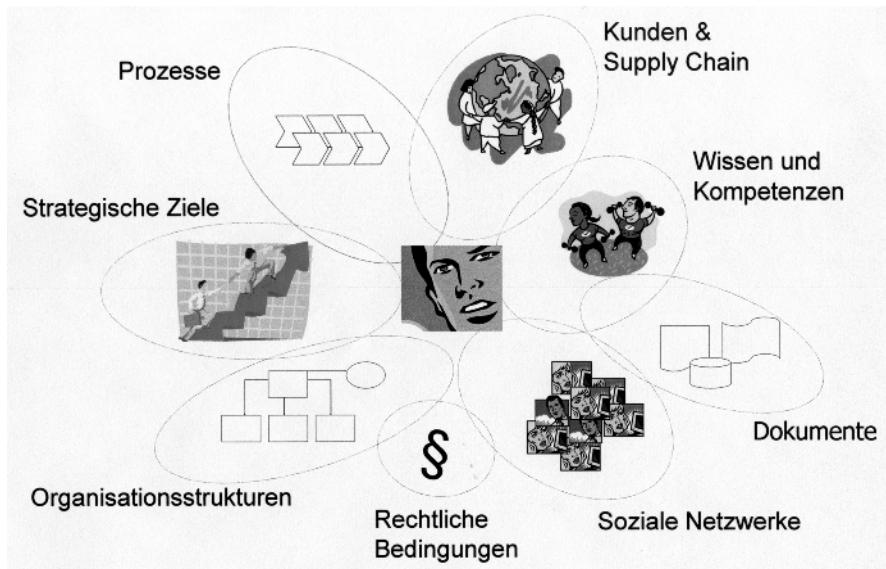


Abb. 3. Integrierte Sichtweisen in komplexen Arbeitswelten

integrierte Sichtweisen auf zunächst unverbundene Elemente und Aspekte in komplexen Arbeitswelten ermöglichen. Im Organisationskontext wird die Entwicklung interoperabler Systeme unterstützt, und im Kontext der technischen Infrastruktur vorwiegend Automatisierungspotential im Sinne eines effizienteren Datenmappings erschlossen.

Der Wissensarbeiter ist laufend damit beschäftigt, Informationen aus verschiedenen Sphären und Informationsquellen zu handlungsrelevantem Wissen zu verschmelzen. Am Semantic Desktop⁸ wird mit Hilfe semantischer Wissensmodelle diese Integrationsleistung vom Computer unterstützt. Fragen, wie „Welche Kollegen haben in welchen Projekten zum Thema XY innovative Produkte entwickelt und daher Wissen über gewisse rechtliche Rahmenbedingungen?“, die mit derzeit verfügbaren (Such-) Werkzeugen in mehreren Einzelschritten recherchiert werden müssen, um schließlich die gewünschte Antwort in Form einer Kontaktliste zu bekommen, können dank semantisch gestützter Wissensmanagement-Systeme dialogartig in einer einzigen Benutzeroberumgebung formuliert und beantwortet werden (vgl. [1]).

⁸ Siehe dazu den Beitrag von Sauermann in diesem Band

4 Ontologien im Zentrum integrierter Wissensmanagement-Systeme

Auch Ontologien als „Wissensmodelle“ sind an sich nur Information. Ontologien im Sinne eines Resultates eines sozialen Verhandlungsprozesses [6] dienen in mehrerer Hinsicht als „Mediator“ im Wissenskreislauf innerhalb eines Wissensmanagement-Systems.

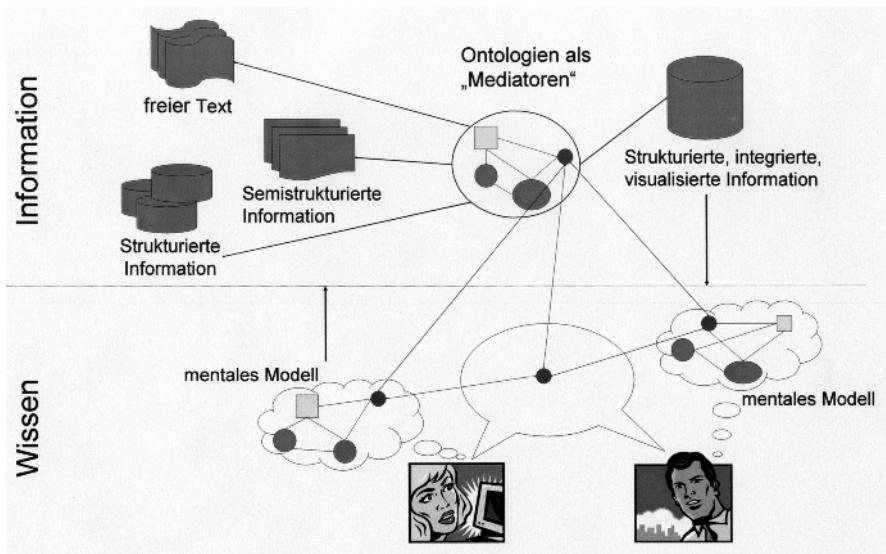


Abb. 3. Ontologien im Zentrum von Wissensmanagement-Systemen

4.1 Wissen entwickeln

Neues Wissen kann durch Rekombination bestehenden Wissens entwickelt werden. Bei diesem Vorgang, bei dem oft Sichtweisen (mentale Modelle) verschiedener Disziplinen integriert werden müssen, helfen entsprechende Terminologiesysteme dabei, eine Verständigung auf einer Metaebene zu erreichen, die den kreativen Akt unterstützen soll. Die sich dabei entwickelnden Ontologien, die ja Ausdruck des kollaborativen Strebens nach neuen Lösungen sind, sollten jedoch keineswegs als Ergebnis eines „Top-Down-Prozesses“ gedacht werden, sondern vielmehr als sich im ständigen Entwicklungsprozess befindliche Strukturen, die Gelerntes „speichern“, Reflexionen ermöglichen und Kommunikation durch Meta-Kommunikation erleichtern⁹. Diese „Bottom-Up-Bewegung“ wird vor allem in der

⁹ Siehe dazu den Beitrag von Blumauer u. Pellegrini in diesem Band.

Blogsphäre deutlich, in der Folksonomies und das damit verbundene „Tagging“ eine wesentliche Technik zur Informations- und Wissensträger-Vernetzung sind und damit auch eine entsprechende Grundlage für die Entwicklung eines Ordnungsrahmens im Wissensmanagement-System bieten¹⁰. Das Prinzip „Tagging“ kann jedoch ohne großen Aufwand zur Anreicherung von Berichten über Gespräche oder Sitzungen mit semantischen Informationen übertragen werden, bzw. zur strukturierten Ablage persönlicher Wissenslandkarten oder mentaler Modelle (z. B. Mindraider¹¹) dienen¹². Der Anreiz, den Aufwand des Taggings auf sich zu nehmen, besteht darin, dass durch die Annotation von Inhalten nicht nur das Profil der Inhalte selbst, sondern auch das persönliche Profil des „Taggers“ zunehmend schärfer wird, und somit auch die Wahrscheinlichkeit höher wird, selbst gezielter bei der Suche nach Inhalten und sozialen Kontakten unterstützt zu werden (z. B. StumbleUpon¹³).

4.2 Wissen lokalisieren

An dieser Stelle wird zwischen zwei Möglichkeiten unterschieden, um Wissen bzw. Information zu lokalisieren: Durch die Suche in bekannten Informationsquellen oder Indexe über Informationsbestände bzw. durch die Identifikation von anderen Wissensträgern und Kommunikationspartnern. In beiden Fällen kann der Suchvorgang entsprechend unterstützt werden, indem die Instanzen mit entsprechenden Meta-Informationen, z. B. Schlagworten, beschrieben werden¹⁴. Die Annotation von Information mit Meta-Information wird jedoch im betrieblichen Alltag zumeist als unnötiger Overhead empfunden, sodass der Wissensarbeiter aufgrund des definierten Workflows entweder dazu „gezwungen“ werden muss, Informationseinheiten zu annotieren oder entsprechend von diesem „Zusatzaufwand“ profitiert, indem die Qualität der eigenen Suchvorgänge aus individueller Sicht und nicht „nur“ aus der Organisationsperspektive gesteigert werden kann. Insofern ist also der Circulus vitiosus des World Wide Semantic Webs hier genauso intakt, kann aber aus einem Grund leichter durchbrochen werden: Der Nutzen interoperabler Metadatenstrukturen und für die gesamte Organisation gültige semantische Modelle,

¹⁰ Siehe dazu ein Interview mit Michael Schuster (Knallgrau): <http://www.semantic-web.at/36.56.56.article.michael-schuster-weblogs-koennen-als-katalysator-wirken.htm>, aufgerufen am 10.1.2006

¹¹ Siehe dazu <http://www.mindraider.net>, aufgerufen am 8.1.2006

¹² Siehe dazu den Beitrag von Schmitz et al. in diesem Band.

¹³ Siehe dazu: <http://www.stumbleupon.com>, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

¹⁴ Siehe dazu auch den Beitrag von Reif in diesem Band.

z. B. zur Klassifikation von Dokumenten, können prinzipiell besser argumentiert werden¹⁵.

4.3 Wissen verteilen

Unabhängig davon, ob Informationen im Wissensmanagement-System über Pull-Mechanismen (z. B. Retrieval-Funktionen, vgl. [3]) oder via Push-Dienste (z. B. Alerts¹⁶) verteilt werden, ist die Effizienz der zugrunde liegenden Informationslogistik stets davon abhängig, welche „semantische Intelligenz“ ihr zugrunde liegt, d. h. inwiefern das System in der Lage ist zu „verstehen“, welches Wissen der Wissensarbeiter zur Bewältigung einer Aufgabe tatsächlich braucht. Neben der allgegenwärtigen Volltextsuche, werden derzeit unterschiedliche Konzepte auf Basis semantischer Technologien, die die Leistungsfähigkeit des Systems und z. B. die Qualität von Suchergebnissen steigern sollen, diskutiert bzw. bereits (zumeist in Kombination) eingesetzt:

Tabelle 2. Konzepte auf Basis semantischer Technologien zur Verbesserung der Informationslogistik

Konzept	Kurzbeschreibung
Tippfehlerkorrektur	Begriffe können hinsichtlich ähnlich klingender Begriffe analysiert werden. Die Vorschläge können sich ausschließlich auf Worte beziehen, die in einem Such-Index (oder einer Ontologie) auch vorkommen. Die Berechnung erfolgt mittels SoundEx oder dem Levensthein-Algorithmus.
Word-Stemming/ Kompositaz- erlegung ¹⁷	Begriffe wie „Wortvorschläge“ werden auf die Grundform „Wortvorschlag“ reduziert. Mittels morphologischer Wortanalyse können weiters die Komponenten „Wort“ und „Vorschlag“ extrahiert werden.
Wortwolken	Wortwolken rund um einen Begriff werden auf Basis von Kollocationsanalysen berechnet und können Hinweise darauf geben, in welchen Zusammenhängen Begriffe vorkommen können, die zur weiteren Verfeinerung von Suchanfragen oder von Annotationen dienen können.

¹⁵ Siehe dazu das Interview mit Nikolaus Berger (Freshfields Bruckhaus Deringer) unter: <http://www.semantic-web.at/10.36.14.article.nikolaus-berger-man-kann-heute-als-firma-nur-dann-erfolgreich-sein-wenn-man-auch-intern-gu.htm>, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

¹⁶ Siehe dazu als Beispiel Google-Alerts unter <http://www.google.com/alerts>, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

¹⁷ Siehe dazu <http://www.intrafind.org>, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

Tabelle 2. (Fortsetzung)

Konzept	Kurzbeschreibung
Ähnliche Dokumente	Mit dieser Funktionalität können Wissensarbeiter ausgehend von einem relevanten Dokument (bzw. Ansprechpartner, Suchkorb, Profil etc.) weitere Instanzen lokalisieren. Zur Berechnung ähnlicher Informationseinheiten werden Verfahren der automatischen Textanalyse, wie Vektorraummodelle eingesetzt.
Collaborative Filtering	Jeder Wissensarbeiter „informiert“ das Wissensmanagement-System im Zuge seiner Interaktionen laufend über Zusammenhänge und Relevanzen. Mittels Collaborative Filtering können effiziente Personalisierungs-Algorithmen realisiert werden: Sei es der Navigationspfad, die Suchhistorie, gelesene Dokumente, bestellte Produkte oder die persönliche Folksonomy, all diese Informationen genügen statistisch betrachtet, um in einer Community jeden Wissensarbeiter über weitere, interessante „Netzwerknoten“ zu informieren.
Suchkörbe	Ein Suchvorgang sollte oft nicht darauf reduziert werden, dass er mit der Eingabe des Suchbegriffs beginnt und mit der Auflistung von Dokumenten endet, sondern vielmehr als ein „Einkreisen“ möglicher Treffer durch das laufende Eingrenzen des Suchraumes verstanden werden. Dieser Vorgang, als Suchkorb protokolliert, der relevantere und weniger relevante Begriffe pro Suchvorgang beinhaltet, dient dazu, Suchanfragen und persönliche Profile auszudrücken.
Persönliche Profile	Persönliche Profile können Interessens-, Kompetenz- oder Wissens-Profile zum Ausdruck bringen. Diese Profile können – ähnlich dem Annotieren von Dokumenten – manuell erstellt und gewartet werden, was jedoch im betrieblichen Alltag gerne vernachlässigt wird. Alternativ dazu können die Profile implizit aus dem Userverhalten heraus generiert werden.
Semantische Netze	Semantische Netze können dem System helfen, Useranfragen besser zu „interpretieren“. So können beispielsweise Suchbegriffe um ihre Synonyme erweitert werden, ebenso können User-Tags und Folksonomies mit Hilfe semantischer Netze, die in diesem Fall redaktionell aufgebaut und gewartet werden sollten, gemappt und erweitert werden.
Soziale Netzwerke	Communities und Organisationen zugrunde liegende soziale Beziehungsnetzwerke können dabei helfen, Rückschlüsse auf persönliche Profile zu ziehen oder Themenlandkarten zu generieren, die nicht nur auf reiner Dokumentenanalyse beruhen, sondern auch soziale Beziehungen berücksichtigen (vgl. [8]).

4.4 Wissen nutzen

Information kann zu handlungsrelevantem Wissen umgemünzt werden, sofern sie entsprechend strukturiert, zunächst verteilt vorliegende Informationseinheiten mit Hilfe von Ontologien integriert und so visualisiert, dass Zusammenhänge zwischen den einzelnen Einheiten ersichtlich werden. Der Wissensarbeiter wird also nicht einfach mit Informationen, sondern mit Informationen *und* persönlich relevanter Kontextinformation versorgt. Der Knackpunkt, wie groß der konkrete Nutzen des Wissensmanagement-Systems schließlich ist, liegt in der Frage, ob am User-Interface die Komplexität herunter gebrochen werden kann¹⁸, oder – wie bei einigen Darstellungs- und Visualisierungsvarianten geschehen – der User sogar noch weiter unnötig mit Informationen überfrachtet und damit überfordert wird (siehe dazu [5] bzw. die Beispiele auf VisualComplexity¹⁹).

Fazit

Heinz v. Foerster [4, S. 235] entwickelt eine Metapher eines Wissensmanagement-Systems, die zeigt, dass Wissen nicht gespeichert werden kann, jedoch Informationen mit Semantik angereichert und Grammatiken entwickelt werden können:

„Wir haben das so gesehen, dass jedes Wort, jeder Begriff so ausschaut wie ein vielfülliges Element, das nach allen Richtungen seine Konnektivitäten ausstreckt und mit anderen solchen vielfülligen Elementen in Verbindung bringt. Und die Operationen bestehen darin, neue Verbindungen zu finden, die grammatisch kontrolliert werden und als Sprache herauskommen, aber konzeptuell konnektiert, so dass sie verbunden sind durch eine semantische interne Struktur. Das heißt, jeder Begriff ist für uns ein vielfältiger Rechner, der sich mit anderen Rechnern in Verbindung setzt. Damals hat das niemand verstanden, vielleicht habe ich es auch nicht gut dargestellt. Aber heute taucht das überall auf, semantic computation, mit lauter parallelen Maschinen, die alle gleichzeitig arbeiten und ihre Verbindungen herstellen.“

Wird zumindest bei der Entwicklung neuer Wissensmanagement-Systeme mit bedacht, dass Informationsbestände, die um ihre semantische Kontextinformation angereichert werden können, von Menschen, die aus unterschiedlichen Perspektiven heraus denken, sprechen und handeln, mit weniger Reibungsverlusten zu Wissen veredelt werden können, so ist der „Semantic shift“ bereits vollzogen und der Teufelskreis durchbrochen.

¹⁸ Ein Beispiel, wie der User anhand der Darstellung wesentlicher Zusammenhänge (hier im medizinischen Bereich mit Hilfe so genannter „Healthmaps“) den Suchraum schnell einschränken kann, ist unter <http://www.healthline.com> abrufbar, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

¹⁹ Siehe dazu <http://www.visualcomplexity.com/>, zuletzt aufgerufen am 10.1.2006

Literatur

1. Bernstein, A; Kaufmann, E; Kaiser, Ch. (2005). Querying the Semantic Web with Ginseng: A Guided Input Natural Language Search Engine. In: http://www.ifi.unizh.ch/ddis/staff/goehring/btw/files/BernsteinEtAl_WITS2005.pdf, aufgerufen am 05.01.2006
2. Fensel, D. (2004). Ontologies: Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce. Berlin: Springer Verlag
3. Ferber, R (2003). Information Retrieval. Suchmodelle und Data-Mining-Verfahren für Textsammlungen und das Web. Heidelberg: Dpunkt Verlag
4. v. Förster, H. (date unknown) Rück- und Vorschauen. Heinz von Foerster im Gespräch mit Albert Müller und Karl H. Müller, in: Ebda., 229–242. Onlineversion: <http://www.univie.ac.at/heinz-von-foerster-archive/etexte/mms13.pdf>, aufgerufen am 05.01.2006
5. Geroimenko, V; Chen, Ch. (2003). Visualizing the Semantic Web. XML based Internet and Information Visualization. Berlin: Springer Verlag
6. Gruber, T (2004). Every Ontology is a Treaty. Interview for Semantic Web and Information Systems SIG of the Association for Information Systems. SIGSEMIS Bulletin, Volume 1, Issue 3. October, 2000.
7. Hepp, M. (2005). Representing the Hierarchy of Industrial Taxonomies in OWL: The gen/tax Approach. In: Proceedings of the ISWC Workshop on Semantic Web Case Studies and Best Practices for eBusiness (SWCASE'05), November 7, Galway, Irland, pp. 49–56
8. Mika, P. (2005). Ontologies are us: A unified model of social networks and semantics. Berlin: Springer Verlag
9. Pellegrini, T. (2005). Nutzen des Semantic Web für wissensbasierte Unternehmen und Netzwerke: Ausgewählte Praxisbeispiele. Workshop auf der I-Know 2005. In: http://www.semantic-web.at/file_upload/1001_tmpphpnEiTFA.pdf, aufgerufen am 05.01.2006
10. Riempp, G. (2004). Integrierte Wissensmanagement-Systeme. Architektur und praktische Anwendung. Berlin: Springer Verlag

Semantische Technologien im Informations- und Wissensmanagement: Geschichte, Anwendungen und Ausblick

Michael John¹, Jörg Drescher²

¹Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik, Berlin, Deutschland;
michael.john@first.fraunhofer.de

²Semantic-Enterprise.Net, Berlin, Deutschland;
joerg.drescher@semantic-enterprise.net

Zusammenfassung: In diesem Kapitel werden anhand der Anwendungen des betrieblichen Informationsmanagements die verschiedenen Wissens- und Informationsprozesse dargestellt, die bei der Entwicklung semantischer Anwendungen grundlegend sind. Ziel ist es aus der Entwicklungsperspektive der einzelnen Anwendungen die Notwendigkeit und den Nutzen aufzuzeigen, der sich aus dem Einsatz von semantischen Technologien ergibt. Die vorgestellten Fallbeispiele veranschaulichen die Einsatzgebiete von semantischen Technologien in der betrieblichen Anwendung.

1 Einleitung

Die IT-Landschaft zur Unterstützung von Wissensmanagement Anwendungen in den Unternehmen ist bestimmt von einer starken Heterogenität der verwendeten Begriffe und Konzepte. Dabei reichen die Konzepte für IT-gestützte Wissensmanagement Systeme von Dokumentenaustausch per E-Mail bis zur allumfassenden Business Intelligence Lösung, die intelligente Datenverarbeitung auf bestehenden Datawarehouse Systemen ermöglicht. Existierten die einzelnen Anwendungsklassen des IT-gestützten Wissensmanagements aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsszenarien und der Herkunft aus verschiedenen Entwicklergemeinschaften im Unternehmen nebeneinander, so zeichnet sich in den letzten Jahren die Integration einzelner Anwendungen ab. Diese Tendenz steht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Konsolidierungs- und Standardisierungsbestrebungen der Unternehmen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie für Wissensmanagement Anwendungen [1]. Mit Hilfe akzeptierter

Standards soll die Interoperabilität der Anwendungen verbessert werden, die dem Nutzer möglichst wenige Hürden für den Einstieg und die Benutzung des Systems auferlegen. Die Konzepte der Modularisierung der IT-gestützten Wissensmanagementsysteme bieten hier die Grundlage für eine Integration der Daten und Anwendungen. Voraussetzung für die Integration der einzelnen Anwendungen ist dabei die standardisierte Beschreibung der Schnittstellen und relevanten Daten. Liefert die Web Services die geeignete technologische Grundlage, um die Kommunikation zwischen den modularen Anwendungen und Informationseinheiten zu ermöglichen, so erweist sich die Integration von Wissens- und Geschäftsprozessen als ungleich schwieriger, da es eine Vielzahl von organisatorischen Rahmenbedingungen, Prozessabläufen und technologischen Einzellösungen zu beachten gilt. Auf der Ebene der funktionalen Integration einzelner Anwendungen in die Wissens- und Geschäftsprozesse des Unternehmens besteht daher durchaus noch der Bedarf, die unterschiedlichen Konzepte der IT-gestützten Anwendungsklassen des Wissensmanagements zu vereinheitlichen und hinsichtlich der Effekte im Unternehmen zu evaluieren. Die Semantic Web Bewegung arbeitet in diesem Zusammenhang auf einen Konsens über die grundlegenden Beschreibungsformen von Datenformaten und Anwendungen hin.

2 Die Wissensprozesse aus Sicht der Informations- und Kommunikationstechnologie

Das Anwendungsgebiet des betrieblichen Informations- und Wissensmanagements besitzt eine Vielzahl von Methoden und Konzepten. In der frühen Phase des betrieblichen Wissensmanagements wurden einzelne Ansätze aus der Organisationslehre, der Betriebswirtschaft, dem Informationsmanagement und der künstlichen Intelligenz abgeleitet [2]. Eine entscheidende Rolle bei der Integration dieser unterschiedlichen Disziplinen spielten die Methoden der Wissensmodellierung und der Geschäftsprozessmodellierung. Anwendungsgebiete der virtuellen oder Netzwerkorganisationen machten es notwendig, die funktionalen Querbezüge zwischen Organisationseinheiten und operative Abläufe in einem Modell zu beschreiben [3]. Die Informations- und Kommunikationstechnologie wurde hier als ein Katalysator gesehen, um den Zusammenhang zwischen den modularen, verteilten und virtualisierten Geschäftsprozessen wieder herzustellen. Als versucht wurde, dass organisationale Lernen mit Technologien aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz und der Wissensrepräsentation zu unterstützen, entstanden ab Mitte der 90er Jahre erste integrierte Methoden für das Design und die Implementierung von wissensbasierten Systemen, die auf den Anwendungen des betrieblichen Informationsmanagements aufsetzen.

Die heute am Markt erhältlichen Wissensmanagement Systeme besitzen eine Vielzahl an Funktionalitäten, die sich je nach Anwendungskontext ergänzen. Die Trennung zwischen den speziellen Expertensystemen, Dialogsystemen und Datenbanksystemen kann so strikt wie bisher nicht mehr aufrechterhalten werden. Viele der marktüblichen Systeme stellen sich heute als Komplettlösungen bzw. Knowledge Management Suiten dar, die aus einzelnen Komponenten bestehen. Im Folgenden werden beispielhafte Anwendungen beschrieben, die aus einer zeitlichen Perspektive die Entwicklung und Integration einzelner Anwendungen des Informations- und Wissensmanagements zu IT-gestützten Knowledge Management Systemen resumieren. Anhand dieser Entwicklungstendenzen des Informations- und Wissensmanagements wird dargestellt, mit welchem Funktionsumfang der Anwendungen die betrieblichen Informations- und Wissensprozesse unterstützt werden.

2.1 Dokumentieren und Modellieren – Von der Wissensrepräsentation zu Expertensystemen

Erste Ansätze der Wissensmodellierung entstanden auf dem Gebiet der Wissensrepräsentation zur Modellierung kognitiver Systeme [4]. In diesem Anwendungskontext beschreiben Ansätze des Knowledge Engineerings ein systematisches Vorgehen für die Akquisition und Operationalisierung von terminologischem Wissen zugunsten von organisationsspezifischen Informationsprozessen. Die verschiedenen Methoden zur Wissensrepräsentation, wie beispielsweise Frames, semantische Netze oder Skripte dienen dazu, sowohl Funktions- wie auch Prozesswissen für das Design eines Expertensystems formalisieren zu können [5]. Dabei werden die einzelnen Phasen der Analyse und Akquisition, der Klassifikation und Strukturierung bis zur Repräsentation von Wissen durchlaufen, um eine Fakten- und Regelbasis für das domänen spezifische Einsatzgebiet des Expertensystems aufzustellen. Am Ende dieses Prozesses liegt das systemrelevante Wissen in Form von Fakten, anwendbaren Axiomen und ausführbaren Methoden vor, damit das System bei einer Anfrage die adäquaten Schlüsse folgern kann [6].

Die ersten Expertensysteme wurden vorwiegend zur Kontrolle und Steuerung von Maschinenanlagen eingesetzt. In einer zweiten Entwicklungsphase wurden die Verfahren des Knowledge Engineerings bzw. die Methoden der Wissensrepräsentation auch auf das Anwendungsgebiet der unternehmensinternen Informationssysteme übertragen. Die wissensbasierten Verfahren und Methoden wurden nun auch für das Design und die Implementierung eines wissensbasierten Zugangs zu den betrieblichen Anwendungssystemen eingesetzt. Die Methoden aus der Wissensrepräsentation wurden dafür an das spezielle Anwendungsgebiet des betrieblichen Informationsmanagements angepasst [7].

Wissensbasierte Systeme sind Kalküle, d. h. Zeichensysteme mit Operationsregeln, die mit entsprechender Information gefüllt werden. Für die Steuerung von Maschinen ist die Repräsentation von monokausalem Prozesswissen und die Verarbeitung von eindeutigen Fakten ausreichend. Für die Verarbeitung von natürlicher Sprache wird allerdings wesentlich mehr Wissen benötigt, als für die spezialisierten Domänen der Expertensysteme [8, S. 230].

2.2 Integrieren und Analysieren – Vom Data Warehousing zur Business Intelligence

Frühe Anwendungen des betrieblichen Informationsmanagements waren die Systeme für das Rechnungswesen, Personalplanungssysteme sowie Lagerverwaltungssysteme. Konzepte der Informationsverarbeitung dienten dazu, den Informationsfluss in Organisationen zu systematisieren und zu regeln, um zu einer verbesserten Ziel- und Ergebniskontrolle innerhalb einer Unternehmensarchitektur zu gelangen [9]. Bislang weit verbreitete Datenbankmanagementsysteme (DBMS) besitzen die Vorteile einer anwendungsunabhängigen physischen Datenspeicherung und konzeptuellen Datenmodellierung. Die Daten können nach verschiedenen firmenspezifischen Gesichtspunkten in einem strukturierten Repository gespeichert und mit Hilfe der Retrieval- oder Anwendungssoftware wieder aufgerufen werden. Durch das Datenmodell (Data Dictionary) werden die möglichen Relationen zwischen Daten definiert, sodass die Kategorien der Attribute in einer begrenzten Menge semantischer Beschreibungsmöglichkeiten vorgegeben und nicht beliebig erweiterbar sind. Der Wunsch nach Integration verschiedener Datenbanksysteme führte zu der Konzeption des Data Warehouse Systems [10]. Die begrenzten Anfrage- und Beschreibungsmöglichkeiten von traditionellen Datenbankmodellen erweiternd kann es unterschiedliche Informationssysteme in einem gemeinsamen Datenpool integrieren und prozessbedingte operative Daten anhand von Metadatenmodellen strukturieren. Die Anwendungen des Business Intelligence versuchen darüber hinaus externe Daten zu akquirieren um aus den analysierten Daten Ableitungen für die strategische Ausrichtung eines Unternehmens zu treffen. Die von der Analysekomponente des Systems ermittelten Ergebnisse werden als Bericht in den Geschäftsprozeß eingebbracht [11]. Die unterstützten Wissens- und Informationsprozesse umfassen Datenmodellierung, Datenakquise, Datenintegration, Datenanalyse.

2.3 Publizieren, Kommunizieren und Kooperieren – Vom Intranet zum Enterprise Information Portal

Mit dem rapiden Wachstum des World Wide Web seit Beginn der 1990er Jahre wurden vermehrt Anwendungen entwickelt, die ausschließlich auf

dem Hypertext Transfer Protokoll (HTTP) und Skriptsprachen basierten. Das HTTP-Protokoll etablierte sich auch als Schnittstelle für eine Vielzahl von betrieblichen Anwendungen mit einer Datenbankanbindung. Auch Data Warehouse-Anwendungen werden zunehmend in eine Webanwendung eingebunden, wobei lediglich Schnittstellen sowie die Daten- bzw. Parameterübergabe zu den externen Systemen definiert werden [12]. Das Potential von webbasierten Anwendungen wurde auch von Unternehmen entdeckt, die externe wie interne Informationen dezentral verfügbar machen und sich einen neuen Kommunikationskanal zum Kunden erschließen wollen. Zur Koordination von Redaktions- und Entwicklungsprozessen wurden Content Management Systeme und Groupware-Anwendungen entwickelt, die Workflow-Komponenten und Benachrichtigungsfunktionalitäten beinhalten. In Enterprise Information Portalen wird zunehmend versucht, den Großteil der unternehmensweiten Kommunikations- und Publikationsprozesse abzubilden. Die Tendenz ist hier, entlang der Produktlebenszyklen und über die organisationalen Strukturen der Unternehmen hinweg, webbasierte Arbeitsumgebungen aufzusetzen, um die Kommunikation in den Unternehmen durchlässiger zu gestalten und den Wissensaustausch beispielsweise zwischen Vertrieb und Entwicklung zu ermöglichen. Gelbe Seiten und Kompetenzprofile dienen der internen Kommunikation und der Identifikation von Experten.

Insbesondere in größeren Unternehmen wurden Enterprise Information bzw. Enterprise Knowledge Portale eingeführt, um den Mitarbeitern einen integrierten Zugriff auf die unternehmensweiten Datenquellen anzubieten [13]. Die Konvergenz der Datenbestände und Applikationen erfolgte funktional als Portal im Internet-Browser. Die einzelnen Datenbestände blieben jedoch weiterhin inhaltlich voneinander getrennt. Diese Vielzahl von heterogenen Datenformaten, Klassifikationen und parallel existierenden Anwendungen führten zu der Notwendigkeit einer vereinheitlichten Beschreibung der Daten und Anwendungen. Durch die Entwicklung von Internetportalen, die auf semantischen Methoden und Techniken basierten, sollten nun vermehrt Information Retrieval-Prozesse, wie Suche, Zugriff, Extraktion, Interpretation und Verarbeitung von relevanten Daten unterstützt werden [14].

2.4 Suchen und Finden – Vom Information Retrieval zum Semantic Web

Die fortschreitende Konsolidierung der IuK-Infrastrukturen wurde seit den 1990er Jahren durch die Verbreitung internetbasierter Standards eingeleitet. Den vorausgehenden Ansätzen zur Verwertung von formalisiertem Wissen folgte eine Periode der Revision der bislang angewandten Konzepte. Expertensysteme galten als teuer und ihr Einsatzbereich war zu spezialisiert.

Datenbankbasierte Verfahren beherrschten das Retrieval nach Fakten und waren nicht in der Lage, die Komplexität der natürlichen Sprache zu repräsentieren geschweige denn zu verarbeiten. Nach Kaiser bestehen die Nachteile von klassischen Datenmodellen im „semantischen Abstand“ zwischen den Sachverhalten der realen Welt und dem logischen Datenbankschema. Das läge unter anderem daran, dass die Gestaltungsziele von Datenbankschemata nicht primär in der Abbildung von Realität begründet lägen, sondern in der Gewährleistung von Eigenschaften wie Zuverlässigkeit, Konsistenz, Weiterentwicklungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit eines Informationssystems [15].

Eine neue Form der syntaktischen Interoperabilität beförderte diesen Konvergenzschub. Ausgehend von Standards, wie SGML, HTML und vor allem XML haben diese deklarativen Auszeichnungssprachen fern von Datenbanken vormals unabhängige Systeme miteinander integriert. Die neu unterstützten Wissens- und Informationsprozesse umfassen verstärkt die Kommunikation von Mitarbeitern und die Organisation von Arbeitsprozessen. Neue kollaborative Technologien setzen dagegen auf soziale Netzwerke und menschliche Kompetenzen. Die Vielzahl von Anwendungen für die individuelle Kommunikation führt zu einer Flexibilisierung der Kommunikationsprozesse. Wissen teilen führt bekanntlich zu Wissenswachstum. Mittlerweile kann sich der Internetnutzer in einer Vielzahl von Bloggs und Wikis oder Newsgroups und E-Maillisten äußern. Allerdings sind auch zunehmend fragmentarisierte Teilstücke und heterogene Informationsbestände die Konsequenzen.

In der betrieblichen Anwendung sind es insbesondere Suchmaschinen, die die unterschiedlichen Informationsbestände inhaltlich zu erschließen helfen. Sie erschließen unterschiedliche Dokumentenformate, binden Datenbanken an und bauen Volltextindizes über den gesamten Datenbestand auf. Für Suchmaschinen und Webservices gilt dabei gleichermaßen die Notwendigkeit der Verarbeitung von Bedeutungen. Semantische Information Retrieval Systeme setzen in diesem Zusammenhang auf wissensbasierten Verfahren zum Auffinden von Informationen auf. Wissensrepräsentation lässt sich in diesem Zusammenhang als abstrakt formalisiertes Wissen und als die Summe von Daten und zulässigen Kalkülen zur Ableitung von Schlussfolgerungen definieren¹.

Neben der Mensch-Maschinen-Kommunikation sorgen neue und offene technische Standards, wie beispielsweise SOAP², für die organisationsübergreifende Kommunikation zwischen unterschiedlichen Systemen. Mittels SOAP können Daten abgerufen sowie Funktionen auf entfernten Rechnern über ein Netzwerk ausgeführt werden. Web Services basieren auf

¹ Siehe dazu den Beitrag von May in diesem Band.

² Technisches Protokoll, ursprünglich für Simple Object Access Protocol, W3C, 1999.

solchen Protokollen. Sie unterstützen die direkte Interaktion mit anderen Software-Agenten unter Verwendung XML-basierter Nachrichten und auf Basis internetbasierter Protokolle. Die Web Services Description Language (WSDL) definiert dazu einen plattform-, programmiersprachen- und protokollunabhängigen XML-Standard zur Beschreibung von Webservices und zum Austausch von Nachrichten. Die WSDL bietet die Semantik zum Austausch von Informationen und für die Bereitstellung von Funktionen auf technischer Basis³.

3 Die Bedeutung semantischer Technologien für ein betriebliches Informations- und Wissensmanagement

Die Notwendigkeiten zum Einsatz von semantischen Technologien in der betrieblichen Anwendung sind offensichtlich. Bei steigender Komplexität der Dienstleistungs- und Warenwelt steigt auch der Bedarf zur Beschreibung seiner Bestandteile und Prozesse. Beispielsweise müssen bei reduzierten Produktzyklen, auch die informationsverarbeitenden Prozesse gestrafft werden, damit Kunden und Supportmitarbeiter rechtzeitig versorgt werden können. Semantische Ansätze resultieren daher aus der Grundproblematik des Information Retrieval in Bezug auf den Prozess des Wissenstransfers vom menschlichen Wissensproduzenten zum Informations-Nachfragenden. Die an Geschäftsprozessen beteiligten Akteure handeln dabei selbstständig auf der Basis von Kognition. Das gilt für den Menschen, aber auch für Software, die für den Menschen als so genannter Agent handelt. Menschen und Maschinen benötigen Informationen zum Handeln. Wenn die Informationen zum Handeln sprachlich codiert werden, dann können unterschiedliche Bezeichnungen zu vagen Repräsentationen ihrer Bedeutungen führen. Semantische Technologien in der organisationalen Prozessunterstützung dienen daher bevorzugt der Mensch-Maschine-Kommunikation. Dieser definiert sich als Informationsprozess, genauer gesagt als Information Retrieval.

„Die Umsetzung des menschlichen Informationsbedarfs in eine für die Maschine verständliche Form und die Darstellung der maschinengerecht vorliegenden Informationen in eine für Menschen geeignete Form sind – neben der eigentlichen Suche – zentrale Probleme des Information Retrieval.“ [16, S. 7].

Folglich stellen alle Geschäftsprozesse vor den resultierenden Handlungen Retrievalprozesse dar.

Die semantische Mehrdeutigkeit der natürlichen Sprache steht jedoch gerade in wissensintensiven Unternehmensbereichen, wie z.B. Service oder Produktentwicklung, im Widerspruch zu den wirtschaftlichen und

³ Siehe dazu den Beitrag von Polleres et al. in diesem Band.

technischen Anforderungen an einen formalisierten und möglichst selbsterklärenden Prozess. Semantische Technologien können hier im organisationalen und betriebswirtschaftlichen Kontext helfen, natürliche Sprache zu operationalisieren, da Geschäftsprozesse, d. h. „unternehmerisches Handeln“, auf Informations- und Kommunikationsprozessen basieren. In der betrieblichen Anwendung unterstützen semantische Technologien die unternehmerischen Wissens- und Geschäftsprozesse und können dabei zur Analyse und Extraktion, der Modellierung und Verknüpfung sowie Personalisierung und Qualifizierung bestehender Daten dienen. Die Semantik beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit den Verfahren zur Übermittlung von Bedeutungen über natürlichsprachige Ausdrücke [8, S.599]. Semantische Technologien bezeichnen daher technische Verfahrensweisen zur Übermittlung und Verarbeitung von Bedeutungen, die als so genannte Konzepte zwischen dem Bezeichner (Wort) und dem Bezeichneten (Sache) stehen. Semantische Technologien basieren bevorzugt auf semantischen Netzen bzw. Netzwerkrepräsentationen zur Repräsentation von Wissen, da diese insbesondere für die wissensintensive Verarbeitung der natürlichen Sprache geeignet sind. Ontologien versuchen die natürliche Sprache als semantisches Netz zu formalisieren, um maschinell verarbeitbare und verständliche Daten zu ermöglichen [17, S. 2]⁴. In betrieblichen Anwendungen können semantische Methoden und Technologien eingesetzt werden, um zu einem gemeinsamen Verständnis von Prozessen und in der jeweiligen Anwendungsdomäne verwendeten bzw. verwandten Terminen zu gelangen⁵.

Der Prozess der Wissensmodellierung bzw. des Ontology Engineerings bezeichnet diesen Prozess zum Aufbau einer Klassifikation der in einer Anwendungsdomäne verwendeten Begriffe⁶. Zu unterscheiden sind die Schritte, die zum Erstellen einer Ontologie notwendig sind und entweder Top down oder bottom-up vollzogen werden können. Grundsätzlich unterscheidet man vollautomatische, semiautomatische und händische Erarbeitung der Daten-, Informations-, bzw. Wissensmodelle. Oftmals werden für die semantische Auszeichnung der Unternehmensdaten semiautomatische Verfahren gewählt. Dabei ergänzen sich die einzelnen Technologien und die händische Nachbearbeitung der Daten, um so einerseits effizient die Daten vorab zu kategorisieren und dann anschließend durch die Verfeinerung der Konzepte von Hand zu qualifizieren. Grundlegend unterscheidet man die Verfahren der expliziten und impliziten Wissensmodellierung. Bei der expliziten Modellierung ist der Wissensingenieur oder auch Domänenmodellierer darum bemüht, möglichst alle Konzepte seines Datenbestandes

⁴ Siehe dazu den Beitrag von Ehrig u. Studer in diesem Band.

⁵ Siehe dazu den Beitrag von Beier in diesem Band.

⁶ Siehe dazu die Beiträge von Kienreich u. Strohmaier und Sure u. Tempich in diesem Band.

zu explizieren. In einem zweiten Schritt müssen dann die zu repräsentierenden Daten auch den modellierten Konzepten zugeordnet werden. Im Falle der impliziten Modellierung werden unschärfere Verfahren eingesetzt. Die Semantik wird den Daten sukzessive durch kollaboratives Annotieren, Kommentieren und Verschlagworten, sog. Tagging hinzugefügt.

Drei Schritte können zur semantischen Auszeichnung von Daten unterschieden werden:

- *Identifikation/Indizierung der Informationsquellen*

Bei diesem Ansatz werden bereits existierende Daten hinsichtlich ihrer Einordnung in bestehende Strukturen maschinell analysiert und vorausgewertet. Mit Technologien, die automatisch Webseiten oder Informationsquellen indizieren, werden einzelne Texte oder Textabschnitte identifiziert, die in einem zweiten Schritt den verwendeten Konzepten zugeordnet werden können

- *Extraktion/Bestimmung der relevanten Information*

Techniken der Informationsanalyse, wie z. B. Verfahren aus dem Bereich des Data- und Text Mining können dabei helfen, die indizierten Informationen je nach der Zugehörigkeit zu einem Konzept zu gewichteten und Entscheidungshilfen bei der Zuordnung der indizierten Daten zu den passenden Konzepten liefern

- *Modellierung von Relationen*

Mit diesem Ansatz werden die jeweiligen Konzepte in Beziehung zueinander gesetzt und das semantische Netz anhand von Beziehungen zwischen verwandten Konzepten modelliert. Relationen sind qualitative Aussagen zwischen Konzepten als Teil/Ganzes-Beziehungen oder als Generalisierungen oder Spezialisierungen von Konzepten. In einem Organigramm kann beispielsweise ein Tochterunternehmen Bestandteil eines übergeordneten Unternehmens sein. Im Rahmen von Dokumentationsprachen, wie beispielsweise Thesauri, sind bevorzugt Generalisierungen und Spezialisierungen von Bedeutung. Das gilt beispielsweise für die Begrifflichkeit von Warengruppen, wie beispielsweise für die Zuordnung von Jacke und Hose zum Konzept Oberbekleidung. Besteckende Dokumentationseinheiten (z. B. PDF-Dokumente) können nun einer mehrdimensionalen Menge von Konzepten zugeordnet werden. Zur Modellierung der Konzepte in semantischen Netzen (Ontologien) werden Texteditoren oder graphische Editoren eingesetzt. Sie erlauben die gegenseitige Verknüpfung von einzelnen Konzepten und Konzeptmengen bevorzugt als baumartige Substrukturen mit homogenen Kantenqualitäten und Konzepttypen.

In einem auf diese Art abgeleiteten Unternehmensmodell lässt sich so die Semantik und Logik bestehender Geschäftsprozesse abbilden und neuen Anwendungsfeldern zugänglich machen. Ein Unternehmensmodell ist die

Basis für das Verständnis eines Unternehmens und bildet alle Prozesse und Fakten eines Unternehmens ab, die für dessen Wertschöpfung von Bedeutung sind. Wissen über Geschäftslogik und Geschäftsprozesse ist jedoch in Organisationshandbüchern, Weisungen etc. verteilt dokumentiert und nur implizit in Softwaresystemen implementiert. Geschäftsprozesse können auf der Grundlage von Geschäftsregeln explizit beschrieben werden. Geschäftsregeln umfassen drei Komponenten: Ereignis, Bedingung, Aktion (Event-Condition-Action). UML als objektorientierte Modellierungssprache dient der Repräsentation betriebswirtschaftlich-semantischer Aspekte und auch implementierungsnaher Konzepte. Einer Integration bestehender Softwaresysteme würde die Abbildung auf existierende Enterprise Ressource Planning, Content Management und entsprechende Workflow Systeme folgen. Zudem stünde diese Wissensbasis einem semantischen Information Retrieval zur Verfügung, welches auf bestehende Workflows aufsetzen kann. Im folgenden werden einzelne Anwendungsszenarien beschrieben, in denen der Einsatz von semantischen Techniken ein integraler Bestandteil der betrieblichen Anwendungen sind.

3.1 Aufbau von semantischen Netzen zur Repräsentation von audiovisuellen Medien und zur Unterstützung der inhaltlichen Recherche

Entgegen der rein prozeduralen Operationalisierung von Ontologien lässt sich insbesondere der deklarative Charakter von semantischen Netzen zur Repräsentation von Verzeichnisstrukturen für Multimedia Content Publishing Systeme verwerten. Umfangreiche Publikationen werden medien- und produktneutral in XML repräsentiert und die Inhalte über verschiedene Referenzierungsqualitäten unterschiedlichen Verzeichnisstrukturen zur Exploration der Inhalte durch den Anwender zugänglich gemacht. Die Ausgaben erfolgen in HTML, PDF und RTF. Medienspezifische Verzeichnisse werden unterstützt. Zu den wesentlichen Merkmalen gehören die Unterstützung von Barrierefreiheit und vielfältige Verzeichnisse, wie Abbildungs-, Tabellen- und verschieden tief ausgeprägte Inhaltsverzeichnisse, Abkürzungs- sowie Glossarverzeichnisse. Das dem Information Retrieval zugrundeliegende Matching-Paradigma wird hier dazu genutzt, bereits existierende Datenbestände sukzessiv semantisch zu erschließen.

In einem Multimedia Content Management System wird zunächst jedes einzelne Asset frei verschlagwortet. Die zu einem Konzept gehörigen Bezeichnungen werden zu einer so genannten Äquivalenzklasse zusammengefasst und eine Bezeichnung zur Vorzugsbenennung erklärt. Im Rahmen eines „Knowledge Authoring“ werden bedeutungsähnliche Bezeichner zu den Vorzugsbenennungen hinzugefügt. Syntaktische Varianten von Begriffen werden dabei vorweg durch entsprechende linguistische Komponenten

erfasst. Die Deskriptoren sind ihrerseits in einer Ontologie bestehend aus unterschiedlichen Teilklassifikationen zugeordnet, die gleich in einem Thesaurus begriffliche Verallgemeinerungen oder Spezialisierungen definieren. Die Teilklassifikationen sind zueinander nach unterschiedlichen Kategorien abgegrenzt. Dazu gehören beteiligte Personen, Länder und spezifische Eigenschaften von Dokumentationseinheiten, wie beispielsweise Genreklassen bei Videomaterial. Der Anwender kann beim Retrieval seine vagen Anfragen einer freien Suchanfrage zuführen oder die Begrifflichkeit in den zugrunde liegenden Klassifikationen explorieren.

Bei der Exploration wird die Ontologie selbst als semantisches Netz vektoriell visualisiert. Auf der Basis einer Freitext-Invertierung vergleicht ein Retrieval, das das akute Informationsbedürfnis durch Suchbegriffe beschreibt, mit der Dokumentenmenge, die durch Indexbegriffe repräsentiert wird. Dabei entfallen Relationierungen der Deskriptoren untereinander. Semantische Suchsysteme helfen so, heterogene Datenbestände auf der Basis von Dokumentationssprachen zu konsolidieren, indem diese die Relationierungen der Deskriptoren auswerten. Beispielsweise sind alle führenden Politiker netzartig den unterschiedlichen Ländern und ihren unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen zugeordnet. Das Ranking und die Menge der in Frage kommenden Politiker wird im Dialog mit dem Anwender über die Generalisierungen und Spezialisierungen eingeschränkt oder erweitert. Wesentlich sind die spezifischen Ausgaben für die autonome Bearbeitung der unabhängigen Abschnitte durch die Autoren unabhängig vom Redaktionssystem. In Word stehen dem Autor Anwendungen zur Verfügung für eine publikationsspezifische Rechtschreibkontrolle und für die systematische Auszeichnung von Glossarbegriffen sowie für die Referenzierung von anderen unabhängigen Abschnitten. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Wiederverwendung dieser begrifflichen Zusammenhänge für die Exploration des Anwenders.

3.2 Wissensbasiertes Workflow-Management von generischen und domänenspezifischen Prozessen auf dem Service-Grid

Die Semantic Web Services bieten eine erste technologische Grundlage, um verteilte Geschäftsprozesse auf der Basis einer dienstorientierten Grid-Infrastruktur zu realisieren. Das EU-Projekt Knowledge based Workflow system for Grid Applications (K-Wf Grid) hat zum Ziel eine integrierte Workflow-Ontologie für Prozesse auf dem Service Grid zu entwickeln, um einzelne Prozesse und Berechnungsverfahren, die in den verschiedenen Domänen Wettervorhersage, Enterprise Ressource Planing und Verkehrsmanagement ähnlich sind, zu vereinheitlichen [18]. Zu diesem Zweck werden jeweils Ontologien erstellt, die Workflows, Services, bereitgestellte Daten und Ressourcen sowie die drei Anwendungsontologien beschreiben.

Mit Hilfe von Agententechnologien werden wiederkehrende Muster von Workflows identifiziert, um ein organisationales Gedächtnis der verschiedenen Prozesse auf dem Service-Grid aufzubauen. Mit einem Web-Interface können die maschinell kategorisierten Grid-Prozesse in die jeweilige Ontologie eingeordnet werden, sodass einzelne Teilprozesse oder der gesamte Prozess bei einer wiederholten Anfrage nach einem Workflow mit diesen oder ähnlichen Parametern automatisch komponiert und ausgeführt werden können. Aufgrund von Messungen der einzelnen Workflows können auf der Basis dieser Erfahrungswerte Vorhersagen über die Performance von neu komponierten Prozessen getroffen werden. Neue Prozesse und deren Parameter können manuell in die existierenden Ontologien des organisationalen Gedächtnis eingeordnet werden. Die Ergebnisse von ausgeführten Workflows werden dem Nutzer bereitgestellt. Der Nutzer kann auch direkt durch Annotation über die ausgeführten Grid-Prozesse das gewonnene Wissen über die Qualität des Prozesses in das System einpflegen. Das so gewonnene Wissen über das Verhalten des Systems hilft dem Nutzer bei der Auswahl neuer Services zur Komposition von Workflows, die optimalen Services und Ressourcen zu nutzen. Als interne Repräsentation der Zustände von Prozessen wird ein Petri-Netz-basierter Ansatz gewählt. Die Repräsentation der Metadaten im organisationalen Grid Gedächtnis basiert auf OWL-S [19].

3.3 Wissensbasierte Kommunikation von Kunden und Entwicklern bei der Software Entwicklung

In der kommunikationsintensiven Branche der Software Entwicklung besteht ein großer Bedarf die wissensintensiven Prozesse der Anforderungsermittlung, die einzelnen entwicklungsspezifischen Entscheidungen sowie das direkte Kundenfeedback des Auftraggebers während der Implementierungsarbeiten nachverfolgbar zu machen. Zu diesem Zweck können mit dem leichtgewichtigen Dokumentationswerkzeug eXPTask auf der Basis von Wiki- und Weblogtechnologien agile Entscheidungen während der Entwicklung direkt mit dem Source Code verbunden werden [20]. Die zugrundeliegende Wiki- und Weblogtechnologie SnipSnap wurde um eine formularbasierte Eingabe erweitert, die das Prozessmodell des eXtreme Programmings in einem HTML-Editor umsetzt [21]. Zur Strukturierung des Arbeitsaufwandes können so einzelne Tasks (Aufgaben) und Aktivitäten (Todos) direkt mit den Anforderungen verlinkt werden. Durch die Verknüpfung von einzelnen Aufgaben mit den Anforderungen dokumentiert der Entwickler gleichzeitig, welche Anforderungen durch die programmierten Komponenten erfüllt werden. Mittels Kommentarfunktionen kann er auf unverständliche oder widersprüchliche Anforderungen hinweisen. Die Anforderungen und Anforderungsänderungen werden mittels der Wiki- und

Weblogtechnologie SnipSnap konsistent in einem Medium gehalten, sodass sowohl Entwickler wie auch Kunden stets auf den gleichen Datenbestand zugreifen. Die Aktualität der Information ist somit zu jeder Zeit gewährleistet. Die Anforderungen sowie die Änderungen an einzelnen Anforderungen können durch den Auftraggeber zeitnah dokumentiert werden. Sowohl die Entwickler wie auch die Auftraggeber können in beide Richtungen von den Anforderungen bis zum Source Code navigieren und sich so einen Überblick über implementierte Komponenten bzw. offene Anforderungen und anstehende Implementierungsarbeiten verschaffen. Mit der zusätzlichen Annotation von Metadaten können sowohl die Anforderungen als auch die mit den Anforderungen verbundenen Softwarekomponenten mit einer dem Projekt übergeordneten Ontologie verlinkt werden, sodass auch nach Projektende bei einem Retrieval nach vergleichbaren Anforderungen die Suche nach bereits implementierten Systemkomponenten erleichtert wird.

Fazit

Die heute eingesetzten Technologien und angewandten Prozesse semantischer Technologien basieren auf Prinzipien der Informationsverarbeitung aus den Bereichen der kognitiven Systemmodellierung, der künstlichen Intelligenz, der Datenbankmodellierung und dem Information Retrieval. Um das Integrationspotential der verschiedenen Anwendungsfelder, der eingesetzten Technologien und Methoden aufzuzeigen, wurde in diesem Beitrag versucht, die Entwicklung von semantischen Technologien aus der Sicht von Informations- und Wissensprozessen aufzuzeigen. Wie die Anwendungsbeispiele zeigen, können semantische Technologien zur Repräsentation von deklarativem als auch prozeduralem Wissen zugunsten von informellen Wertschöpfungsprozessen eingesetzt werden. Die organisational eingebetteten Informations- und Wissensprozesse greifen zunehmend auf explizit gemachtes begriffliches Wissen zurück und werden über den gegenseitigen Austausch von Semantik verstärkt integriert. Als Konsequenz kann dies in eine Verbesserung der Informations- und Kommunikationsprozesse resultieren. Den organisational beteiligten Akteuren stehen die Ergebnisse von semantischen Retrievalprozessen unmittelbar als Handlungsgrundlage zur Verfügung. Dennoch wird die Einführung von semantischen Technologien in Unternehmen immer noch als aufwendig betrachtet, da zum Aufbau einer Wissensbasis umfangreiche Modellierungs- und Wartungsarbeiten nötig sind. Hier gilt es benutzerfreundliche Konzepte einzusetzen, die semantische Technologien noch stärker in den Informations- und Wissensprozess des Wissensarbeiters integrieren. Zur Abschätzung über Aufwand und Nutzen scheint es unbedingt nötig für Unternehmen Maße zu entwickeln, um die Investition in ein semantisch basiertes System

abschätzen zu können. Hierfür und für die Homogenisierung der heterogenen Terminologien und Technologien kommt der Semantic Web Initiative eine große Bedeutung zu, um mit der Erarbeitung von Referenzmodellen die Standardisierung der einzelnen diversen Technologien voranzutreiben und den Nutzen semantischer Technologien im jeweiligen organisationalen Anwendungskontext zu beschreiben.

Danksagung

Teile der Arbeit wurden durch das BMWA innerhalb des Förderprogramms „Fit für den Wissenswettbewerb“ gefördert.

Literatur

1. Wissen und Information 2005, Fraunhofer Wissensmanagement Community (Hg.), Stuttgart 2005, S.77ff.
2. Picot, A., Die Verbindung von Betriebswirtschaftslehre und Informatik – Nur eine Schnittstelle?, in: Informatik heute. Informationelle Strukturen in den Wissenschaften, hrsg. V. Seegmüller, G./Schubert, V., St. Ottilien, 1995, S.167–188.
3. Willke, H., Dimensionen des Wissensmanagements. Zum Zusammenhang von gesellschaftlicher und organisationaler Wissensbasierung, in: Schreyögg, G. / Conrad, P., Managementforschung 6: Wissensmanagement, Berlin/NY, 1996, S.263–304, hier S.281.
4. Vgl dazu Altenkrüger, D., / Büttner, W., Wissensbasierte Systeme. Architektur, Entwicklung, Echtzeit-Anwendungen, Braunschweig/Wiesbaden, 1992, S.67ff.
5. Vgl dazu Lohnstein, Horst, Formale Semantik und natürliche Sprache. Einführendes Lehrbuch, Opladen, 1996, S.9–16.
6. Helbig, Hermann, Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung, Berlin, 1996, S.290.
7. Schreiber, A. Th. et al., Knowledge Engineering and Management. The CommonKADS Methodology, Cambridge, 2000.
8. George F. Luger, Künstliche Intelligenz. Strategien zur Lösung komplexer Probleme, 2001.
9. Picot, Arnold, Die Verbindung von Betriebswirtschaftslehre und Informatik – Nur eine Schnittstelle?, in Informatik heute. Informationelle Strukturen in den Wissenschaften, hrsg. von Seegmüller, G./Schubert, V., St. Ottilien, 1995, S.167–188, hier S.168 u. 177.
10. Inmon, W.H., Building the data warehouse, 2. Aufl., New York: John Wiley & Sons, 1996.
11. Eulgem, Stefan, Die Nutzung des unternehmensinternen Wissens. Ein Beitrag aus der Perspektive der Wirtschaftsinformatik, FaM/Berlin/Bern, 1998, S.194.
12. Firestone, J.M., Enterprise Information Portals and Knowledge Management, Burlington, 2003, S.77ff.

13. Collins, Heidi, Enterprise Knowledge Portals. Next Generation Portals Soultion for dynamic access, New York, 2003.
14. Rubén Lara et al., 2003., An Evaluation of Semantic Web Portals, URL: http://www.semantic-web.at/file_upload/root_tmpphpBno22K.pdf, aufgerufen November 2005
15. Kaiser, Egon: Semantische Datenmodellierung in Theorie und Praxis, Mannheim, 1992, S. 99ff.
16. Fuhr, Norbert (1998): Skriptum Information Retrieval, Universität Dortmund, URL: <http://ls6.cs.uni-dortmund.de/ir/teaching/courses/ir/script/irskall.ps.gz>.
17. Alexander Maedche: Emergent Semantics for Ontologies – Supported by an Explicit Lexical Layer and Ontology Learning, in: IEEE Intelligent Systems - Trends & Controversies „Emergent Semantics“, 2001.
18. <http://www.kwfgrid.net/main.asp>, aufgerufen November 2005
19. Marian Bubak, Thomas Fahringer, Ladislav Hluchy, Andreas Hoheisel, Jacek Kitowski, Steffen Unger, Gianni Viano, Konstantinos Votis, and K-WfGrid Consortium: K-Wf Grid - Knowledge based Workflow system for Grid Applications. In Proceedings of the Cracow Grid Workshop 2004, <http://www.cyf-kr.edu.pl/cgw04/>, April 2005, Academic Computer Centre CYFRONET AGH.
20. John, Michael; Jugel, M.; Schmidt, S.; Wloka, J., Wikis in der Softwareentwicklung helfen, Java Magazin, Nr. 7, 2005, S.88–91.
21. <http://www.snipsnap.org>, aufgerufen November 2005

Betriebliches Wissensmanagement: Rollen, Prozesse, Instrumente

Heiko Beier

moresophy GmbH, München, Deutschland;
heiko.beier@moresophy.com

Zusammenfassung: Die komplexen und dynamischen Rahmenbedingungen der globalen Wirtschaft stellen heutige Unternehmen vor gänzlich neue Herausforderungen. Der Rohstoff Wissen nimmt entscheidend an Bedeutung zu. Nicht nur in der Form, dass der Wert der Unternehmen stark von Ihrer fachspezifischen Expertise abhängt, sondern umso mehr von der Fähigkeit, aus verschiedensten Fachkompetenzen erfolgreiche Produkte und Dienstleistungen zu generieren. Dies erfordert ein aktives Management der Ressource Wissen in der Form eines grundlegenden Verständnisses der den jeweiligen Fachdomänen und Prozessen übergeordneten Zusammenhänge. Nur mittels des relevanten Metawissens über diverse Einflussfaktoren wie Marktmechanismen, rechtliche Rahmenbedingungen oder auch Organisationsstrukturen lassen sich die einzelnen „Organe“ moderner vernetzter Organisationen wirtschaftlich erfolgreich orchestrieren. IT-Lösungen, die auf semantischen Modellen beruhen, helfen dieses Metawissen zu sichern und effektiv im Kontext konkreter Prozesse und Ziele zu nutzen. Semantik hilft dabei, die extrem hohe Vernetzung, die als Merkmal von Komplexität sowohl auf der Ebene von Informationen wie auch in der tatsächlichen Organisation von Unternehmen auftritt, transparent zu machen. Ein semantischer Ansatz ist dabei immer mit einem gesteigerten Qualitätsdenken auf Ebene von Informationen verbunden. Dies allerdings erfordert von den Unternehmen nicht nur ein explizites „semantisches“ Denken und Handeln, sondern eröffnet wichtige Gestaltungsfelder im Bereich der Aufbauorganisation und dem Rollenverständnis einzelner Organisationsbereiche.

1 Einleitung: Komplexität als Treiber eines betrieblichen Wissensmanagements

Die Wirtschaft des 21. Jahrhunderts ist geprägt von komplexen und dynamischen Umstrukturierungsprozessen: Merger & Acquisitions als Antwort auf globalen Wettbewerbs- und Kostendruck, Geschäftsprozessoptimierung, Reorganisation und Verlagerung von Kompetenzen und Zuständigkeiten zur Schaffung schlanker, effizienter Organisationen. Bis hinein in

den Mittelstand sehen sich Führungskräfte in Unternehmen damit ganz anderen Anforderungen ausgesetzt als in vorherigen Jahrzehnten, in denen die Dynamik der Unternehmensentwicklung deutlich geringer war und viele Unternehmen auf der Grundlage organisch gewachsener Geschäftsmodelle operierten. In allen Bereichen unternehmerischer Praxis lässt sich somit eine rasante Zunahme der Komplexität beobachten. Sie ist eine Folge der real zunehmenden Vernetzung der Wirtschaft bei zugleich weiter wachsender Dynamik.

1.1 Der moderne Wissensarbeiter zwischen Experten- und Generalistentum

Auch der einzelne Wissensarbeiter wird mit dieser Komplexität konfrontiert. Aus seiner Sicht besteht die Problematik vor allem darin, dass zeitgleich zu einer zunehmenden (horizontalen) Vernetzung vertikales Spezialwissen gefordert wird: Mit der Verlagerung der Wertschöpfung von der Fertigung industrieller Güter hin zum Wissen über die Entwicklung und den Vertrieb komplexer Produkte nimmt der Bedarf an Experten mit tiefem Spezialwissen weiter zu. Um dieses Potenzial jedoch wirtschaftlich frei zu setzen, bedarf es der Fähigkeit, die Beiträge einzelner Experten optimal zu einem sinnvollen Ganzen zu kombinieren. So sichern beispielsweise die fortschrittlichsten Technologien keinen wirtschaftlichen Erfolg, wenn es nicht gelingt, aufgrund einer sehr guten Kenntnis der Märkte effiziente Vertriebsstrategien zu entwickeln und auch konsequent umzusetzen.

Unternehmen in wissensintensiven Industrien bzw. deren Mitarbeiter stehen also im Drehkreuz einer Schere aus vertikalem Expertenwissen und horizontalem Know-how, wie dieses Expertenwissen zu kombinieren ist. Dazu ist aber immer mehr Wissen aus angrenzenden oder gar externen Bereichen notwendig, wie rechtliche Rahmenbedingungen, Marktkenntnisse oder „Meta-Wissen“ über Prozess- und Organisationsstrukturen. Mit anderen Worten: reines Spezialistentum reicht nicht mehr. Sondern die Fähigkeit, sich schnell Wissen aus angrenzenden Bereichen anzueignen und dessen Bedeutung für die eigenen Arbeitsprozesse zu erkennen, ist der Schlüssel zu einer effektiven Verwertung unternehmerischer Wissensressourcen.

1.2 Der ambivalente Beitrag der IT

Parallel dazu ist die Entwicklung der Informationstechnologie zu betrachten, die dazu führt, dass Informationen immer und überall und zu jedem möglichen Thema verfügbar sind. Information kann elektronisch beliebig häufig reproduziert und schnell verteilt werden, was zunächst einmal nur zu einer Senkung der Kosten für die Vervielfältigung der Information führt. Eine Email zu versenden ist deutlich kostengünstiger als einen Brief zu

versenden. Es führt nicht zur Erhöhung der *Informationsqualität*. Ganz im Gegenteil: die Allgegenwart des Computers an modernen, wissensintensiven Arbeitsplätzen führt vielmehr zu einer Flut von Informationen, mit deren Bewältigung die Mitarbeiter häufig allein gelassen werden. Dokumente werden kopiert, verändert, mehrfach abgelegt – und letztlich die Bedeutung der ursprünglichen Information immer weiter verändert, ohne dass dieser Prozess in irgendeiner Weise reproduzierbar wäre. Suchmaschinen sind in diesem Punkt keine Hilfe, denn sie verbessern zunächst einmal nur die Verfügbarkeit oder Auffindbarkeit von Informationen, keinesfalls jedoch deren Qualität. Und als Instrument zur Steuerung eines wissensintensiven Unternehmens eignen sie sich zuallerletzt; 1000 oder mehr Treffer auf einen Suchbegriff können keine klare Antwort sein.

Wissensarbeiter und insbesondere Führungskräfte leiden daher kaum mehr unter einem Mangel an Information, sondern vielmehr an einem „Zuviel“ an Information. Ob Fileserver, Email-Accounts, Dokumentenmanagement-Systeme oder das Internet: überall ist Information auf einen Klick verfügbar. Doch welche Information ist in welcher Situation für welche Zielgruppe die richtige, und wo ist diese zu finden? Angesichts der schieren Informationsmenge fehlt zunehmend die Kenntnis über die wichtigen Zusammenhänge, die Voraussetzung ist, um Informationen zielgerichtet als Entscheidungsgrundlage heranzuziehen.

Aus Sicht eines einzelnen Mitarbeiters stellt dies ganz neue Herausforderungen an die von ihm benötigten Instrumente und Hilfsmittel am Arbeitsplatz. Nicht Expertensysteme sind gefragt, sondern Systeme, die Nicht-Experten soweit informieren, dass sie in der Lage sind, in der Flut von Informationen die für sie relevanten zu erkennen und für sich zu nutzen verstehen. Und dies nicht um diese Menschen wiederum zu Experten – und damit häufig auch zu „Fachidioten“ – zu machen, sondern um sie im Sinne der gesamten Wertschöpfungskette zu befähigen, für sie wichtiges Wissen von unwichtigem zu unterscheiden und erstes dann für sich zu nutzen wissen – sei es durch Zugriff auf genau für ihren Bedarf zugeschnittene Informationen oder aber den Verweis auf entsprechende Experten.

2 Instrumente zur Umsetzung und die Rolle des Semantic Web

Angesichts der allgegenwärtigen Informationsflut ist es daher entscheidend, die Qualität vorhandener Informationen zu verbessern, um einen optimierten Austausch von Wissen und eine effiziente interne wie externe Kommunikation zu ermöglichen. Dabei gilt es sich zunächst einmal der zentralen Bedeutung der Ressource „Wissen“ für die Wertschöpfungskraft

von Unternehmen bewusst zu werden. Letztlich ist es das „Mehr an Wissen“, das Unternehmen im Wettbewerb qualifiziert und sich beispielsweise in Form innovativer Produkte niederschlägt. Selbst die Einführung standarisierter und somit effizienter Prozesse beruht auf Wissen – Wissen über die Organisation, ihre Arbeitsweise und strategischen Ziele.

Neben der Weiterentwicklung von Wissen liegt eine Hauptaufgabe von Wissensmanagement zunächst einmal in der optimalen Nutzung vorhandenen Wissens zur Erzielung von Kosten- und Wettbewerbsvorteilen. Im Mittelpunkt steht dabei die Qualifizierung vorhandener Wissensressourcen über die Vernetzung von Informationen im Kontext organisationsspezifischer Ziele und Prozesse. Darauf wird die Bedeutung einzelner Informationen für die Organisation im Ganzen und den einzelnen Menschen in seiner jeweiligen Rolle einheitlich wiederholbar und klar erkennbar.

Aus Sicht des Managements ist es somit von entscheidender Bedeutung, zentrales Wissen über Strategien und Märkte in einer Weise verfügbar zu haben, dass es nicht nur effektiv weiterentwickelt werden kann, sondern vor allem durchgängig in sämtlichen relevanten Organisationsbereichen, die für die operative Umsetzung im Tagesgeschäft verantwortlich sind, genutzt wird. Dies erfordert von den Mitarbeitern die Fähigkeit, einzelne Informationen *in Beziehung* zu setzen zu übergeordneten Zusammenhängen, wie Strategien, Grundsätzen oder Unternehmenszielen. Ohne die Einsicht in die

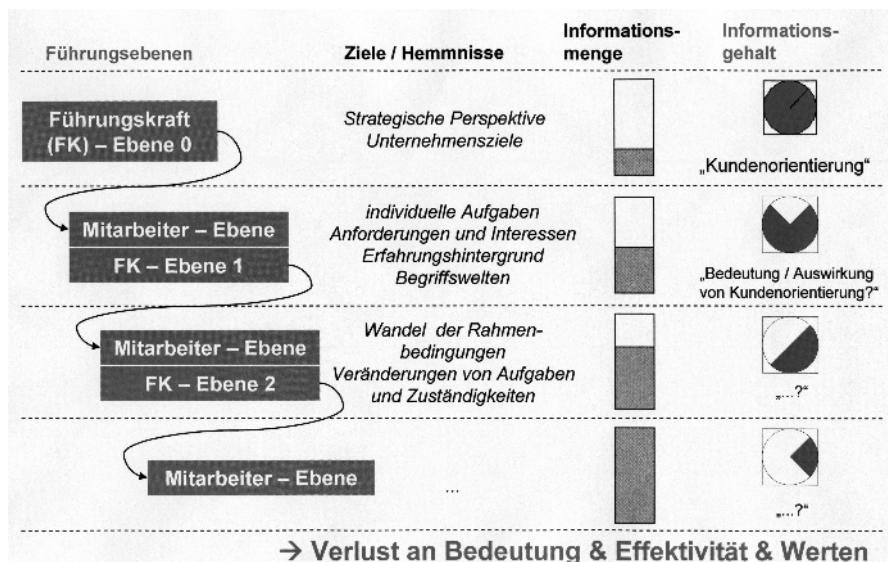


Abb. 1. Führung erfordert Kommunikation. Diese wird jedoch durch zahlreiche Faktoren erschwert. Neben der stetig steigenden Menge der zu verarbeitenden Information führen dynamische Rahmenbedingungen und ein unterschiedliches Verständnis von Konzepten zu einem Verlust des Werts von Informationen.

Bedeutung von Informationen, die in operativen Prozessen relevant sind, verliert die ursprüngliche Intention des Managements aus der Projektplanungs- oder Strategieentwicklungsphase entscheidend an Wert und Effektivität (Abbildung 1). Die strategische Vorgabe eines Unternehmens, die *Kundenorientierung* zu stärken, hat in der Folge etliche, in verschiedenen Organisationsbereichen und Hierarchieebenen sehr unterschiedliche Implikationen. Mit anderen Worten: es gilt, die Bedeutung des Konzeptes Kundenorientierung für konkrete Organisationsbereiche einheitlich und klar festzulegen und dementsprechend Maßnahmen zu implementieren (z. B. durch die Entwicklung flexibler Anlageprodukte oder persönliche Beratungskonzepte im Kundenservice).

2.1 Wissensmanagement als Aufgabe und Chance der Führung

Eine klare und eindeutige Informationsversorgung ist damit eine Kernaufgabe des Managements. Wo Menschen einander verstehen und einsehen können, wie sie zu einem übergeordneten Unternehmensziel beitragen, entstehen konstruktive Leistungen und effiziente Arbeit. Führung beruht letztlich auf der gezielten Vermittlung von Informationen – sowohl auf der obersten Ebene der Unternehmensleitung wie auch in allen anderen Führungsebenen zwischen Mitarbeitern und deren Führungskräften. Sie erfordert eine eindeutige Kommunikation und die Konzentration auf das Wesentliche. Ein *effektiver Informationsfluss* bedeutet auch, dass die wesentlichen Ziele der Unternehmensleitung in konkrete Aufgaben und persönliche Ziele von Mitarbeitern innerhalb sämtlicher Hierarchiestufen heruntergebrochen werden. Dies gewährleistet, dass die Intention der Führung mit hoher Effektivität den Mitarbeiter erreicht und sich das Unternehmen zielgemäß entwickelt.

Beides wird jedoch in vielen Organisationen erschwert durch die Dynamik sowohl der inneren Strukturen wie auch der externen Randbedingungen. Umso mehr benötigen Mitarbeiter *Orientierung und Führung*, um innerhalb ihrer konkreten Tätigkeitsbereiche effektiv – an den Zielen des Unternehmens ausgerichtet – zu handeln. Dies gilt in besonderem Maße für wissensintensive Arbeiten, die sich nicht über wiederkehrende Abläufe oder Prozesse standardisieren lassen, sondern deren Wert auch auf der Entscheidungsfreiheit des Wissensarbeiters beruht. Erfahrungen und die Kenntnis unternehmensinterner Zusammenhänge sind hier ein ganz wichtiger bestimmender Faktor für die Qualität der Arbeit. Dabei erlangt die Erhöhung der innerbetrieblichen *Informationsqualität* sowie die Optimierung der *Informationslogistik* eine ganz entscheidende Bedeutung.

2.2 Semantik als Schlüssel zur Optimierung der Informationsqualität

Der *Schlüssel zur Optimierung der Informationsqualität* – und damit auch für ein wirksames Wissensmanagement – liegt in der sinnhaften Vernetzung von Informationen. Damit ist gemeint, dass Informationen für Menschen erst dann einen Wert erhalten, wenn sie die Bedeutung der einzelnen Informationen innerhalb einer konkreten Situation erkennen können.

Genau hier setzen semantische Technologien für das Wissensmanagement an. Die Semantik erlaubt den entscheidenden Schritt von der Information zum Wissen. Letzteres steht immer in einem spezifischen Handlungskontext. Wissen ergibt sich aus einem situations-spezifischen Muster von Informationen, das Menschen zu sinnvollen Handlungen befähigt.

Semantische Technologien stehen nicht nur im Mittelpunkt führender Forschungsprojekte, sondern haben u. A. mit dem Standard der *Topic Maps* auf pragmatische Weise Einzug in die industrielle Praxis des Wissensmanagements erhalten. Topic Maps sind ein XML-basierter Standard für die computer-basierte Speicherung und den Austausch von Informationszusammenhängen. Sie sind nicht Bestandteil der Konzeption des Semantic Web durch das W3C, weisen jedoch viele Eigenschaften auf, die sie neben den W3C-Standards zu einer interessanten Alternative oder Ergänzung im Bereich des Wissensmanagements machen. Eine Topic Map stellt ein *semantisches Netz* dar. Hierunter versteht man „*eine geordnete Zusammenstellung von Begriffen und deren Bezeichnungen, deren Zusammenhang über beliebige Beziehungen miteinander definiert wird. Sowohl Begriffe als auch Beziehungen sind typisierbar und es existiert eine Grammatik für deren Verwendung*“ [1]. Im Rahmen dieses Beitrags wird häufiger explizit auf Topic Maps bezug genommen, weil sie methodisch andere Vorgehensweisen erlauben als die frame-basierten W3C-Standards¹. Insofern die jeweiligen konkreten Merkmale der verwendeten Sprache zur Wissensrepräsentation nicht relevant sind, wird dabei allgemein von semantischen Modellen gesprochen.

2.3 Repräsentation von Kontext als entscheidender Mehrwert von Topic Maps

Topic Maps erlauben ein sehr flexibles, anforderungsspezifisches Management von Informationen. Sie beinhalten Konzepte wie Thesauri und Taxonomien [1], legen jedoch ihren Fokus auf die inhaltliche Vernetzung und bieten zusätzlich noch die Möglichkeit explizit den Kontext von Informationen abzubilden und in operativen Anwendungen zu berücksichtigen.

Letztlich ist es der *kontext-spezifische Zusammenhang*, in dem Begriffe strukturiert werden, der die Qualität und Effektivität von Informationen

¹ Siehe dazu den Beitrag von Birkenbihl in diesem Band.

maßgeblich bestimmt. Entscheidend ist dabei nun, dass ein Konzept wie „Kundenorientierung“ als solches nur einmal existiert und zunächst von oben her als Ziel vorgegeben wird. Da es jedoch nicht nur auf Papier sondern in einem konsistenten software-gestützten Repository hinterlegt ist, kann das Konzept immer wieder aufgegriffen und in seiner Bedeutung in konkreten Situationen erläutert werden. Dies erfolgt wiederum über die Vernetzung mit anderen hinterlegten Konzepten. So wird gewährleistet, dass Information *standardisiert* verwendet wird, jederzeit *reproduzierbar* ist und *durchgängig* – zwischen Führungskräften und Mitarbeitern oder entlang einer Prozesskette über verschiedene Unternehmensbereiche hinweg – *einheitlich* verfügbar ist.

Rein hierarchische Strukturierungsmethoden wie Taxonomien oder auch „Mind-Mapping“ scheitern an dieser Stelle, da sie Information nur nach ein-dimensionalen – eben hierarchischen – Ordnungskriterien zu strukturieren vermögen. Topic Maps organisieren Information in vernetzten Zusammenhängen. Der Ansatz orientiert sich dabei an menschlichen Denkprozessen, in denen es ebenfalls keinen zentralen Einstiegspunkt gibt, kein klares „oben und unten“, sondern der Mensch erschließt sich neue Erkenntnisse aus verschiedenen Blickwinkeln – immer geprägt aus der aktuellen Situation seines Denkens und Handelns heraus [3]. Führungskräfte erfahren somit eine neue Dimension der Unterstützung in ihrer eigentlichen Aufgabe: nämlich den *Blick für das Ganze* zu entwickeln [4].

2.4 Von semantischen Modellen zur operativen Lösung

Für das operative Wissensmanagement stellen semantische Modelle zunächst nur ein neues, wenn auch sehr mächtiges Werkzeug dar. Ihr Wert lässt sich erst bemessen, wenn auf der Grundlage semantischer Modelle bereichs- oder organisationsspezifische Zusammenhänge abgebildet und in konkreten Anwendungen zum Einsatz kommen. Über eine entsprechende Modellierung lassen sich somit beispielsweise Lösungen implementieren, die das Konzept einer Balanced Scorecard aufgreifen und ein Unternehmen in verschiedenen Sichtweisen beschreiben. Semantisch fundierte Lösungen gehen jedoch weiter als das Konzept der Balanced Scorecard, da gleichzeitig Informationen aus vorhandenen Systemen integriert [2] und anforderungsgerecht innerhalb konkreter Prozesse zur Verfügung gestellt werden. In dieser Form sind sie also weniger als Kennzahlen-Controlling-Instrument für die Führungsebene gedacht, sondern vielmehr als Steuerungsinstrument, mit dem die Sichtweise des Managements effektiv innerhalb operativer Prozesse transparent gemacht wird und darüber Mitarbeiter effektiv führt.

Entsprechende Tools vorausgesetzt, lassen sich wiederkehrende Bedeutungszusammenhänge sehr pragmatisch in semantischen Modellen festhalten und zur Optimierung der Informationsversorgung in operativen Geschäftsprozessen einsetzen. Denn Aufbau und Pflege der semantischen

Modelle ist keine Aufgabe des IT-Engineering, sondern kann – insbesondere für Topic Maps – mittels graphischer Modellierungstools von Fachexperten geleistet werden. Sie sind daher ideal geeignet, ein Business Alignment zwischen den in existierenden IT-Systemen vorhandenen Informationen und der operativen Geschäftsperspektive herzustellen.

2.5 Rahmenbedingungen erfolgreichen semantischen Wissensmanagements

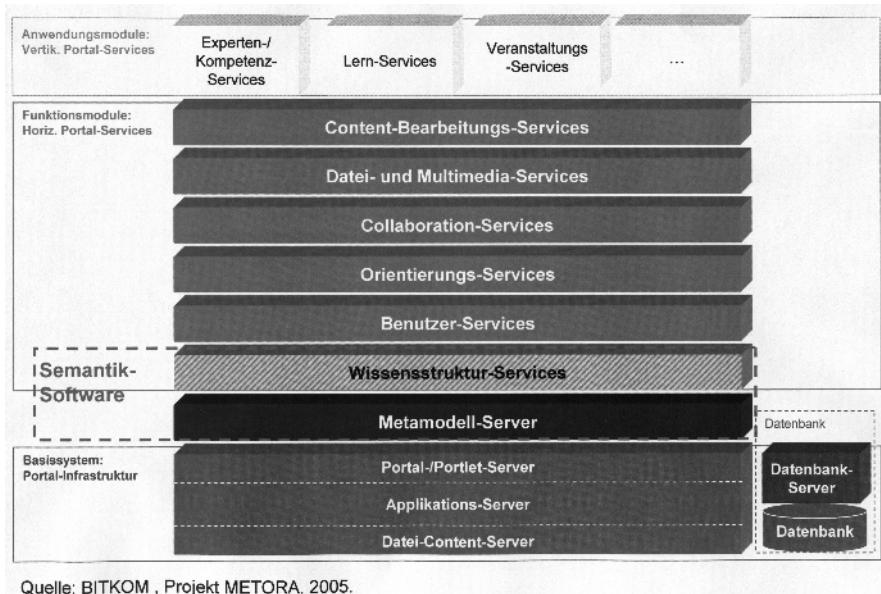
Dies erfordert allerdings auch, Wissensmanagement als organisatorische Notwendigkeit zu erkennen und organisatorisch die entsprechenden Voraussetzungen zu schaffen. Nämlich in der Form, dass Menschen in ausgewiesenen Rollen die Aufgabe übernehmen, die Komplexität von Informationen darüber zu managen, dass sie relevante wiederkehrende Zusammenhänge erkennen, begrifflich qualifizieren und in semantischen Strukturen sichern. Die Ernüchterung auf den frühen Trend des Wissensmanagements der 90er Jahre liegt vor allem in der Technologielastigkeit der Lösungsansätze, die einen kurzfristigen Return on Investment dank vollständiger Automatisierung versprachen. Diesem Anspruch ist jedoch keine Technologie bis heute gerecht geworden. Wissensmanagement ist und bleibt zuallererst eine Disziplin des Managements, d. h. eines geordneten und geführten Prozesses mit dem Ziel die Wertschöpfung von Wissen zu steigern. Informationen sind stets nur dann von Wert, wenn sie in organisationsspezifische Bedeutungszusammenhänge eingebettet sind – und als solche auch von Menschen erkannt werden. Im letzten Abschnitt dieses Beitrags betrachten wir einige der für ein erfolgreiches betriebliches Wissensmanagement notwendigen organisatorischen Voraussetzungen. An dieser Stelle möchten wir jedoch auf die spezielle Rolle der IT hinweisen, in deren Verantwortung es liegt, die für ein semantisches Wissensmanagement notwendige Infrastruktur bereit zu stellen.

2.6 Rolle der IT / Semantik in modernen IT-Architekturen

Als klassische Querschnittsdisziplin hat die IT auch in diesem Fall die Aufgabe, die oben beschriebenen Anforderungen eines modernen Managements zu unterstützen. Die IT hat Semantik daher als ein Grundkonzept einer modernen IT-Architektur zu verstehen und über eine entsprechende Anpassung der IT-Infrastruktur dieser Verantwortung gerecht zu werden.

Das Bestreben nach einer „Semantisierung“ unternehmensweiter IT-Architekturen wird dabei durch einen anderen strategischen Trend in der IT begünstigt: dem einer *serviceorientierten* Anwendungsarchitektur².

² Siehe dazu den Beitrag von Fill et al. In diesem Band.



Quelle: BITKOM , Projekt METORA, 2005.

Abb. 2. IT-Architektur des Wissensmanagement-Referenzprojekts „METORA“ des BITKOM und weiterer Konsortialpartner (gefördert vom BMWA).

Semantische Software erlaubt in einer derartigen Architektur andere Informationsdienste zu kapseln bzw. anzureichern. Die über Basissysteme verfügbar gemachten „Rohinformationen“ erfahren durch ein Metamodell-Management sowie die Einordnung in flexible Wissensstrukturen eine Veredelung. Davon profitieren wiederum funktionale und anwendungsbezogene Dienste, die dem Menschen in der Interaktion mit den Systemen eine stark verbesserte Führung bieten und untereinander die Kollaboration fördern.

Eine moderne IT-Infrastruktur sollte dabei sowohl Methoden für ein aktives Knowledge-Engineering wie auch zur automatisierten Erschließung unstrukturierter Informationen im Sinne eines semantischen Text-Minings [2] zur Verfügung stellen.

3 Etablierung semantischen Wissensmanagements innerhalb betrieblicher Prozesse

Viele Abläufe sind heutzutage in Form von Geschäftsprozessen standardisiert. Insbesondere in wissensintensiven Branchen, in denen Information und das Wissen, wie diese zu bewerten ist, die entscheidende Ressource darstellt, nimmt jedoch der Mensch weiterhin und auch in Zukunft eine

entscheidende Stellung innerhalb von Geschäftsprozessen ein. Denn zur Durchführung von Geschäftsprozessen muss in den meisten Fällen auf Wissen zurückgegriffen werden. Innerhalb dieser Prozesse existieren also eigenständige Prozesse, die ausschließlich mit der Verarbeitung von Wissen zusammenhängen. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll von *Wissensprozessen* zu sprechen. Dazu zählen beispielsweise das Lernen, das Generieren von Innovationen aber auch das Entscheiden. Wissensprozesse können durch einen Menschen alleine, aber auch kollektiv zwischen vielen Menschen, ja sogar organisationsweit stattfinden.

Wissensprozesse sind im Gegensatz zu Geschäftsprozessen aber nur bedingt standardisierbar. Sie steuern jedoch entscheidend den Verlauf von Geschäftsprozessen (vgl. Abb. 3). Das Management von Geschäftsprozessen allein hilft nicht, um der oben genannten Herausforderung im Transfer von Spezialwissen zwischen verschiedenen Bereichen zu begegnen. Im

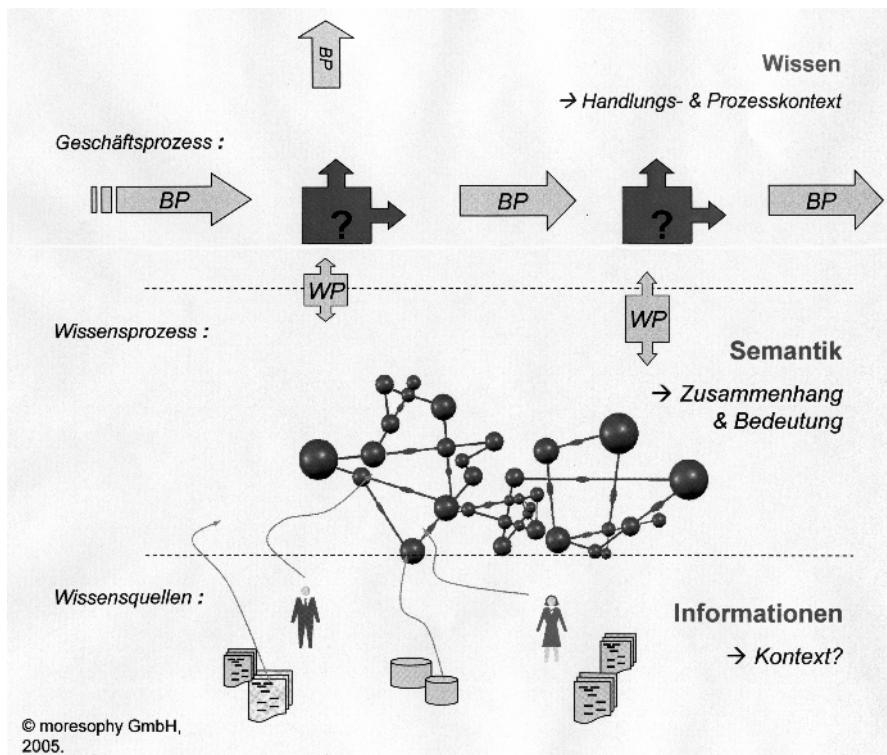


Abb. 3. Mittels Semantik können Informationen innerhalb von Geschäftsprozessschritten (GPS) anforderungsgerecht bereitgestellt werden. Innerhalb des eigentlichen Wissensprozesses (WP) helfen semantische Netze organisations- und fachspezifische Zusammenhänge zu sichern und Menschen bei der Einschätzung relevanter Informationen zu unterstützen.

Gegenteil: Innerhalb standardisierter Prozessabläufe sind insbesondere in großen Organisationen einzelne Aufgaben immer mehr spezialisiert und das Wissen zur Umsetzung auf Experten im Unternehmen verteilt. Die so optimierte Nutzung der jeweiligen Kompetenzen hat zur Folge, dass bei der Lösung komplexer Aufgaben die Sicht auf abteilungsübergreifende Wissensflüsse entlang der Prozesse nicht oder nur sehr aufwändig möglich ist. Es entstehen trotz klar definierter Prozesse Reibungsverluste durch Unterbrechungen in der *Informationslogistik*. Notwendige Entscheidungen, wie im Prozess weiter zu verfahren ist, werden verzögert oder auf der Grundlage falscher oder unvollständiger Informationen unzureichend gefällt, u. A. weil

- die notwendigen Informationen nicht aus dem eigenen Bereich stammen, sondern andere Personengruppen und Bereiche in der Organisation zuständig sind,
- nicht bekannt ist, wie (in welchem Informationssystem oder über wen) an die Information gelangt werden kann, oder
- weil dem jeweiligen Wissensarbeiter nicht einmal bewusst ist, dass gewisse Informationen für ihn im aktuellen Zusammenhang relevant sind.

Zur Optimierung wissensintensiver Geschäftsprozesse bedarf es daher einer systematischen Vernetzung einzelner Wissensträger und der vorhandenen Informationsinseln, denn immer häufiger sind Menschen darauf angewiesen, sich in konkreten Situationen schnell domänenfremdes Wissen zu erschließen und nutzen zu können. Daher ist die Bereitstellung von Informationen im Kontext von Geschäftsprozessen, d. h. das Erkennen der Bedeutung von Informationen für Qualität und Verlauf eines Prozesses essentiell. Wissensmanagement geht daher weiter als das Management von Geschäftsprozessen, wird aber sinnvollerweise innerhalb von Geschäftsprozessen praktiziert. Einführungsmodelle von Wissensmanagement sollten daher auch immer die Analyse vorhandener wie auch implizit gelebter Geschäftsprozesse beinhalten. Für den Bereich der Semantik heißt das: in der Analyse und im Design semantischer Modelle ist auch die Semantik eines Prozesses eine relevante Sicht im Netz. Das semantische Modell kann dann in einer Weise aufgebaut werden, dass es die für das Verständnis dieser Abläufe notwendigen Informationszusammenhänge bedarfsgerecht zur Verfügung stellen kann.

3.1 Die operative und dispositive Dimension des Wissensmanagements

In dieser Form leistet Semantik einen entscheidenden Beitrag zu einem operativen Wissensmanagement: Innerhalb operativer Prozesse werden Menschen in der Umsetzung ihrer konkreten Aufgaben unterstützt und ihre

Leistung hinsichtlich Effektivität und Qualität erhöht. Voraussetzung hierfür ist, dass der Kontext relevanter Informationen im Vorfeld aufbereitet wurde.

Für die Praxis wird dies häufig als zentraler Kritikpunkt eines semantischen Wissensmanagements genannt. Der mit der Erstellung semantischer Modelle verbundene Aufwand sei zu hoch. Dabei wird jedoch meistens übersehen, dass bereits die Erstellung eines semantischen Modells eine durchaus nutzbringende Komponente eines betrieblichen Wissensmanagements ist. Manche Methoden der Wissensmodellierung erlauben ein evolutionäres Vorgehen, bei dem übergeordnete Meta-Ebenen erst im Laufe der Modellierung entwickelt werden und nachträglich zur Beschreibung bereits entwickelter Informationsstrukturen dienen. Insbesondere Topic Maps haben in diesem Bereich ihre Stärke. So können – vergleichbar sehr informellen Strukturierungsansätzen wie Mind-Mapping – zunächst frei und ohne vordefinierte Klassen oder Beziehungstypen beliebige Informations-einheiten (Konzepte, Objekte, Themen etc.) gesammelt und in ihrer Abhängigkeit und Vernetzung abgebildet werden. Sehr häufig werden erst im Laufe dieser Modellierungsphase übergeordnete Muster erkannt, die dann – in einer Meta-Ebene definiert – die Einbindung weiterer Informationen systematisieren. Insofern ist die Modellierung eines semantischen Modells ein *dispositiver Prozess*, der die Sichtung und Planung komplexer Vorhaben unterstützt. Spätestens an dieser Stelle wird deutlich, dass semantisches Wissensmanagement nur bedingt eine Disziplin der IT, jedoch vor allem eine Aufgabe des Managements darstellt.

3.1.1 Exkurs: IT-Portfoliomanagement

An dem Beispiel des IT-Portfoliomanagements soll dies kurz verdeutlicht werden: Insbesondere Unternehmen mit stark historisch gewachsenen Strukturen, verteilten Standorten und vor allem Konzerne mit verschiedenen Tochterunternehmen weisen heutzutage ein großes Kostensparpotenzial in der Konsolidierung ihrer heterogenen IT-Landschaften auf. Durch die Fokussierung auf eine begrenzte Anzahl an Technologien (Computersprachen, Protokollen, Entwicklungsumgebungen etc.) und deren möglichst synergetischen Einsatz können sowohl Betriebs- wie auch Entwicklungskosten nachhaltig gesenkt werden. In vielen Fällen ist die gegenwärtige IT-Landschaft jedoch so unübersichtlich, dass bereits die Erfassung der bestehenden IT-Assets unter einer gemeinsamen, standortübergreifend einheitlichen Sicht nur schwer realisierbar ist. Zudem liegen die Informationen aus den einzelnen Bereichen in den unterschiedlichsten Formaten (codiert in Office-Dateien, Datenbanken o.ä.) und auch in nicht kompatibler Terminologie vor. Eine Optimierung des IT-Portfolios kann sinnvollerweise nur dann begonnen werden, nachdem man sich ein vollständiges Bild über die gesamte IT-Landschaft gemacht hat und die in den jeweiligen Bereichen

vorhandenen Assets einheitlich erfasst und beschrieben werden können. Wie jedoch passen objektorientierte Software-Frameworks mit verschiedenen Applikationsplattformen zusammen? Welche Schnittstellen basieren auf welchen Protokollen und welche Anwendungssysteme unterstützen diese? Keine der beteiligten Personen ist in so einem Fall in der Lage, sämtliche Abhängigkeiten im voraus zu erkennen und in einem entsprechenden Meta-Modell abzubilden. Die Entwicklung eines ganzheitlichen Bildes erfordert vielmehr eine beständige Prüfung einzelner Fakten auf ihre übergeordnete Bedeutung für andere Bereiche. Sie bedarf einer intensiven Kommunikation, die entlang von Strukturen und Konventionen gepflegt wird, die sich erst innerhalb dieses Prozesses entwickeln. Erst wenn dies geleistet wurde, können Maßnahmen zur Konsolidierung und Optimierung des IT-Portfolios sinnvoll abgeleitet und umgesetzt werden.

Methodisch bedarf es für derartige dispositive Wissensmanagementprozesse einer *Bottom-Up-Modellierung*, wie sie z. B. Topic Maps erlauben. Dies stellt einen entscheidenden Unterschied zu den meisten gängigen Arten der Informationsmodellierung dar, sei es sowohl das Entity-Relationship-Paradigma relationaler Datenbanken oder Methoden der Objekt- oder auch Frame-Modellierung. Alle diese erfordern auf der Meta-Ebene bereits die Definition einer abstrakten Klasse, bevor konkrete Fakten und Aussagen in dem (semantischen) Modell formuliert werden können.

In beiden Arten eines betrieblichen Wissensmanagements, sowohl zur Unterstützung dispositiver wie operativer Prozesse, ist im übrigen die Ergänzung der rein intellektuellen Arbeit mit semantischen Modellen um Instrumente des Text-Minings sinnvoll. Und zwar immer dann, wenn es notwendig ist, vorhandene Informationen inhaltlich zu analysieren und diese in einer Menge vorliegen, die ohne Maschinenunterstützung nicht mehr effizient zu bewältigen ist.

4 Organisatorische Notwendigkeiten und spezielle Rollen für ein semantisches Wissensmanagement

Das im ersten Abschnitt als zentral formulierte Ziel des Semantic Web der *Optimierung der Informationsqualität* stellt nicht nur neue Anforderungen an Instrumente und Methoden, sondern hat ebenfalls Auswirkungen auf das Rollenverständnis einzelner Bereiche und ihr Zusammenwirken innerhalb der Organisation. In einzelnen dezentralen Lösungen lassen sich semantische Methoden des Wissensmanagements durchaus pragmatisch ohne allzu große Anforderungen an die Organisation etablieren. Ganzheitlich verstanden bietet ein semantischer Ansatz jedoch noch erweiterte Skaleneffekte, da letztlich unternehmensweit Methoden der Organisation etabliert werden

können, die sämtliche Prozesse der Informationsverarbeitung und Kommunikation grundsätzlich verbessern helfen.

Dazu bedarf es zuallererst eines Bewusstseins der überragenden Bedeutung sowohl des informellen wie des systematisierten Informationsaustausches innerhalb eines Unternehmens. Für das „Funktionieren“ eines Betriebs ist dies entscheidend. Betrachtet man ein Unternehmen als Organismus so wird noch deutlicher, dass in der komplexen und häufig nur informell vorhandenen Vernetzung der Wissensressourcen das eigentliche Organisationsprinzip liegt. Allzu häufig wird in der Anpassung der hierarchischen Aufbauorganisation die Lösung für manch operatives Problem gesucht. Zahllose gescheiterte Integrationsbemühungen nach Unternehmensfusionen sind ein augenscheinlicher Beleg für diesen Irrtum. Dabei wird bereits bei Betrachtung konkreter Informationsflüsse zwischen nur zwei Abteilungen sehr schnell deutlich, dass allein durch die Überlagerung und Synthese zweier Organigramme kein intakter Organismus wiederhergestellt werden kann, sondern es vielfältiger Möglichkeiten bedarf blockierte Informationskanäle zu regenerieren und neue zu schaffen.

Konkret sind für ein Unternehmen, das nicht nur faktisch auf einer vernetzten Organisation beruht, sondern auch bewusst Maßnahmen der Vernetzung fördern will, die folgenden Zielgruppen in unterschiedlichen Rollen betroffen:

- Das *Management* ist in seiner Führungsverantwortung angesprochen, Maßnahmen zur Reduzierung von Komplexität zu ergreifen. Hierbei können dispositive Ansätze eines semantischen Wissensmanagements dienen. Oder, wo es nicht möglich ist Komplexität zu reduzieren, ist es Aufgabe der Führung, Mitarbeitern durch Aufzeigen komplexer Einflussfaktoren aus unterschiedlichen Bereichen eine bessere Führung und Orientierung zu bieten. Zudem ist es unersetzbliche Aufgabe des Managements, einen neuen Qualitätsanspruch auf Ebene der Information im Unternehmen zu propagieren. Ohne die Unterstützung „von oben“ werden jegliche Bestrebungen, Informationsqualität innerhalb der Prozesse zu etablieren, fehlschlagen. Dies lehren andere Qualitätsmanagementansätze wie Total Quality Management oder SixSigma, die ebenfalls als strategische Aufgabe des Unternehmens formuliert werden müssen.
- Jeder einzelne *Wissensarbeiter* ist gefordert, dem neuen Qualitätsanspruch im Umgang mit Informationen gerecht zu werden. Dazu gehört die Disziplinierung bei der Speicherung von Informationen (z. B. bei der Meta-Datenvergabe auf Dokumenten) genauso wie die Einhaltung terminologischer Konventionen. Wichtig ist es ebenfalls durch qualifiziertes Feedback eine evolutionäre Verbesserung der Semantik im Rahmen eines dynamischen Pflegeprozesses zu ermöglichen. Komplexität und Dynamik führen eben auch dazu, dass einmal definierte Semantiken nur

bedingt statisch sein können um einen operativen Nutzen zu besitzen. Dieser Herausforderung muss sich jeder einzelne stellen und es als eine Chance begreifen.

- Eine *Stabsabteilung Wissensmanagement* ist ab einer gewissen Unternehmensgröße erforderlich. Sie übernimmt eine wichtige Querschnittsfunktion und ist vor allem Träger des methodischen Know-Hows, wie semantisches Wissensmanagement in dezentralen Prozessen etabliert und aktiv gelebt werden kann.

4.1 Personal als Keimzelle für Wissensmanagement

Doch wo ist eine derartige Stabsabteilung innerhalb einer (hierarchischen) Aufbauorganisation angesiedelt? Eine pauschale Antwort ist nicht möglich, da jede Organisation ein differenziertes Selbstverständnis konkreter Bereiche aufweist und Kompetenzen in unterschiedlicher Weise verteilt hat. Es ist nicht die Wahl der Organisationseinheit, sondern die Wahl der Kompetenzen, die für die Rolle einer Servicedisziplin Wissensmanagement entscheidend ist. In manchen Unternehmen mag dies im Bereich der Betriebsorganisation angesiedelt sein, in anderen Betrieben versteht sich durchaus auch die IT als Träger der notwendigen interdisziplinären Kompetenzen. In sehr vielen Fällen ist es jedoch der Bereich des Personals, der in idealer Weise die Voraussetzungen erfüllt, die Aufgaben eines unternehmensweiten Wissensmanagements zu erfüllen. Auch die zunehmende Bedeutung von Wissensbilanzen und die Berücksichtigung intellektuellen Kapitals zur Messung des Wertes von Unternehmen rückt den Menschen und damit auch das Personalmanagement wieder in den Fokus. Es ist zentrale Aufgabe des Organisationsbereichs Personal,

1. Prinzipien der Führung zu definieren und
2. Kompetenzen von außen an das Unternehmen heranzuführen (Mitarbeiterrekrutierung) bzw. sie organisch aufzubauen (Personalentwicklung).

Damit vereint der Personalbereich in prototypischer Weise die meisten Kompetenzen, um einen methodischen, qualitätsbewussten Umgang mit Information nicht nur selbst zu beherrschen, sondern auch in dezentralen Prozessen anderer Organisationseinheiten gezielt aufzubauen. Das Personalmanagement sollte die Chance ergreifen, Mitarbeiter nicht nur fachlich weiterzuentwickeln, sondern auch methodisch im Hinblick auf die oben genannten Anforderungen an jeden einzelnen Wissensarbeiter. Über den Bereich Personal kann diese Entwicklung ideal gesteuert werden, indem der verantwortungsbewusste Umgang mit Wissen auch als wesentliches Element innerhalb persönlicher Zielvereinbarungen definiert wird.

Unternehmen, bei denen eine Stabsfunktion in Form von Qualitätsmanagern oder Wissensmanagern bereits existiert, haben erkannt, dass die

Dynamik der Veränderungsprozesse in vielen Fällen auch Strukturveränderungen innerhalb der Unternehmen notwendig macht. Doch auch, wo derartige Stellen aus Kapazitätsgründen nicht geschaffen werden können, gilt: für die Zukunft wird es entscheidend sein, Mitarbeiter innerhalb ihrer Arbeitsplatzprozesse für einen hoch-qualitativen Umgang mit Informationen – als wichtigster Ressource des Unternehmens – zu qualifizieren.

Fazit

Unternehmen, die sich in diesem Bewusstsein organisieren, werden dank semantischer Technologien in Zukunft Wettbewerbsvorteile erzielen können, die Mitbewerber, die sich noch in der Stufe von Kosten- und Prozess-optimierungen bewegen, allein nicht werden kompensieren können. Der Weg dorthin ist jedoch wie bei allen Gipfelanstiegen steinig und erfordert Stück für Stück Bewährung an kleineren Hindernissen. Parallelentwicklungen im Bereich der IT wie SOA (Service-Orientierte Architekturen) helfen bereits heute Investitionen in semantische Lösungen zu sichern und unternehmensweit skalierbar zu machen. Entscheidend für den Erfolg ist jedoch im Bereich der Semantik die strategische Verantwortung des oberen Managements: noch mehr als andere IT-unterstützte Prozesse ist semantisches Wissensmanagement eine echte Managementdisziplin: Führung und Organisation sind notwendige Voraussetzungen für den Erfolg, gleichzeitig aber auch wichtige Aspekte, die von einem semantischen (Wissens-)Management profitieren können.

Literatur

1. Beier H (2004) Vom Wort zum Wissen, Semantische Netze als Mittel gegen die Informationsflut, In: Information Wissenschaft & Praxis, Deutsche Gesellschaft für Information e.V. (Hrsg.), Ausgabe 03/2004.
2. Beier H (2002) Intelligente Informationsstrukturierung und TextMining mit Semantischen Netzen, 25. DGI-Tagung, Competence in Content, Frankfurt a.M.
3. Singer W (2002) Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung, Suhrkamp, Frankfurt.
4. Malik F (2001) Führen, Leisten, Leben – Wirksames Management für eine Neue Zeit, Heyne Business Verlag.

Kollaboratives Wissensmanagement

Christoph Schmitz¹, Andreas Hotho¹, Robert Jäschke^{1,2} und Gerd Stumme^{1,2}

¹Fachgebiet Wissensverarbeitung, FB 17, Universität Kassel

²Forschungszentrum L3S, Universität Hannover

{schmitz,hotho,jaeschke,stumme}@cs.uni-kassel.de

Zusammenfassung: Wissensmanagement in zentralisierten Wissensbasen erfordert einen hohen Aufwand für Erstellung und Wartung, und es entspricht nicht immer den Anforderungen der Benutzer. Wir geben in diesem Kapitel einen Überblick über zwei aktuelle Ansätze, die durch kollaboratives Wissensmanagement diese Probleme lösen können. Im Peer-to-Peer-Wissensmanagement unterhalten Benutzer dezentrale Wissensbasen, die dann vernetzt werden können, um andere Benutzer eigene Inhalte nutzen zu lassen. Folksonomies versprechen, die Wissensakquisition so einfach wie möglich zu gestalten und so viele Benutzer in den Aufbau und die Pflege einer gemeinsamen Wissensbasis einzubeziehen.

1 Einführung

1.1 Probleme im Wissensmanagement

Dass das Entdecken, Bewahren und Nutzen von Wissen heute einer der wesentlichen Wettbewerbsfaktoren in Unternehmen ist, steht außer Frage. Technische Lösungen zum Wissensmanagement zielen bisher allerdings hauptsächlich darauf ab, eine zentrale Wissensbasis zu pflegen, in der Dokumente mehr oder weniger strukturiert abzulegen sind; siehe dazu z. B. die Fallbeispiele in [22].

Verschiedenartige Werkzeuge wurden zu diesem Zweck entwickelt; Tsui [31] benennt z. B. Expertensysteme, Intranets (Enterprise Information Portals, Enterprise Search Engines), Taxonomien, Information Repositories, Case Based Reasoning und Question-Answering-Systeme. Diese Hilfsmittel führen allerdings bisher nicht immer zum gewünschten Erfolg:

The majority of today's organizational knowledge still exists outside of organizational information repositories, and often only in people's heads. While organizations are eager to capture this knowledge formally, existing acquisition methods are not up to the task. (Christian Wagner [32])

Die Bereitstellung von Wissen in Organisationen und die Wissensakquisition – das Überführen des vorhandenen Wissens in eine persistente, explizite Form – stellen also ein wesentliches Problem von zentralisierten Wissensmanagement-Projekten dar. Wagner [32] benennt eine Reihe von Problemen, die solchen Vorhaben im Wege stehen:

- **Bandbreite der Akquisition:** Das Erstellen von formalisierten Wissensrepräsentationen ist zeitaufwendig. Es kann daher in der Regel nur ein geringer Teil des vorhandenen Wissens formalisiert werden.
- **Latenz der Akquisition:** Aus denselben Gründen wird neues Wissen oft erst mit einer Verzögerung in zentrale Systeme eingepflegt.
- **Ungenauigkeiten:** Sowohl menschliche *Knowledge Engineers* als auch Data-Mining-Techniken können Wissen nur mit einer gewissen Fehlerrate erfassen und repräsentieren.
- **Wartungsaufwand:** Diese Fehler zu finden und zu korrigieren und neues, sich änderndes Wissen zu erfassen bedeutet einen ebenso großen Aufwand wie die Erfassung selbst.

Insbesondere in dynamischen Tätigkeitsfeldern mit schnell wechselnden Anforderungen ist es dabei für Mitarbeiter ein Problem, aktuelle und relevante Informationen zu finden. Von den Mitarbeitern in der täglichen Arbeit neu erworbenes Wissen müsste eigentlich zeitnah wieder zurück in die zentrale Wissensbasis fließen. Aus den oben genannten Gründen ist dies aber zu aufwendig und ohne direkten, für den Mitarbeiter unmittelbar ersichtlichen Nutzen. Daher wird neues Wissen oft nicht in zentrale Wissenbasen eingepflegt.

1.2 Vom persönlichen zum kollaborativen Wissensmanagement

Neben dem zentral organisierten Wissensmanagement mit dedizierten Werkzeugen organisieren sich daher Benutzer einen Großteil der benötigten Informationen selbst: typischerweise wird ein *Knowledge Worker* mit verschiedenen Werkzeugen sein persönliches Wissen strukturieren. Zu diesen gehören z.B. E-Mail-Ordner, Dokumentensammlungen auf dem eigenen Rechner samt zugehöriger Ordnerstruktur und Desktop-Suchmaschine, PIM-Tools¹, die Termine und Aufgaben strukturieren, oder auch Mindmaps [31]. Die Gründe für die Benutzung solcher persönlicher Werkzeuge anstelle zentraler Lösungen sind vielfältig [31]:

¹ Personal Information Manager

- Benutzer müssen in der Lage sein, „on the job“ erlangtes Wissen aufzubewahren. Dazu muss der technische Aufwand für die Speicherung gering sein – geringer beispielsweise als Upload, Verschlagwortung usw. in einem zentralen System.
- Die Anforderungen an den Benutzer sind unstrukturiert und ändern sich schnell, sodass starre Strukturen in einem zentralen System nicht zum Arbeitsalltag passen.
- Benutzer fordern Autonomie über Art der Speicherung und Verwendung von Informationen und benutzte Schlagworte und Taxonomien.

Auf der anderen Seite führt die freie Verwendung verschiedener Wissensmanagementtechniken und -werkzeuge zu Problemen, wenn vorhandenes Wissen gefunden, wiederverwertet und integriert werden soll:

- Verschiedene Werkzeuge sind in der Regel nicht integriert. Selbst einfache Zusammenhänge, z. B. die inhaltliche Verknüpfung zwischen einer E-Mail, dem darin vereinbarten Termin im Terminkalender, und dem als Anhang mitgesendeten Dokument, das im Dateisystem des Benutzers abgelegt wird, gehen verloren.
- Jedes der Werkzeuge benutzt ein anderes Datenmodell, bietet andere Suchmöglichkeiten und präsentiert die Informationen auf andere Art und Weise.
- Dadurch, dass jeder Benutzer seine eigene Wissensbasis pflegt, wird Redundanz erzeugt: dieselbe Information wird von mehreren Personen modelliert und in vielen Wissensbasen abgelegt, ohne dass Synergieeffekte ausgenutzt werden.

Abbildung 1 stellt zwei Dimensionen dar, in denen sich die bisher genannten Lösungen bewegen. Auf der einen Seite gibt es zentral organisierte Lösungen, die zwar Redundanz vermeiden und Wiederverwertung fördern sollen, aber starr, kostenintensiv und aufwändig zu warten sind. Andererseits betreiben die Benutzer in der täglichen Praxis eigene Lösungen, die flexibel und mit wenig Zusatzaufwand Wissen verwalten, aber durch die mangelnde Vernetzung Redundanz und Mehrfacharbeit mit sich bringen.

Im Folgenden werden wir zwei Ansätze zum *kollaborativen Wissensmanagement* diskutieren, die derzeit vorangetrieben werden, um einerseits den Benutzern zu ermöglichen, schnell, autonom und mit geringem Mehraufwand ihr eigenes Wissen zu verwalten, und trotzdem Synergieeffekte durch Mitbenutzen der Inhalte anderer zu erzielen.

Abschnitt 2 stellt *Peer-to-Peer-Wissensmanagement* vor, bei dem die persönlichen Wissensbasen Einzelner in einem dezentralen Netzwerk zur Verfügung gestellt werden. In Abschnitt 3 werden *Folksonomies* eingeführt, die darauf abzielen, das Erstellen, Warten und Bereitstellen persönlicher

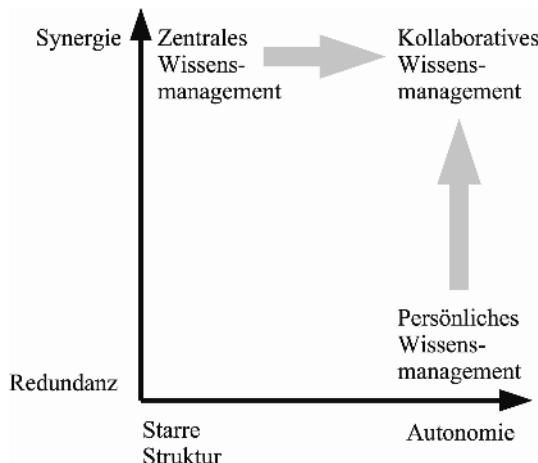


Abb. 1. Vom persönlichen zum kollaborativen Wissensmanagement

Informationen mit möglichst geringem Aufwand, ohne lange Einarbeitung und nahtlos in die täglichen Abläufe integriert zu ermöglichen.

2 P2P-Wissensmanagement

Ein Lösungsansatz, um beide zuvor genannten Vorteile – Autonomie des Benutzers und geringer Aufwand einerseits, Synergieeffekte andererseits – zu realisieren, ist *Peer-to-Peer-Wissensmanagement* (P2P Knowledge Management; P2PKM).

In einem P2PKM-System pflegt zunächst jeder Benutzer seine eigene Wissensbasis. Darüber hinaus kann die Wissensbasis anderen Benutzern zugänglich gemacht werden, sodass Informationen nicht mehrfach modelliert werden müssen, sondern man sich die Wissensbasis anderer zu Nutzen machen kann.

Das Ziel ist es dabei, den Datenaustausch völlig dezentral – also ohne zentralen Koordinator oder Server – zu gestalten. Dadurch soll ein skalierbares, robustes Netzwerk von Wissensbasen entstehen, das jedem Benutzer einen globalen Zugriff auf das Wissen ermöglicht.

2.1 Definition/Einführung

Ein P2PKM-System ist gekennzeichnet durch folgende Eigenschaften [21]:

- Jeder Benutzer wird durch einen Peer repräsentiert, d. h. ein Programm, das auf seinem Rechner läuft und in einem P2P-Netzwerk für den Benutzer Informationen anbietet, entgegennimmt und weiterleitet.

- Der Peer greift auf eine Wissensbasis zu. In dieser werden die vom Benutzer zur Verfügung gestellten oder aus dem Netz gesammelten Informationen gespeichert.
- Die Wissensbasis integriert verschiedene Quellen in ein gemeinsames Datenmodell und lässt sich mit Hilfe einer Anfragesprache lokal oder von anderen Peers anfragen.
- Mediatoren (Wrapper) oder Konverter dienen dazu, aus Quellen wie Mailprogrammen, Dateisystemen, Volltextdokumenten oder Datenbanken eine in der Wissensbasis integrierte Sicht der Informationen eines Benutzers zu erstellen.
- Es existiert ein Satz von Protokollen, die die verschiedenen Aspekte des P2PKM-Netzes, wie z. B. Routing von Nachrichten, Zugangskontrolle und Beurteilung von Reputation, realisieren.

2.2 Bestehende Systeme

In den vergangenen Jahren wurden eine Reihe von derartigen P2PKM-Projekten durchgeführt, die verschiedene der oben genannten Teilaufgaben bearbeiteten.

In *Edutella* [21] wurde eine P2PKM-Infrastruktur für den ELearning-Bereich zur Verfügung gestellt. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf eine Integration verschiedenster Datenquellen gelegt, die in einem logischen Datenmodell basierend auf Datalog² zusammengefasst werden. Von den unterliegenden Anfragesprachen und ihren Möglichkeiten wird abstrahiert. Dadurch können insbesondere bereits bestehende Systeme leichter integriert werden. Auf Basis von Edutella wurden prototypisch Endbenutzer-Applikationen realisiert, wie z. B. der *Courseware Watchdog* [30], die die Organisation von ELearning-Ressourcen auf dem Desktop des Endbenutzers sowie die Vernetzung über Edutella ermöglichen.

Ähnliche Ziele wurden mit *Bibster* verfolgt. Bibster [12] erlaubt es, ein typisches Problem von Wissenschaftlern – die Literaturrecherche und Verwaltung von Literaturreferenzen – mit einem P2PKM-Netzwerk zu erleichtern. Dabei können BIBTEX-Einträge in einer Wissensbasis verwaltet, mit weiteren Metadaten (z. B. thematischen Kategorien, was in BIBTEX nicht vorgesehen ist) versehen und über das P2P-Netz getauscht werden. Etliche Erweiterungen zu Bibster, wie z. B. das Empfehlen von unbekannter, relevanter Literatur mittels neuer BIBTEX-Einträge aus dem P2P-Netz [9] oder die Unterstützung von personalisierten Ontologiestrukturen zur Organisation der Wissensbasis [10] wurden entwickelt.

² Siehe dazu auch den Beitrag von Baumgartner in diesem Band.

Etliche weitere Projekte, wie z. B. *Edamok*³, *InfoQuilt*⁴ und *BookQuest*⁵, haben vergleichbare Ziele verfolgt.

2.3 Probleme und Lösungsansätze

Um ein P2PKM-System in der genannten Art realisieren zu können, ist eine Reihe von Problemen zu lösen, von denen viele im zentral organisierten Wissensmanagement keine Rolle spielen.

2.3.1 Routing

Kann eine Anfrage eines Benutzers nicht von der lokalen Wissensbasis beantwortet werden, so müssen andere Peers gefunden werden, die diese Anfrage beantworten können. Dieses Problem wird als *Routing* von Anfragen bezeichnet.

Da triviale Lösungen – etwa das Fluten des gesamten Netzwerkes mit jeder Anfrage – nicht skalieren, wurden im P2PKM-Zusammenhang zwei-erlei Strategien verfolgt:

Verteilte Hashtabellen

Ein weit verbreiteter Ansatz ist die Nutzung sogenannter *verteilter Hashtabellen* (Distributed Hash Tables, DHT). Dabei wird eine Datenstruktur zwischen den Peers aufgebaut, die es erlaubt, effizient den Peer zu bestimmen, der ein bestimmtes Datum enthält [3, 28, 23]. Um DHTs in einem P2PKM-Szenario anzuwenden, bedarf es allerdings Anpassungen. Zum einen organisieren DHTs die Daten anhand binärer Schlüssel, was semantisch modellierte Informationen oft nur unzureichend wiedergeben kann. Zum anderen wird die Autonomie der Benutzer in Frage gestellt, da jedem Peer vom System Inhalte zugewiesen werden, die dieser bereitstellen muss, damit die DHTsfunktionieren kann.

Semantische Topologien

Semantische Topologien basieren auf der Idee, die Semantik der auf den Peers befindlichen Informationen zur Bildung geeigneter Netzwerktopologien und zum Routing zu nutzen. Hierbei wird das P2P-Netz analog zu thematischen Zusammenhängen strukturiert, d. h. Peers, die sich mit ähnlichen Themen beschäftigen, liegen im Netzwerk nahe beieinander. Dadurch können Anfragen mit Hilfe von sozialen Metaphern, die das Verhalten von Menschen beim Suchen nach Informationen nachbilden, zu Erfolg versprechenden Peers geleitet werden. Dies können z. B. Peers sein, die sich mit

³ <http://edamok.itc.it/>

⁴ <http://lsdis.cs.uga.edu/projects/past/InfoQuilt/>

⁵ <http://mybook.uc.edu/>

einem zur Anfrage verwandten Thema befassen, oder die in der Vergangenheit bereits gute Antworten geliefert haben.

Verschiedene Arbeiten [24, 16, 11] haben gezeigt, dass man auf diese Weise das P2P-Netz thematisch clustern und somit effiziente Anfragen ermöglichen kann. Zudem erlaubt es eine solche thematische Gruppierung, weitere Dienste anzubieten, etwa die Unterstützung bei der Bildung von Communities oder eine Browsing-Funktionalität, die die Suche durch Anfragen ergänzt.

2.3.2 Mediation

Sollen verschiedene Benutzer in einem großen verteilten System mit Hilfe von Semantic-Web-Technologie Wissen austauschen, ergibt sich das Problem, dass sie im Allgemeinen ihr Wissen auf verschiedene Art modellieren werden, d. h. verschiedene Ontologien benutzen. Um dennoch Nutzen aus den Wissensbasen Anderer ziehen zu können, muss zwischen verschiedenen Ontologien vermittelt werden.

Lösungsansätze in diesem Bereich zielen in der Regel darauf ab, lokale Abbildungen, die paarweise zwischen Peers hergestellt werden, zu verketten und somit eine Kommunikation auch zwischen solchen Peers zu ermöglichen, die kein unmittelbares Ontologiemapping zur Verfügung haben [8, 2]⁶.

2.3.3 Zugangskontrolle

Auch wenn Benutzer in einem P2PKM-Szenario weit gehend gewillt sein werden, ihre Inhalte an andere Peers weiterzugeben, so gibt es doch Szenarien, in denen der Zugang zur eigenen Wissensbasis mit Zugangsbeschränkungen versehen werden muss.

Die semantische Repräsentation der bekannten Abstraktionen wie Rollen, Berechtigungen, Zertifikate usw. aus dem Bereich Public-Key-Infrastrukturen [20] erlaubt eine regelbasierte Spezifikation von Zugangskontrollen, die mit Hilfe von logischen Schlüssen die Schutzanforderungen des Peers durchsetzen kann, ohne dass ein Benutzer im Vorhinein jeden möglichen Zugriff auf seine Wissensbasis regeln müsste.

2.3.4 Vertrauen und Reputation

In einem offenen P2PKM-System werden sich im Allgemeinen nicht alle Peers jederzeit gutartig verhalten. Manche Peers werden möglicherweise keine oder falsche Antworten geben, oder aktiv versuchen, durch ihr Verhalten andere zu schädigen.

⁶ Zur Problematik der Lokalisierung siehe auch den Beitrag von Sure u. Tempich in diesem Band.

Um solches Verhalten erkennen und die betreffenden Peers meiden zu können, ist es zum einen notwendig, dass Peers ihr Vertrauen (Trust) in andere Peers – z. B. anhand vergangener Transaktionen – dokumentieren. Zum anderen müssen die so erhaltenen Werte effizient verfügbar gemacht und aggregiert werden, um so die Reputation eines jeden Peers bestimmen zu können.

Trust-Bewertungen werden in der Regel in DHTs vorgehalten. Damit sind sie effizient auffindbar und werden nicht vom betreffenden Peer selber gespeichert, der ein Interesse daran hätte, sie zu fälschen. Zur Aggregation wird die Idee eines *web of trust* aufgenommen, in dem sich Vertrauen transitiv fortsetzt. So kann Vertrauen (oder analog Misstrauen) zu einem unbekannten Peer aufgebaut werden, indem eine vertrauenswürdige Kette von Peers gefunden wird, die dessen Reputation bestätigen [1, 14, 27].

3 Folksonomies

In diesem Kapitel gehen wir auf einen weiteren Ansatz des kollaborativen Wissensmanagements, die sogenannten Folksonomies, ein. Nach einer kurzen Einführung diskutieren wir bestehende Folksonomy-Systeme. Danach führen wir ein formales Folksonomy-Modell ein und zeigen erste Erweiterungen entlang zweier Beispiele.

3.1 Einführung

Soziale Resource-Sharing-Systeme, also Systeme zum gemeinsamen Verschlagworten von Bookmarks, Bildern, Musikstücken oder BIBTEX-Einträgen, sind webbasierte Systeme, die es dem Benutzer erlauben, seine Ressourcen auf einem Server zu speichern und sie dort mit einem *Tag* (Schlagwort) zu versehen. Der Vorgang des Taggens, also des Kategorisierens von Ressourcen mit frei wählbaren Schlagworten, führt zu einem Beziehungsnetzwerk aus Tags, Benutzern und Ressourcen, das man auch als *Folksonomy* bezeichnet. Nach Thomas Vander Wal⁷ ist Folksonomy ein Kofferwort, das die Worte „folk“ und „taxonomy“ kombiniert (siehe [18]) und die Bottom-up-Entwicklung einer Taxonomie zum Ausdruck bringt. Benutzer eines Folksonomy-Systems werden angehalten, Ressourcen mit frei wählbaren Schlagworten/Tags zu versehen, wodurch man ein breites Vokabular erhält und dem Benutzer viel Freiheit erlaubt. Das dahinterliegende gemeinsame Taggen/Klassifizieren von Ressourcen ist eine Art Wissensakquisition, die durch die Nutzung von populären Tags belohnt werden kann, indem Ressource und Benutzer auf der Seite der populären Einträge

⁷ http://atomiq.org/archives/2004/08/folksonomy_social_classification.html

angezeigt werden, und so zur Profilierung des Wissensgebers beitragen. Trotzdem kann der Benutzer unabhängig von anderen Benutzern seine Ressourcen verwalten und klassifizieren.

Es gibt verschiedene Systeme, die man nach der Art der unterstützten Ressource unterscheidet. Während Flickr⁸ die Nutzung von Bildern unterstützt, zielt del.icio.us⁹ auf Bookmarks, CiteULike¹⁰ und Connotea¹¹ auf bibliographische Einträge, last fm¹² auf Musik und 43Things¹³ auf gute Vorsätze ab. Das von uns entwickelte System BibSonomy¹⁴ unterstützt sowohl Bookmarks als auch BIBTEX-Einträge (siehe Abb. 2). Vander Wal unterscheidet weiterhin umfassende und schmale Folksonomies¹⁵. Während bei umfassenden Folksonomies wie del.icio.us viele Benutzer eine Ressource klassifizieren, wird bei einer schmalen Folksonomy wie Flickr jede Ressource nur von einem Benutzer getaggt.



Abb. 2. Bibsonomy zeigt gleichzeitig Bookmarks und (BIBTEX-basierte) bibliographische Referenzen an.

Im Kern sind sich die verschiedenen Systeme sehr ähnlich. Wenn ein Benutzer angemeldet ist, kann er Ressourcen zum System hinzufügen und diesen beliebige Tags zuordnen. Wir nennen die Sammlung aller Ressourcen eines Benutzers und die jeweils zugeordneten Tags seine Personomy und die Sammlung aller Personomies Folksonomy. Ein Benutzer kann die Personomies aller anderen Benutzer entlang aller Dimensionen des Systems

⁸ <http://www.flickr.com>

⁹ <http://del.icio.us/>

¹⁰ <http://www.citeulike.org/>

¹¹ <http://www.connotea.org/>

¹² <http://www.last.fm/>

¹³ <http://www.43things.com/>

¹⁴ <http://www.bibsonomy.org>

¹⁵ <http://www.iawiki.net/FolksOnomy>

einsehen: So kann man für einen gegebenen Benutzer alle ins System eingestellten Ressourcen sowie die vom Benutzer zugewiesenen Tags einsehen (siehe Abb. 2). Klickt man auf eine Ressource, so sieht man alle anderen Benutzer des Systems, die diese Ressource ebenfalls ins System eingestellt haben, sowie deren Tags. Klickt man auf ein Tag, so erhält man alle Ressourcen, die ein solches Tag bekommen haben.

Die meisten Systeme bieten weitere Funktionen an, wie z. B. das Kopieren von vorhandenen Ressourcen anderer Benutzer und das Taggen mit eigenen Schlagworten. Im Allgemeinen stellen solche Systeme eine sehr intuitive Navigation durch die Daten zur Verfügung.

3.2 State of the Art

Zur Zeit gibt es praktisch keine wissenschaftlichen Publikationen über Folksonomy-Systeme. Unter den seltenen Ausnahmen findet man die Arbeiten [13] und [17], die einen guten Überblick über soziale Bookmarksysteme geben sowie [18], die Stärken und Schwächen von Folksonomies diskutiert. Die Diskussion über Folksonomies und verwandte Themen findet zur Zeit hauptsächlich auf Mailinglisten statt, z. B. [5]. Kürzlich veröffentlicht wurde ein Ansatz zur Extraktion von leichtgewichtigen Ontologien aus Folksonomies [19], der Co-Occurrence-Techniken zum Clustern des Begriffsnetzes verwendet, und an einem Ausschnitt von del.icio.us demonstriert wurde.

Weiterhin existieren einige Systeme, die auf del.icio.us aufbauend die darunterliegende Folksonomy untersuchen. Collaborative-Rank¹⁶ stellt sortierte Suchergebnisse auf Basis der del.icio.us-Bookmarks zur Verfügung. Die Sortierung der Suchergebnisse ergibt sich aus der Popularität der Bookmarks und dem Zeitpunkt, an dem man ein Bookmark getaggt hat. Andere Systeme zeigen populäre Seiten (Populicious¹⁷) oder fokussieren auf eine bessere graphische Präsentation (Cloudalicious¹⁸, Grafalicious¹⁹) der Statistiken über del.icio.us.

Confoto²⁰, der Gewinner der Semantic Web Challenge 2005, erlaubt das Annotieren und Browsen von Konferenzfotos und bietet neben einer reichen Semantik auch Taggingdienste zur Annotation an. Damit geht dieses System über die bisher diskutierten Social-Resource-Sharing-Systeme hinaus, indem es Semantic-Web-Techniken und Tagging-Ideen miteinander verbindet. Ungeklärt ist, ob das System auf große Datenmengen und viele Benutzer skalieren kann.

¹⁶ <http://collabrank.org/>

¹⁷ <http://populicio.us/>

¹⁸ <http://cloudalicio.us/>

¹⁹ <http://www.neuroticweb.com/recursos/del.icio.us-graphs/>

²⁰ <http://www.confoto.org/>

3.3 Formales Folksonomy-Modell

User (Benutzer), Ressourcen (Webseiten, BIBTEX -Einträge o.ä.) und Tags (Schlagworte) bilden die Basis einer Folksonomy, wobei das Folksonomy-System den Benutzern die Möglichkeit bietet, frei wählbare Tags mit einer Ressource zu verknüpfen. Im Folgenden präsentieren wir die formale Definition einer Folksonomy, wie sie auch dem BibSonomy-System zugrunde liegt.

Definition 1. Eine *Folksonomy* ist ein Tupel $F := (U, T, R, Y, \prec)$ wobei

- U , T und R endliche Mengen sind, deren Elemente man Users, Tags und Ressourcen nennt,
- Y eine ternäre Beziehung zwischen diesen ist, d. h. $Y \subseteq U \times T \times R$ gilt, und
- \prec eine userspezifische Untertag/Obertag-Beziehung ist, d. h. $\prec \subseteq U \times ((T \times T) \setminus \{(t, t) \mid t \in T\})$ gilt.

Die *Personomy* P_u eines Users $u \in U$ ist die Einschränkung F auf u , d. h. $P_u := (T_u, R_u, I_u, \prec_u)$ mit $I_u := \{(t, r) \in T \times R \mid (u, t, r) \in Y\}$, $T_u := \pi_1(I_u)$, $R_u := \pi_2(I_u)$ und $\prec_u := \{(t_1, t_2) \in T \times T \mid (u, t_1, t_2) \in \prec\}$.

Benutzer werden typischerweise durch eine User-ID und Tags durch beliebige Strings beschrieben. Was man als Ressourcen betrachtet, hängt vom Systemtyp ab. Ressourcen sind in del.icio.us zum Beispiel Bookmarks und in Flickr Bilder. Unser System BibSonomy enthält zwei Arten von Ressourcen, Bookmarks und BIBTEX-Einträge. Verschiedene Typen von Ressourcen unterscheiden sich strukturell nicht, da sie unabhängig vom Typ intern durch eine ID repräsentiert werden. Nur die Art der Bildschirmanzeige hängt von der Art der Ressource ab.

Wenn man die Untertag/Obertag-Beziehung beiseite lässt (d. h. $\prec := \emptyset$ setzt), kann man eine Folksonomy vereinfacht als Quadrupel $F := (U, T, R, Y)$ beschreiben. Diese Struktur entspricht einem *triadischen Kontext* [15, 29] in der Formalen Begriﬀsanalyse [33, 7]. Eine äquivalente Sicht auf Folksonomy-Daten ist ein tripartiter (ungerichteter) Hypergraph $G = (V, E)$, wobei $V := U \cup T \cup R$ die Menge der Knoten und $E := \{\{u, t, r\} \mid (u, t, r) \in Y\}$ die Menge der Hyperkanten ist.

3.4 Erweiterung bestehender Folksonomy-Tools

Mit der Weiterentwicklung von Folksonomy-Tools auf Basis aktueller Forschungsergebnisse beschäftigen sich die folgenden zwei Abschnitte.

3.4.1 Emergent Semantics in Folksonomies

Die Diskussionen auf einschlägigen Mailinglisten, etwa delicious-discuss²¹, zeigen, dass neben einfachen Tags Bedarf nach mehr Struktur in Folksonomies besteht, z. B. in Form der oben genannten \prec -Relation. Eine Möglichkeit, den Benutzern solche Strukturen zur Verfügung zu stellen, ohne dass sie sie vollständig selber pflegen müssen, ist die Anwendung von Techniken des Ontologie-Lernens.

Durch ihr Verhalten beim Taggen von Ressourcen drücken Benutzer die Bedeutung der Ressourcen aus. Dabei werden oft allgemeinere und speziellere Tags vermischt – so sind etwa viele Webseiten über XSLT-Stylesheets mit dem Tag `xslt` und zusätzlich mit dem Oberbegriff `xml` versehen. Durch das Berechnen von Assoziationsregeln können aus der Folksonomy solche Beziehungen zwischen Tags extrahiert werden. Da Folksonomies inhärent dreidimensional sind, müssen sie zuerst auf zwei Dimensionen projiziert werden, damit man die klassischen Assoziationsregel-Verfahren anwenden kann [26].

Wir haben diesen Ansatz auf einem der bekanntesten Folksonomy-Systeme, del.icio.us, analysiert. Zu diesem Zweck haben wir $|U| = 75.242$ User, $|T| = 533.191$ Tags und $|R| = 3.158.297$ Ressourcen betrachtet, die in del.icio.us über insgesamt $|Y| = 17.362.212$ Tripel miteinander verbunden sind.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel aus [26], welches auf den del.icio.us-Daten berechnet wurde. Hierbei wird untersucht, welche Tags bevorzugt im Zusammenhang mit anderen auftreten (also etwa: wenn von einem Benutzer für eine bestimmte Ressource `xslt` vergeben wird, dann oft auch `xml`). In der Assoziationsregel-Nomenklatur sind also Tags die Produkte und User-Ressource-Kombinationen die Warenkörbe. In unserem konkreten Fall deutet eine solche Regel auf eine Unterbegriff-Oberbegriff-Beziehung hin, die dem Benutzer zur Aufnahme in seine \prec -Relation vorgeschlagen werden kann. Dieser Ansatz kann mit Volltext-basierten Methoden (z. B. [4]) kombiniert werden, wenn die Ressourcen Webseiten oder andere Textdokumente sind.

²¹ <http://lists.del.icio.us/pipermail/discuss/>

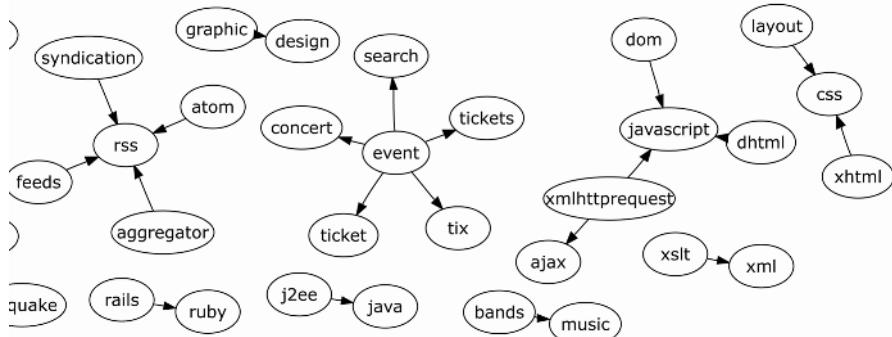


Abb. 3. Zweielementige Regeln zwischen den del.icio.us-Tags mit 0,05% Support und 50% Konfidenz

3.5 Entdecken von Communities

Eine weitere Aufgabe des Wissensmanagements ist das Entdecken sogenannter *Communities of Interest* in Folksonomies. Damit sind zunächst Gruppen von Benutzern gemeint, die gemeinsame Interessen zeigen. Zur Beschreibung der Communities können zusätzlich die wichtigsten Tags und Ressourcen herangezogen werden.

Konkret können Communities z. B. mit dem Algorithmus *FolkRank* [25] bestimmt werden. Diese Weiterentwicklung des PageRank-Algorithmus für Folksonomies erlaubt es, in Abhängigkeit von vorgegebenen Benutzerpräferenzen ein Ranking über Tags, Benutzer und Ressourcen zu erstellen, so dass verwandte Elemente der Folksonomy ein hohes Gewicht erhalten. Erreicht wird dies durch eine differentielle Betrachtung des größten Eigenvektors eines Graphen, der aus der Folksonomy gewonnen wird.

Tabelle 1 zeigt z. B. die Community, die sich in del.icio.us rund um <http://www.semanticweb.org/> bildet. Durch das Explizitmachen solcher Communities können Benutzer schneller relevantes Material finden, Kontakte zu anderen Benutzern knüpfen und das Vokabular der Community kennenlernen.

Tabelle 1. Die wichtigsten User, Tags und Ressourcen rund um <http://www.semanticweb.org/>

User	Tags	Ressourcen
up4	semanticweb	http://www.semanticweb.org/
awenger	semantic	http://flink.semanticweb.org/
j.deville	web	http://simile.mit.edu/piggy-bank/
chaizzilla	semantic_web	http://www.w3.org/2001/sw/
elektron	rdf	http://infomesh.net/2001/swintro/
capt solo	semweb	http://del.icio.us/register
dissipative	resources	http://mspace.ecs.soton.ac.uk/
stevag	community	http://www.adaptivepath.com/pu...
krudd	portal	http://www.ontoweb.org/
williamteo	xml	http://www.aaai.org/AITopics/html/ontol.html
stevecassidy	research	http://simile.mit.edu/
pmika	imported-bo...	http://itip.evcc.jp/itipwiki/
millette	en	http://www.google.be/
myren	.idate2005-04-11	http://www.letterjames.de/index.html
morningboat	newfurl	http://www.daml.org/
philip.fennell	tosort	http://shirky.com/writings/ontology_overrated.html
webb.	cs	http://jena.sourceforge.net/
dnaboy76	academe	http://www.alistapart.com/
mote	rfid	http://www.federalconcierge.com/...
alphajuliet	sem-web	http://pchere.blogspot.com/2005/02/...
nymetbarton	w3c	http://www.shirky.com/writings/...

Fazit und Ausblick

P2P Knowledge Management und Folksonomies treten an, um durch *kollaboratives Wissensmanagement* die Probleme des zentral organisierten Top-Down-Wissensmanagements zu beheben, die in der starren Struktur und der aufwändigen Pflege begründet sind. Beide tragen dazu bei, dass Benutzer einfacher, praxisnäher und mit weniger Aufwand Informationen sammeln, ihr Wissen strukturieren und es mit anderen teilen können.

Eine Integration der beiden Ideen mit den vorhandenen Desktop-Tools wäre wünschenswert. Tags an einen Termin im Kalender zu schreiben, so dass automatisch das passende Dokument als Anhang vorgeschlagen werden kann, und diesen Termin dann auch noch mit Projektpartnern im P2P-Netz teilen zu können – solche Möglichkeiten würden das Leben vieler Knowledge Worker erheblich erleichtern. Diese Vision eines *Social*

Semantic Desktop [6] ist derzeit eine der meistdiskutierten Forschungsrichtungen im Semantic-Web-Bereich und wird sich sicherlich Ideen aus Folksonomies und P2PKM zu Eigen machen, um dieses Ziel zu verwirklichen.

Literatur

1. K. Aberer und Z. Despotovic. Managing trust in a peer-to-peer information system. In Proc. 10th International Conference on Information and Knowledge Management (2001 ACM CIKM). Atlanta, 2001.
2. K. Aberer und M. Hauswirth. Semantic gossiping. In Database and Information Systems Research for Semantic Web and Enterprises, Invitational Workshop. University of Georgia, Amicalola Falls and State Park, Georgia, Apr. 2002.
3. K. Aberer, M. Punceva, M. Hauswirth und R. Schmidt. Improving data access in P2P systems. IEEE Internet Computing Journal, 6(1):58–67, 2002.
4. P. Cimiano, A. Pivk, L. Schmidt-Thieme und S. Staab. Learning taxonomic relations from heterogeneous sources of evidence. In Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications, Frontiers in Artificial Intelligence, S. 59–73. IOS Press, 2005.
5. Connotea. Connotea Mailing List, 2005.
<https://lists.sourceforge.net/lists/listinfo/connotea-discuss>.
6. S. Decker und M. R. Frank. The networked semantic desktop. In Proc. WWW Workshop on Application Design, Development and Implementation Issues in the Semantic Web. Net York City, NY, Mai 2004.
7. B. Ganter und R. Wille. Formal Concept Analysis: Mathematical foundations. Springer, 1999.
8. F. Giunchiglia und I. Zaihrayeu. Coordinating mobile databases. In Proc. MobiQuitous Workshop on Peer-to-Peer Knowledge Management (P2PKM 2004). Boston, MA, USA, Aug. 2004.
9. P. Haase, M. Ehrig, A. Hotho und B. Schnizler. Personalized information access in a bibliographic peer-to-peer system. In S. Staab und H. Stuckenschmidt (Hg.), Peer-to-Peer and SemanticWeb, Decentralized Management and Exchange of Knowledge and Information, S. 143–158. Springer, 2006.
10. P. Haase, A. Hotho, L. Schmidt-Thieme und Y. Sure. Collaborative and usage-driven evolution of personal ontologies. In A. Gómez-Pérez und J. Euzenat (Hg.), ESWC, Bd. 3532 von Lecture Notes in Computer Science, S. 486–499. Springer, 2005.
11. P. Haase, R. Siebes und F. van Harmelen. Peer selection in peer-to-peer net-works with semantic topologies. In International Conference on Semantics of a Networked World: Semantics for Grid Databases. Paris, 2004.
12. P. Haase, N. Stojanovic, Y. Sure und J. Völker. Personalized information retrieval in Bibster, a semantics-based bibliographic peer-to-peer system. In Proceedings of the 5th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW 05). JUL 2005.
13. T. Hammond, T. Hannay, B. Lund und J. Scott. Social Bookmarking Tools (I): A General Review. D-Lib Magazine, 11(4), April 2005.

14. S. D. Kamvar, M. T. Schlosser und H. Garcia-Molina. The eigentrust algorithm for reputation management in p2p networks. In Proc. 12th International World Wide Web Conference. Budapest, Hungary, Mai 2003.
15. F. Lehmann und R. Wille. A triadic approach to formal concept analysis. In G. Ellis, R. Levinson, W. Rich und J. F. Sowa (Hg.), *Conceptual Structures: Applications, Implementation and Theory*, Bd. 954 von Lecture Notes in Computer Science. Springer, 1995.
16. A. Löser, C. Tempich, B. Quilitz, S. Staab, W. T. Balke und W. Nejdl. Searching dynamic communities with personal indexes. In Y. Gil, E. Motta, V. R. Benjamins und M. A. Musen (Hg.), Proc. 4th International Semantic Web Conference, ISWC 2005, Bd. 3729 von LNCS, S. 491–505. Springer-Verlag GmbH, Galway, Ireland, Nov. 2005.
17. B. Lund, T. Hammond, M. Flack und T. Hannay. Social Bookmarking Tools (II): A Case Study – Connotea. *D-Lib Magazine*, 11(4), April 2005.
18. A. Mathes. Folksonomies – Cooperative Classification and Communication Through Shared Metadata, December 2004.
<http://www.adammathes.com/academic/computer-mediated-communication/folksonomies.html>.
19. P. Mika. Ontologies Are Us: A Unified Model of Social Networks and Semantics. In Y. Gil, E. Motta, V. R. Benjamins und M. A. Musen (Hg.), ISWC 2005, Bd. 3729 von LNCS, S. 522–536. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, November 2005.
20. W. Nejdl, D. Olmedilla, M. Winslett und C. C. Zhang. Ontology-based policy specification and management. In 2nd European Semantic Web Conference (ESWC), Bd. 3532 von Lecture Notes in Computer Science, S. 290–302. Springer, Heraklion, Crete, Greece, Mai 2005.
21. W. Nejdl, B. Wolf, C. Qu, S. Decker, M. Sintek, A. Naeve, M. Nilsson, M. Palmer und T. Risch. EDUTELLA: A P2P networking infrastructure based on RDF. In Proc. 11th International World Wide Web Conference (WWW 2002). Honolulu, Mai 2002.
22. G. Probst, S. Raub und K. Romhardt. *Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. Gabler, Wiesbaden, 4. Aufl., 2003.
23. A. Rowstron und P. Druschel. Pastry: scalable, decentralized object location and routing for large-scale peer-to-peer systems. In Proc. 18th IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Platforms (Middleware). Nov. 2001.
24. C. Schmitz. Self-organization of a small world by topic. In Proc. 1st International Workshop on Peer-to-Peer Knowledge Management. Boston, MA, Aug. 2004.
25. C. Schmitz, A. Hotho, R. Jäschke und G. Stumme. Information retrieval in folksonomies: Search and ranking (eingereicht). In Proc. 3rd European Semantic Web Conference. Budva, Montenegro, Juni 2006.
26. C. Schmitz, A. Hotho, R. Jäschke und G. Stumme. Mining association rules in folksonomies. In Proc. IFCS 2006 Conference Data Science and Classification (eingereicht). Ljubljana, Juli 2006.
27. S. Song, K. Hwang, R. Zhou und Y.-K. Kwok. Trusted p2p transactions with fuzzy reputation aggregation. *IEEE Internet Computing*, 9(6):24–34, 2005.
28. I. Stoica, R. Morris, D. Karger, M. F. Kaashoek und H. Balakrishnan. Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for internet applications. In Proc. 2001 conference on applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications (ACM SIGCOMM). ACM Press New York, NY, USA, 2001.

29. G. Stumme. A finite state model for on-line analytical processing in triadic contexts. In B. Ganter und R. Godin (Hg.), ICFCA, Bd. 3403 von Lecture Notes in Computer Science, S. 315–328. Springer, 2005.
30. J. Tane, C. Schmitz und G. Stumme. Semantic resource management for the web: An elearning application. In Proc. 13th International World Wide Web Conference (WWW 2004). New York, Mai 2004.
31. E. Tsui. Technologies for personal and peer-to-peer knowledge management. Techn. Ber., CSC Leading Edge Forum, Juli 2002.
32. C. Wagner. Collaborative knowledge management: Breaking the knowledge acquisition bottleneck. In Proc. Information Resources Management Association International Conference. New Orleans, Mai 2004.
33. R. Wille. Restructuring lattices theory : An approach based on hierarchies of concepts. In I. Rival (Hg.), Ordered Sets, S. 445–470. Reidel, Dordrecht-Boston, 1982.

Wissensvernetzung in Organisationen

York Sure, Christoph Tempich

Institut AIFB, Universität Karlsruhe (TH), Karlsruhe, Deutschland;
{sure, tempich}@aifb.uni-karlsruhe.de

Zusammenfassung: Das richtige Wissen zur richtigen Zeit zur Verfügung zu stellen, ist eines der Hauptziele im Wissensmanagement. Wissensmodellierung mit Ontologien bietet Lösungen für viele der dabei zu bewältigenden Aufgaben wie z. B. der Vernetzung von unterschiedlichen Wissensträgern und Wissensquellen und hat sich als integraler Bestandteil zahlreicher Wissensmanagementanwendungen etabliert. Getrieben durch neue Organisationsparadigmen wie z. B. Virtuelle Organisationen und neue Kommunikationsparadigmen wie z. B. Peer-To-Peer gewinnt dezentrales Wissensmanagement zunehmend an Bedeutung. Insbesondere gibt es in solchen Umgebungen auch neue Herausforderungen für die Modellierung von Wissen wie z. B. Einigung bei der Modellierung in verteilten Umgebungen. In diesem Kapitel wird die Methodik DILIGENT zur Erstellung, Wartung und Pflege von Ontologien in verteilten und dynamischen Umgebungen vorgestellt und anhand praktischer Beispiele veranschaulicht. Neben dem zugrunde liegenden Prozessmodell zur Wissensmodellierung wird schwerpunktartig die Unterstützung von Argumentationen während der Wissensmodellierung in verteilten Umgebungen beleuchtet, welche den dezentralen Einigungsprozess unterstützt.

1 Einleitung

Das richtige Wissen zur richtigen Zeit zur Verfügung zu stellen, ist eines der Hauptziele im Wissensmanagement. Dabei ist das richtige Wissen oftmals verteilt im sozialen und organisatorischen Umfeld von Teilnehmern der Wissensmanagementprozesse und in der zur Verfügung stehenden technischen Infrastruktur. Effizienter und effektiver Zugriff auf vorhandenes Wissen erfordert Wissensvernetzung sowohl auf sozialer, organisatorischer als auch auf technischer Ebene. Die Modellierung von Wissen, z. B. in Form von Ontologien ([10], eine Art formaler Begriffssysteme), unterstützt maßgeblich die Vernetzung von Wissensträgern und Wissensquellen. Auf sozialer und organisatorischer Ebene wird bei der Modellierung von Ontologien durch Einigungsprozesse ein geteiltes Verständnis des zu betrachtenden

Wissensbereichs erzeugt und kontinuierlich gefördert. Weiterhin unterstützen Ontologien die Interoperabilität von verschiedenen Systemen der technischen Infrastruktur und sind schließlich auch ein wichtiges Bindeglied in der Kommunikation zwischen Personen und Maschinen¹.

Dezentrales Wissensmanagement (DWM) gewinnt zunehmend an Bedeutung getrieben durch neue Organisationsparadigmen wie z. B. Virtuellen Organisationen und neue Kommunikationsparadigmen wie z. B. Peer-To-Peer². Neben der dezentralen Organisations- und Kommunikationsstruktur unterscheiden sich DWM Systeme von traditionellen Wissensmanagement Systemen oftmals durch weitgehenden Verzicht auf Kontrollmechanismen und eine hohe Dynamik. Dynamisch ist eine DWM Umgebung, wenn sich einerseits die Zusammensetzung der Teilnehmer an dem Wissensmodellierungsprozess ändern kann, andererseits das zu modellierende Wissen einem Wandel unterworfen ist. Weiterhin können die Teilnehmer an mehreren Orten verteilt am Wissensmodellierungsprozess teilnehmen.

Wissensvernetzung findet statt, wenn Teilnehmer Wissen von anderen anfragen, sich gemeinsam genutzte Ontologien herausbilden und die Ontologien weiterentwickelt werden.

In diesem Kapitel wird die Methodik DILIGENT zur Erstellung, Wartung und Pflege von Ontologien in verteilten und dynamischen Umgebungen vorgestellt. Im zweiten Abschnitt wird zunächst ein Anwendungsbereich, die Tourismusbranche auf den Balearen, vorgestellt, anhand dessen der Wissensmodellierungsprozess illustriert wird. Wichtiger Bestandteil des Einigungsprozesses zur Erzielung eines geteilten Verständnisses ist die Unterstützung von Argumentationen über zu modellierende Sachverhalte (siehe Abschnitt 3). Anhand weiterer Anwendungsbeispiele wird die breite Wiederverwendbarkeit von DILIGENT für unterschiedlichste Bereiche gezeigt (siehe Abschnitt 4). Am Schluss stehen eine Zusammenfassung und ein kurzer Ausblick auf das Wissensmanagement der nächsten Generation.

2 Wissensvernetzung mit DILIGENT

In diesem Kapitel erläutern wir den Prozess, welcher Wissensvernetzung in Organisationen unterstützt. Anhand eines Beispiels werden die wesentlichen Anforderungen an den Prozess motiviert und das Anwendungsszenario verdeutlicht. Beispielhaft illustrieren wir anhand eines Prozessschrittes, der *Lokalen Anpassung*, welche Ein- und Ausgabe Dokumente, Aktivitäten und Rollen definiert wurden, um die Wissensvernetzung zu ermöglichen.

¹ Siehe auch den Beitrag von Ehrig u. Studer in diesem Band.

² Siehe dazu den Beitrag von Schmitz et al. in diesem Band.

2.1 Szenario

Die Tourismus Branche auf den balearischen Inseln unterliegt einem wachsenden Wettbewerb von anderen Regionen der Erde. Die lokale Regierung hat es sich deswegen zum strategischen Ziel gesetzt nachhaltigen und damit dauerhaft hochwertigen Tourismus zu fördern. Die ansässigen Firmen sind dadurch gefordert in Belangen der Infrastruktur, Sicherheit, Umwelt und sonstigen dem Gemeinwohl dienenden Einrichtungen zusammenzuarbeiten, während sie auf der Suche nach Kunden in Konkurrenz zueinander stehen. In Bereichen des gemeinsamen Interesses ist es deswegen zweckmäßig, Wissen über neue Trends und Möglichkeiten schnell an die Beteiligten zu distribuieren oder zur Verfügung zu stellen. Dabei unterliegt das Wissen einem fortwährenden Wandel. Der Trend, dass Reisende ihre Urlaubsplanung immer häufiger selbst übernehmen und die damit verbundenen Anforderungen an Online-Buchungsmöglichkeiten, sei hier exemplarisch aufgeführt.

2.2 Prozess

Das hier vorgestellte Prozessmodell unterstützt die Modellierung von Wissen in dezentralen und dynamischen Umgebungen. In diesem Zusammenhang entspricht modelliertes Wissen einer Ontologie [10].

Unser Prozessmodell mit dem Akronym DILIGENT (aus dem Eng.: *Distributed, Loosely controlled and evolvInG ENgineering of onTologies*) definiert die fünf Prozessschritte (1) Zentrales Bauen, (2) Lokale Anpassung, (3) Zentrale Prüfung, (4) Zentrale Änderung, (5) Lokales Aktualisieren (siehe Abbildung 1), auf die wir im Folgenden näher eingehen. Ein Gremium bestehend aus verschiedenen Repräsentanten, insbesondere Wissensbereichsexperten, Nutzern und Wissensmodellierern, beginnt den Prozess damit, zentral eine erste Ontologie für die Applikation zu bauen. Im Gegensatz zu anderen Ontologie-Erstellungsmethodologien, welche aus der Fachliteratur bekannt sind [3, 6, 13, 4], betrachten wir hier die verteilte Ontologie-Entwicklung, wobei die Teilnehmer unterschiedliche Anforderungen und Ziele verfolgen und nicht am gleichen Ort sind. Das Ziel dieser ersten Phase ist es, möglichst schnell eine kleine aber konsensfähige Version für eine gemeinsame Ontologie zu erstellen. Diese Ontologie muss die Domäne noch nicht vollständig beschreiben. Das Team, welches mit der Erstellung betraut ist, sollte deswegen relativ wenige Mitglieder haben. Diese erste Version des Wissensmodells wird sodann allen Nutzern zur Verfügung gestellt, woraufhin diese es nutzen und lokal anpassen können. Die Wissensvernetzung wird damit initiiert.

Damit die gemeinsame Ontologie neuen Anforderungen an den Geschäftsablauf, organisatorische Änderungen etc. gerecht wird, können die Nutzer ihre lokalen Ontologien an die neue Umgebung anpassen. Dabei

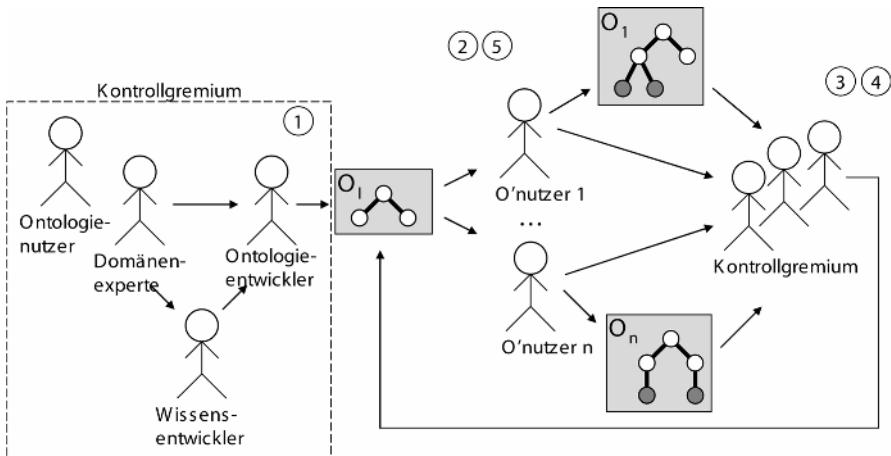


Abb. 1. Rollen und Funktionen im verteilten Ontologie-Erstellungsprozess

können sie ihre lokale Version der geteilten Ontologie beliebig ändern oder Änderungen von anderen Nutzern wieder- und weiterverwenden. Die lokalen Ontologien dienen der Organisation des lokalen Wissens und der Formulierung von Anfragen an andere Nutzer. Damit Konflikte vermieden werden, dürfen sie zwar nicht direkt die gemeinsame Ontologie, die von allen benutzt wird, ändern, aber sie können dem Gremium Änderungswünsche mitteilen.

Im nächsten Schritt analysiert das Gremium die lokal geänderten Ontologien sowie die Änderungswünsche und versucht Gemeinsamkeiten herauszufinden. Es ist zu beachten, dass nicht alle Änderungswünsche der Nutzer übernommen werden sollen, sondern nur diejenigen, die für einen Großteil aller Nutzer von Bedeutung sind. Eine besondere Bedeutung kommt damit der Auswahl der zu integrierenden Änderungen zu. Das Kontrollgremium sollte Entscheidungen treffen, welche die geänderten Anforderungen der Nutzer berücksichtigen. Die Entscheidungsfindung kann vereinfacht werden, indem die Nutzer Argumente für und wider Änderungen vorbringen.

Die gemeinsame Ontologie sollte in regelmäßigen Abständen geändert werden, damit eine zu große Differenz zwischen lokalen und gemeinsamen Ontologien vermieden werden kann. Sobald eine neue Version der gemeinsamen Ontologie zur Verfügung steht, können die Nutzer ihre lokalen Ontologien aktualisieren. Auch wenn die Unterschiede zwischen ihren lokalen Ontologien und der gemeinsamen Ontologie nur klein sein mögen, sollten die Nutzer die Konzepte der gemeinsamen Ontologie benutzen, anstatt die lokal definierten Konzepte, welche das gleiche repräsentieren, um den Wissensaustausch zu erleichtern.

Die letzten vier Schritte des Prozessmodells wiederholen sich zyklisch und beginnen von neuem, sobald eine neue gemeinsame Ontologie zur Verfügung steht. Die gemeinsame Ontologie spiegelt damit die fortschreitende Wissensvernetzung wider.

Im Folgenden gehen wir auf einige der Aktivitäten ein, die für den Prozessschritt *Lokale Anpassung* beschrieben sind. Dabei gehen wir insbesondere auf die Aktivitäten ein, die für die Wissensvernetzung von großer Bedeutung sind.

2.3 Lokale Anpassung

Sobald die gemeinsame Ontologie erstellt oder aktualisiert wurde, können die Nutzer beginnen sie entsprechend ihren eigenen Anforderungen lokal anzupassen. Die neue gemeinsame Ontologie wird den Nutzern entweder zugesandt oder sie wird zentral bereitgestellt. Die Nutzer, welche sich für die Nutzung der neuen gemeinsamen Ontologie entscheiden, sollten sich zunächst mit dieser vertraut machen, um sie richtig nutzen zu können. Im nächsten Schritt werden die Nutzer in drei verschiedenen Weisen mit der Ontologie interagieren. Einige der Nutzer werden mit Hilfe der Ontologie nur lokale Information oder Information von anderen Nutzern suchen. Andere werden sie auch zur Annotation der lokalen Information nutzen. Während sie diese Aktivitäten durchführen, können fehlende Konzeptualisierungen innerhalb der gemeinsamen Ontologie festgestellt werden. Weiterhin kann eine Analyse der gemeinsamen Ontologie zur Definition von neuen Anforderungen führen. Diese können im Anschluss entweder durch die Integration von Ontologien von anderen Nutzern oder durch eigene Modifizierungen erfüllt werden.

2.3.1 Rollen

Als Akteure der Lokalen Anpassung sind die Nutzer der gemeinsamen Ontologie vorgesehen. Sie nutzen die Ontologie um Informationen zu finden, z.B. suchen sie nach Dokumenten, die zu einem bestimmten Thema gehören, oder sie suchen nach strukturierten Daten. Die Informationssuche ist dabei typischerweise nicht ihre Hauptaufgabe, sondern sie benötigen die Informationen um ihre Aufgabe zu erfüllen.

2.3.2 Eingabe

Neben der gemeinsamen Ontologie können alle lokal vorhandenen Informationen in diesem Schritt genutzt werden. Unter lokalen Informationen verstehen wir Datenbanken, Ontologien, Verzeichnisstrukturen oder Dokumente. Weiterhin stehen dem Nutzer auch die Ontologien anderer Nutzer zur Verfügung.

2.3.3 Ausgabe

Das Resultat der lokalen Anpassung ist eine *lokal angepasste Ontologie*, welche die Anforderungen der Nutzer besser widerspiegelt. Jede lokale Änderung der gemeinsamen Ontologie sollte mit Argumenten hinterlegt werden, welche die Gründe der Anpassung erklären. Diese Argumente und die Änderungen werden später in der *zentralen Analyse* Phase vom Gremium analysiert und gegebenenfalls in die gemeinsame Ontologie integriert.

2.3.4 Entscheidungen

Die Nutzer der Ontologie können entscheiden, welche Änderungen sie lokal an der zentralen Ontologie vornehmen möchten. Dazu sollten sie beurteilen, welchen Anteil der lokal vorhandenen Informationen sie mit Hilfe der zentralen Ontologie beschreiben können. Hier ist auch die gewünschte Granularität der Ontologie zu berücksichtigen. Vorhandene lokale Konzepte, welche nicht mit Konzepten in der gemeinsamen Ontologie korrespondieren, sollten der gemeinsamen Ontologie hinzugefügt werden.

2.3.5 Aktivitäten

Die Konzeptualisierung der neuen Anforderungen ist vergleichbar zu denjenigen, die wir aus traditionellen Ontologie-Erstellungsmethodologien kennen. Die Nutzer können existierende Ontologien, oder entsprechende Teile aus diesen, integrieren oder sie können ihre lokale Ontologie selbst erweitern. Damit andere Nutzer und das Gremium diese Änderungen verstehen können, sollten die Änderungen mit Argumenten begründet werden. Ebenfalls sollten die Anpassungen dokumentiert werden, obwohl unsere bisherige Erfahrung aus Fallstudien zeigt, dass diese letzte Aktivität gerne übersprungen wird. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale des neuen Prozessmodells liegen in der Bereitstellung der Argumente, der Einbeziehung der Nutzer und der Integration von Ontologien anderer Akteure. In Abb. 2 haben wir die Abhängigkeiten zwischen allen Aktivitäten dieses Prozessschrittes visualisiert.

Der Prozessschritt der lokalen Anpassung setzt sich aus den nachfolgenden Aktivitäten zusammen: *Lokale Analyse der gemeinsamen Ontologie, Spezifikation der neuen Anforderungen, Ontologie Nutzung, Ontologie Instanzierung, lokale Analyse von zusätzlichen (lokalen) Ontologien, Anpassung der relevanten (lokalen) Ontologien, Integration der angepassten, wieder verwendeten Ontologien mit der gemeinsamen Ontologie, Anpassung der gemeinsamen Ontologie, Argumentation, Evaluation der neuen lokalen Ontologie und Dokumentation*. Die Evaluation der angepassten gemeinsamen Ontologie kann zur Folge haben, dass noch weitere lokale Anpassungen getätigten werden sollten. Aus diesem Grund kann der Prozess der Anpassung wiederholt werden. Nicht alle Nutzer werden ausreichend

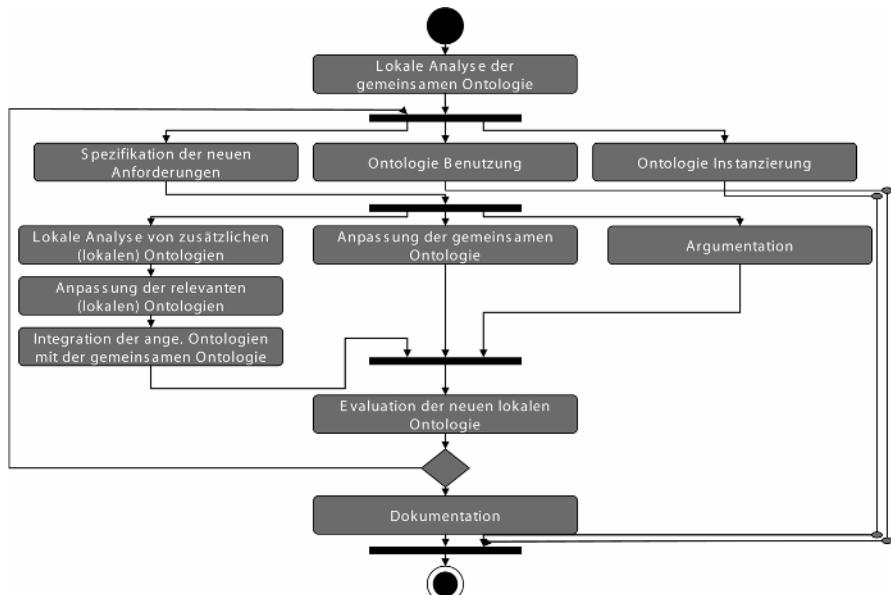


Abb. 2. Lokale Anpassung: Aktivitätsdiagramm

Verständnis für die Ontologiemodellierung mitbringen, um tatsächlich die Ontologie anzupassen. Deswegen sollten hier Werkzeuge bereitgestellt werden, welche die einfache Konzeptualisierung der lokal vorhandenen Information ermöglichen. Einige der Aktivitäten werden nun in Hinblick auf die Wissensvernetzung näher untersucht.

Ontologie Nutzung

Die Ontologie Nutzung, also die Generierung von strukturierten Anfragen mit Hilfe der Ontologie, um den Informationsbedarf zu stillen, steht im Vordergrund jeder ontologie-basierten Anwendung. Durch die Nutzung einer gemeinsamen Ontologie in einem verteilten System können über Organisationsgrenzen hinweg Anfragen mit einer definierten Bedeutung ausgetauscht werden. Dadurch wird ein inter-organisationaler Wissensaustausch ermöglicht. Die Nutzer können zwar die gemeinsame Ontologie lokal verändern, solange es sich bei den Änderungen jedoch hauptsächlich um Erweiterungen handelt, ist die Möglichkeit des Informationsaustausches nicht beeinträchtigt.

Ontologie Instanzierung

Diese Aktivität fasst die Aufgaben zusammen, die auch als Wissensbereitstellung bezeichnet werden. Die lokal verfügbaren Informationen sollten mit Hilfe der Ontologie beschrieben werden. Unter den lokal verfügbaren

Informationen verstehen wir z. B. lokale Dokumente, Kontaktinformationen, e-Mails etc. Diese Aktivität sollte durch automatische Methoden aus der Spracherkennung und Klassifizierung unterstützt werden. Neben den lokalen Informationen können die Nutzer auch externe Quellen zur eigenen Wissensbasis hinzufügen. Insbesondere das Verknüpfen lokaler Informationen mit externen dient der Wissensvernetzung.

Lokale Analyse von zusätzlichen (lokalen) Ontologien

Verschiedene Gründe können während der Verwendung der gemeinsamen Ontologie dazu führen, dass diese an neue Anforderungen angepasst werden sollte. Der Nutzer kann sich entweder dazu entscheiden entsprechende Konzeptualisierungen selbst zu erstellen, oder er entscheidet sich dazu Konzeptualisierungen anderer Nutzer wieder zu verwenden. Im letzteren Fall sollte er dazu zunächst eine Analyse der Ontologien anderer Nutzer durchführen. Dabei sollte er darauf achten, welcher Teil einer anderen lokalen Ontologie am wenigsten modifiziert werden muss, um die lokalen Anforderungen zu erfüllen.

Integration der angepassten wiederverwendeten Ontologien mit der gemeinsamen Ontologie

Nach der Analyse von zusätzlichen lokalen Ontologien und der damit verbundenen Entscheidung für die Wiederverwendung von bestimmten Teilen dieser Ontologien können diese lokal mit der gemeinsamen Ontologie integriert werden. Hierbei kann es notwendig sein, Generalisierungen oder Verfeinerungen an der lokalen Ontologie vorzunehmen. Ausdrücklich ist darauf zu achten, dass die Verbindungen zu den wiederverwendeten Ontologien bestehen bleiben, um den Nutzen der Wiederverwendung zu erhöhen. Durch die Wiederverwendung von Ontologien anderer Nutzer kann die Wissensvernetzung gesteigert werden. Weiterhin bilden sich Strukturen heraus, die für eine Erweiterung der gemeinsamen Ontologie sprechen.

Argumentation

In unserem Prozessmodell kommt der Erläuterung der vorgenommenen Änderungen eine besondere Bedeutung zu. Nur wenn die Nutzer die Änderungen anderer Akteure oder des Gremiums verstehen, können sie diese auch sinnvoll verwenden. Die Akteure sollten deswegen die Argumente für und wider gewisse Änderungen dokumentieren. Zur Vereinfachung dieser Aktivität haben wir eine Argumentations-Ontologie entwickelt [12, 8], welche das Bereitstellen von Argumenten vereinfacht. Diese wird im nachfolgenden Kapitel vorgestellt. Als Argumente können einfache Verwendungsbeispiele, wie die Klassifizierung eines Dokumentes, oder Argumentationsketten, welche das Für und Wider einer Entscheidung abwägen, verwendet werden.

3 Argumentationsontologie

Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert, spielt die Bereitstellung von Argumenten eine besondere Bedeutung in unserem Prozessmodell. Deswegen haben wir eine Argumentations-Ontologie entwickelt, welche das strukturierte Bereitstellen von Argumenten vereinfacht. Bevor wir die Argumentationsontologie näher beschreiben, gehen wir näher auf einige Anforderungen ein, die eine solche Ontologie erfüllen sollte.

3.1 Anforderungsanalyse

1. *Etablierte Terminologie benutzen:* Die Forschung im Bereich der Argumentation und deren Visualisierung ist prinzipiell ausgereift [1]. Die in diesem Forschungsbereich etablierte Terminologie sollte deswegen übernommen werden.
2. *Auswahl der relevanten Argumente:* Damit die Bereitstellung von Argumenten auch tatsächlich effizient gestaltet werden kann, sollten nur solche Argumenttypen modelliert werden, die auch tatsächlich der Entscheidungsfindung dienlich sind.
3. *Ontologie-getrieben:* Die Argumentations-Ontologie sollte sich explizit auf die Domäne der Ontologie-Entwicklung beziehen und nicht notwendigerweise für beliebige Argumentationen verwendet werden können.
4. *Konzeptionelle als auch formale Ebene:* Die Ontologie sollte eine Diskussion über verschiedene Konzepte sowohl auf konzeptioneller als auch formaler Ebene zulassen. Dies ermöglicht später verschiedene Formalisierungen wieder auf ihre konzeptionelle Grundlage zurückzuführen. Außerdem kann die Diskussion der Domänen-Experten als auch diejenige der Ontologie-Entwickler mit Hilfe des gleichen Modells abgebildet werden.

3.2 Ontologie-Beschreibung

Mit den oben genannten Anforderungen im Sinne wurde die DILIGENT Argumentations-Ontologie entwickelt, die auf Abbildung 3 auszugsweise abgebildet ist³.

Die zentralen Konzepte der Argumentations-Ontologie sind *Issue*, *Idea* und *Argument*. Diese Bezeichnungen korrespondieren mit den in der IBIS Methodologie verwendeten. Mit einem *Issue* wird ein neues Thema auf der konzeptionellen Ebene in der Diskussion angefangen. Issues sind damit unabhängig von der späteren Formalisierung oder Implementierung.

³ Die Ontologie steht in verschiedenen Formaten unter <http://diligentarguento.ontoware.org/> online zur Verfügung.

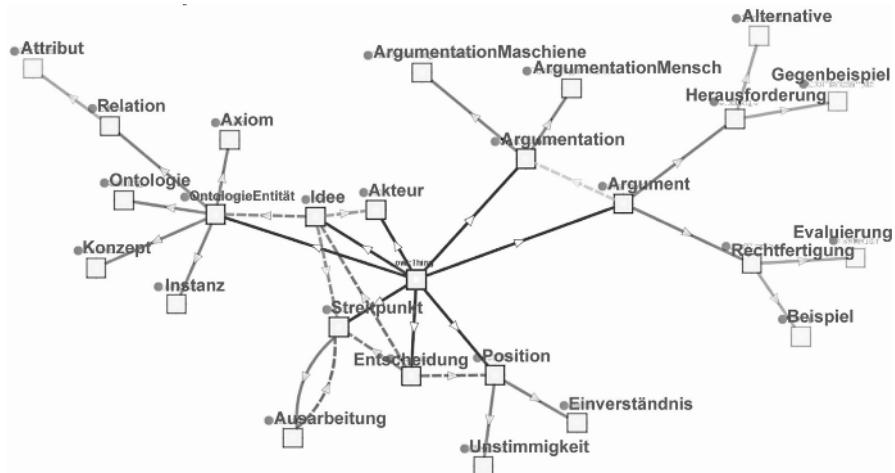


Abb. 3. Wesentliche Konzepte und Relationen der Argumentations-Ontologie

Hingegen verstehen wir unter einer *Idea* die formale Repräsentation eines Issues, z. B. die Formalisierung als Klasse. Eine Idea hat eine konkrete Ontologie-Änderungsoperation zur Folge⁴. Eine Idea ist immer eine Antwort auf einen bestimmten Issue. Auf diese Weise kann eine Diskussion sowohl auf konzeptioneller als auch formeller Ebene geführt werden. Ein *Argument* kann sich somit entweder auf einen Issue oder eine Idea beziehen.

Konzepte sollten der gemeinsamen Ontologie nur dann hinzugefügt werden, wenn sie konsensfähig sind. Ein Konsens kann sich nach einer entsprechenden Diskussion herausbilden. Wir haben die Diskussionen, die zu einem Konsens in Ontologie-Erstellungsprozessen führen, untersucht [8] und herausgefunden, dass einige Argumentationstypen dazu eher geeignet sind als andere. Falls ein Teilnehmer sich für eine bestimmte Idea oder Issue aussprechen möchte, sollte er sich dafür rechtfertigen (*Justification*), in Form einer Evaluierung (*Evaluation*), oder ein Beispiel geben (*Example*). Ist er mit einem bestimmten Vorschlag nicht einverstanden, sollte er ein Gegenbeispiel (*CounterExample*) oder eine Alternative (*Alternative*) vorschlagen.

Diese Argumente und die Definition der Idea passen die IBIS Methodologie für die Ontologie-Entwicklung an.

Es sind ebenfalls Konzepte vorgesehen, die es den Teilnehmern ermöglichen über strittige Issues oder Ideas abzustimmen und so eine Entscheidung herbeizuführen. Ebenfalls können einzelne Argumente zu Argumentationsketten zusammengefasst werden. Die Argumentations-Ontologie ist

⁴ Zum Beispiel schlägt [9] ein formales Modell zur Beschreibung solcher Operationen vor.

erweiterbar, sodass auch Argumente die Ontologie-Lernalgorithmen liefern, integriert werden können.

4 Anwendungen in der Praxis

Das DILIGENT Prozessmodell wurde erfolgreich in verschiedenen Anwendungen in der Praxis angewendet. Nicht in jedem Szenario wurden dabei alle Prozessschritte in gleichem Maße benötigt. Zur Verdeutlichung des Anwendungsgebietes beschreiben wir nachfolgend drei Fallstudien, die jeweils unterschiedliche Schwerpunkte hatten. Wir beschreiben jeweils das Szenario und die wichtigsten Einsatzgebiete von Ontologien in den Fallstudien sowie die wichtigsten Aspekte von DILIGENT, welche bei der Erstellung der Ontologien evaluiert wurden. Um den Rahmen dieses Kapitels zu wahren, können wir jedoch jeweils nur einen kurzen Überblick geben. Daher empfehlen wir jeweils am Ende eines Unterkapitels Veröffentlichungen mit detaillierteren Beschreibungen.

4.1 Wissensvernetzung im Tourismus

Wie schon im einleitenden Szenario im vorhergehenden Kapitel erwähnt, wurde die Wissensvernetzung zwischen verschiedenen Organisationen auf den balearischen Inseln durch das DILIGENT Prozessmodell unterstützt. Das Ziel der ansässigen Organisationen war es, organisationsunabhängige Informationen möglichst schnell an alle Beteiligten verteilen zu können, um die Qualität des Tourismus auf den Inseln als Ganzes zu verbessern.

Im Rahmen des EU Projektes SWAP⁵ wurde dazu eine Peer-to-Peer Plattform entwickelt, die den Austausch von Informationen zwischen Organisationen technisch ermöglicht. Die Beteiligten können mit Hilfe der Anwendung Dokumente, Kontakte, e-Mails und Favoriten austauschen. Mit Hilfe der Ontologie werden organisatorische und Tourismusspezifische Aspekte modelliert. Die Ontologie besteht aus den drei Modulen, *Nachhaltige Entwicklung, Neue Technologien und Qualitäts- & Besucher Management*. Die Ontologie wird insbesondere dafür benutzt, Dokumente nach den Konzepten innerhalb der drei Themengebiete zu kategorisieren und nach Dokumenten zu suchen.

Die Ontologie wurde entsprechend des DILIGENT Prozessmodells entwickelt. Zunächst haben zwei Domänen-Experten und zwei Ontologie-Modellierer eine erste Version der gemeinsamen Ontologie erstellt. Diese wurde gemeinsam mit der Applikation an die Anwender ausgeliefert. Im ersten Zyklus hat eine Organisation mit sieben Nutzern teilgenommen.

⁵ Siehe dazu <http://swap.semanticweb.org>, aufgerufen November 2005

Jeder Nutzer konnte die gemeinsame Ontologie entsprechend seiner Bedürfnisse anpassen. Insbesondere nutzten die Teilnehmer die Möglichkeit, ihre Verzeichnisstrukturen mit den Konzepten der Ontologie zu verbinden und die Ontologie auf diese Weise zu erweitern. Nach zwei Monaten hat sich das Gremium erneut getroffen und die relevanten lokalen Änderungen in die gemeinsame Ontologie übernommen. Im zweiten Zyklus haben vier Organisationen und insgesamt 21 Nutzer teilgenommen.

Insgesamt wurde der Prozess in diesem Szenario sehr positiv bewertet. Insbesondere schätzten es die Nutzer in den Anpassungsprozess der Ontologie involviert zu sein. Weiterhin hat die gemeinsame Ontologie den Anwendern ihre gemeinsame Aufgabe verdeutlicht. Es muss allerdings einschränkend gesagt werden, dass nicht alle Nutzer auch die Ontologie angepasst haben. Diese Nutzer waren entweder zufrieden mit der gemeinsamen Ontologie oder wollten die Aufgabe der Weiterentwicklung der Ontologie an einen dritten delegieren. Weitere Details finden sich in [7].

4.2 Intelligenter Ratgeber für Richter

Im ersten Szenario haben wir uns auf den Gesamtprozess konzentriert. In der im Nachfolgenden beschriebenen Anwendung wurden vor allem Erfahrungen mit unserem Argumentationsmodell gesammelt.

In einer weiteren Fallstudie (Teil des von der EU geförderten integrierten Projekts SEKT, mehr Details in der letzten Sektion) geht es um die Unterstützung von spanischen Richtern in ihrer täglichen Arbeit. Insbesondere junge Richter stehen am Anfang ihrer Karriere vor dem Problem, dass sie zwar ausreichend Fachwissen aus dem Studium mitbringen, hinsichtlich der praktischen Umsetzung allerdings Defizite bestehen. Vor allem in Fällen der häuslichen Gewalt ist oft nicht das Gesetz sondern die Erfahrung der bessere Ratgeber. Dieses Erfahrungswissen stellen derzeit sog. Tutoren bereit, deren Zeit allerdings limitiert ist. Deswegen wird gegenwärtig ein intelligentes FAQ System entwickelt, in welchem junge Richter Antworten auf häufig gestellte Fragen bekommen können. Die Anfragen werden in dem System mit Hilfe einer Ontologie modelliert. Dadurch können die Anwender natürlich-sprachliche Anfragen an das System stellen. Für eine gegebene Anfrage wird die beste im System vorhandene und beantwortete Anfrage heraus gesucht und dem Anwender präsentiert.

Zur Zeit befindet sich die Ontologie-Entwicklung noch in der ersten, der Erstellungsphase. Die Domänen Experten sehen allerdings voraus, da sich das Recht und damit die Problemfälle häufig ändern, dass sich die Ontologie auch nach dieser Phase noch ändern wird. Das Argumentationsmodell wurde benutzt, um die Annahmen hinter der einzelnen Konzeptualisierung festzuhalten. Viele Konzepte innerhalb des Rechts können auf verschiedene Weise ausgedrückt werden. Die strukturierte Argumentation hat die

Effizienz der Diskussion gesteigert, da einzelne Annahmen explizit gemacht werden konnten und so ein Wiederholen der gleichen Argumentation vermieden wurde. Gleichzeitig wurde sichergestellt, dass alle Blickwinkel berücksichtigt wurden. Weitere Details finden sich in [11].

4.3 Suche in einer digitalen Bibliothek

Eine weitere Fallstudie des SEKT Projektes wird bei British Telecom durchgeführt. Es geht um die Verbesserung der Suche nach relevanten Dokumenten in der hauseigenen digitalen Bibliothek. Die Bibliothek enthält mehrere Millionen Dokumente zu unterschiedlichen Fachgebieten, welche aus existierenden Druck-Versionen von Journals eingescannt werden, in wissenschaftlichen Datenbanken enthalten sind oder durch Mitarbeiter eingepflegt werden. Die Dokumente beschäftigen sich mit verschiedensten Themen.

Eine Suche im Dokumentenbestand kann entweder durch eine einfache Stichwort-basierte Suche oder durch Navigation erfolgen. Zur Navigation werden die Dokumente anhand von Themenbeschreibungen (z. B. „Semantic Web“) klassifiziert. Es gibt einige Hundert solcher Themenbeschreibungen, welche in einer flachen Liste für Nutzer zugreifbar sind. In der Fallstudie werden Ontologien eingesetzt, um die Inhalte der Dokumente feingranular zu beschreiben und insbesondere um Vernetzungen der Fachgebiete zu explizieren, d. h. Ontologien machen die Inhalte der Dokumente maschinenverarbeitbar. Aufgrund der schieren Dokument-Masse und der ständigen Weiterentwicklung durch neu auftretende Themen sind die Erstellung und die Pflege solcher Ontologien rein manuell nicht zu leisten. Im Projekt werden daher Methoden zum automatischen Lernen von Ontologien und insbesondere auch der automatischen Weiterentwicklung eingesetzt. DILIGENT liefert dabei das methodische Rahmenwerk, um das manuelle Erstellen mit dem automatischen Lernen von Ontologien zu verbinden. Weiterführende Arbeiten in der Fallstudie nutzen die nun existierenden feingranularen Wissensstrukturen zur Personalisierung der digitalen Bibliothek. Weitere Details finden sich in [14, 5].

5 Fazit: Wissensmanagement der nächsten Generation

DILIGENT ist ein Prozess, der dynamische Wissensvernetzung unterstützt. Neben der Vorstellung des Prozesses und einer detaillierten Beschreibung des Prozessschrittes der *Lokalen Anpassung* illustrieren wir den Nutzen und die Anwendung der DILIGENT Argumentations-Ontologie. Anhand von drei Fallstudien werden unterschiedliche Anwendungsbereiche für DILIGENT skizziert. Referenzen auf existierende Arbeiten

bieten Interessierten umfangreiche Verweise auf detailliertere Beschreibungen des Prozesses und der Fallstudien. Zwei der vorgestellten Fallstudien sind Teil des EU geförderten integrierten Projekts „SEKT – Semantically Enabled Knowledge Technologies“⁶ (01/2004–12/2006). In SEKT werden Wissensmanagement-Werkzeuge der nächsten Generation entwickelt [2], welche primär auf den drei Technologien *Sprachverarbeitung*, *Maschinelles Lernen* und *Ontologie Management* basieren. Ein Hauptziel im technologischen Bereich ist es Synergien der drei Technologien zur weitestgehend automatisierten Erstellung und Pflege von Ontologien und dazugehöriger Metadaten auszunutzen. Die strategische Vision von SEKT für den Einsatz dieser Technologien ist ein Arbeitsplatz, in dem Wissensmanagement ein müheloser Teil der alltäglichen Aktivitäten eines Wissensarbeiters ist und in dem insbesondere die Grenzen zwischen Dokumentenmanagement, Contentmanagement und Wissensmanagement nicht mehr existieren.

Danksagung

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

1. J. Conklin and M. L. Begeman. gibis: a hypertext tool for exploratory policy discussion. In Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work, pages 140–152. ACM Press, 1988.
2. J. Davies, R. Studer, Y. Sure, and P.I. Warren. Next generation knowledge management. BT Technology Journal, 23(3):175–190, JUL 2005. Issue on Enabling Future IT.
3. A. Gomez-Perez, M. Fernandez-Lopez, and O. Corcho. Ontological Engineering. Advanced Information and Knowlege Processing. Springer, 2003.
4. A. Gangemi, D.M. Pisanelli, and G. Steve. Ontology integration: Experiences with medical terminologies. In Nicola Guarino, editor, Formal Ontology in Information Systems, pages 163–178, Amsterdam, 1998. IOS Press.
5. P. Haase, J. Völker, and Y. Sure. Management of dynamic knowledge. Journal of Knowledge Management, 9(5):97–107, OCT 2005.

⁶ Siehe dazu <http://www.sekt-project.com>, aufgerufen November 2005

6. H. Sofia Pinto and J.P. Martins. A Methodology for Ontology Integration. In Proc. of the First Int. Conf. on Knowledge Capture (K-CAP2001), pages 131–138, New York, 2001. ACM Press.
7. S. Pinto, S. Staab, Y. Sure, and C. Tempich. OntoEdit empowering SWAP: a case study in supporting DIistributed, Loosely-Controlled and evolvInG Engineering of onNTologies (DILIGENT). In C. Bussler, J. Davies, D. Fensel, and R. Studer, editors, First European Semantic Web Symposium, ESWWS2004, volume 3053 of LNCS, pages 16–30, Heraklion, Crete, Greece, MAY 2004. Springer.
8. H. S. Pinto, S. Staab, C. Tempich, and Y. Sure. DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for DIistributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering of oNTologies. In Ramon Lopez de Mantaras and Lorenza Saitta, editors, Proceedings of the 16th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI2004), August 22nd–27th, pages 393–397, Valencia, Spain, 2004. IOS Press.
9. L. Stojanovic, A. Maedche, B. Motik, and N. Stojanovic. User-driven ontology evolution management. In Proceedings of the 13th European Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management EKAW, Madrid, Spain, October 2002.
10. S. Staab and R. Studer, editors. Handbook on Ontologies in Information Systems. International Handbooks on Information Systems. Springer, 2004.
11. C. Tempich, H. S. Pinto, Y. Sure, D. Vrandecic, N. Casellas, and P. Casanovas. Evaluating DILIGENT ontology engineering in a legal case study. In Pompeu Casanovas, Daniele Bourcier, Pablo Noriega, and V.R.Benjamins, editors, XXII World Congress of Philosophy of Law and Social Philosophy, IVR2005 Granada, May 24th–29th, MAY 2005.
12. C. Tempich, H. S. Pinto, Y. Sure, and S.n Staab. An argumentation ontology for distributed, loosely-controlled and evolving engineering processes of ontologies (diligent). In Asuncion Gomez-Perez and Jerome Euzenat, editors, Second European Semantic Web Conference (ESWC 2005), volume 3532 of LNCS, pages 241–256, Heraklion, Crete, Greece, MAY 2005. Springer.
13. M. Uschold and M. King. Towards a methodology for building ontologies. In Proc. of IJCAI95's WS on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, Montreal, Canada, 1995.
14. D. Vrandecic, H. S. Pinto, Y. Sure, and C. Tempich. The DILIGENT knowledge processes. Journal of Knowledge Management, 9(5):85–96, OCT 2005.

E-commerce und Semantic Web

Hannes Werthner, Michael Borovicka

Universität Innsbruck, Abteilung für Wirtschaftsinformatik und e-tourism, Innsbruck,
Österreich;
michael.borovicka@uibk.ac.at

Zusammenfassung: Dieses Kapitel beginnt mit einer kurzen Einführung in e-commerce und e-business. Dabei vergleicht es die „früher“ getroffenen Voraussagen mit der aktuellen Situation, und leitet daraus Herausforderungen auf technischer und wirtschaftlicher Ebene ab. Einige dieser Herausforderungen können mittels des Semantic Web beantwortet werden: z. B. das Problem der Informationsüberflutung für den Endkonsumenten, der Bereich der Interoperabilität und der intelligenten Kooperation. Dies wird mit einem konkreten Beispiel aus dem Bereich des e-tourism als der sich am raschesten entwickelnde e-commerce Sektor demonstriert.

1 Einleitung – e-commerce

E-commerce und auch e-business sind als Begriffe nicht klar definiert, was die Aussagekraft und die Interpretation der vorhandenen Statistiken in diesem Bereich beeinträchtigt. Zum Beispiel beziehen sich Informatiker auf die technischen Aspekte und Bausteine, die zur Entwicklung einer e-commerce Anwendung nötig sind. Sie verstehen e-commerce also als angewandte Informatik, während die Betriebswirtschaft und auch die Wirtschaftsinformatik eher einer transaktionsorientierten Sicht folgen. Aber auch in diesem Fall gibt es eine breitere sowie eine engere Definition: man unterscheidet entweder zwischen e-business und e-commerce (letzteres wird als Teil des ersten verstanden) oder nicht, in diesem Fall sind die beiden Begriffe als synonym zu verstehen (siehe auch die Diskussion in [1]).

Auf einer Seite fokussiert e-commerce mit „*.... is sharing business information, maintaining business relationships, and conducting business transactions by means of telecommunication networks*“ ([2], auch [3] oder [4]) auf die Abdeckung aller Transaktionsphasen; ähnlich die OECD mit ihrer Definition von e-commerce als „*business occurring over open, non-proprietary networks (=Internet), including „dedicated“ infrastructure;*

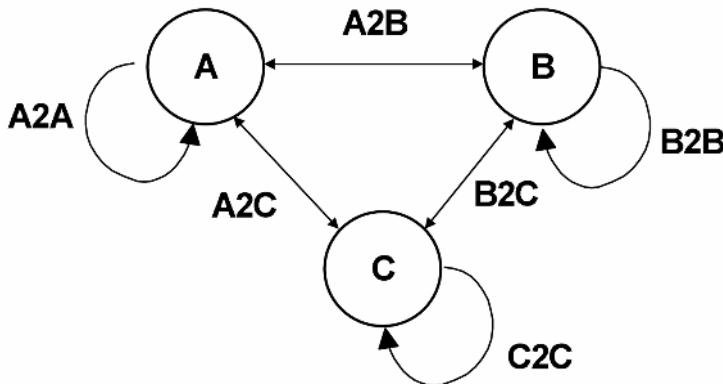


Abb. 1. E-Commerce ABC: (A) ... Administration, (B) ... Business, (C) ... Consumer oder Citizen

value generating activities within firms, suppliers and customers“ [5]. Diese Definition erweitert den Begriff sogar auf die Infrastrukturebene und stellt defacto e-commerce mit e-business gleich.

Auf der anderen Seite findet man aber zum Beispiel [6] „*e-business includes e-commerce but also covers internal processes such as production, inventory management, product development, risk management, finance, knowledge management and human resources. E-business strategy is more complex, more focused on internal processes, and aimed at cost savings and improvements in efficiency, productivity and cost saving*“ oder [7] „*it is important to note that e-business is much more than electronic commerce. E-business involves changing the way a traditional enterprise operates, the way its physical and electronic business processes are handled, and the way people work*“. Hier wird e-commerce auf der Transaktionsebene positioniert, während auf einer „höheren“ Ebene e-business für die Automatisierung aller Geschäftsprozesse verantwortlich ist, und diese Prozesse mit e-commerce Anwendungen integriert um ein digitales Unternehmen zu kreieren.

Die Teilnehmer werden mittels des sogenannten e-commerce ABC definiert (Abb. 1).

Nachdem Statistiken auf Grund ihrer unterschiedlichen Definitionen schwer vergleichbar sind¹, folgen einige „qualitative“ Aussagen. Der B2B Markt ist der bei weitem attraktivste, ca. 7–8-mal so groß wie B2C. Die USA machen ca. 38% des B2B und B2C Gesamtumsatzes aus. Obwohl von einem langsameren Wachstum als vorhergesehen ausgegangen werden kann, wuchs das Gesamtvolumen von ca. 200 Mio U\$ im Jahr 2000 auf ca. 1.580 Mio. U\$ im Jahr 2004 [8].

¹ Sie sind auch im konkreten Kontext dieses Buches nicht von Bedeutung.

2 Frühe Vorhersagen und beobachtbare Entwicklungen

Von Interesse ist ein Vergleich der zu „Beginn“ des e-commerce gemachten Vorhersagen (um das Jahr 1998) mit der tatsächlichen Entwicklung. Auch hier beschränken wir uns auf qualitative Aussagen und Beobachtungen:

- (Fast) exponentielles Wachstum
- Erhöhte Preis- und Produkttransparenz und damit zusammenhängend fallende Preise
- Ein weiterer „IT push“, vor allem mobile Anwendungen
- „Reversed“ Märkte sowie neue Marktformen
- Entstehen flexibler Kooperationsformen
- Disintermediation, also der Wegfall von Zwischenhändlern
- Demokratischere Strukturen mit mehr Möglichkeiten für kleinere Unternehmen

Diesen Vorhersagen sind folgende beobachtbare Tatsachen gegenüber zu stellen:

- Obwohl das Wachstum doch beträchtlich ist, ist vor allem im B2C eine evolutionäre, fast lineare Entwicklung der Umsätze beobachtbar. (US chamber of commerce, 2005)
- 16% aller Firmen in der EU verkaufen online, aber nur 9% machen damit mehr als 5% ihres Umsatzes – das Web wird als zusätzlicher Verkaufskanal genutzt [16].
- Es gibt wesentliche sektorale Unterschiede, so ist z. B. die Tourismus- und Reiseindustrie ein Vorreiter der Anwendung, dort werden – in Europa – bereits mehr als 9% des gesamten Umsatzes online getätigkt [15].
- Kleine Firmen hinken hinterher, vor allem wenn es um „fortgeschrittenere“ Anwendungen wie Online-Verkauf oder Beschaffung geht – hier sind die wesentlichen Probleme das nicht vorhandene Know-how und Kosten.
- Beziiglich mobiler Anwendungen ist festzuhalten, dass nach wie vor entsprechende Geschäftsmodelle fehlen als auch die Akzeptanzmuster weitgehend „unbekannt“ sind.
- Sinkende Preise sind nur teilweise eingetroffen [9], was aus einer zunehmenden Individualisierung als auch aus den Brandinganstrengungen der Anbieter erklärbar ist.
- Das Phänomen der Disintermediation ist nur teilweise eingetroffen, und zusätzlich gibt es neue Zwischenhändler im Internet (also Reintermediation).
- Die sofortige Imitation von sowohl Technologie als auch Geschäftsmodellen (das Web als transparentes Medium) führt zu einer „permanenter“ Innovation.

- E-commerce begünstigt tendenziell Käufer – z. B. durch Individualisierung. Hier gibt es die Tendenz von „customer focused“ zu „customer driven“ (also der Kunde definiert genau was – Produkt und Eigenschaften – er will).
- Als neue Marktformen gewinnen sowohl Online-Auktionen als auch „comparison shopping“ Anwendungen zunehmend an Popularität.
- Letztendlich kann man eine „Informatisierung“ der gesamten Wertschöpfungskette konstatieren, vom Anbieter über (mehrere) Zwischenhändler bis zum Endkunden. Folgt man der Definitionen von [7] kann man damit eine Entwicklung von e-commerce zu e-business beobachten, mit einer Internet-basierten Integration von Geschäftsprozessen.
- Diese IT-basierte Integration führt zusammen mit flexiblen Kooperationsformen zu dem Konzept sogenannter Smart Business Networks. Dies bezeichnet ein Netzwerk von Unternehmungen, die durch eine entsprechende IT Infrastruktur verbunden sind. Sie folgen gemeinsamen Zielen – auf Zeit – und Geschäftslogik, das Netzwerk ermöglicht das schnelle „Connect and Disconnect“ von Teilnehmern [10]. Die folgende Abbildung zeigt solche Smart Business Networks als eine Entwicklungsstufe der e-commerce Entwicklung.

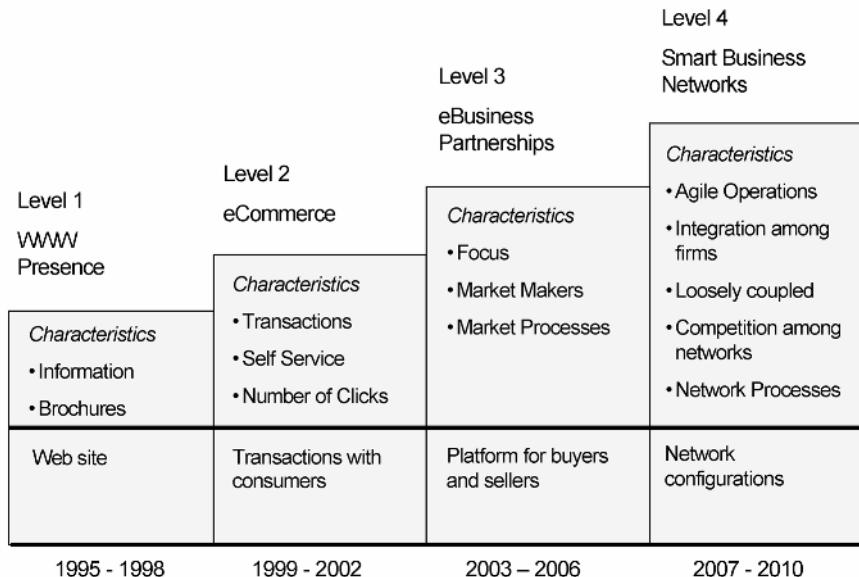


Abb. 2. Business Networks als Phase der e-commerce Entwicklung [10]

Zudem kann man mit einer einhergehenden „Commoditisierung“² von e-commerce Services eine zunehmende Dekonstruktion der Wertschöpfungskette feststellen. Gleichzeitig existiert ein massiver Trend zu einer zunehmenden Konzentration im Web und e-commerce („The Winner takes it all“). Die Entwicklung stellt sich damit auch als eine Evolution von Ordnung und Unordnung dar. Die damit verbundene Komplexität erhöht aber gleichzeitig die Notwendigkeit neuer Services zur Reduktion dieser Komplexität. Ein solcher Prozess fördert damit aber auch neue Geschäfts- und Anwendungsmöglichkeiten.

3 Herausforderungen

Mit dieser Entwicklung sind eine Unzahl von Herausforderungen, sowohl auf technischer als auch wirtschaftlicher und organisatorischer Ebene verbunden. Die folgende Aufstellung – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – klassifiziert diese entsprechend auf verschiedenen Ebenen:

- Nutzerebene
 - Analyse, Verstehen und Modellieren des Nutzerverhaltens
 - Unterstützung des Nutzerentscheidungsprozesses, z. B. durch „value based pricing“ oder Empfehlungssysteme (recommendation systems), dies betrifft auch die gezielte Suche nach Information und einer entsprechenden Informationsdarstellung
- Marktebene
 - Analyse und Design von dynamischen Strukturen und Preisen, eventuell auch Simulation
 - Geschäftsmodelle in Netzwerken (z. B. Smart Business Networks)
- Anbieterebene
 - Preisbildung und Produktbündelung etwa durch flexible Konfigurationen, dynamisches „Packaging“ oder „demand pooling“
 - Integration von Anwendungen und Prozessen um intelligente Kooperationen zu ermöglichen

Die angeführten technologischen Herausforderungen, z. B. Unterstützung bei der Informationssuche oder die notwendige Prozessintegration, unterstreichen die Notwendigkeit der semantischen Anreicherung (Annotation) von Information als auch Prozessen. Hier kann das Semantic Web und die damit verbundenen Technologien eine wesentliche (wenn nicht die) Hilfestellung leisten.

² Wir verwenden hier den englischen Begriff „Commodity“, um zu beschreiben, dass sich spezielle Güter bzw. Services zu normalen Gebrauchsartikeln entwickeln.

4 Interoperabilität im eTourismus am Beispiel „Harmonise“

Wie bereits angeführt kann man die Reise- und Tourismusindustrie als einen Vorreiter im e-commerce positionieren. Im Folgenden wird mit Harmonise eine Semantic Web Anwendung im Bereich der Interoperabilität präsentiert, die bereits in erfolgreicher praktischer Anwendung ist.

4.1 Kurzer Exkurs: e-tourism

Bereits in den 1960er Jahren entstanden in der Reiseindustrie sogenannte CRS/GDS-Systeme (Computerised Reservation Systems/Global Distribution Systems), die weltweit Informationen zu touristischen Angeboten lieferten und auch Transaktionen unterstützten. Sie waren die eigentliche Voraussetzung für das Entstehen des heutigen Massentourismus.

Abbildung 3 zeigt die Struktur der Reise- und Tourismusindustrie – mit der Anbieter- und Nachfragerseite sowie den einzelnen Zwischenhändlern.

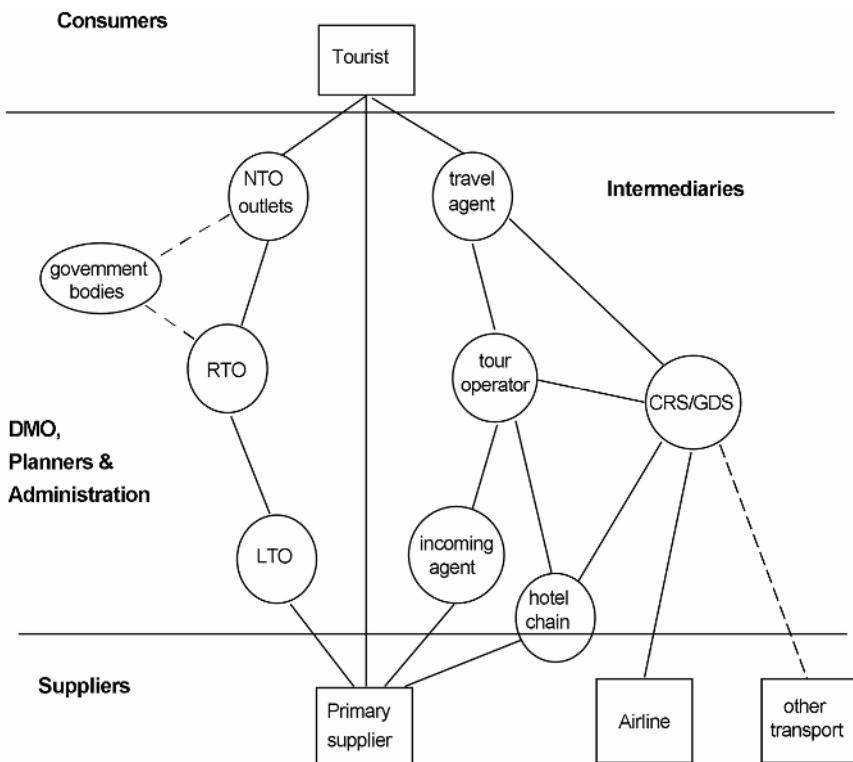


Abb. 3. Struktur des Reise- und Tourismusmarktes [11]

Die Verbindungen symbolisieren die Beziehungen zwischen den Teilnehmern und damit auch den Informationsfluss. Während die rechte Seite für die „professionelle“ Verbindung zwischen Angebot und Nachfrage steht („hier fließt Geld“), ist die linke Seite zuständig für Management, Planung und Branding einer Destination – DMOs (Destination Management Organisation), unterteilt in NTOs, RTOs, und LTOs (National, Regional und Local Tourism Organisation).

Das Tourismusgeschäft ist ein Informationsgeschäft, das Produkt kann als Serviceprodukt vor seiner Konsumation nicht „getestet“ werden. Es steht zum Zeitpunkt der Kaufentscheidung seitens des Konsumenten nur die Beschreibung zur Verfügung. Auch der Anbieter befindet sich in einer Situation der Unsicherheit bezüglich der Nachfragesituation und auch des Konsumentenverhaltens zum Zeitpunkt der Serviceerbringung (= Konsumtion). Damit ergibt sich eine Situation der beidseitigen Informationsassymmetrie, verbunden mit hohen Suchkosten. In dieser Situation spielt daher das Informationsmanagement eine große Rolle und erklärt damit die Bedeutung von Informationssystemen – daher auch des Internets mit seinen hohen Nutzungszahlen seitens der Anbieter und Nachfrager – in diesem Bereich [11].

Verglichen mit anderen Sektoren ist der Tourismus eine echte Cross-Sector Industrie, die eine Menge vernetzter Wirtschaftssektoren inkludiert, von Kultur, Sport bis zur Landwirtschaft. Insgesamt können über 30 verschiedene Wirtschaftszweige identifiziert werden, die mit dem Tourismus zusammenhängen [12]. Diese Branche ist extrem vernetzt und basiert auf einer weltweiten Kooperation von verschiedenen Anbietern. Zudem sind die überwiegende Zahl der Firmen KMUs (Klein- und mittlere Unternehmen). Aus einer IT-Perspektive betrachtet ist diese Industrie durch eine große Anzahl verschiedener Informationssysteme mit unterschiedlicher Zielsetzung, Technologie und Architektur charakterisiert. Dies führt naturgemäß zu Inkompabilitäten im Informationsaustausch zwischen den Teilnehmern und stellt damit eine große Barriere für den sich entfaltenden elektronischen Marktplatz dar.

4.2 Zielsetzung des Projektes Harmonise

Das EU Projekt Harmonise hat vor diesem Hintergrund das Ziel des weitgehenden automatisierten Informationsaustausches zwischen touristischen Informationssystemen. Das Semantic Web ermöglicht hier ein „Mediationsservice“ zwischen den einzelnen Teilnehmern [13]. Harmonise zielt dabei auf eine B2B-Integration auf der Ebene der Informationsschicht ab und inkludiert nicht die Interoperabilität auf der Geschäftsprozessebene (siehe Abb. 4).

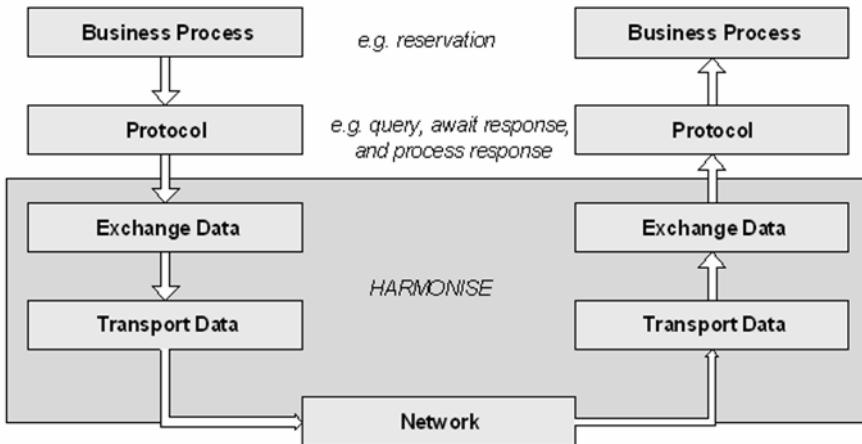


Abb. 4. Harmonise und die verschiedenen Geschäftsprozessebenen

Auf der Informationsebene kann das Problem durch das Fehlen von semantischer Information erfasst werden. Nachfolgend werden einige „Konflikte“ angeführt, die bei der Harmonisierung auftreten können:

- Unterschiedliche Bezeichnungen und Namen
- Unterschiedliche Wertebereiche
 - Maßeinheiten, wie z. B.: Grad Celsius, Fahrenheit
 - Detaillierung, wie Nähe zum Flughafen vs. Distanz zum Flughafen
- Unterschiedliche Abstraktionsebenen (Swimming Pool vs. Indoor/Outdoor Pool)
- Unterschiedliche Datenstrukturen (Eigener Typ oder Teil eines Typs, z. B. bei einer Adresse)

Harmonise positioniert sich als System, das mittels Mediation eine Integration ermöglicht und keine neuen Standards setzt [13]. Es setzt dabei strikt auf bereits im Tourismus vorhandene Standards auf (z. B. OTA der Open Travel Alliance). Zudem setzt es eine Repräsentation der Daten in XML voraus. Der Informationsaustausch soll ermöglicht werden, ohne dass Unternehmen ihre internen Datenstrukturen ändern müssen. Harmonise stellt ein Service bereit, mit dessen Hilfe den Teilnehmern die Integration in ein offenes Netzwerk ermöglicht und durch den Netzwerkeffekt eine Fülle von Informationen abrufbar wird. Dies stellt den sogenannten Harmonise Space dar (Abb. 5).

Anstatt nun alle Teilnehmer miteinander zu verbinden, stattet die Lösung diese mit einer Mediator-Schnittstelle aus, welche die Daten der Teilnehmer in den gemeinsamen, harmonisierten Raum übersetzt. Von dort werden die harmonisierten Daten in der anderen Richtung wieder über die

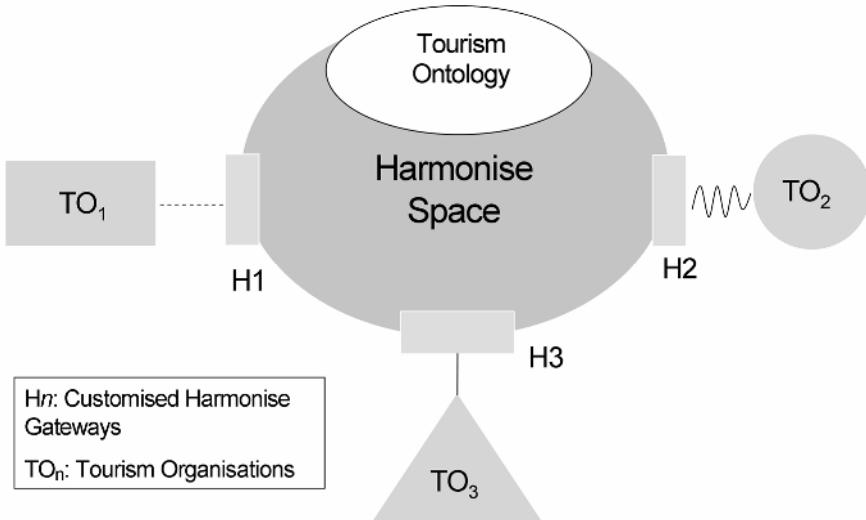


Abb. 5. Der „Harmonise Space“

Mediator-Schnittstelle den anderen Teilnehmern verfügbar gemacht. Alle Teilnehmer erhalten dadurch die Daten der Partner in ihrer eigenen Datenstruktur.

Damit ergeben sich Aufgabenstellungen auf unterschiedlichen Ebenen:

- *Organisatorisch*: Aufbau eines Konsortiums zum Management eines solchen Harmonise-Raumes, der neuen Teilnehmern den leichten Zugang ermöglicht und auf einen Netzwerkeffekt abzielt. Dies ist vor allem ein sozialer Prozess.
- *Ontologie*: Dies ist das eigentliche „Herzstück“, welches die gemeinsamen Konzepte enthält, die den Tourismusbereich abstrahierend beschreiben.
- *Technisch*: Entwicklung und Implementierung entsprechender Werkzeuge, die einerseits den Zugang zum harmonisierten Raum ermöglichen und andererseits die entsprechenden Austauschoperationen durchführen.

4.3 Organisatorischer Aspekt

Die zentrale organisatorische Komponente stellt das THN (Tourism Harmonisation Network) dar. Einerseits wird dort der Integrationsprozess der verschiedenen europäischen Standards vorangetrieben, andererseits bietet es auch ein Forum zur Diskussion rund um die Thematik der Interoperabilität. Das Ziel von THN ist es, einen Konsens zwischen den verschiedenen existierenden Kommunikationsprotokollen zu erreichen, anstatt einen

neuen Standard zu schaffen. Das ebenfalls von THN entwickelte Geschäftsmodell begünstigt den Eintritt von neuen Teilnehmern, um so für den benötigten Netzwerkeffekt zu sorgen. Die bis dato größte Aufgabe des THN war es, die allgemein von allen Partnern akzeptierte Ontologie für das gemeinsame konzeptionelle Verständnis der Tourismusindustrie zu entwickeln. Das THN-Konsortium umfasst bedeutende nationale als auch internationale Unternehmen/Organisationen aus dem kommerziellen als auch Non-Profit Bereich wie TourInFrance, SIGRT (Portugal), Finish Tourist Board, Spain Tourist Board, the WTO (World Tourism Organisation), IFITT (International Federation for IT and Tourism), OTA/TTI (Open Travel Alliance/Travel Technology Initiative), als auch eine Menge privater Firmen.

4.4 Ontologie

Eine Ontologie kann als ein abstraktes, von den Teilnehmern geteiltes, konzeptionelles Modell eines Ausschnitts der Realität verstanden werden. Dabei werden die relevanten Konzepte zusammen mit ihren Beziehungen definiert. Typische Konzepte für den Bereich Tourismus sind zum Beispiel Hotel, Hotelzimmer, Veranstaltung oder das Datum einer Veranstaltung. In Harmonise wurden in einer ersten Phase die Bereiche Unterkunft, Veranstaltungen sowie Freizeitangebote in einer Ontologie modelliert und definiert. Abbildung 6 zeigt die ontologische Darstellung des Konzepts „Event“.

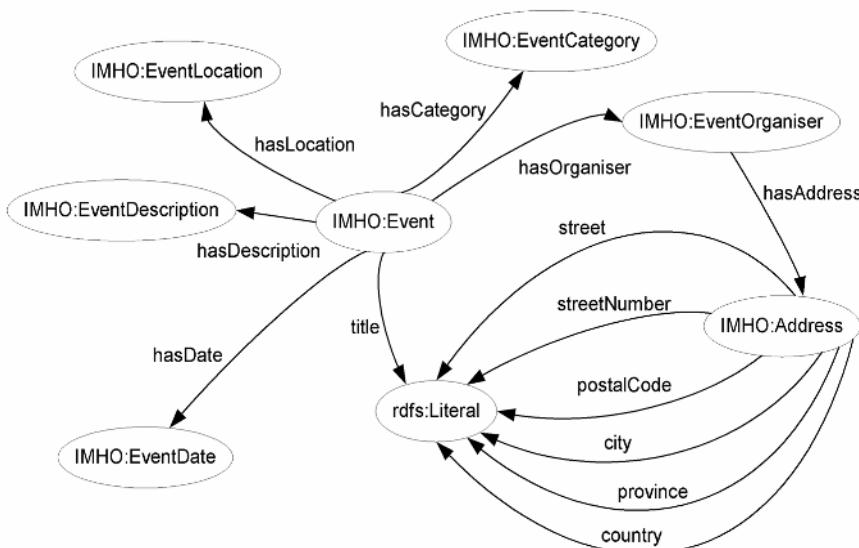


Abb. 6. Auszug aus der Ontologie für Harmonise

Die gemeinsam vom THN definierte Ontologie – IMHO (Interoperable Minimum Harmonisation Ontology) – dient als Referenzmodell für den Prozess des semantischen Mappings, um Daten im „Harmonise Space“ zu übersetzen. Es enthält genau so viele Konzepte der Tourismusindustrie wie notwendig sind, um aussagekräftige und sinnvolle Transformationen der Daten vornehmen zu können. Ausschlaggebend für die Aufnahme eines Konzepts ist seine Existenz in einer der relevanten, untersuchten Standards.

4.5 Technischer Aspekt

Der technische Aspekt von Harmonise wird durch die Harmonise-Plattform gebildet. Sie hat die Aufgaben: i) Verbindung der einzelnen Teilnehmer (dies ist mittels Web Services implementiert), ii) Mapping auf konzeptioneller Ebene (auf Ebene der Ontologie), und iii) Transformation der Instanzen zum Austausch zwischen den einzelnen Systemen [14]. Dies wird in Abb. 7 dargestellt. Die ontologische Darstellung ermöglicht nun die Trennung von semantischen und physischen Aspekten, und damit auch die Steuerung der Datentransformation durch die Abbildungsvorschriften auf konzeptioneller Ebene. Zuerst wird das Mapping auf konzeptioneller Ebene durchgeführt, danach erfolgt mit den dort so erhaltenen Abbildungsregeln die Transformation auf der Ebene der Informationsinstanzen.

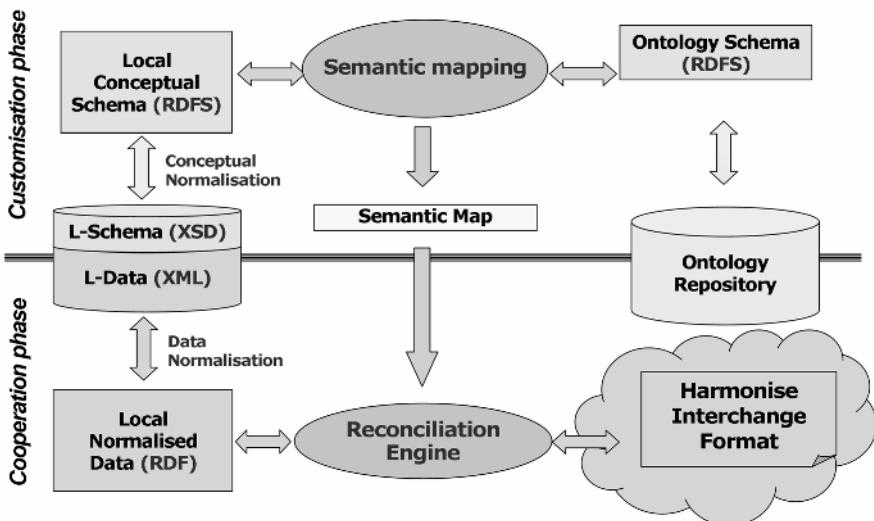


Abb. 7. Das Konzept von Harmonise: Datenaustausch und Informationsfluss

In Harmonise sind zwei Formen des Informationsaustausches zwischen Organisationen vorgesehen:

- *Einfacher Datenaustausch*: hier werden gesamte Informationsblöcke als Files übertragen, nachdem sie entsprechend übersetzt wurden.
- *Query by example*: dies ermöglicht dynamische Abfragen, wobei die anfragende Organisation (System) mittels eines Queries die Attribute (auf konzeptioneller Ebene) der zu erhaltenen Information genau spezifizieren kann.

Fazit

Das Projekt Harmonise wurde mit der ersten IMHO Version (Accommodation, Events, Activities) erfolgreich evaluiert [14]. In der Zwischenzeit wird es in mehreren Projekten erfolgreich angewendet, so zum Beispiel bei dem von der EU in Auftrag gegebenen europäischen Tourismusportal. Dieses Portal hat die „politische“ und auch ökonomische Aufgabe Europa als *eine* Destination im elektronischen Marktplatz zu repräsentieren. Dabei soll aber gleichzeitig die Autonomie der einzelnen teilnehmenden Organisationen (33 europäische nationale Tourismusorganisationen) erhalten bleiben. Dies wird durch die verwendete Semantic Web Technologie ermöglicht. Dieses Projekt als praktisches Beispiel ist ein Beweis, dass Semantic Web und auch Web Services einen wesentlichen Beitrag zur Beantwortung der angeführten Herausforderungen des sich rasch entwickelnden elektronischen Marktplatzes – auf der Ebene des intelligenten „Networkings“ und der Kooperation – liefern können.

Literatur

1. Alter, S., Ein-Dor, P., Markus, L. Scott, J., Vessey, I. (2001) Does the trend towards e-business call for changes in the fundamental concepts of Information Systems? A Debate. *Communications of AIS* 5, 2001.
2. Zwass, V. (1996) Electronic Commerce: Structures and Issues. *International Journal of Electronic Commerce* 1/1, 3–23.
3. Wigand, R. T. (1997) Electronic Commerce: Definition, Theory, and Context. *The Information Society* 13/1, 1–16.
4. Kalakota, R., Whinston, A. B. (1996) *Frontiers of Electronic Commerce*. Addison Wesley, Reading, 1996.
5. OECD 2001: Business-to-Consumer E-Commerce Statistics. OECD, Berlin, 2001,
6. Bartels, A. (2000) The difference between e-business and e-commerce. *Computerworld* Oct. 30, 2000.

7. El Sawy, O.(2001) Redesigning Enterprise Processes for e-Business. Irwin McGraw-Hill, Boston, 2001.
8. Shih, C.-F., Dedrick, J., Kraemer, K. (2005) Rule of Law and the International Diffusion of e-commerce. CACM 48/11.
9. Anckar B., Walden P. (2002) Self-booking of High and Low Complexity Travel Products: Exploratory Findings. IT&T, 4 / 3–4, 2002.
10. Vervest, P., van Heck, E., Preiss, K., Pau, L. (2005) Smart Business Networking. Springer Verlag, Heidelberg, 2005.
10. Werthner, H. and Klein, S. (1999) Information Technology and Tourism – A Challenging Relationship. Wien, New York: Springer Verlag, 1999.
11. Sheldon, Pauline J. (1997) Tourism Information Technology. Oxon, UK: CABI Publishing, 1997.
12. Missikoff, M. et al. (2003) Harmonise - Towards interoperability in the tourism domain, In Proceedings of the 10th International Conference on Information and Communication Technologies in Travel & Tourism. Helsinki, Finland. 2003, pp. 58–66.
13. Fodor, O. and Werthner, H. (2005) Harmonise – a Step towards an Interoperable e-Tourism Marketplace. *International Journal of Electronic Commerce*, 9/2.
14. Dell'Erba, M., Fodor, O., Höpken, O. and Werthner, H. (2005) Exploiting Semantic Web Technologies for Harmonizing e-markets. IT&T 7/4.
15. Marcussen, C. (2005) Trends in European Internet Distribution - of Travel and Tourism Services. In:
<http://www.crt.dk/uk/staff/chm/trends.htm>, aufgerufen am 10.01.2006
16. European e-business report (2004). In:
<http://www.ebusiness-watch.org/resources/documents/eBusiness-Report-2004.pdf>, aufgerufen am 10.01.2006

Web-Services und Geschäftsprozesse im Semantic Web

Hans-Georg Fill, Dimitris Karagiannis und Johannes Lischka

Institut für Knowledge und Business Engineering, Universität Wien, Österreich;
hans-georg.fill@univie.ac.at,
dk@dke.univie.ac.at,
johannes.lischka@dke.univie.ac.at

Zusammenfassung: Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die Zusammenhänge von Web-Services, Geschäftsprozessen und Semantic Web aus Sicht der Wirtschaftsinformatik. Ausgehend von wirtschaftsinformatischen Konzepten wird auf das Mediationspotential von semantischen Technologien, aktuelle Rahmenwerke zur Umsetzung und erste Ansätze für eine wirtschaftliche Betrachtung der aktuell diskutierten Technologien eingegangen. Anhand eines konkreten Fallbeispiels aus dem universitären Umfeld werden abschliessend die theoretischen Konzepte praktisch erläutert.

1 Einleitung

Web-Services – Geschäftsprozesse – Semantic Web: Drei technische Begriffe, zwei Technologien und ein konzeptueller Ansatz, die den Anspruch erheben, den ‚Business-to-Business‘ (B2B) Bereich in seiner bisherigen Form grundlegend zu verändern, zu flexibilisieren und intelligenter zu machen. Doch der Zusammenhang und die Interaktion dieser Techniken sind noch nicht vollständig geklärt und der Reifegrad ist ebenfalls unterschiedlich. Aussagen von Technologen zufolge ist es bereits möglich, dass Supply-Chains vollkommen automatisch ablaufen, Bestellungen automatisch durchgeführt werden und Kunden ein individuell gestaltetes Produkt auf Knopfdruck bekommen. Die Frage, die sich stellt, ist, warum es dann nicht eine Unzahl an Erfolgsstories gibt, die im Zusammenhang mit diesen Technologien genannt werden.

Die Autoren dieses Artikels geben eine Antwort aus einer ganzheitlichen Perspektive, aus der Sicht geschäftlicher und fachlicher Abläufe, die die

Anforderungen für eine technische Umsetzung bilden. Vor allem im deutschen Sprachraum und in Europa hat sich hier die Disziplin der ‚Wirtschaftsinformatik‘ zur Lösung ganzheitlicher wirtschaftlicher Probleme, die einer technologischen Umsetzung bedürfen, aus wissenschaftlicher und vor allem anwendungsbezogener Sicht herauskristallisiert.

Mit Hilfe klarer Vorgaben, einem strukturierten Vorgehensmodell und dem Einbezug aller Stakeholder zur Formulierung einer fachlichen Anforderung ist es mit den Methoden der Wirtschaftsinformatik möglich, eine technologische Lösung konzeptuell in Form von Modellen auszuarbeiten und im weiteren auch bedarfsgerecht umzusetzen. Ein solches ‚wirtschaftsinformatisches‘ Vorgehen ist heutzutage zur Zielerreichung wegen vieler Erfolgskomponenten wichtig: Unter anderem seien hier die Globalisierung, Mehrsprachigkeit, Würdigung gesetzlicher Rahmenbedingungen, flexibles Reagieren auf geänderte Umweltbedingungen, Automatisierung und nicht zuletzt die Zufriedenstellung aller beteiligten Personen und Kunden genannt.

Die Wirtschaftsinformatik bietet hierzu Konzepte wie Business und Software Engineering, Knowledge Management, IT Governance, strategische Managementwerkzeuge wie die Balanced Scorecard und das Geschäftsprozessmanagement. Rund um diese konzeptuellen Ansätze bieten konkrete Technologien wie Web-Services, das Semantic Web, das .NET Framework, die Java Architekturen und viele andere Lösungen die Werkzeuge zur tatsächlichen Implementierung.

Der Zusammenhang von Geschäftsprozessmanagement als Konzept zur Darstellung jeglicher fachlicher und technischer Inhalte und Web-Services beziehungsweise SemanticWeb ist somit deutlich: Modellierte fachliche Abläufe stellen die formale Basis für die Umsetzung durch Web-Services und Semantic Web Technologien dar. Beide Technologien zählen zu den Hoffnungsträgern der Informatik, die Probleme wie Interoperabilität, künstliche Intelligenz, Performance, sichere Transaktionen und Nachhaltigkeit bewältigen sollen. Zusammen mit Geschäftsprozessmanagement wird auch die technische Modellierung von IT Architekturen und die damit einhergehende Risikoabschätzung immer wichtiger, zusammengefasst unter dem Begriff *IT Governance* [2]. Ohne das Wissen über das technische Fundament lassen sich keine interoperablen Anwendungen gestalten.

Wirtschaftsinformatik mit Hilfe von Geschäftsprozessen und dem Wissen über die IT Architektur bilden somit die Klammer, die notwendig ist, um zwischen Fachlichkeit und Technologie zu vermitteln, weil die technologiezentrierten Ansätze Semantic Web und Web-Services transparenter für fachliche Anwendungen und einen betriebswirtschaftlichen Zusammenhang gemacht werden müssen. Im Moment ist es zum Beispiel nur schwer möglich, einen Nutzen oder Return on Investment einer solchen

technologischen Lösung klar festzustellen. Der Aufbau des Artikels entspricht dem Ablauf der eben geschilderten Zusammenhänge:

1. Präambel – Wirtschaftsinformatik, Semantik und neues Business: Was ist Wirtschaftsinformatik, was verstehen die Autoren unter Semantik in der Geschäftswelt, wie sehen Studien und die Literatur die Semantik im Allgemeinen?
2. Metamodellierung, Semantik, Serviceorientierung und IT Governance als Hebel zur Umsetzung: Wie wird die Geschäftslogik durch den Einsatz semantischer Systeme nachhaltig verändert? Wie hängen Konzepte des Semantic Web mit der Disziplin der Wirtschaftsinformatik zusammen? Welches Mediationspotential steckt in semantischen Systemen?
3. Betriebswirtschaftlicher Nutzen von Web-Services und Geschäftsprozessen im Semantic Web: Welche Chancen bieten Web Services im Geschäftsalltag schon heute? Welche Geschäftsszenarien sind für den Einsatz von Web Services geeignet? Anhand welcher Studien werden Nutzenpotentiale von Web Services dokumentiert?
4. Fallbeispiel – Lernen in komplexen Organisationen: Wie sehen die Rahmenbedingungen in einer komplexen Organisation in bezug auf Lernprozesse aus? Welchen Beitrag leisten Ontologien in Lernsituationen? Wie funktionieren Learning Management Systeme auf Basis semantischer Technologien?

2 Präambel – Wirtschaftsinformatik, Semantik und neues Business

Die Disziplin Wirtschaftsinformatik setzt sich mit den Problemen und Lösungen auseinander, die an der Schwelle der fachlichen Ausgangslage zur technischen Lösung entstehen. Typischerweise werden vier grundlegende Bausteine in einem unternehmerischen Kontext identifiziert, die je nach Ausprägung zu einer IT Umsetzung führen, wie in Abb. 1 zu sehen ist. Es ist zu beachten, dass diese Bausteine ein lebendiges Gefüge bilden und bei einer Änderung an einem Baustein auch in der Gesamtheit Änderungen implizit wirksam werden (z. B. Umstellung des Geschäfts auf elektronische Geschäftsprozesse). Rundherum gewährleistet ein Vorgehensmodell wie etwa das BPMS Paradigma [1] den logischen und nachvollziehbaren Ablauf der durchzuführenden Aktionen.

Um den entsprechenden Erfolg zu gewährleisten, bedarf es einer guten Dokumentation und der konzeptuellen Modellierung dieser Zusammenhänge. In diesem Kontext stellen visuell-basierte Ansätze eine Möglichkeit dar, diese Anforderungen zu erfüllen: Die oft komplexen Zusammenhänge zwischen dem Produkt, der IT, den Geschäftsprozessen und der Organisation

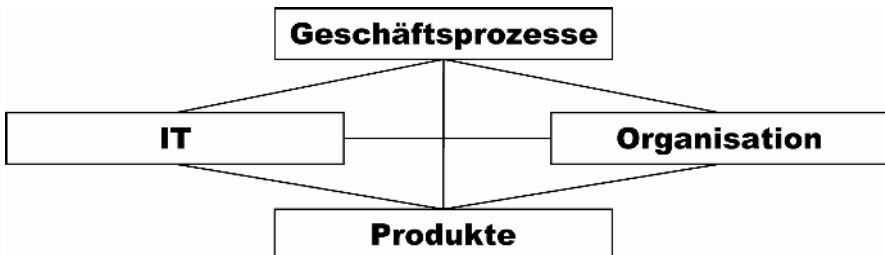


Abb. 1. Vier Bausteine zur Erstellung eines Produkts

werden semiformal mit Hilfe von (grafischen) Modellierungsmethoden auf Basis einer flexiblen Metamodellierung¹ abgebildet. In gewissem Sinne bestimmt ein Metamodell somit auch das Schema oder die Semantik eines Unternehmens. Aus der Sicht der Autoren ist Semantik in einem geschäftlichen Kontext die Festlegung von Sinn und Bedeutung von Begriffen, wobei die Grundidee des Semantic Web in der Vermeidung von lexikalischen Ambiguitäten durch Ontologien und damit in einer Erhöhung der Informationsqualität gesehen wird². In der Wirtschaftsinformatik kommen hauptsächlich denotationale (beschreibende) und operationale Semantiken (Definition von Durchführungsvorschriften) zum Einsatz, um etwa Unternehmensmodelle nicht nur auf syntaktische Richtigkeit sondern auch auf semantische Konsistenz und Ausführbarkeit überprüfen zu können. Damit wird eine gemeinsame und eindeutige, weil formal festgelegte, Sprache erreicht.

Die Unternehmensmodellierung wurde von Seite der Praxis lange Zeit mit zusätzlichem Aufwand in Zusammenhang gebracht, doch erlangte sie in Zeiten der Serviceorientierung (vgl. das Zachman Framework [4]) und den (gesetzlichen) Forderungen nach einer Dokumentation der Abläufe zur Risikoeinschätzung einen neuen Stellenwert. Sind diese Modelle einmal explizit (z. B. in XML oder RDF) beschrieben, ist der Grundstein für eine folgende (automatische) Operationalisierung durch Web-Services oder Semantic Web gelegt: Das sogenannte Organizational Memory ist flexibel und kann ‚on-Demand‘, d. h. je nach aktuellem fachlichen und technischen Bedarf, an neue Gegebenheiten angepasst werden.

Mit der Unternehmensmodellierung als Grundlage können alle beteiligten Gruppen und Rollen in den Prozess der Softwareerstellung und IT-Verwaltung mit eingebunden werden und rasch deren Zusammenhänge begreifen, die gleichzeitig in geeignetem Maße automatisch ablaufen können. Wirtschaftsinformatiker sind in diesem Zusammenhang jene Fachexperten, die sich hauptsächlich mit der Erstellung, Vermittlung und Übersetzung der

¹ Ein Metamodell definiert die Klassen und Relationen einer Modellierungssprache (z.B. EPKS, LOVEM und ADONIS/BPMN). Zur weiteren Diskussion siehe [3].

² Siehe dazu auch den Beitrag von Beier in diesem Band.

erwähnten Modelle und Metamodelle auseinandersetzen müssen. Die eben beschriebene Bedeutung der IT als Hebel für fachliche Umsetzungen und die Bedeutung der Disziplin Wirtschaftsinformatik machen es gerade heute wichtig, der Informationstechnologie und der IT Governance einen höheren Stellenwert zuzuweisen.

Ähnlich wie auf dem Gebiet der Architektur oder der technischen Wissenschaften (z. B. der Automobilindustrie), ist es auch in der IT notwendig, nachvollziehbar und allgemein verständlich zu werden: Die IT muss zur Ingenieursdisziplin werden, in der Fachexperten und Techniker mit gleichem Verständnis über ‚technische Landkarten‘ diskutieren können (z. B. Web-Services unter AXIS 1.1 laufen nicht notwendigerweise unter AXIS 1.2³, daher muss die IT Architektur einem Entwickler bekannt sowie die sich daraus ergebenden Auswirkungen für den fachlichen Anwender verständlich sein).

Ingenieursdisziplin IT und Geschäftsprozesse als Basis der fachlichen Problembeschreibung sind heute unabdingbare Werkzeuge, um Projekte in die Tat umzusetzen (siehe dazu auch die schematische Darstellung in Abb. 2), wobei die erwähnte Risikobetrachtung und Visualisierung der Zusammenhänge in der IT eine immer größere Rolle spielen wird, um auf Basis von Technologien wie Web-Services und Semantic Web Lösungen

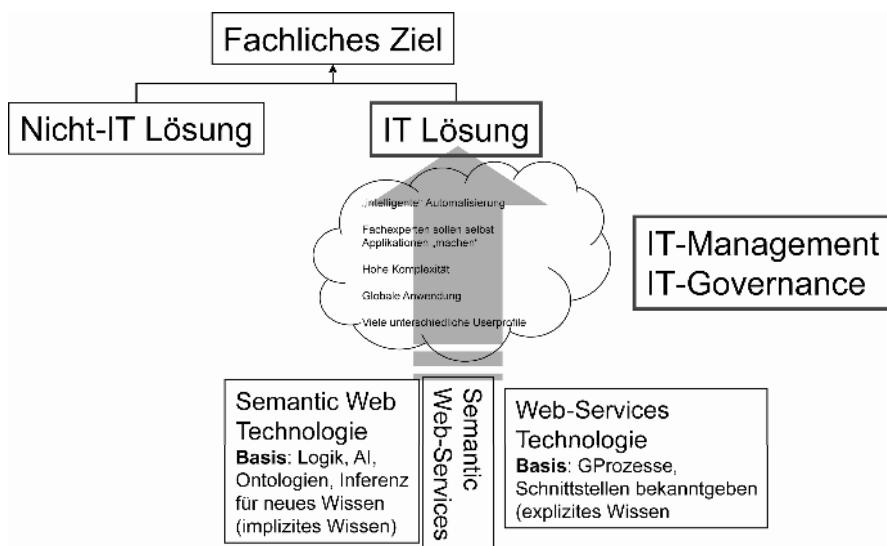


Abb. 2. Umsetzung durch Semantic Web und Web-Services

³ Apache eXtensible Interaction System (AXIS) ist eine Web-Services Erweiterung für die Apache Webserver Umgebung.

zu implementieren. In diesem Zusammenhang spricht man heute auch wieder vermehrt von Serviceorientierung und Service-orientierter Architektur (SOA). Studien und Vergleiche von Technologien hierzu können in einer Web-Services Studie des Instituts für Knowledge und Business Engineering der Universität Wien [5] und in einem Vortrag der Semantic Web School [6] nachgelesen werden.

Letztgenannter Vortrag zeigt, dass die Evaluierung oder ein betriebswirtschaftlicher Zusammenhang von Semantic Web heute noch schwer nachzuweisen ist. In der Folge wird daher nicht nur das Semantic Web, sondern auch auf die Service-orientierte Architektur, Web-Services und IT Management eingegangen. Es soll aber noch einmal betont werden, dass die genannten Technologien Werkzeuge sind, die Interoperabilität, Sicherheit und Umsetzung gesetzlicher Rahmenwerke in den Vordergrund stellen, die Erreichung des fachlichen Ziels benötigt aber den Einbezug dieser Werkzeuge in einen größeren Kontext wie IT Management oder Geschäftsprozessmanagement. Die Forschungsdisziplin ‚Wirtschaftsinformatik‘ ist derjenige Bereich, der für all diese Aufgaben konzeptuelle und technische Lösungen erarbeitet.

3 Metamodellierung, Semantik, Serviceorientierung und IT Governance als Hebel zur Umsetzung

Ausgangspunkt dieses Abschnitts ist die Disziplin Geschäftsprozessmodellierung als ein Werkzeug der Wirtschaftsinformatik, die als ‚Semantik-Bereitsteller‘ in einem betriebswirtschaftlichen Zusammenhang gesehen werden kann.

Die Semantik in einem Geschäftsszenario ist aus vielerlei Hinsicht notwendig:

- Das allgemeine Verständnis beteiligter Personen wird gefördert.
- Die Formalisierung der Geschäftsprozesse wird ermöglicht.
- Komplexere Szenarien unter Einbezug anderer Abteilungen oder fremder Unternehmen werden planbar.
- Potentiale und Schwachstellen können unmittelbar erkannt werden.
- Serviceorientierung wird als neues Architekturparadigma zugrunde gelegt (die Wichtigkeit der Serviceorientierung wird nicht zuletzt durch zahlreiche Artikel und Bücher unterstrichen, beispielhaft soll hier das Workflow Handbook 2005 [7] genannt werden, in dem dieses Konzept klar im Vordergrund steht).
- Das formale semantische Modell ist Ausgangspunkt für teilweise Automatisierung (siehe [8]).

Neue Anforderungen haben bereits Pioniere der Wirtschaftsinformatik dazu veranlasst (vgl. [9] und [10]), (radikales) Umdenken zu propagieren. Nicht alle Lösungen sind in jeder Situation anwendbar, jedoch sind traditionelle Wirtschaftsmodelle der Arbeitsteilung und einhergehenden Spezialisierung in ihrer bisherigen Form nicht mehr aktuell: Der Kunde, international verteilte Prozesse und sich rasch ändernde Produkte stehen im Vordergrund, monolithische, hochgradig kontrollierte und statische Prozesse gehören der Vergangenheit an.

Serviceorientierung, Prozessbasierung und Semantic Web-Services mit gleichzeitiger Berücksichtigung von wirtschaftlichen Kennzahlen – Stichwörter Service Kontrolle und Sicherheit – und gesetzlichen Rahmenbedingungen – Stichwörter BASEL II, SOX⁴, Datenschutz, ITIL und Cobit⁵ – stellen die von der Wirtschaftsinformatik bereitgestellten Lösungsansätze dar (siehe [11] und [12]).

Die zunehmende Komplexität, die Globalisierung und gesetzliche Rahmenbedingungen, die nachvollziehbar dokumentiert werden müssen, machen einen Top-Down Ansatz unabdingbar. Abbildung 3 zeigt ein solches Vorgehen und beleuchtet die Blackboxwolke aus Abb. 2 im Detail, mit Fokus auf nicht technisch greifbare Anforderungen.

Ein Blick in die nähere Zukunft verspricht noch einen weiteren Vorteil: Modularisierung, semantische Services, Sicherheit und eine prozessorientierte Geschäftslandschaft wird eine konventionelle Programmierung obsolet machen und eine visuelle ‚Aneinanderreihung‘ von Services aus Service-Repositories ermöglichen: ‚Weg vom Codieren‘ ist die Forderung [13]. Die Frage der ‚Intelligenz‘ in diesem Zusammenhang wird eine der zentralen Fragen an die Technologien werden; sind die aneinander gereihten Services logisch möglich oder mit menschlichen Vertrauensgrundsätzen oder ethischen Fragestellungen vereinbar? Das ist eine Frage, die ein Wirtschaftsinformatiker mit Hilfe von konzeptueller Modellierung, Geschäftsprozessmanagement und Serviceorientierung in Zusammenhang mit den Technologien Semantic Web und Web-Services beantworten kann.

Je modularer Geschäftsprozesse bereits vorhanden sind, desto serviceorientierter kann auch die Umsetzung über Unternehmens- und Technologiegrenzen hinweg sein. In diesem Zusammenhang soll die globale On-Demand Strategie von IBM genannt werden, die auf Flexibilität und

⁴ Insbesondere für börsennotierte Unternehmen sind, ausgelöst durch Skandale wie Enron und Worldcom, detaillierte Aufzeichnungen zur Risikoabschätzung von zunehmender Bedeutung. BASEL II (Eigenkapital- und Dokumentationsvorschriften im Finanzdienstleistungsbereich) und der Sarbanes-Oxley-Act (SOX) in den USA sind bereits jetzt bzw. in naher Zukunft rechtlich bindend.

⁵ ITIL und Cobit sind Rahmenwerke und Best-Practice Prozessbibliotheken zum Management und Betrieb von IT Infrastrukturen speziell für IT-Dienstleister.

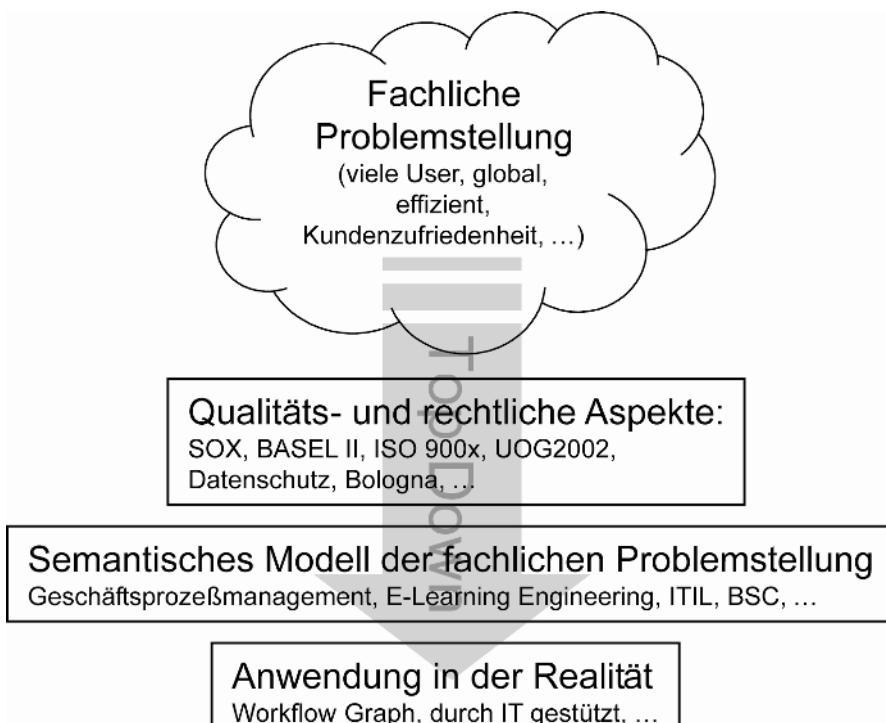


Abb. 3. Top-Down Ansatz

wachsende Kundenorientierung abzielt, aber auch Produkte, die den Konsumenten in die neuen Technologien wissentlich oder wie durch eine Blackbox direkt betreffen werden:

- Microsoft Vista/Longhorn (RDF ähnliches Datenmodell; [23])
- Microsoft Office (Unterstützung von XML Schema, Smarttags und Web-Services Einbindungsmöglichkeit; [24])
- Mozilla Plattform (RDF als Syntaxformat; [25])
- Oracle 10g (Unterstützung des RDF Datenmodells und OWL; [26])
- SemanticWeb Toolkit Jena von HP [27]

4 Betriebswirtschaftlicher Nutzen von Web-Services und Geschäftsprozessen im Semantic Web

Dieser Abschnitt geht einen Schritt weiter und setzt sich eingehend mit der Technologiefrage auseinander: Welche Technologien existieren zur Realisierung von Service-orientierten Architekturen, wie sind sie einzusetzen,

welche Änderungen kommen auf das Unternehmen und den Benutzer zu und wie ist der Stand der Entwicklung? Genauso wie im vorigen Abschnitt bei wirtschaftsinformatischen Fragestellungen geht es auch beim Semantic Web und den Web-Services darum, die Unternehmensmodelle so explizit darzustellen, dass sie mit Services integriert werden können. Hier lassen sich aber bereits die Defizite erkennen: Mit Hilfe einer Web-Services Studie des Instituts für Knowledge und Business Engineering der Universität Wien [5] konnte gezeigt werden, dass auf Technologieebene einerseits noch keine Standardisierung vorhanden ist und andererseits ein Bottom-Up Ansatz vorherrscht (siehe Abb. 4). Dieses Modell ist ein Versuch, ein wenig Struktur in die Vielzahl der vorhandenen Technologien zu bringen, ein tatsächliches Referenzmodell ist aber noch nicht in Sicht [14] (weitere Ansätze für Teilbereiche lassen sich leicht in Suchmaschinen finden, z. B. W3C Web-Services Stack, IBM Web-Services Conceptual Architecture, SOA nach OASIS, SOA bei webservices.org, SOA bei Sun Microsystems, etc.).

Vor allem im Bereich der Workflow Choreographierung, Transaktionsverarbeitung und Sicherheit fehlen standardisierte Ansätze, die ein klagloses B2B Szenario bisher verhindern. Die erfolgversprechenden Ansätze, die hier zu nennen sind, sind ITIL, COBIT, ebXML, WSMO, OWL-S und WSBPEL. Sie stellen erfolgversprechende Versuche dar, Klarheit und Transparenz in den Technologiedschungel zu bringen, um unternehmensübergreifende Services sicher und schnell durchführen zu können.

In diesem Zusammenhang ist auch eine weitere Studie zu nennen, die von Soreon [15] durchgeführt wurde. Diese Studie versucht auf Basis eines

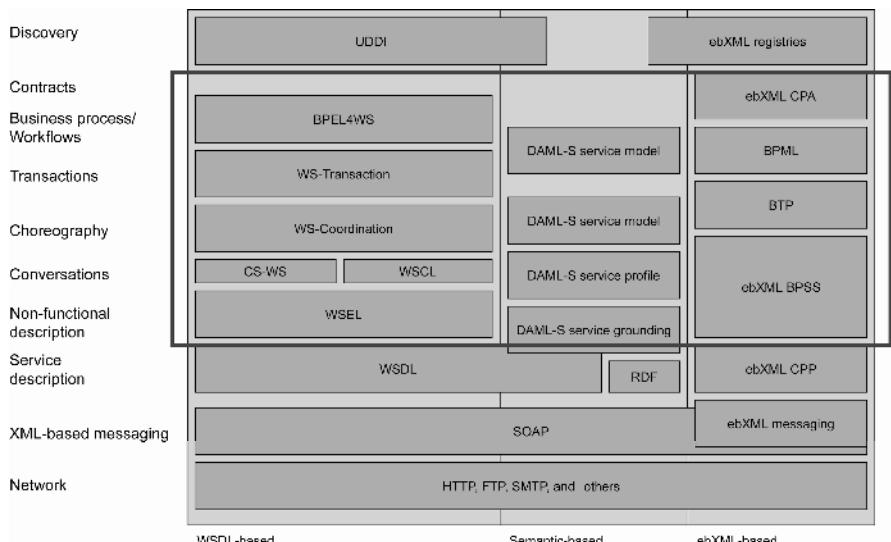


Abb. 4. Ergebnisse der Studie: Fehlende Standards im Business Bereich

eigenen Return on Investment Modells verschiedene Szenarien in zwei Zuständen – bisheriger Zustand vs. Verbesserungen durch den Einsatz von Web-Services – zu vergleichen. Die sehr geeigneten Szenarien müssen allerdings als Einzelfall gesehen werden und vorsichtig auf die eigene Situation umgelegt werden, jedoch wird gezeigt, dass Web-Services als Technologie schon heute eine ‚monetäre‘ Berechtigung haben.

Der Trend (siehe [16] oder [17]) zeigt jedoch eindeutig, dass das Paradigma ‚Serviceorientierung‘ die Wirtschaftsinformatiker in der nächsten Zeit immer mehr beschäftigen wird, und zwar im Detail die Frage, wie Konzepte mit Technologien als Werkzeug mit möglichst wenig Risiko und hoher Effizienz eingesetzt werden können, um Missbrauch bei Unternehmen wirksam vorzubeugen.

5 Fallbeispiel – Lernen in komplexen Organisationen

Um die Relevanz und Notwendigkeit der gezeigten Konzepte in der Wirtschaftsinformatik in Hinblick auf Geschäftsprozessmanagement, der IT Governance als Disziplin im Bereich E-Government/E-Learning, der Serviceorientierung als technologisches Paradigma und Semantic Web und Web-Services als Werkzeuge zu zeigen, soll das Umfeld der Universität Wien als Szenario herangezogen werden.

Universitäten sind per se ein heterogenes Umfeld: Es treffen unterschiedliche Disziplinen und Experten aufeinander, zugleich besteht aber die Forderung nach Integration auf technischer und technologischer, sowie gesetzlicher Ebene. Flexibilität, Interoperabilität, Transparenz und Service Level sind in einem akademischen Umfeld somit quasi ‚Pflichtanforderungen‘. Die Universität Wien als eine der größten Universitäten Europas mit nunmehr 17 Fakultäten und Zentren ist damit ein Paradebeispiel. Vorweg soll darauf hingewiesen werden, dass die politischen, gesellschaftlichen, nationalen und internationalen Entwicklungen im Bildungsbereich (z. B. der Bologna [18] und der Lissabon Prozess⁶ [19] der EU) speziell danach verlangen, oben genannte Forderungen zu erfüllen. Es wird nicht darauf eingegangen, ob diese Entwicklungen in ihrer Gesamtheit qualitativ gut oder schlecht sind, und ob Studenten wirkliche ‚Kunden‘ und die Universitäten ‚Dienstleister‘ im wirtschaftlichen Sinne sind. Tatsache bleibt, dass in Österreich die Universitäten mit dem Universitätsgesetz 2002 [20] praktisch wie Unternehmen geführt werden müssen. Trotzdem ist das Bildungswesen eben aufgrund der komplexen Anforderungen und Verflechtungen beispielgebend für andere Anwendungsfälle in der Industrie.

⁶ Siehe dazu den Beitrag von Wohlkinger u. Pellegrini in diesem Band.

Die Universität Wien mit zirka 50000 Studierenden und über 5000 Mitarbeitern hat eine besonders schwere Aufgabe zu meistern: Unterschiedlichste Fachexperten sollen mit Hilfe von IT-gestütztem Lernen mehr Effizienz in die fachlichen Abläufe der Universität bringen und so den mächtigen Verwaltungsapparat schlanker machen.

Es gilt daher einerseits, Konzepte des Geschäftsprozessmanagements auf konzeptueller Ebene einzuführen, um die Transparenz zu erhöhen. Andererseits ergeben sich daraus in weiterer Folge Controllingansätze und technologische Lösungen. Die Universität Wien hat in dem kleinen Bereich der Lehre bereits organisatorisch und mit dem Pilotprojekt ‚Neue Medien in der Lehre‘ Wege vorgezeigt, wie Lösungen aussehen können. In mehreren Phasen wurden bereits zwei technische Plattformen evaluiert und im Pilotbetrieb getestet. In der aktuellen Phase seit September 2004 wurden insgesamt 372 Lehrveranstaltungen (ca. 3% des gesamten Lehrangebots) über die universitätsweite Lernplattform abgehalten, wobei 7.600–15.666 Studierende (11–20% der gesamten Studierenden) registriert waren.

Parallel zu diesen bottom-up basierten Pilotprojekten hat das Institut für Knowledge und Business Engineering, dem die Autoren angehören, eine Top-Down Vision entwickelt, die den Ausführungen in diesem Artikel entspricht. Es geht um eine Instanzierung des in Abbildung 1 gezeigten Modells, also ein Paradigmenwechsel von funktionalen Strukturen hin zu prozessorientierten Abläufen, um den gesetzlichen und den anderen erwähnten Forderungen Rechnung zu tragen. Es ist anzumerken, dass die folgenden Ausführungen ausschließlich auf Projektergebnissen beruhen und noch keinen Einfluss auf die gesamte Universität genommen haben. Solche Änderungen werden erst in einigen Jahren tatsächlich umgesetzt werden können.

Das Modell des Instituts für Knowledge und Business Engineering sieht vor allem Lehrende in einer ersten Phase als Erfolgsträger von E-Learning Projekten [21], da sie ein zentraler Bestandteil einer Universität sind, mit deren Bereitschaft der Erfolg steht oder fällt. Es ist ein Modell, das aus dem Wissensmanagement entlehnt ist und sieht Wissensträger (Lehrende) und Wissensempfänger (Studierende) als Hauptakteure, wobei der Wissensfluss (Lehren und Lernen) an den modellierten Lernszenarien den serviceorientierten Hebel ansetzt.

Abbildung 5 zeigt die Modellierungsmethode eduWEAVER – die gemeinsame ‚Sprache‘ und Semantik zwischen den Vertretern der Universität, also die Modelle der in der Präambel erläuterten Unternehmensmodellierung – die im Rahmen des bm:bwk geförderten Projekts eduBITE [22] konzipiert wurde. Sie hilft Content-Bereitstellern auf einfache und visuelle Weise, komplexe Lehrszenarien abzubilden und aus einem reichen Content Pool Inhalte auszuwählen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Modelle alle Einflussfaktoren – technische, organisatorische und vor allem

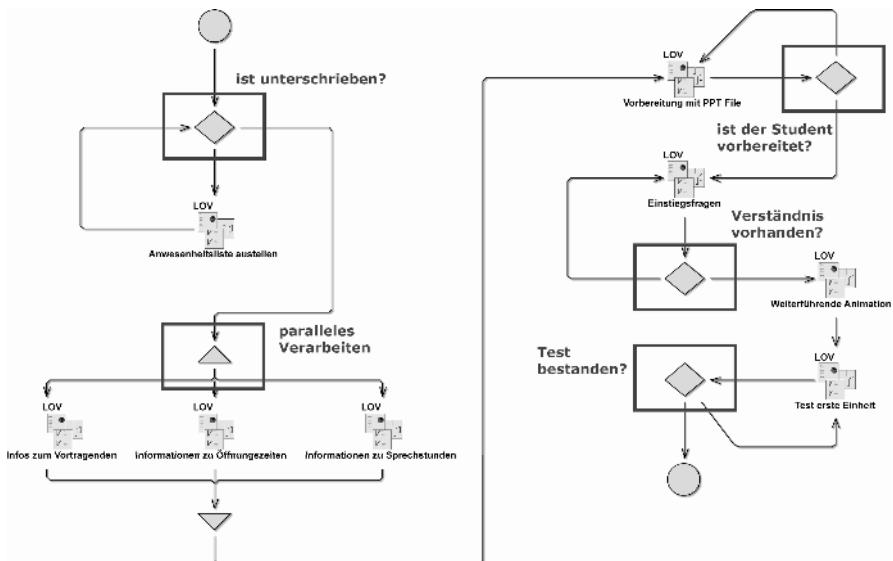


Abb. 5. Modellierungsansatz eduWEAVER

didaktische – beinhalten soll. Des weiteren sollen nicht nur lineare Prozesse abgebildet werden, sondern auch wie in Abbildung 5 dargestellte komplexe, da sonst das Potential einer Serviceorientierung nie ausgeschöpft werden kann.

Im Moment lassen sich aus solchen Modellen XML Dokumente erstellen, die in Lernmanagementsysteme übertragen werden können; zukünftig sollen auch SemanticWeb und Web-Services Technologien eingesetzt werden. Basierend auf diesen Modellen, die das Know-how der Lehrenden darstellt, ist man einerseits technologieunabhängig, gleichzeitig aber auch im Service- und prozessorientierten Paradigma, das weitere Vorteile vor allem hinsichtlich betriebswirtschaftlicher Evaluation bietet. Ein Auszug aus diesen positiven ‚Abfallprodukten‘ ist:

- Lehrprozesse könnten auf quantitativen Grundsätzen (z. B. Kostenbasis) simuliert werden, um Entscheidern bessere Informationen bereitstellen zu können – eine derzeit besonders wichtige Frage.
- Lehrende haben die Möglichkeit, Lehrszenarien in ‚Skins‘ unterschiedlich aussehen zu lassen bzw. die Inhalte an die Benutzergruppen anzupassen (z. B. derselbe Inhalt kann für die Universität X und für den Gastvortrag an der Institution Y verwendet werden; ein wichtiger Aspekt wird in Zukunft eine gender-gerechte Darstellung sein). Ein weiteres Skin könnte ein automatisch generiertes kommentiertes Vorlesungsverzeichnis sein, das on-demand in Print- oder in HTML Form dargestellt werden kann.

- Die Unterstützung von Lehrenden durch den eduWEAVER Know-how Pool ist umso interessanter, je mehr auch bisherige Inhalte und Folien automatisch integriert und somit automatisch in Lernobjekte umgewandelt werden können. Dieser Vorgang wurde von den Autoren ‚Backloading‘ getauft und entspricht der ‚Digitalisierung‘ von Dokumenten, wie man es etwa von Versicherungen kennt. Es existiert bereits ein Prototyp, der aus gewöhnlichen MS Powerpoint Folien eduWEAVER Modelle erstellt, die in weiterer Folge ohne Probleme auf unterschiedliche Benutzergruppen angepasst („ge-skinnt“) werden können.

Fazit und Ausblick

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in Unternehmen in Zukunft die Vermittlung zwischen fachlichen Anforderungen und technischen Möglichkeiten einen großen Stellenwert einnehmen wird. Eine zentrale Rolle wird dabei der modellgestützten Abbildung von Strategien, Prozessen, Akteuren und Services zukommen, um einerseits Klarheit und Transparenz für das Management als auch für externe Stakeholder zu gewährleisten und gleichzeitig die Grundlage zur Erfüllung rechtlicher Anforderungen bereitzustellen.

Aus technischer Sicht kommen derzeit als Basis der Nachrichtenübermittlung zu einem Großteil die Technologien des World-Wide-Web zum Einsatz (TCP/IP Protokoll, Datenformate wie HTML und XML, Grafikformate wie JPEG, GIF oder SVG). Die derzeitigen und zukünftigen Standards des Semantic Web (RDF, RDFS, OWL, etc.) bieten das Potential, die Maschinen-Maschinen Kommunikation semantisch exakt zu definieren und so unter anderem die Basis für die automatische Abarbeitung von Prozessen sowie die Überprüfung von komplexen semantischen Zusammenhängen bereitzustellen.

Nach den bisherigen, hauptsächlich bottom-up getriebenen Ansätzen erscheint die Zusammenführung mit bereits vorhandenen top-down Rahmenwerken notwendig, um die neuen technischen Möglichkeiten in Einklang mit den wirtschaftlichen Anforderungen zu bringen und auf deren Basis weiterzuentwickeln. Wie die Zukunft aussieht ist ungewiss, es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Art der Technologien und deren Einsatz sehr stark von den zukünftigen wirtschaftlichen und rechtlichen Anforderungen abhängen wird.

Literatur

1. Dimitris Karagiannis, Stefan Junginger, Robert Strobl: Introduction to Business Process Management Systems Concepts. Springer, Berlin. 1996.
2. A Min Tjoa, Dimitris Karagiannis: IT Governance - Definition, Standards & Zertifizierung. OCG Journal, Ausgabe 4/2005.
3. Harald Kühn: Methodenintegration im Business Engineering. Dissertation an der Universität Wien, Hauptbibliothek. 2004.
4. J. A. Zachman: A framework for information systems architecture.
<http://domino.research.ibm.com/tchjr/journalindex.nsf/e90fc5d047e64ebf8525%206bc80066919c/d9d379f60c3859fd85256bfa00685bd7?OpenDocument>. Juli 2005.
5. Department of Knowledge Engineering: DKE Web-Services Study Winter Term 2003/2004. http://www.dke.univie.ac.at/semanticweb/history/ws0304/resources/se_kfksewat_ws0304.pdf. Juli 2005.
6. Tassilo Pellegrini: Semantic Web Roll Out im internationalen Vergleich.
http://www.semantic-web.at/file_upload/Tassilo%20Pellegrini_tmpphplzere9.pdf. Juli 2005.
7. Layna Fisher (ed.): Workflow Handbook 2005. Future Strategies Inc., Lighthouse Point, FL. 2005.
8. Leo Obrst: Ontologies and the Semantic Web for Semantic Interoperability.
<http://www.topquadrant.com/documents/sept8egov2004/Leo%20Obrst%20OntologiesSemanticWebSemInteropSICOP909.ppt>. Juli 2005
9. Michael Hammer, James Champy: Reengineering the Corporation. Harper Business Essentials, NY. 2003.
10. James Rumbaugh: Changing Business and Software.
http://wit.tuwien.ac.at/events/rumbaugh/folien_rumbaugh.pdf. July 2005.
11. Joram Borenstein, Joshua Fox: Enterprise Semantics: Aligning Service-Oriented Architecture with the Business. <http://webservices.sys-con.com/read/79276.htm>. Juli 2005.
12. Capgemini: Studie IT Trends 2005.
http://www.at.capgemini.com/servlet/PB/show/1556864/Capgemini_IT-Trends2005.pdf. Juli 2005.
13. Weiler: Weg vom reinen Codieren. Computerzeitung 20. 2005.
14. Computerwelt: Referenzmodell in Planung. Computerwelt 20. 2005.
15. Soreon: Kosten senken mit Web-Services. 2005.
16. Kishore Channabasavaiah, Kerrie Holley, Edward M. Tuggle: The Case for Developing a Service Oriented Architecture.
<http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-migratesoa/>. Juli 2005.
17. John Derrick: Accelerating Web Services and XML.
<http://www.webservices.org/index.php/ws/content/view/full/3777>. Juli 2005.
18. bm:bwk: Europäischer Hochschulraum – Der Bologna Prozess.
<http://www.bmbwk.gv.at/europa/bp/index.xml>. Juli 2005.
19. bm:bwk: Barcelona/Lissabon - Prozess.
<http://www.bmbwk.gv.at/europa/blp/index.xml>. Juli 2005.
20. bm:bwk: Bundesgesetz über die Organisation der Universitäten und ihre Studien (Universitätsgesetz 2002).
http://www.bmbwk.gv.at/universitaeten/recht/ge setze/ug02/Universitaetsgesetz_2002_inh.xml. Juli 2005.

21. Johannes Lischka: Semantic-based E-Learning Framework. Dissertation an der Universität Wien, Hauptbibliothek. 2005.
22. eduBITE Konsortium: eduBITE – das Projekt. <http://edubite.dke.univie.ac.at/>. Juli 2005.
23. Jon Udell: Questions about Longhorn, part 2: WinFS and semantics.
<http://weblog.infoworld.com/udell/2004/06/07.html>. Dezember 2005.
24. Microsoft: Office XP and Web Services.
<http://www.microsoft.com/office/previous/xp/webservices/default.asp>. Dezember 2005.
25. Mozilla: Resource Description Framework (RDF).
<http://www.mozilla.org/rdf/doc/>. Dezember 2005.
26. Oracle: Semantic Technologies Center.
http://www.oracle.com/technology/tech/semantic_technologies/index.html. Dezember 2005.
27. HP: HP Labs Semantic Web Research. <http://www.hpl.hp.com/semweb/>. Dezember 2005.

Anwendungen und Good Practices Semantischer Technologien

Jürgen Angele, Eddie Mönch, Andreas Nierlich, Heiko Rudat
und Hans-Peter Schnurr

ontoprise GmbH, Karlsruhe, Deutschland;
{angele, moench, nierlich, rudat, schnurr}@ontoprise.de

Zusammenfassung: In folgendem Beitrag werden die Möglichkeiten von semantischen Technologien im Einsatz innerhalb konkreter Anwendungen aufgezeigt. Die Einsatzbereiche umfassen semantische Suchsysteme, die das Auffinden von Dokumenten und Datenbank-Informationen unterstützen, Lösungen zur semantischen Integration von verteilten Datenquellen bis hin zu semantischen Ratgeberlösungen. Anhand zweier Praxisbeispiele werden die eingesetzten Technologien illustriert. Das erste Beispiel zeigt den Einsatz eines ontologiebasierten Systems zur Suche und Integration von Dokumenten und Daten in einem großen deutschen Telekommunikationsunternehmen. Dabei werden verschiedene Quellen – z. B. ein DMS System und ein Intranet – integriert und in diesen mit Hilfe von Ontologien übergreifend nach Inhalten gesucht. Das zweite Industrieprojekt zeigt den Einsatz eines semantischen Ratgebersystems zur Unterstützung des Kundenservice bei einem Roboterhersteller. Hierbei wird neben dem verwendeten Problemlösungsverfahren auch die Integration von strukturierten Quellen aufgezeigt. Semantische Technologien haben die Forschungslabors verlassen und werden nutzenstiftend in Industrieprojekten eingesetzt. Diese zentrale Aussage des Beitrages wird durch vertiefte Erläuterungen der eingesetzten Methoden und Darstellungen der verwendeten Werkzeuge erweitert.

1 Einleitung

Ob Sie in der Entwicklung, im Service, im Marketing oder im Vertrieb arbeiten, ob Sie als Fachkraft ständig neue Aufgaben bewältigen oder sich als Geschäftsführer erfolgreich dem Wettbewerb stellen: Sie benötigen ständig aktuelle und relevante Informationen. Es müssen immer mehr Entscheidungen in immer kürzeren Zyklen getroffen werden. Informationen gibt es ausreichend, in Unternehmen, im Austausch zwischen Unternehmen und im Internet. Das Problem dabei ist, dass es zu viele Informationen gibt.

Die Kunst besteht darin, relevante Informationen für jedermann einfach nutzbar zu machen. Um dem gerecht zu werden, müssen IT-Systeme flexibler werden, sie müssen die Anforderungen der Anwender besser „verstehen“ und sie müssen diese schneller und besser unterstützen. Um einen einfachen und breiten Zugang zu der komplexen und stetig steigenden Menge an Wissen zu erhalten, bieten sich semantische Technologien an.

Wir sehen, dass der Einsatz dieser Technologie Unternehmen aller Branchen dabei unterstützen kann Entwicklungs-, Service- und Vertriebsprozesse so zu gestalten, dass dadurch die Effizienz gesteigert und die Qualität erhöht werden kann. Unsere Kundenprojekte in der Automobilindustrie, im Maschinenbau, im öffentlichen Sektor und in der Telekommunikationsindustrie zeigen uns klar auf, welches Automatisierungs-Potenzial für die Wirtschaft in semantischen Technologien steckt: Um wettbewerbsfähig zu sein, müssen Unternehmen ständig schneller und günstiger entwickeln, die Qualität in der Entwicklung und im Service erhöhen sowie die Effizienz im Vertrieb steigern. Ontologien als Ausprägung semantischer Beschreibungssprachen sind auf dem Weg, die Geschäftssprache der Zukunft zu werden. Sie schlagen eine Brücke zwischen Menschen und Computern, zwischen Prozessen und Wissen sowie zwischen IT-Experten und Fachabteilungen und ermöglichen dadurch die gewünschten Synergie-Effekte.

Im Folgenden werden zwei Best Practices der Anwendung semantischer Technologien dargestellt. Das erste Beispiel beschreibt den Einsatz semantischer Suche zur Vertriebsunterstützung bei einem Telekommunikationsunternehmen. Das zweite Beispiel erläutert die Wirkungsweise eines semantischen Ratgebersystems im Einsatz beim Kundendienst eines Roboterherstellers. Abschließend wird die aktuelle und zukünftige Bandbreite der Einsatzgebiete semantischer Technologien kurz zusammengefasst.

2 Semantische Suche zur Vertriebsunterstützung

Jedes Unternehmen verfügt über enorme Ressourcen an gesammeltem Know-how. Verbunden mit den Fähigkeiten der Mitarbeiter sind diese Ressourcen der wichtigste Aktivposten – nämlich die Basis für Erfolg und Wachstum. Die Herausforderung besteht darin, diese Ressourcen jederzeit für die tägliche Arbeit nutzbar zu machen. Vor allem deswegen, weil diese oftmals bereits verfügbar, für Mitarbeiter aber nicht einfach zugänglich sind. In wissensintensiven Unternehmen verbringen Mitarbeiter zu viel Zeit mit Informationsrecherche. 51% der Mitarbeiter verwenden darauf mehr als zwei Stunden pro Tag, das sind zehn Stunden in der Woche. Dabei ist erfahrungsgemäß nur etwa jede fünfte Suche erfolgreich. Zudem werden schätzungsweise 80% aller Entscheidungen auf der Basis unstrukturierter Informationen getroffen.

Seit Jahren sprechen wir von der steigenden Menge an Informationen, welche es Mitarbeitern immer schwerer macht, ihre Arbeit effizient zu erledigen und adäquate Entscheidungsunterstützung zu erhalten. Nicht nur im Internet nehmen die Informationen zu¹, auch innerhalb der Unternehmen steigt die Menge an verfügbaren Informationen dramatisch. Die Menge unstrukturierter Informationen verdoppelt sich alle 3–6 Monate, deren Anteil in Unternehmen beträgt mittlerweile über 70%. Warum ist es für Anwender so schwer, die richtigen Informationen zu finden und wie kann man dieses immense Optimierungspotenzial nutzen? Erfahrungen zeigen, dass ein Großteil der Probleme drei Fragestellungen zugeordnet werden kann:

- Die Anwender wissen nicht, wo sie relevante Informationen suchen können, da diese auf viele verschiedene Anwendungen verteilt sind.
- Anwender sind beim Stellen adäquater Anfragen in der Regel überfordert.
- Bei der Suche erhält man zu viele Ergebnisse, in denen der Anwender die relevante Information nicht entdecken kann.

Wir wollen aufzeigen, inwiefern der Einsatz einer semantischen Suche helfen kann, diese Probleme zu minimieren. Eine semantische Suche kann durch Ontologien Verbesserungen erzielen, indem diese

- durch inhaltliche Integration einen einheitlichen Zugriff auf verteilte Quellen ermöglicht,
- durch das Einbinden von Hintergrundwissen den Anwender bei der Suche unterstützt und ihm dabei hilft, seine Suchanfragen zu verbessern sowie
- die Ergebnisse durch Knowledge Retrieval Techniken optimiert, damit die relevantesten Treffer an erster Stelle stehen.

Diese Punkte werden wir im Folgenden näher erläutern.

2.1 Ontologie-basierte Integration verteilter Quellen

Das erste Problem ist, dass der Anwender in den meisten Fällen gar nicht weiß, in welchen Quellen er die relevanten Informationen erhält, also, wo er suchen muss. Eine erste Anlaufstelle für die Suche ist der Fileserver, auf dem in einfachen Ordnerstrukturen Dateien gespeichert werden können. Da eine klassische Ordnerstruktur nur eine Dimension – die Unterordner bzw. is-a-Relation im Ontologie-Jargon – und keine Mehrfachvererbung darstellen kann, ergeben sich fast zwangsläufig zahlreiche Unstimmigkeiten und Redundanzen. Als weitere Quelle steht in den meisten Firmen ein Intranet zur Verfügung, in dem meist redaktionell aufgearbeitete Inhalte angeboten

¹ Siehe dazu den Beitrag von Granitzer in diesem Band.

werden. Dazu gesellen sich Dokumentenmanagement-Systeme, Datenbanken, ERP-, CRM-Anwendungen sowie das Intra- und Internet als scheinbar unerschöpfliche Informationsquelle.

Bei der Netzwerkeinheit eines deutschen Telekommunikationsanbieters waren wesentliche Informationen zur Angebotserstellung in einem DMS-System, einem Intranet, in verschiedenen Datenbanken sowie auf dem Fileserver verteilt.

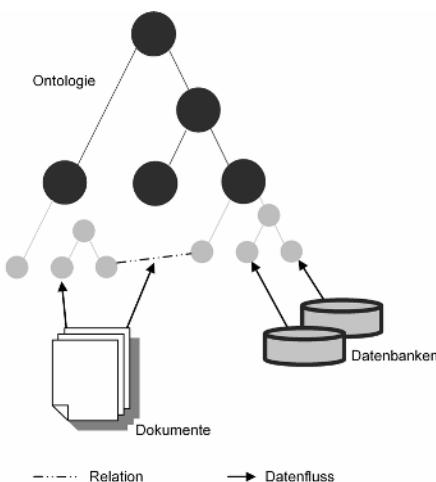


Abb. 1. Die Ontologie als Integrations-Mediator

Da eine Ontologie die Semantik einer bestimmten Anwendungsdomäne repräsentiert, ist die Terminologie der Domäne durch die Konzepte der Ontologie gegeben. Diese Terminologie beinhaltet auch Synonyme und andere lexikalische Einträge. Konzepte sind durch Beziehungen (Relationen) verbunden und durch Attribute detailliert beschrieben. Sie stehen in einer Unter-/Oberkonzeptbeziehung (is-a-Relation). Komplexe Beziehungen zwischen Konzepten, deren Relationen und Attributen sind durch Regeln darstellbar. Ontologien sind somit gut zur Navigation geeignet. Der Nutzer kann über Unterkonzepte verfeinern, über Oberkonzepte generalisieren, über verlinkte Konzepte zu verwandten Konzepten gelangen und ein detailliertes Verständnis von Konzepten über die Attribute erlangen. Auf der anderen Seite stellt eine Ontologie eine integrative Sicht auf unterschiedliche heterogene Datenquellen unterschiedlichen Typs dar. Strukturierte Daten aus Datenquellen wie Relationalen Datenbanken, Excel o. ä. Anwendungen bilden die konkreten Inhalte von Konzepten, deren Attribute und Relationen. Über statistische Methoden, linguistische Verfahren und Textanalyse können selbst unstrukturierte Informationen, wie reine Texte,

die konkreten Inhalte für eine Ontologie liefern. Dabei stellen die Metadaten wie z. B. Autor oder Kategorie solcher textlicher Information wiederum strukturierte Information dar.

2.2 Unterstützung des Anwenders durch die Ontologie

Ein zentrales Problem des *Information Retrieval* (IR) ist der Entwurf einer effizienten Interaktion. Das IR beschäftigt sich traditionell hauptsächlich mit dem Prozess der Repräsentation von Texten und Anfragen und des Vergleichs dieser Repräsentationen. Obwohl dieses Problem sicherlich noch immer von großer Bedeutung ist, wird der Interaktivität des Suchprozesses heute eine größere Bedeutung zugeschrieben. Darüber hinaus wurde bereits 1980 das *Anomalous State of Knowledge* (ASK) Problem beschrieben, das besagt, dass ein Benutzer mit einem Informationsproblem dieses nicht genau artikulieren kann, da ihm die genauen Kenntnisse zum Problem fehlen. Die fehlende Terminologie verursacht dann auch das Unvermögen, sein Bedürfnis einem Informationsvermittlungssystem mitteilen zu können [1]. Der Nutzer hat beim so genannten *Informationsbedürfnis* das Problem, die die Suche beeinflussenden Faktoren der affektiven, kognitiven und situationsbedingten Dimension in einer Suchanfrage auszudrücken [11]. Damit sind die meisten Anwender schlicht überfordert. Der Vorteil des File-Servers – die einfache Bedienbarkeit – ist auf der anderen Seite auch sein Problem. So ist z. B. die rein hierarchische Zuordnung zu den Ordnerm oftmals nicht eindeutig. Soll man ein Dokument zeitlich (Erstellungsjahr), inhaltlich (Angebot, Projektbericht, ...) oder thematisch (Branche, Kunde, Technologie) einordnen? Mischformen in der Struktur sind nur sehr schwer und mit erheblichem Aufwand umsetzbar.

Volltextsuchen greifen in den meisten Fällen im IR zu kurz, da der Anwender in keiner Weise dabei unterstützt wird, wie er suchen kann, welche Begriffe er am besten verwendet, und er hat keine Möglichkeit der Navigation. Anwender geben im Schnitt 1,4 Begriffe pro Suchanfrage ein. Am Beispiel durchgeführt sehen wir, warum:

»Wo finde ich eine Angebotskalkulation über den Aufbau eines Funknetzes bei einem Pharma-Unternehmen?«

Wird die Suche nach den Stichwörtern „Angebot“ oder „Kalkulation“ mit hoher Wahrscheinlichkeit beispielsweise über eine Klassifikation zu Ergebnissen führen, so wird die Suche nach dem Begriff „Pharma-Unternehmen“ mit der gleichen Wahrscheinlichkeit zu keinem Ergebnis führen.

Die semantische Suche nutzt das Know-how des Unternehmens zur Erweiterung der Suchanfrage beispielsweise um die Begriffe „Bayer, Merck etc.“. Zudem wird die Suche nach dem Begriff „Funknetz“ eine Reihe von Ergebnissen liefern, jedoch keine zu interessanten Projekten, in denen von WAN, WLAN, W-LAN oder gar von „Wireless LAN“ gesprochen wird.

Diese Zusammenhänge werden durch Ontologien automatisch berücksichtigt, d. h. es werden die richtigen Informationen gefunden, ohne dass der Anwender genau wissen muss, wonach er sucht. Das Ergebnis: Die Mitarbeiter erhalten eine bessere Entscheidungsunterstützung und können deutlich effizienter arbeiten.

Die Inhalte der Ontologie kommen dabei aus der Integration von CRM-Systemen, Branchenontologien und einer individuellen Domänenmodellierung. Die Zusammenhänge über Synonyme oder Homonyme werden ebenso in der Ontologie hinterlegt und können bei Bedarf automatisch über vorhandene Lexika erweitert werden.

2.3 Ontologie-basiertes Knowledge Retrieval

Eine Suche in einer Ontologie nutzt den semantischen Kontext, den die Ontologie über die Konzepte, Relationen, Attribute und Regeln definiert um treffsichere Ergebnisse in den angeschlossenen Datenquellen zu erzielen.

In der Applikation stellt sich der Prozess der semantischen Suche wie folgt dar:

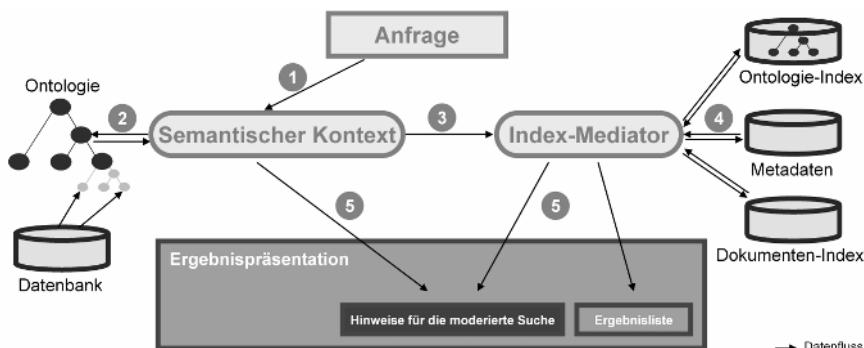


Abb. 2. Prozess der semantischen Suche zur Verwirklichung des Knowledge Retrieval

Nach der Anfrage des Benutzers (1) wird der semantische Kontext (2) ermittelt. Der Kontext ergibt sich dabei aus allen Treffern im Wissensmodell – der Ontologie – unter Berücksichtigung der externen Repräsentationen der Entitäten (z. B. Sprachen) und deren Synonyme. Bei der Kontextermittlung wird darüber hinaus eine automatische Tippfehlerkorrektur angewandt, die bei der Frage nach „Rauter“ die Suchanfrage zum Beispiel automatisch in „Router“ wandelt, oder dies durch Rückfrage „meinten Sie Router“ dem Benutzer überlässt (5).

Nach der Ermittlung des Kontextes sammelt der Index-Mediator unter Einbeziehung aller angeschlossenen Suchquellen, die Ergebnisse zur

Kontext-erweiterten Anfrage ein. Dabei wird zwischen folgenden Kategorien unterschieden:

- *Ontologie-Index*: Die Suche in einem Ontologie-Index setzt eine semi-automatische Verschlagwortung (Annotation) der Dokumente voraus. Dieser Schritt wird von statistischen (zum Beispiel für die Ermittlung von relevanten Termen) und linguistischen Verfahren (zum Beispiel Named Entity Recognition, Informationsextraktion) unterstützt. Darüber hinaus können somit auch Terme mit den Dokumenten verknüpft werden, die nicht zwangsläufig im Text vorkommen. Darüber hinaus wird für die Ontologie-Index Suche ein Ranking eingesetzt, das durch Regeln individuell an die Bedürfnisse des Kunden angepasst werden kann und deshalb die beste Qualität der Index-Suchen liefert.
- *Metadaten*: Die Suche in Metadaten ergibt sich durch die Integration von strukturierten Quellen wie Datenbanken mit der Ontologie, dem so genannten *Mapping*². Die Auswertung von Regeln liefert dabei implizites Wissen hinzu, Wissen also, das aus bestehendem Wissen ableitbar ist, jedoch nicht explizit vorhanden war.
- *Dokumenten-Index*: Die Suche in Dokumenten verwendet den semantischen Kontext um die ursprüngliche Anfrage um Synonyme, Unter- und Oberkonzepte und definierte Relationen zu erweitern und die Qualität der Treffer zu optimieren [10].

Im nächsten Abschnitt werden diese Verfahren anhand eines Praxisbeispiels erläutert.

2.4 Praxisbeispiel SemanticMiner®

Das Telekommunikationsunternehmen fährt einen hybriden Ansatz. Für die reine Dokumentensuche wird eine automatische Verschlagwortung (Volltextindex) in Kombination mit den Ergebnissen des Ontologie-Index – der annotierten Wissensbibliotheks-Dokumente – genutzt.

Nach dem Abschicken der Suche wird im Domänenmodell nach einem passenden Eintrag zur Anfrage gesucht (vgl. Abb. 3). Dabei werden sowohl der Name der Entität, als auch die Synonyme der Entitäten berücksichtigt. Zusätzlich findet noch eine Tippfehlerkorrektur nach einem skalierten Edit-Distanz-Verfahren auf Jaro Basis [7 8] – allgemein beschrieben in Cohen [4] und Chapman [3] – statt. Skaliert haben wir das Verfahren aufgrund der Tatsache benannt, dass der Abstandswert zweier Terme unabhängig von der Länge der Terme ist. Das heißt, das Distanzmaß liefert bei einem Tippfehler von z. B. einem falschen (wie in Abb. 3) oder ausgelassenen Buchstaben einen konstanten Wert unabhängig von der Länge des Terms.

² Zum Thema Mapping siehe auch den Beitrag von Ehrig u. Studer in diesem Band.

Einfache Suche

The screenshot shows a search interface with tabs for 'Dokumente' and 'Bibliotheken'. The search field contains 'Rauter' with a radio button selected for 'grob'. Below the search field are three radio buttons: 'grob', 'ähnlich', and 'genau'. To the right is a 'suchen' button and links for 'erweiterte Suche | Hilfe'.

Meinten Sie: Router**Abb. 3.** Tippfehlerkorrektur im SemanticMiner® des Kunden

Abbildung 4 veranschaulicht die Erweiterung der Suche:

Einfache Suche

The screenshot shows a search interface with tabs for 'Dokumente' and 'Bibliotheken'. The search field contains 'WLAN' with a radio button selected for 'grob'. Below the search field are three radio buttons: 'grob', 'ähnlich', and 'genau'. To the right is a 'suchen' button and links for 'erweiterte Suche | Hilfe'.

Wissensbrowser

Alternative Einstiege in die Begriffshierarchie
Begriff > Fachwissen > Technologie > Netz > LAN > WLAN

Begriffsverfeinerung

- 54MBit Wireless
- Wireless Bridge

Synonyme

W-LAN, Wireless LAN, Wireless Local Area Network

Begriffserklärung

Abkürzung für englisch Wireless Local Area Network, lokales Netzwerk von Computern, die nach der Norm IEEE 802-11 kabellos per Funk miteinander verbunden sind.

Treffer 1 bis 10 von 312**Ergebnisseiten: 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | >**1. WLAN Security

Wireless-LAN Security / LANCOM Systems GmbH / Ulrich Marburger / September 2002 / LANCOM Systems GmbH / Wireless-LAN Security / LANCOM Systems GmbH ... How can you improve security and privacy in a wireless LAN? ... How can you improve security and privacy in a wireless LAN? ... WLAN bridge
<http://Intra.netpro.de/servlet/PB/show/1022208/>

Letzte Änderung am 2004-02-06

Abb. 4. Dokumentensuche im SemanticMiner®

Die Erweiterung der Suche basiert dabei auf – unter der Voraussetzung, dass Treffer im Domänenmodell gefunden werden – der Ver-Oderung der eingegebenen Terme. Die Eingabe beispielsweise von

Term1 Term2 -Term3

führt zu

$$(Term1 \vee \text{Synonym11} \vee \text{Synonym12} \vee \dots) \wedge (Term2 \vee \text{Synonym12} \vee \text{Synonym13}) \wedge \neg (Term3 \vee \text{Synonym31} \vee \text{Synonym32} \vee \dots)$$

Für den Bereich der Wissensbibliotheken wird neben der kumulierten Suche in den Dokumenten des Ontologie-Index (die Anpassungsregel für die Suche ermittelt für die Treffer eines Ordners hier die Summe der Treffer seiner Dokumente und der Dokumente seiner Unterordner usw.) – nach einer Prüfung und weiterer Annotation durch einen Redakteur – auch in den Metadaten der Bibliotheks-Ordner, die in einem CMS-System hinterlegt sind, gesucht. Beispiele solcher Metadaten sind Vertriebskanal, Region des Projekts, etc. (vgl. Abb. 5).

Schon durch sehr einfache Regeln, die Regional-Informationen ausnutzen, wie die Zuordnung von Städten oder Regionen zu Vertriebsregionen (in Abb. 5 beispielsweise „NL Südwest“), kann dadurch ein Mehrwert erzeugt werden.

Erweiterte Suche

Treffer 1 bis 10 von 16

Ergebnisseiten: 1 | 2 | >

1. [Consulting: 40012367 Flughafen München](#)

WLAN Implementierung

Projektleiter:

Vertriebskanal:

Branche: Transport

Region: NL Süd

Projektklasse: D

Kundenname:

Kundennummer: 0

TDN-Nr: 00000000

Jahr: 2001

Abb. 5. Erweiterte Suche inkl. Metadatenfilterung (Kategorien) genannt

3 Ratgebersystem für den Kundenservice

Das im Folgenden dargestellte Beispiel zeigt den Einsatz eines semantischen Ratgebersystems zur Unterstützung des Kundendienstes eines Roboterherstellers. Die Optimierung von Kundendiensteinsätzen ist für viele Hersteller von komplexen Investitionsgütern ein essentieller Prozess. Semantische Technologien können hier helfen, die Fehlerdiagnose am Telefon durch Rückfragen vom System zu verbessern oder den Fehler ganz zu beseitigen, Servicetechniker einzuarbeiten, sie besser auf ihren Einsatz vorzubereiten und sie vor Ort bei der Lösung von Problemen zu unterstützen. Für Roboter, die z. B. bei der Produktion von Automobilen eingesetzt werden, muss eine extrem hohe Verfügbarkeit gewährleistet werden. Dies wurde beim betreffenden Roboterhersteller bislang nur unzureichend durch sehr einfache Methoden wie Kommunikation über eMail, durch die Pflege einer einfachen Fehlerdatenbank u.ä. gelöst. Dies reichte allerdings durch das starke Wachstum des Unternehmens, durch die hohe Innovationsgeschwindigkeit, durch die zunehmende Breite der Kundenbasis und durch die Vielfalt der unterschiedlichen Anwendungen nicht mehr aus. Die Anwendungen reichen dabei von Punktschweißen im Automobilbau, über Schutzgassschweißen bis hin zum Warten von Achterbahnen in Vergnügungsparks. Diese breite Produktpalette führte zu einer hohen Zahl möglicher Fehlervarianten und potentiellen Lösungswegen. Gleichzeitig wuchs durch das starke Kundenwachstum bedingt auch die Anzahl der Servicetechniker sehr stark und als Folge davon sank das verfügbare Erfahrungswissen zur Lösung von Problemen.

Technologische Basis des eingeführten Systems sind Ontologien zur Abbildung der komplexen Zusammenhänge zwischen Roboterkomponenten und deren Anwendungen, zum Zugriff und zur Integration vorhandener Informationsquellen, zur Dokumentensuche und zur Fehlerbewertung. Zudem wird die Methode zur Suche nach Problemlösungen selbst durch eine Ontologie beschrieben. Die konkrete Anwendung ist webbasiert und setzt auf die semantische Ebene auf. Somit ergeben sich drei Ebenen in der Systemarchitektur: bestehende Informationsquellen, semantische Ebene mit Ontologien für das Anwendungsgebiet und schließlich die User-Interface Ebene. Im Folgenden werden diese unterschiedlichen Teile und die Verbindungen dazwischen detaillierter beschrieben.

3.1 Domänenwissen

Zu Beginn des Projektes wurde in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Roboterherstellers eine Ontologie erstellt, die die Konzepte aus dem Bereich der Robotertechnologie und Wirkzusammenhänge bei Störmeldungen abbildet. Wichtig war hierbei eine für die Mitarbeiter verständliche

Terminologie und Strukturierung zu erreichen, um eine eigenständige Wartbarkeit nach Projektabschluss zu gewährleisten. Die Basismodellierung erfolgte aufgrund von Kompetenzfragen und verschiedenen Workshops mit erfahrenen Service-Technikern, die später das System im operativen Einsatz als Redakteure betreuen sollen. In den anfänglichen Kompetenzfragen haben die Mitarbeiter gezielt Fragen formuliert, die das System später beantworten können musste. Für die anschließende Basismodellierung wurden die wichtigsten Konzepte identifiziert und deren Zusammenhänge beschrieben. Außerdem wurden beispielhaft einige Instanzen dieser Konzepte modelliert.

Abbildung 6 zeigt eine webbasierte Visualisierung der Ontologie. Die C-Label bezeichnen Konzepte. Einrückungen sind dann jeweils Unterkonzepte. Somit gibt es für Roboter die Spezialisierungen „Hohe Traglast“, „Mittlere Traglast“, „Niedrige Traglast“, „Schwerlast“ und „Sonderbauformen“. Die K-Label bezeichnen Unterteile eines Bauteils. So ist die „Achse 1“ ein Unterteil des „Hohe Traglast“-Roboters. V-Label sind Relationen und bedeuten „verbunden mit“. Die „Achse 1“ ist verbunden mit dem „Grundgestell“.

Darüber hinaus wurden von den Redakteuren die Fehler, deren Folgefehler und mögliche Lösungen modelliert. Regeln in der Ontologie

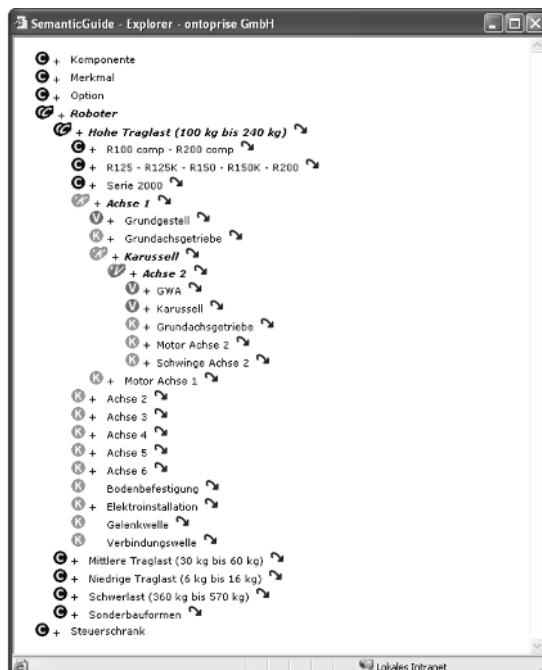


Abb. 6. Domänenontologie

beschreiben z. B. wann bestimmte Fehler ein- bzw. ausgeschlossen werden können:

Wenn ein Fehler X an einem bestimmten Bauteil auftritt und der aktuelle Roboter dieses Bauteil nicht besitzt, kann der Fehler und damit alle Folgefehler ausgeschlossen werden, wenn die Folgefehler nicht auch noch andere Ursachen haben.

Wenn ein Fehler X einen bestimmten Softwarestand betrifft und der aktuelle Roboter mit dem neueren Softwarestand läuft, dann kann der Fehler X und alle Folgefehler ausgeschlossen werden.

3.2 Problemlösungswissen

Um das System möglichst generisch und damit adaptierbar an andere Domänen zu konzipieren, wurde die Methode zur Suche einer geeigneten Lösung unabhängig vom Domänenwissen modelliert. Hierbei war insbesondere die Anforderung wichtig, dass nach dem Vorschlag einer Menge möglicher Lösungen, das System differenzierende Fragen stellen kann, um die Lösungsmenge weiter einzuschränken. Vorlagen bildeten dabei generische Problemlösungsmethoden, wie sie in der Forschung in den 1990er Jahren intensiv diskutiert wurden [9]. In unserem Fall wurde eine vereinfachte Variante der Problemlösungsmethode *Cover-and-Differentiate* [6] modelliert, weil sie für das vorliegende Problem und die vorliegenden Anforderungen am meisten geeignet war. *Cover-and-Differentiate* ist die Problemlösungsmethode, die im Expertensystem Mole [5] angewandt wurde. *Cover-and-Differentiate* ist geeignet für überdeckende Klassifikationsprobleme, deren Lösung eine Untermenge aus einer Menge vordefinierter Lösungen ist.

Diese Methode stellt ein Suchverfahren in einem gerichteten azyklischen Graphen dar. Die Knoten des Graphen sind die Zustände. Eine Kante von dem Zustand s1 zum Zustand s2 beschreibt, dass s2 eine Ursache für den Zustand s1 ist. Zusätzliches Wissen, sog. differenzierendes Wissen erlaubt Zustände zu qualifizieren bzw. zu disqualifizieren und damit zwischen verschiedenen Lösungen zu differenzieren. Zwei wesentliche Grundprinzipien werden durch diese Problemlösungsmethode realisiert:

- Das *Exhaustivitätsprinzip* besagt, dass jedes auftretende Symptom wenigstens durch eine Ursache abgedeckt sein muss. Deshalb darf ein Zustand nicht aus der weiteren Betrachtung entfernt werden, wenn er die einzige Ursache für ein beobachtetes Symptom darstellt.
- Das *Exklusivitätsprinzip* bedeutet, dass für ein beobachtetes Symptom nur eine Ursache verantwortlich sein kann (*single fault hypothesis*).

Das qualifizierende Wissen wurde verwendet um mögliche Lösungen auszuschliessen. Dabei kann solch qualifizierendes Wissen sich auf die

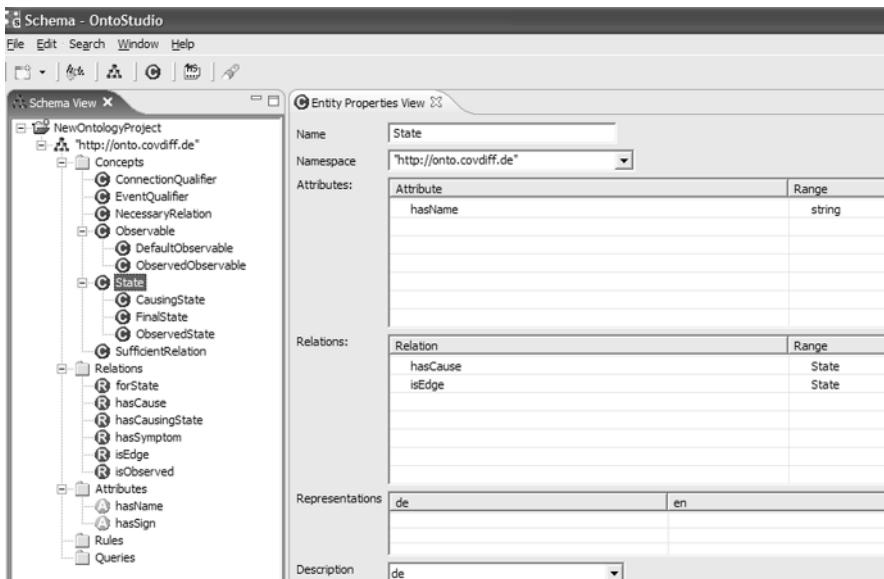


Abb. 7. Ontologie der Problemlösungsmethode Cover-and-Differentiate in OntoStudio®

Zustände oder auch auf die Kanten beziehen. Für einen Zustand bzw. eine Kante in dem Graph kann solch zusätzliches Wissen definiert sein. In unserem System wurde dieses Wissen dazu verwendet gezielte Fragen zu stellen. So bewirkt z. B. in unserem Zustandsgraph das Zusatzwissen „grünes Öl“, dass bestimmte Zustände disqualifiziert werden und damit in diesem Fall von drei Lösungen nur noch zwei Lösungen verbleiben.

Die Problemlösungsmethode wurde selbst wieder als Ontologie modelliert (siehe Abb. 7). Alle Zustände werden durch das Konzept *state* repräsentiert. Ein Zustand wird durch einen Namen näher bezeichnet. Mögliche Ursachen für einen Zustand sind durch die Relation *hasCause* beschrieben. Die in der konkreten Problemlösung auftretende Ursache ist über die Relation *isEdge* mit dem Zustand verbunden. Das Konzept *EventQualifier* bezeichnet qualifizierendes Wissen für Zustände. Ein Element dieser Klasse ist über die Relation *forState* einem konkreten Zustand zugeordnet. Ein *ConnectionQualifier* qualifiziert in gleicher Weise die Ursachenbeziehung zwischen zwei Zuständen. Die Klasse *ObservedState* enthält die tatsächlich beobachteten Symptome wie z. B. „Öl im Arm“ und *FinalState* bezeichnet die endgültigen Ursachen. Diese sind dann auch mit den Lösungsvorschlägen über eine Relation *hasSolution* verbunden.

Regeln beschreiben nun die o.g. Prinzipien. Andere Regeln definieren die Pfade von den beobachteten Symptomen zu den endgültigen Lösungen. Mit Regeln wird der Einfluss des qualifizierenden Wissens auf die Zustände und

die Kanten im Graphen beschrieben. Exemplarisch sei hier die Regel beschrieben, die die Pfade und auch den Einfluss der EventQualifier definiert:

Falls für einen ObservedState oder einen State X die Ursache Y ist und weder die Kante (X,Y) über einen ConnectionQualifier ausgeschlossen ist, noch der Zustand Y oder der Zustand X über einen EventQualifier ausgeschlossen ist, dann ist die Kante (X,Y) eine Kante hin zu einer endgültigen Ursache.

Falls ein Pfad von einem ObservedState X zu einem State Y über die Relation hasCause führt, dann ist Y eine mögliche Ursache.

Eine der Stärken von solchen Problemlösungsmethoden sind neben der allgemeinen Gültigkeit auch die wohldefinierten Vorgaben, die sie an das notwendige Wissen der Domäne stellt. So ist z. B. nach Auswahl von Cover-and-Differentiate klar, dass es Fehlerbeschreibungen, Fehler-Ursachen Beziehungen und qualifizierendes Wissen geben muss. Somit beeinflusst die Wahl einer solchen Problemlösungsmethode natürlich auch die Strukturierung des Wissens der Anwendungsdomäne. Während die Terminologie und Strukturierung für die Problemlösungsmethode unabhängig von der Anwendungsdomäne und damit spezifisch für die Methode ist, ist die Terminologie und Strukturierung der Anwendungsdomäne spezifisch für diese. Um beide Modelle zusammenzubringen und damit ein ausführbares Modell zu erhalten, muss zwischen beiden Modellen eine geeignete Zuordnung erfolgen. In Abb. 8 ist eine solche Zuordnung mit dem Werkzeug OntoMap® graphisch erstellt worden.

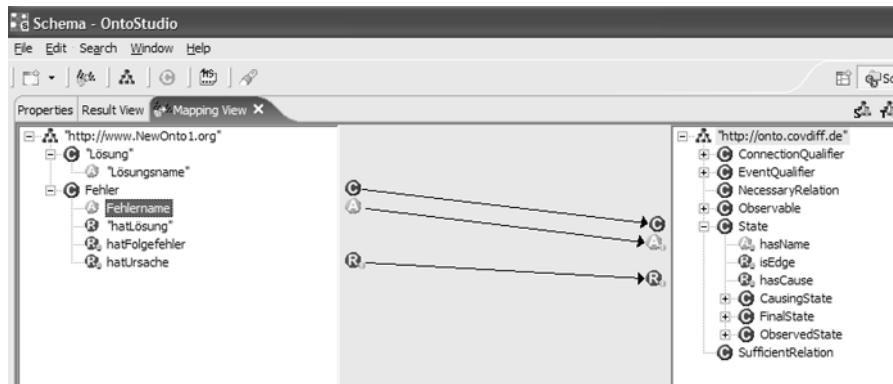


Abb. 8. Mapping zwischen Domänenontologie und Problemlösungsmethode mit OntoMap®

3.3 Integration von unterschiedlichen Datenquellen

Die Ontologie über die Anwendungsdomäne, d. h. in unserem Fall über Roboter, deren Anwendungen, deren Fehler und mögliche Problemlösungen dient auf der einen Seite zur Repräsentation dieses überaus komplexen und vernetzten Wissens. Auf der anderen Seite dient diese Ontologie aber auch zum Zugriff und zur Integration von vorhandenen Informationsquellen. In unserem Falle handelte es sich um zwei vorhandene Datenbanken der Entwicklung sowie um mehrere Textquellen von Arbeitsanweisungen über Qualitätsmanagement-Hinweise hin zu technischen Servicenachrichten im eMail-Format. Die Integration der strukturierten Informationen konnte mit der Datenbank der Steuerungsfehlermeldungen (Onlinehilfe der PC-Steuerung) und der Entwicklungsfehlerdatenbank durchgeführt werden. Beide Datenbanken beschreiben eine ähnliche Struktur wie die modellierten Fehler aus der Ontologie. Ein Fehler hat eine oder mehrere Lösungen und kann außerdem einen Folgefehler haben. Die Ontologie dient dabei zur Re-Interpretation dieser Informationsquellen in einer einheitlichen und allgemein verständlichen Terminologie und Strukturierung. Dazu werden wiederum mit Hilfe von OntoMap® die Informationsquellen an die Ontologie „angehängt“ (siehe Abb. 9). Bei einer Anfrage an die Ontologie werden dann zur Laufzeit entsprechende Anfragen an die Informationsquellen generiert und damit die darin abgelegten aktuellen Informationen abgefragt.

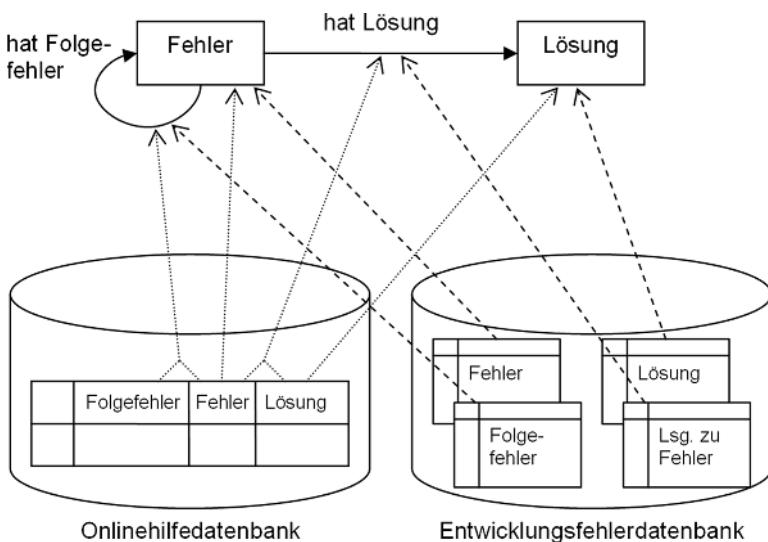


Abb. 9. Integration bestehender Informationsquellen in der Ontologie

Dies ermöglicht die gewohnte weitere Pflege dieser Informationsquellen über bestehende Zugriffssysteme und der gleichzeitige Zugriff auf aktuelle Informationen durch das Ratgebersystem.

Die Integration der unstrukturierten Informationen in Textform, also der Arbeitsanweisungen, der Qualitätsmanagement Hinweise, der technischen Servicenachrichten und der Handbücher, wurde mittels der semantischen Suchtechnologie SemanticMiner® umgesetzt. Die Funktionsweise ist im Abschnitt Praxisbeispiel SemanticMiner® beschrieben.

3.4 SemanticGuide®

Das System zur Lösung von Fehlerfällen SemanticGuide® ist beim Kunden vollständig in die bereits bestehende IT-Landschaft integriert worden. Der Support-Bereich verwendet für die Erfassung, Abwicklung und Fakturierung der Support-Einsätze das SAP Modul Customer Service (CS). Ergänzt wird das Modul CS durch SAP Mobile Asset Management (MAM), das die Service-Techniker für die Bearbeitung der Service-Aufträge verwenden.

Ein Service-Auftrag beginnt durch einen Kundenanruf im Call-Center. Dort wird durch einen Mitarbeiter des Telefon-Support im CS ein neuer Auftrag erstellt, der möglichst genaue Angaben zum aufgetretenen Problem und zum betroffenen Roboter enthält. Anschließend wird im CS der Service-Auftrag durch einen Einsatzplaner an einen Service-Techniker übertragen. Über GPRS empfängt der Service-Techniker diesen Auftrag mit allen notwendigen Informationen in der lokalen MAM auf seinem Notebook. Nach Bearbeitung des Auftrages werden die benötigten Ersatzteile und die Arbeitsstunden erfasst und der Auftrag aus der MAM wieder zurück ins CS synchronisiert.

SemanticGuide® wurde sowohl in die SAP CS- als auch in die SAP MAM-Umgebung integriert (vgl. Abb. 10). Der Mitarbeiter im Call-Center wird bereits beim Anlegen des Auftrages durch SemanticGuide® unterstützt. Nach der Eingabe des Fehlerfallen werden vom System eingrenzende Fragen zur Feststellung der Fehlerursache gestellt. Dabei werden bereits Lösungen vorgeschlagen, die der Kunde selbst durchführen kann. So kann u.U. der Einsatz eines Service-Technikers eingespart werden, in jedem Fall ist durch die beantworteten Fragen eine genauere Problemeingrenzung möglich. Diese gesammelten Informationen werden vom SemanticGuide® an CS übergeben. Nach Übertragung des Auftrages an einen Service-Techniker sind diese Informationen auch in der MAM vorhanden. SemanticGuide® befindet sich beim Aufruf aus der MAM an genau der Stelle, an der im Call-Center die Lösungssuche unterbrochen wurde (vgl. Abb. 10).

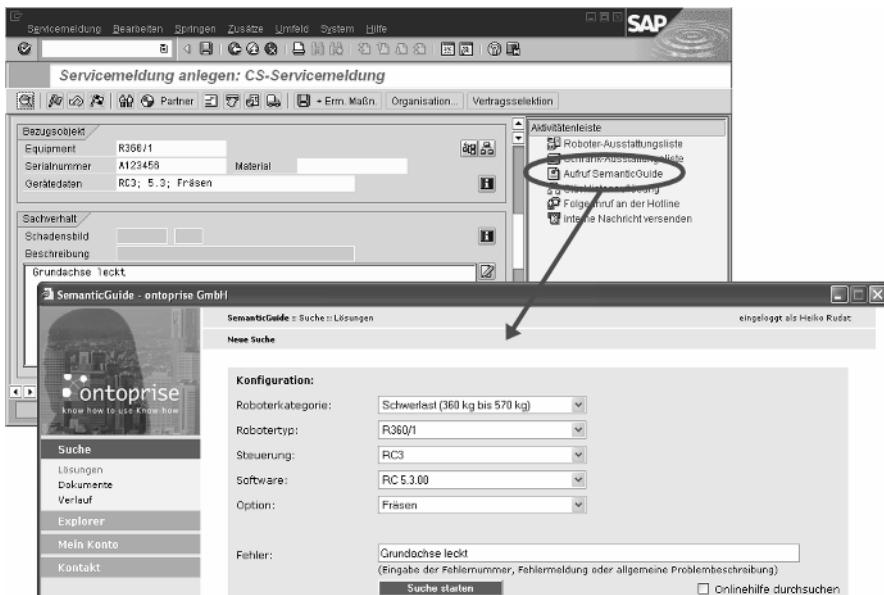


Abb. 10. Integration des SAP CS und MAM Moduls in SemanticGuide®

Systemseitig findet nach der Auswahl des Fehlers ein Abgleich statt, der dem temporären Kontext des Benutzerprofils (z.B. SessionID12345 [ausgewählterRob->Robot123; ausgewählteSteuerung->ST1234;...]) nicht entsprechen. An diesem Prozess sind sehr viele Regeln beteiligt, denn die Lösungen sind in der Regel nur an Teilen festgemacht und über diese wird dann der Roboter oder die Steuerung usw. ermittelt (über Relationen wie „istTeilVon“ oder „istVerbundenMit“).

Anschließend werden die Ergebnisse nach einem speziellen Verfahren gerankt:

$$\max(\text{Nutzen}) \text{ unter der Nebenbedingung } \min(\text{Kosten}/\text{Zeit}),$$

denn die Techniker haben meist keine Ersatzteile vor Ort dabei und zusätzlich sollten natürlich möglichst keine Kosten entstehen

Zur Ermittlung der eingrenzenden (Rück-)Fragen (vgl. Abb. 11) wird die Menge aller Attribute von den übrig gebliebenen Lösungen, die zum Fehler gehören, berechnet (in Abb. 11. [„grünlich-dunkles Öl tritt aus“ in 2 Lösungen; „läuft Motor X“ in 5 Lösungen; ...]). Anhand der Menge der Attribute wird nun dasjenige Attribut ausgewählt, das am häufigsten vorhanden ist (hier „grünlich-dunkles Öl tritt aus“), und dazu die Frage generiert: „Merkmale: grünlich-dunkles Öl tritt aus?“

The screenshot shows a software window titled "SemanticGuide ontoprise GmbH". The main content area displays a list of solutions for a robot error. At the top, it says "Fehler: F_M_006 - Öl im Armgehäuse (78) → Notiz → Feedback". Below this, there are fields for "Robotertyp: R360/1", "Software: RC 5.3.00", and "Steuerung: RCS". A dropdown menu "Sortierkriterium: Ranking" is set to "Ranking".

Lösungen:	Merkmal:	Grünlich-dunkles Öl tritt aus?			
		ja	○	nein	○
Ursache	Lösung	weitere Infos	bearbeiten	Ranking	erfolgreich?
Montagefett vorhanden	Montagefett entfernen	Detailseite	Notiz	1.0	<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Verschluss schraube löse	Verschluss schraube anziehen	Detailseite	Feedback	0.5	<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Flüssigkeit durch Peripherie-Umgebung	Säubern und Dichtigkeit herstellen	Detailseite	Notiz	0.5	<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Radialwellendichtring eingangsseitig, und./oder Getriebeeingangswelle defekt	Radialwellendichtring und Getriebeeingangswelle tauschen	Detailseite	Feedback	0.3	<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Hand unidicht	Hand tauschen	Detailseite	Notiz	0.3	<input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein

At the bottom, there are buttons for "Proaktive Meldungen: 0", "Tipps und Tricks: 7", and "Meine Notizen: 0". The status bar at the bottom of the window shows "Neue Suche | Suche verändern | Fehlerübersicht | Verlauf".

Abb. 11. Lösungsermittlung zu einem Fehler inkl. Rückfrage vom System

Je nachdem, wie die Frage beantwortet wird, können somit viele der anderen Lösungen entfallen bzw. gefiltert werden, da sie dieses Attribut mit einer Ja-oder-Nein-Belegung besitzen.

Nach erfolgreicher Reparatur des betroffenen Roboters werden die durchgeführten Schritte, die SemanticGuide® vorgeschlagen hat, in Form einer Suchhistorie abgespeichert. Nach dem Eintrag der Arbeitsstunden durch den Service-Techniker werden diese Informationen wieder an CS synchronisiert und liegen als Grundlage für die Rechnungsstellung vor.

Fazit

Semantische Technologien unterstützen den Wissensarbeiter im Unternehmen bei zentralen Arbeitsprozessen. Die Suche nach Informationen, seien es unterstützende Dokumente für den Vertriebsprozess oder konkrete Entscheidungsunterstützungen bei der Wartung eines Roboters, kann durch den Einsatz von Ontologien, die vor allem auch Regeln beinhalten, deutlich verbessert werden. Dabei ist bemerkenswert, dass der aktuelle Stand der Umsetzung von semantischen Technologien in Industrieprojekten beachtlich weit fortgeschritten ist. Die beschriebenen Anwendungen werden bereits jeweils von Hunderten von Nutzern eingesetzt. Die Forschungsecke

wurde deutlich verlassen – der Kundennutzen steht klar im Vordergrund! Die aktuellen Trends liegen insbesondere im Bereich der Verknüpfung von IT Architektur-Themen. Hier werden Service-orientierte Architekturen (SOA), Web-Services und Grid-Technologien in Verbindung mit SemanticWeb Themen gebracht. In zahlreichen Forschungsprojekten (SIMDAT, XMEDIA, NEON) aber auch bereits in Industrieprojekten werden hier interessante Ansatzpunkte bearbeitet. Ebenso arbeitet das W3C an Standards, die eine umfassende Nutzung der Technologien ermöglicht (RDF, OWL, Rules)³.

Die beschriebenen best practices verdeutlichen, welche Möglichkeiten heute bereits genutzt werden können – die aktuellen Trends zeigen klar die zukünftige beschleunigte Verbreitung der semantischen Technologien im industriellen Umfeld.

Literatur

1. N.J. Belkin. *Anomalous states of knowledge as a basis for information retrieval*. The Canadian Journal of Information Science, 5:133–143, 1980.
2. N.J. Belkin, C.C., A. Stein, and U. Thiel. *Cases, Scripts, and Information-Seeking Strategies: On the Design of Interactive Information Retrieval Systems*. Expert Systems with Applications, Vol 9, 1995.
3. Sam Chapman. SimMetrics: An open source extensible library of Similarity and Distance Metrics. <http://www.dcs.shef.ac.uk/~sam/simmetrics.html>. 2005.
4. W.W. Cohen, P. Ravikumar, and S. E. Fienberg. *A comparison of string distance metrics for name-matching tasks*. In Proceedings of the IJCAI-2003 Workshop on Information Integration on the Web, 2003.
5. Eshelman, L; McDermott, J.: MOLE: A Knowledge Acquisition Tool That Uses Its Head. In Boose, J.H.: Gaines, B. (Eds.): AAAI-Workshop: Knowledge-Acquisition for Knowledge Based Systems, Banff, Kanada, 1986.
6. Eshelman, L: Mole: A Knowledge-Acquisition Tool for Cover-and-Differentiate Systems. In [Marcus 1988], 1988, p. 37–80.
7. M. A. Jaro. *Advances in record-linkage methodology as applied to matching the 1985 census of Tampa, Florida*. Journal of the American Statistical Association 84:414–420, 1989.
8. M.A. Jaro. *Probabilistic linkage of large public health data files (disc: P687–689)*. Statistics in Medicine 14:491–498, 1995.
9. S.Marcus (Ed.): *Automating Knowledge Acquisition for Experts Systems*. Kluwer Academic Publisher, Boston, 1988.
10. Eddie Moench, Mike Ullrich, Hans-Peter Schnurr, Juergen Angele: *SemanticMiner - Ontology-Based Knowledge Retrieval*. In: Special Issue of selected papers of the WM2003 in the Journal of Universal Computer Science (J.UCS).

³ Siehe dazu den Beitrag von Birkenbihl in diesem Band.

11. M. A. Jaro. *Advances in record-linkage methodology as applied to matching the 1985 census of Tampa, Florida*. Journal of the American Statistical Association 84:414–420, 1989.
12. M.A. Jaro. *Probabilistic linkage of large public health data files (disc: P687–689)*. Statistics in Medicine 14:491–498, 1995.
13. R.S. Taylor. *Question-negotiation and information seeking in libraries*. College and Research Libraries, 29, 178–194, 1968.

Methoden und Technische Infrastruktur

Wissensmodellierung – Basis für die Anwendung semantischer Technologien

Wolfgang Kienreich, Markus Strohmaier

Know Center, Graz, Österreich;
{wkien, mstrohm}@know-center.at

Zusammenfassung: Der Transfer und die Nutzung von Wissen stellen ein zentrales Thema bei der Anwendung semantischer Technologien dar. In diesem Zusammenhang befasst sich das Gebiet der Wissensmodellierung mit der Explizierung von Wissen in formale, sowohl von Menschen als auch von Maschinen interpretierbare, Form. Ziel dieses Beitrags ist es aufzuzeigen, wie Methoden der Wissensmodellierung die Grundlage für die Gestaltung von Anwendungen auf Basis semantischer Technologien bilden. Der Beitrag liefert eine Definition eines Wissensbegriffs, erklärt eine Reihe von Formen der abstrakten Wissensrepräsentation und führt ein Kategorisierungsschema für aktuelle Ansätze zur Modellierung ein. Anschließend wird ein Überblick über agenten- und prozessorientierte Modellierungsansätze gegeben, die sowohl auf die Abbildung der realen Welt als auch auf die Abbildung von Software eingehen.

1 Einleitung

Die Modellierung von Wissen spielt in Konzepten, welche das Semantic Web voraussetzen, nutzen oder erweitern, eine wesentliche Rolle. Egal, welche der vielfältigen Technologien und Strategien, die gewöhnlich unter der Bezeichnung Semantic Web zusammengefasst werden, sich solcher Konzepte bedienen: Stets ist der Transfer und die Nutzung von explizitem, in maschinell verarbeitbare Form gebrachtem Wissen zentrales Thema [22]. Zugleich ist es Anspruch der Vision Semantic Web ein Umfeld zu bieten, in dem Information für Menschen und Maschinen verständlich repräsentiert und die Kooperation zwischen diesen beiden ungleichen Partnern gefördert wird [5]. Humanes Wissen, das Wissen in den Köpfen der Menschen, ist jedoch zunächst implizit und nur begrenzt formalisier- und explizierbar. Damit ergibt sich ein Spannungsfeld, in dem die Wissensmodellierung als Mittler fungiert und Problemlösungsstrategien anbieten kann.

Wissensmodellierung kann also im Kontext von Semantic Web als ein Prozess verstanden werden, der das zur Lösung eines konkreten Problems benötigte Wissen in einer Form expliziert und strukturiert, die gleichermaßen den Bedürfnissen der an der Problemlösung partizipierenden Menschen und den Anforderungen der technologischen Umsetzbarkeit genügt. Wie in Abbildung 1 angedeutet, hat die Wissensmodellierung damit eine Brückenfunktion für die Entwicklung von Lösungen auf Basis semantischer Technologien inne.

Dabei wird der Begriff der Wissensmodellierung auf unterschiedlichen Ebenen verstanden, von Möglichkeiten der abstrakten Wissensrepräsentation bis hin zu konkreten Ansätzen, die realweltliche Probleme abbilden und die Anwendung semantischer Technologien spezifizieren helfen.

Dieser Beitrag gibt, anhand der oben eingeführten Ebenen und aufbauend auf einer theoretischen Einführung zum Wissensbegriff, einen Überblick über aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Wissensmodellierung und kategorisiert Ansätze anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften.

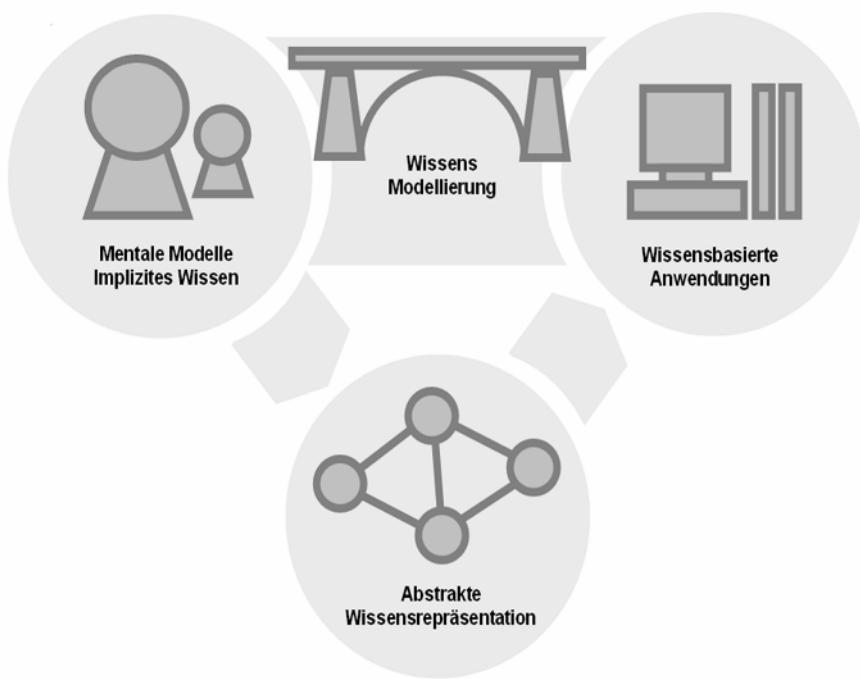


Abb. 1. Wissensmodellierung im Spannungsfeld zwischen implizitem Wissen und wissensbasierten Anwendungen

2 Der Wissensbegriff

Wissensmodellierung fußt ganz offensichtlich auf einer Reihe von Annahmen zum zugrunde liegenden Begriff des Wissens. Nun ist aber die Aufgabe, den Wissensbegriff entlang philosophischer, psychologischer, wirtschaftswissenschaftlicher, technischer oder anderer Dimensionen zu definieren, ein bekannt schweres Problem [20]. Aus philosophischer Sicht etwa gilt Wissen als „identifizierte, klassifizierte und als gültig anerkannte Information“, als „Information einer höheren Reflexivitätsstufe“ [44]. Eine eher informationstechnologisch orientierte Definition dagegen versteht Wissen als „Information in kontextualisierter Aktion“ [19]. Eine wirtschaftswissenschaftliche Sicht betont schließlich die Rolle von Modellen und formuliert Wissen als jene Abbildung externer, realer Verhältnisse, Zustände und Vorgänge auf interne Modelle, über die ein Individuum oder eine Organisation verfügt [31].

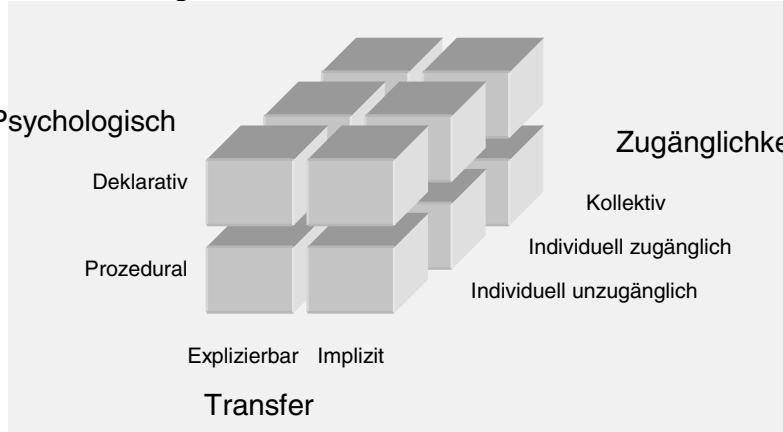


Abb. 2. Dimensionen des Wissensbegriffs nach Hartlieb [10]

Diese Definitionsvielfalt meidend, kann der Wissensbegriff für den Gebrauch in praktischen Problemstellungen anhand von einen Anwendungsfall beeinflussenden Dimensionen dargestellt werden. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine denkbare Menge von Blickpunkten auf den Wissensbegriff mit dem Ziel, die Erstellung eines Wissensmodells (und die Ableitung relevanter Wissensrepräsentationen) zu ermöglichen [10]. Dabei beschreibt die wissenspsychologische Dimension die Zuordnung eines Anwendungsfalles zu deklarativem oder prozeduralem Wissen, eine Unterscheidung, die insbesondere die Notwendigkeit und Ausprägung von Prozessorientierung in abgeleiteten Wissensmodellen bestimmt. Die Transferdimension trifft eine Aussage über den grundlegenden Umfang, den ein Wissensmodell im Anwendungsfall haben kann, indem sie explizites, und damit modellierbares Wissen, von implizitem Wissen unterscheidet. Die

Zugänglichkeitsdimension schließlich bestimmt nötige Schnittstellen und Adressatenkreise eines Wissensmodells, indem sie zwischen individuellem und kollektivem Wissen differenziert. Zusammen genommen bieten die genannten Dimensionen Ansatzpunkte zur Wissensmodellierung für den Anwendungsfall.

3 Wissensrepräsentationen

Wissensmodellierung verwendet verschiedene Formen der abstrakten Wissensrepräsentation um eine dem Anwendungsfall entsprechende Repräsentation einer Problemdomäne zu schaffen. Im Kontext des Semantic Web werden Repräsentationsformen wie Ontologien und semantische Netze bevorzugt verwendet. Es existiert jedoch ein weitergehender Unterbau von teils einfacheren Methoden der Repräsentation, den kurz darzustellen sich dieser Abschnitt zum Ziel gesetzt hat.

3.1 Kontrollierte Vokabulare

Als eine grundlegende Form der Wissensrepräsentation zielen *kontrollierte Vokabulare* auf die Vermeidung von Homonymen, von Ausdrücken, die mehrere unterschiedliche Begriffe repräsentieren können, ab. Die in solchen Vokabularen, beispielsweise Indizes, Glossaren oder Schlagwortkatalogen, beschriebenen Deskriptoren vermeiden zudem oft das Auftreten von Synonymen, in dem jedem Begriff genau ein, oder zumindest ein bevorzugter, Deskriptor zugewiesen wird. In den Dokumentationswissenschaften weitläufig verwendet, greift diese Form der Wissensrepräsentation für komplexe Aufgabenstellungen der Wissensmodellierung zu kurz, da keine Strukturen abgebildet werden können und Kontextabhängigkeiten von Deskriptoren nicht reflektiert werden.

3.2 Taxonomie

Die *Taxonomie*, und in diesem Zusammenhang die *Klassifikation* und *Dekomposition*, stellen eine erste strukturell orientierte Form der Wissensrepräsentation dar: Die Brockhaus-Enzyklopädie definiert eine Klassifikation als Einteilung eines Gegenstandsbereiches in Klassen, die systematische Einordnung in Klassen, entsprechend Gruppen gleicher Dinge [6]. Eine Menge von Begriffen oder, im Kontext dieser Betrachtung, Objekten, wird also in eine vorgegebene, meist hierarchisch organisierte Menge von Klassen geordnet, wobei die Klassen ein kontrolliertes Vokabular im Sinne der oben genannten Definition bilden. Taxonomien sind, neben klassischen

Anwendungen wie biologischen Systematiken, auch im informationstechnologischen Umfeld weit verbreitet, etwa in der Organisation von Dateiobjekten in Betriebssystemen. Aus Sicht der Wissensmodellierung bestehen die wesentlichen Nachteile dieser Form der Wissensrepräsentation in der relativen Starrheit einer einmal definierten Klassifikationsstruktur, in der Linearität der Zugangsmöglichkeiten zu Objekten beziehungsweise allgemein in den Einschränkungen von Relationen von Objekten untereinander.

3.3 Semantisches Netz

Als *semantisches Netz* wird ein formales Modell von Begriffen und qualifizierten Relationen zwischen diesen Begriffen bezeichnet [36]. Diese Form der Wissensrepräsentation bildet die Grundlage vieler moderner informationstechnologischer Anwendungen, etwa im Bereich des Natural Language Processing [2] oder des Knowledge Retrieval [21]. Semantische Netze werden durch verallgemeinerte Graphen repräsentiert, in denen als Relationen zum Beispiel Hierarchien oder Synonymien auftreten können, wodurch zahlreiche einfachere Formen der Wissensrepräsentation, wie etwa die oben genannten Taxonomien, impliziert werden. Es wurden, insbesondere in Zusammenhang mit dem übergeordneten Thema Semantic Web, verschiedene Standardisierungen für semantische Netze vorgeschlagen: Die Ausführung von Standards und Technologien wie RDF, OWL oder XTM [41] bleibt jedoch anderen Beiträgen des vorliegenden Buches vorbehalten¹.

3.4 Ontologien

Ontologien stellen eine mächtige, allgemeine Form der Wissensrepräsentation dar, die im Wesentlichen auf semantischen Netzen beruht und diese in einigen Punkten erweitert. Eine Ontologie ist eine Spezifikation einer Konzeptualisierung, eine Beschreibung der Konzepte und Beziehungen einer Wissensdomäne [9]. Gewöhnlich beinhalten Ontologien auch Integritäts- und Inferenzregeln, die eine Anwendung und Erweiterung in wechselnden Kontexten ermöglichen. Standardisierungsgremien wie z. B. die Rule Markup Initiative [33] haben sich bereits formiert um ein einheitliches Rahmenwerk für die Definition und Handhabung von Regeln bereitzustellen. Derartige Regeln werden in speziellen regelbasierten oder *Inferenz-Systemen* generiert und manipuliert, die ihrerseits als hoch organisierte Form der Wissensrepräsentation verstanden werden können.

Die in diesem Kapitel vorgestellten Methoden und Hilfsmittel zur Repräsentation und Modellierung von Wissen sind für sich betrachtet nicht hinreichend mächtig um die komplexen Problemstellungen zu adressieren, welche

¹ Für RDF und OWL siehe die Beiträge von Birkenbihl und May; für XTM (Topic Maps) siehe den Beitrag von Beier in diesem Band.

in praktischen Anwendungen des Semantic Web auftreten. Insbesondere ist allein die Modellierung eines semantischen Netzes oft nicht ausreichend für die Lösung eines praktischen Problems. Es existiert jedoch eine Reihe von Ansätzen, welche die vorgestellten Methoden und Hilfsmittel kombinieren und adaptieren, um Wissensmodellierung auf der Komplexitätsebene praktischer oder praxisnaher Problemstellungen zu ermöglichen. Zwei prominente Vertreter dieser Kategorie von Ansätzen, die prozessorientierte und die agentenorientierte Wissensmodellierung, sollen nun im nächsten Abschnitt näher beschrieben werden.

4 Wissensmodellierung

Wissensmodellierung im Sinne von „Knowledge Engineering“ wird häufig als eine standardisierte, semantische Modellierung von Wissensansammlungen im oft textuellen Umfeld [14] verstanden. Dabei ist die zentrale Aufgabenstellung die Reduktion oder Überbrückung des „Semantic Gap“, des Unterschieds zwischen umgangssprachlicher Formulierung und formalisierter, automatisiert reproduzierbarer und verarbeitbarer Repräsentation von Wissen. Entsprechende Methoden sind prinzipiell unabhängig von informationstechnologischen Umsetzungen, werden jedoch heute zumeist maschinell unterstützt.

Eine Vielzahl von Wissensmodellierungssprachen und -konzepten sind verfügbar um die Brücke zwischen Möglichkeiten der abstrakten Wissensrepräsentation und der Anwendung semantischer Technologien im betrieblichen Kontext zu schlagen. In diesem Abschnitt soll im Besonderen auf zwei dominante Ansätze in diesem Problembereich näher eingegangen werden: *prozess-* und *agentenorientierte Modellierung*. Prozessorientierte Ansätze beinhalten und modellieren Wissen über und Wissen in Abläufen [32], und geben damit Antworten auf die Frage „Wie“ bestimmte Ziele erreicht werden können. Der Fokus liegt hier auf der Abbildung von prozeduralem Wissen. Agentenorientierte Ansätze hingegen fokussieren sich auf das „Was“, und damit auf die Modellierung von Zielen selbst, durch Modellierung von z. B. Überzeugungen, Wünschen und Absichten unter Zuhilfenahme so genannter BDI² Architekturen [30]³. Hier liegt der Schwerpunkt auf der Abbildung von deklarativem Wissen.

Beide Modellierungsansätze wiederum lassen sich in Bezug auf ihr gewähltes Modellierungsobjekt unterscheiden [43]. Ein Teil der Modellierungsansätze setzt den Fokus auf Welt-Modelle, auf die Modellierung der

² BDI steht für Belief-Desire-Intention

³ Siehe dazu den Beitrag von Reitbauer in diesem Band.

„realen Welt“ an sich (z. B. die Wertschöpfung im Unternehmen, Geschäftsprozesse, organisatorische Rollen). Ziele derartiger Anstrengungen sind unter anderem eine Erhöhung des Verständnisses über eine realweltliche Problemdomäne, die Erhöhung des Strukturgrades bzw. der Formalisierung und damit die Erhöhung der Transparenz über das Modellierungsobjekt, repräsentiert durch z. B. organisatorische Arbeit oder Abläufe.

Der zweite Teil der Modellierungsansätze fokussiert sich auf die Modellierung von Softwareeigenschaften und -verhaltensweisen. Diese Softwaremodelle (z. B. technische Struktur- und Ablaufdiagramme und -modellierungen) werden verwendet um Software zu spezifizieren bzw. zu konstruieren [43] und bieten so die Grundlage für eine Ausführung der gewünschten bzw. modellierten Eigenschaften und Verhaltensweisen mit Hilfe semantischer Technologien.

In der Praxis findet oft eine sequentielle Abfolge dieser Modellierungsansätze statt. Während Weltmodelle zuerst das Verständnis über das zu unterstützende System erhöhen, so dienen Softwaremodelle anschließend zur Konkretisierung und technischen Konzeption der semantischen Technologien. Instrumente zur Validierung der erstellten Modelle inkludieren bei beiden Ansätzen eine Untersuchung der Modelle auf z. B. Selbstkonsistenz, Einzigartigkeit der Modellelemente, Modellgenauigkeit [18] oder „Fitness-for-Use“ [32]. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die eingeführten Ansätze zur Wissensmodellierung.

Modellierungsparadigma			
Modellierungs-Gegenstand	Agentenorientiert	Prozessorientiert	
	Welt	Agentenorientierte Weltmodellierung	Prozessorientierte Weltmodellierung
Software	Agentenorientierte Softwaremodellierung	Prozessorientierte Softwaremodellierung	Prozessorientierte Softwaremodellierung

Abb. 3. Klassifikation von Wissensmodellierungsansätzen

4.1 Prozessorientierte Modellierung

Ein Prozess kann als ein „*Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt*“, verstanden werden [13]. Prozessorientierte Modellierung zielt darauf ab, Abläufe zu formalisieren und zu modellieren und anhand dieser ein erhöhtes Verständnis über Funktions- und Wirkungsweisen von Systemen zu erlangen. Oft werden diese Abläufe als zentrales Modell und Integrationsobjekt

für eine umfassendere und mehrdimensionale Modellierung von komplexen System verwendet (wie z. B. in Scheer [34]). Zur Validierung von prozessorientierten Ansätzen erfolgt eine Überprüfung auf z. B. die Angemessenheit, Vollständigkeit, Konsistenz, Ausdruckskraft und Verständlichkeit der Modelle, auf den Freiheitsgrad bei der Modellierung als auch auf die Effektivität und Effizienz des Modellierungsprozesses selbst [12].

4.1.1 Ansätze zur prozessorientierten Modellierung der Welt

Eine Reihe von Ansätzen zur Modellierung von real-weltlichen Abläufen existiert. Im betrieblichen Umfeld orientieren sich diese Ansätze zumeist an den wertschöpfenden Aktivitäten. Kommerzielle Modellierungsinstrumente auf diesem Gebiet sind verfügbar und inkludieren beispielsweise ARIS (Architektur integrierter Informationssysteme) [34] oder ADONIS [16]. Erweiterungen zu derartigen Modellierungsinstrumenten, die im Besonderen auf die Berücksichtigung der kritischen Ressource Wissen eingehen, sind Gegenstand aktueller Forschung und inkludieren Ansätze wie z. B. B-KIDE [37], ARIS [3], Promote [17], KMDL [8] oder das Konzept der Wissenslage („Knowledge Stance“) [23].

4.1.2 Ansätze zur prozessorientierten Modellierung von Software

Prozessorientierte Ansätze zur Modellierung von Software stellen ein Forschungsgebiet mit langer Tradition dar. Ausgehend von Petrinetzen [15, 29], die die Grundlage für die Modellierung von Abläufen durch gerichtete Graphen legten, entwickelte sich eine Vielzahl weiterer Ansätze. Ein Spezialfall derartiger Ansätze stellen so genannte Workflow Management Systeme [11] dar. Diese erlauben es, Prozessmodelle, die anhand einer vordefinierten Modellierungssprache entwickelt wurden, automatisch durch einen so genannten Workflow Engine auszuführen. YAWL (Yet Another Workflow Language [1]) stellt ein Beispiel für aktuelle Forschung auf diesem Gebiet dar und zielt z. B. darauf ab eine auf Petrinetzen und Patterns basierende Modellierungssprache anzubieten, die durch einen Workflow Engine und ein Modellierungstool unterstützt wird. Eine weitere Möglichkeit zur Prozessmodellierung in der Softwareentwicklung stellen z. B. Aktivitäts- und Sequenzdiagramme der UML (Unified Modeling Language [27]) dar.

4.2 Agentenorientierte Modellierung

Die agentenorientierten Modellierung legt Wert auf die Konzeptualisierung von Entitäten die über *Autonomie*, *Soziale Fähigkeiten*, *Reaktionsfähigkeit* und *Proaktivität* verfügen [40]. In der agentenorientierten Modellierung existiert dabei eine Unterscheidung in zwei Arten von Modellen

(vgl. auch [28, 39, 42]: *Externe Modelle* bilden die Kommunikation zwischen Agenten ab, während *interne Modelle* die Mechanismen und Regelwerke innerhalb einzelner Agenten im Detail darstellen. Es ist vor allem diese Schwerpunktsetzung, die agentenorientierte von prozessorientierter Modellierung unterscheidet. Agentenorientierte Entitäten können in diesen Ansätzen als Menschen sowie als mit entsprechend intelligenten Fähigkeiten ausgestattete Software verstanden werden.

4.2.1 Ansätze zur agentenorientierten Modellierung der Welt

Agentenorientierte Ansätze zur Modellierung von real-weltlichen Gegebenheiten zielen darauf ab strategische Beziehungen zwischen Akteuren (z. B. organisatorischen Rollen) darzustellen und zu modellieren [42]. Daraus resultierende Multi-Agentenmodelle stellen Ziele von und Abhängigkeiten zwischen autonomen Agenten dar. Die Explizierung derartiger Strukturen soll vor allem der erleichterten Diskussion von Interessen und strategischen Absichten einzelner Agenten, aber auch einer Gruppe von Agenten, dienen. Darauf aufbauend bietet z. B. der agenten-orientierte Modellierungsansatz i* [42] Hilfestellung in der Identifikation von Anforderungen an unterstützende Software an. i* ist eine umfassende Modellierungssprache die auf einer Metaebene Werkzeuge und Instrumente zur Modellierung von Multi-Agentensystemen bereitstellt. Erfolgreiche Anwendungsbeispiele existieren und wurden in den Bereichen Wissensmanagement [29] und Gesundheitswesen [25] berichtet, eine Weiterentwicklung dieser Konzepte findet im Projekt TROPOS [38] statt.

4.2.2 Ansätze zur agentenorientierten Modellierung von Software

Agentenorientierte Ansätze zur Modellierung von Software zielen darauf ab, die Eigenschaften von Agenten auf die Eigenschaften der zu entwickelnden Software zu übertragen. Dies inkludiert vor allem so genannte Self-X Eigenschaften [26] wie z. B. Selbstorganisation, Selbstlernen oder Selbstdaption [7, 24]. Existierende Ansätze zur Entwicklung von agentenorientierter Software inkludieren z. B. die Agent Unified Modeling Language AUML [28] oder die Agent-Object-Relationship Modeling Language AORML [39].

Die AUML argumentiert, dass eine neue, agentenorientierte Modellierungssprache sich auf existierende und bewährte Modellierungsstrukturen stützen sollte, und schlägt deshalb eine Erweiterung der existierenden UML Spezifikation [27] um agenten-spezifische Modellierungsmöglichkeiten vor. Da derartige Ansätze im Grunde jedoch noch immer dem objektorientierten Paradigma zugerechnet werden können, wurde mit der AORML [39] ein vollständig neuer Ansatz zur Modellierung entwickelt, der auf mentale

Modelle und Ansichten von Agenten, als auch auf deren Eigenschaften, wie z. B. Wahrnehmungsfähigkeit und Proaktivität, besonders eingeht und deren Implikationen in der AORML Modellarchitektur berücksichtigt.

Als Problembereiche existierender Ansätze in der Wissensmodellierung können vor allem zu enge Domänenfokussierung und mangelnde Durchgängigkeit angeführt werden, die den Raum für zukünftige Forschung motivieren und eröffnen. Nur wenige existierende Ansätze zielen darauf ab das komplette Spektrum, von der Weltmodellierung hin zur Softwaremodellierung, durchgängig und nachvollziehbar abzudecken und zu unterstützen. CommonKADS [35], eine Modellierungsmethode aus dem Bereich des Knowledge Engineering, stellt hier eine prominente Ausnahme dar. Berichte und Erfahrungen zur Anwendung der erweiterten, agentenorientierten Version MAS-CommonKADS für die Gestaltung semantischer Technologien liegen bereits vor [4]. Weitere Forschung auf diesem Gebiet ist jedoch notwendig um einen hinreichenden Integrationsgrad von Welt- und Softwaremodellierungsansätzen zu erlangen.

5 Anwendung semantischer Technologien

Die hier vorgestellten Ansätze im Bereich der Wissensmodellierung spannen den Bogen von der Modellierung realweltlicher Probleme hin zur Spezifikation von semantischen Technologien und zielen darauf ab, den Einsatz semantischer Technologien so gut wie möglich an den Anwendungskontexten auszurichten. Dies gelingt zum einen durch eine Modellierung des relevanten Kontexts, die das Verständnis über und den Grad der Strukturierung innerhalb einer Problemdomäne erhöht, aber auch durch Modellierungsinstrumente, die vor allem in den Bereichen der technischen Konzeption erfolgreich Unterstützung anbieten. Während in der betrieblichen Anwendung zurzeit der Fokus auf prozess-orientierten Ansätzen liegt, ist zu erwarten, dass sich das Verhältnis in den nächsten Jahren zugunsten agentenorientierter Ansätze verschiebt, vor allem wegen der zunehmend notwendigen Flexibilisierung und Modularisierung betrieblicher Systeme.

Die vorgestellten Wissensmodellierungsansätze eröffnen ein breites Spektrum von Anwendungen semantischer Technologien, inklusive Anwendungen im Kontext von z. B. e-Government, Wissensmanagement, Personalisierung, e-Commerce, Communities of Practice, Web Services oder Social Software. Wissensmodellierung spielt in diesen Bereichen, wenn auch nicht immer explizit, so zumindest implizit, eine zentrale Rolle in der Konzeptualisierung von Lösungen.

Fazit

Dieser Beitrag behandelt aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Wissensmodellierung. Aufbauend auf einer grundlegenden Erarbeitung des Wissensbegriffs wurden existierende Möglichkeiten der abstrakten Wissensrepräsentation vorgestellt. Vier dominante Bereiche auf dem Gebiet der Wissensmodellierung, nämlich 1) prozessorientierte Weltmodellierung, 2) prozessorientierte Softwaremodellierung, 3) agentenorientierte Weltmodellierung und 4) agentenorientierte Softwaremodellierung, wurden typisiert, von einander abgegrenzt und im Kontext aktueller Forschungsansätze diskutiert. Der Nutzen von Ansätzen zur Wissensmodellierung in der Anwendung semantischer Technologien wurde schematisch aufgezeigt und beleuchtet.

Literatur

1. van der Aalst WMP, ter Hofstede AHM. (2005) YAWL: Yet Another Workflow Language. *Information Systems*, 30(4), pp 245–275
2. Ali SS, Shapiro SC (1993) Natural language processing using a propositional semantic network with structured variables. *Minds and Machines* 3(4) pp 421–451
3. Allweyer T (1998) Modellbasiertes Wissensmanagement. *IM Information Management* 13(1) S 37–45
4. Arenas AE, Matthews BM (2004) An Experiment on Modelling Agents and Knowledge for the Semantic Web. In: Bussler C, Fensel D (eds) *The 11th International Conference on Artificial Intelligence: Methodology, Systems and Applications (AIMSA 2004)*. Lecture Notes in Artificial Intelligence 3192, Springer-Verlag
5. Berners-Lee T, Hender J, Lassila O (2001) The Semantic Web. A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. In: *Scientific American* May pp 34–43
6. Brockhaus Enzyklopädie (2006) Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG
7. v. Förster H (1993) *Kybernetik*, Merve Verlag Berlin
8. Gronau N, Palmer U, Schulte K, Winkler T (2003) Modellierung von wissensintensiven Geschäftsprozessen mit der Beschreibungssprache K-Modeler. In: Reimer U, Abecker A, Staab S, Stumme G (Hrsg) WM 2003, Professionelles Wissensmanagement – Erfahrungen und Visionen, Luzern
9. Gruber TR (1993) A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition* 5(2) pp 199–220
10. Hartlieb E (2002) Zur Rolle der Wissenslogistik im betrieblichen Wissensmanagement, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden
11. Hollingsworth D (1995) Workflow Management Coalition - The Workflow Reference Model. Technical Report, Workflow Management Coalition
12. Hommes BJ, van Reijswoud V (2000) Assessing the Quality of Business Process Modelling Techniques. In: Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences

13. ISO – International Organisation for Standardization (2000) Qualitätsmanagementsysteme: Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2000)
14. Jursic N (2003) Wissensmodellierung. Diplomarbeit, Institut für Philosophie, Universität Wien
15. Petri CA (1962) Kommunikation mit Automaten. Dissertation, Institut für Instrumentelle Mathematik, Bonn
16. Junginger S, Kühn H, Strobl R, Karagiannis D (2000) Ein Geschäftsprozessmanagement-Werkzeug der nächsten Generation – ADONIS: Konzeption und Anwendungen. In: *Wirtschaftsinformatik* 42(5) S 392–401
17. Karagiannis D, Telesko R (2000) The EU-Project PROMOTE: A Process-Oriented Approach for Knowledge Management. In: Proceedings of PAKM 2000 - Conference on Practical Aspects of Knowledge Management, Vienna
18. Kotonya G, Sommerville I (1998) Requirements Engineering. John Wiley & Sons Ltd
19. Kuhlen R (1990) Zum Stand pragmatischer Forschung in der Informationswissenschaft. In: Herget J, Kuhlen R (Hrsg) Pragmatische Aspekte beim Entwurf und Betrieb von Informationssystemen. Proceedings des 1. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft. Universitätsverlag Konstanz, Konstanz, S 13–18
20. Lueg C (2002) Knowledge Management and Information Technology: Relationship and Perspectives. Upgrade-Cepis 3(1) pp 4–7
21. Lux M, Klieber W, Granitzer M (2004) Caliph & Emir: Semantics in Multimedia Retrieval and Annotation. 19th International CODATA Conference, Berlin
22. Maicher L (2003) Produktion und Nutzung von Inhalten für das Semantische Web. Entwicklung eines Ordnungsschemas. In: Fähnrich KP, Herre H (Hrsg) Content- und Wissensmanagement. Beiträge auf den Leipziger Informatik Tagen LIT'03
23. Maier R (2005) Modeling Knowledge Work for the Design of Knowledge Infrastructures. In: *Journal of Universal Computer Science*, Vol. 11 No. 4, pp 429–451
24. Maturana HR, Varela FJ (1980) Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living. Reidel, Dordrecht, Holland
25. Mouratidis N, Giorgini P, Philp I, Manson G (2002) Using Tropos Methodology to Model an Integrated Health Assessment System. In: Proceedings of the Workshop on Agent Oriented Information Systems AOIS 2002 during CAiSE'02, Toronto, Canada
26. Müller-Schloer C, von der Malsburg C, Würtz RP (2004) Organic Computing, Informatik Spektrum Vol27 N4, Springer Verlag
27. Object Management Group (2005) UML Resource Page. <http://www.uml.org>
28. Odell J, Parunak HvD, Bauer B (2000) Extending UML for Agents. In: Proceedings of the Agent-Oriented Information Systems Workshop at the 17th National Conference on Artificial Intelligence
29. Perini A, Dignum V, Guizzardi R (2004) Providing Knowledge Management Support to Communities of Practice through Agent-Oriented Analysis. In: Proceedings of the International Conference on Knowledge Management (I-Know'04), Graz, Austria
30. Rao AS, Georgeff MP (1991). Modeling Rational Agents with a BDI-Architecture. Technical Note 14, Australian Artificial Intelligence Institute
31. Rehäuser J, Kremar H (1996) Wissensmanagement im Unternehmen. In: Schreyögg G, Conrad H. (Hrsg.) Managementforschung 6 – Wissensmanagement, Berlin

32. Remus U (2002) Prozeßorientiertes Wissensmanagement - Konzepte und Modellierung. Dissertation, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Regensburg, Regensburg, Deutschland
33. RuleML, The Rule Markup Initiative (2005) <http://www.ruleml.org>
34. Scheer AW (2000) ARIS - Business Process Modeling. Springer Verlag
35. Schreiber G, Akkermans H, Anjewierden A, de Hoog R, Shadbolt N, Van de Velde W, Wielinga B (2002) Knowledge Engineering and Management. The MIT Press
36. Sowa J (1991) Principles of Semantic Networks. Morgan Kaufmann, San Mateo
37. Strohmaier M (2004) B-KIDE: A Framework and A Tool for Business Process Oriented Knowledge Infrastructure Development, Dissertation, University of Technology Graz, Austria
38. Tropos Project Website (2005) [<http://www.troposproject.org/>]
39. Wagner G (2003) The Agent-Object-Relationship Metamodel: Towards a Unified View of State and Behavior. Information Systems.
40. Wooldridge M, Jennings NR (1995) Intelligent Agents: Theory and Practice. *Knowledge Engineering Review* 10(2) pp 115–152
41. World Wide Web Consortium (2005) [<http://www.w3c.org/>]
42. Yu E (1995) Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering, Dissertation, University of Toronto, Department of Computer Science
43. Yu E (2001) Agent-Oriented Modelling: Software versus the World. In: Proceedings of the Workshop on Agent-Oriented Software Engineering AOSE-2001, LNCS 2222, Springer Publishing, pp 206–225
44. Zimmerli WC (2000). Vom Unterschied, der einen Unterschied macht. Information, Netzwerkdenken und Mensch-Maschine-Tandem“. In: Hubig C (Hrsg) Unterwegs zur Wissensgesellschaft: Grundlagen - Trends -Probleme, Berlin, S 83–97

Web Content und Content Management Systeme: Ohne Struktur kein Semantic Web!

Andreas Koller

punkt. netServices – Intelligente Informationszugänge, Wien, Österreich;
koller@punkt.at

Zusammenfassung: Das Semantic Web als logische Fortführung des bestehenden Internets wird prosperieren, sobald entsprechende Werkzeuge zur Erstellung von entsprechendem Content auf Basis weithin akzeptierter Metadaten-Schemata vorliegen. Mit RDF liegt ein universell einsetzbares Format vor, das sich generell für die Definition solcher Schemata eignet, um Inhalte hinsichtlich ihrer Bedeutung in maschinell lesbarer Form zu beschreiben, sprich: zu annotieren und mit semantischer Information anzureichern.

Content Management Systeme (CMS) sind eine wesentliche Technologie für die Bereitstellung von Online-Diensten bzw. zur Aufbereitung und Verwaltung digitaler Inhalte speziell für das Web bzw. für Firmenintranets. Insofern wird von CMS-Entwicklern immer größeres Augenmerk auf Semantic Web-Technologien gelegt, was mit der Möglichkeit beginnt, Inhalte wohl strukturiert einpflegen zu können, ohne dabei den Redaktionsaufwand übermäßig zu strapazieren.

Dieser Beitrag zeigt, welche Eigenschaften ein CMS mitzubringen hat, um Semantic Web-taugliche Inhalte generieren und verwalten zu können und geht auf die Vorteile und Möglichkeiten ein, die daraus sowohl Content-Providern, Redakteuren als auch Benutzern erwachsen.

1 Das Semantic Web als „Henne-und-Ei Problem“

Die Organisation und Strukturierung von digitalen Informationsbeständen im WWW gleicht nach wie vor jener Systematik, die für physikalische Bestände, wie z. B. Bücher oder Journale, entwickelt wurde.

„Webseiten“ werden in Containern, so genannten „Web-Sites“ zusammengefasst, sodass User Bookmarks auf ganze Webseiten setzen müssen, um dann letztlich einen Ausschnitt dieser Seite, z. B. eine Preisinformation (in regelmäßigen Abständen) abrufen zu können. Es ist also (noch) nicht möglich, einzelne Information-Snippets, die über mehrere Seiten verteilt angeboten werden, zu einer individuellen Sicht zusammenzufassen,

vielmehr müssen alle Webseiten entsprechend aufgerufen werden, die Informationen manuell extrahiert und aggregiert werden.

Ein wesentlicher Benefit des Semantic Web wird in [5] auf den Punkt gebracht, ohne dabei schon die automatische maschinelle Interpretation von Inhalten auf semantischer Ebene mittels Ontologien und Inferenz-Mechanismen zu betonen. Defordert wird eine Vorlage für eine neuartige, intelligente Weise, Inhalte des Webs ad-hoc in jeweils individuellen Kontexten zu verknüpfen und zwar auf Basis des Semantic Web-Formats RDF:

„Search engines were invented to break down web site’s barriers, letting users query the whole Web rather than multiple sites separately. However, search engines cannot access to the structured databases within web sites, they can only offer unstructured, text-based search. So while each site [...] can offer sophisticated structured browsing and searching experience, that experience ends at the boundary of the site, beyond which the structures of the data within that site is lost.“ [5, S. 2]

Der Schlüssel zur Verbreitung von RDF liegt offensichtlich einerseits in der kostengünstigen Möglichkeit, Inhalte strukturiert auf Basis dieses Formats anzubieten, andererseits aber auch in der Verfügbarkeit von intelligenten Suchwerkzeugen und Browser-Tools, die mit dieser Strukturinformation umgehen können, was letztlich die Interpretation von Content auf semantischer Ebene weitgehend ermöglicht.

Der „Durchbruch“ bei diesem Henne-und-Ei-Problem kann also nur gelingen, wenn sowohl Technologie-Provider, die für die Aufbereitung von Web-Content mehrheitlich verantwortlich zeichnen, nämlich Hersteller von Content Management Systemen, Bewusstsein für die Möglichkeiten des Semantic Webs einerseits entwickeln und andererseits anwenderfreundliche Benutzerschnittstellen verfügbar werden, die eine niedrige Eintrittsbarriere in das semantische Web darstellen und schnell Nutzen stiften können im Sinne eines evolutionären und damit kostenschonenden Weges:

„[...] pave an easy, incremental path for ordinary Web users to migrate to the Semantic Web while still remaining in the comfort zone of their current Web browsing experience.“ [5, S. 2]

In den letzten Jahren sind eine Reihe ebendieser Tools veröffentlicht worden. Drei vielversprechende Ansätze, nämlich „Piggy Bank“, Structured Blogging und „Google Base“ werden in diesem Artikel kurz vorgestellt.

2 Content Management im Überblick

Content Management Systeme unterstützen den gesamten Content Life Cycle von der Erstellung, Kontrolle, Freigabe, Publikation zur Archivierung der Inhalte, die selbst aus einzelnen Bausteinen (Texte, Bilder etc.) bestehen können.

Mit der rasanten Entwicklung des Internets in den Jahren 1995 bis 2005 wurden auch unzählige Content Management Systeme entwickelt, die aus Sicht des Content-Providers folgende wesentliche Merkmale aufweisen bzw. Prozesse unterstützen (vgl. [3, S. 186]):

- Zentrale Speicherung im DBMS bei dezentraler Pflege
- Verwaltung der Benutzer- und Zugangsberechtigungen
- Versionskontrolle der Inhalte
- Trennung von Inhalt, Struktur und Layout
- Strukturierung und Verknüpfung von Inhalten (sog. „Assets“)
- Anreicherung der Inhalte mit Metadaten
- Mehrfachverwendung von systemeigenen und externen Inhalten (Content-Syndication)
- Workflow Management zur Unterstützung von Geschäftsprozessen
- Integration von Suchwerkzeugen

Darüber hinaus dient ein CMS aus Sicht des Benutzers vor allem zur personalisierten Ausgabe von Inhalten und stellt interaktive Elemente wie Webshops, Gästebücher, Foren oder Eventdatenbanken bzw. Kalender zur Verfügung.

Einsatzgebiete von CMS sind die Publikation von Inhalten im WWW mit Hilfe von Web Content Management Systemen (WCMS) bzw. die Verwaltung firmeninterner Informationen mittels Enterprise Content Management Systeme (ECMS), die somit die Basis für integrierte Wissensmanagement-Systeme (IWMS) bieten können (vgl. [9])¹.

In letzter Zeit (und zwar ganz im Sinne des Web 2.0) kommen immer häufiger Weblog-Systeme oder Wiki-Systeme als Content Management Systeme zum Einsatz. Gerade hier wird aber auch das Problem evident, dass Weblog-Einträge nur bedingt zu neuen Informationseinheiten aggregiert, geschweige denn, dass derartige Publikationen automatisiert innerhalb eines definierten Kontextes verknüpft werden können.

3 Strukturierung der Inhalte auf Basis von Metadaten-Schemata

Zur Einpflege von Inhalten in CMS können im Regelfall einerseits Fließtext-Editoren, andererseits Formulare mit definierten Feldern zur Beschreibung von Personen, News, Lerneinheiten, Terminen, Projekten u.v.m. dienen. Die Crux an der formular-orientierten Vorgehensweise ist jedoch, dass in den seltensten Fällen die für das Web erzeugten Sichten, die ja zumeist in (X)HTML-Code transformiert werden, auch noch die Strukturinformation

¹ Siehe dazu auch den Beitrag von Blumauer u. Fundneider in diesem Band.

am Web-Interface mit anbieten. Doch selbst, falls wie in nach wie vor rar gesäten Fällen, wie z. B. auf Citeseer² für jede Publikation ein RDF-Dokument zusätzlich angeboten wird, bleibt die Versprechung, Web-Content ganz im Sinne des Semantic Webs automatisiert verknüpfen zu können, nach wie vor uneingelöst [1]. Ein kurzes Beispiel: Die Beschreibung einer Person, wie sie oft auf Webseiten bzw. speziell in Communities wie OpenBC³, Plattform Wissensmanagement⁴, Friendster⁵ oder in ähnlichen Online Social Networks⁶ zu finden ist, enthält beispielsweise Attribute wie „Geschlecht“, „Vor- und Zuname“, „Email“, „Interessen“, „Weblog-Adresse“, etc. Diese Attribute können als Teil eines Schemas aufgefasst werden, das zur Beschreibung einer Person z. B. in einem Unternehmen verwendet werden kann.

Knackpunkt dabei ist, dass jedes System sowohl intern (auf Repräsentationsebene) als auch extern unterschiedliche Formate bzw. Schemata zur Beschreibung identischer oder ähnlicher Inhalte verwendet. Es ist somit nicht möglich, eine standardisierte Beschreibung einer Person im Web zu veröffentlichen, die dann zur Registrierung in unterschiedlichen Web-Communities dienen kann.

Mit *FOAF* (friend-of-a-friend) wird ein solches umfassendes Syndikationsvokabular angeboten, mit dem neben Personenbeschreibungen auch soziale Beziehungen zwischen Menschen (bzw. Usern) modelliert werden können⁷. Auf Basis der vorliegenden Spezifikation wurden zuletzt zahlreiche Erweiterungen entwickelt, wie z. B. die Möglichkeit, persönliche, musikalische Vorlieben auszudrücken, um damit Anwendungen wie foafing-the-music⁸ (siehe dazu [2]) zu realisieren. Es bleibt dennoch abzuwarten, ob FOAF jene kritische Masse erreichen kann, sodass die Akzeptanz derartige Ausmaße annimmt, dass jeder Benutzer mit derselben Selbstverständlichkeit wie eine Email-Adresse ein FOAF-Profil besitzen wird. Ob dieser netzwerkökonomische Effekt eintreten wird, hängt sicherlich vom Nutzen der FOAF-basierten Anwendungen ab, die in Zukunft angeboten werden.

In Folge soll anhand eines weiteren, weit verbreiteten, RDF-basierten Metadaten-Schemas, nämlich RSS 1.0, gezeigt werden, dass die Überführung von im CMS strukturiert vorliegender Inhalte in eine Semantic Web-konforme Beschreibungssprache in vielen Fällen nur mehr ein kleiner Schritt ist.

² Siehe dazu auch <http://citeseer.csail.mit.edu/>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

³ Siehe dazu auch <http://www.openbc.com>, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

⁴ Siehe dazu auch <http://www.pwm.at>, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

⁵ Siehe dazu auch <http://www.friendster.com>, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

⁶ Siehe dazu auch http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_social_networking_sites, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

⁷ Siehe dazu auch <http://xmlns.com/foaf/0.1/>, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

⁸ Siehe dazu auch <http://foafing-the-music.iua.upf.edu/>, aufgerufen am 2.1.2006

RSS (Abkürzung für „RDF Site Summary“ bzw. „Really Simple Syndication“) dient vor allem zur Beschreibung von Nachrichtenmeldungen und Einträgen in Weblogs und wird daher häufig zur Syndizierung so genannter „Newsfeeds“ verwendet, füttert Newsaggregatoren wie z. B. „bloglines.com“ oder Newsreader wie „FeedReader“⁹ oder dient als Format für Googles GMail, um Inhalte der E-Mails via RSS-Reader abzurufen. Das Dilemma des Semantic Web, das eben nur auf Basis von Standards klaglos funktionieren kann, zeigt sich anhand des Beispiels „RSS“ sehr deutlich: Von RSS 0.91 über RSS 1.0 bis RSS 2.0 (darüber hinaus Atom) stehen dem Entwickler von Webseiten eine Reihe von Vokabularen zur Verfügung, die sich, wie wir gleich sehen werden, zwar relativ simpel aus dem CMS heraus generieren lassen, dann aber, aufgrund ihrer Vielfalt, bei der Syndizierung bzw. Aggregation u. U. große Probleme bereiten können, vor allem dann, wenn im Sinne des Semantic Webs z. B. unterschiedliche Inhaltstypen wie z. B. Personen mit Nachrichten verknüpft werden sollen.

Soll ein Autor eines Weblog-Eintrags, der als RSS 1.0-Feed vorliegt, mit einer Person eines FOAF-Profil in Zusammenhang gebracht werden, so ist dies grundsätzlich mit RSS 1.0 möglich, da hier das Dublin-Core Vokabular als wesentlicher Bestandteil verwendet wird und ebenso wie FOAF auf RDF-Tripel basiert. Es ist somit sichergestellt, dass Informationen aus verschiedenen Dokumenten, die zusammengeführt werden sollen, sich auch auf dieselben Gegenstände oder Personen beziehen. (siehe dazu [10, S. 97ff])

In der folgenden Abbildung wird nun dargestellt, wie ein RSS Schema im RDF Format mit der Formularstruktur eines CMS korrespondiert:

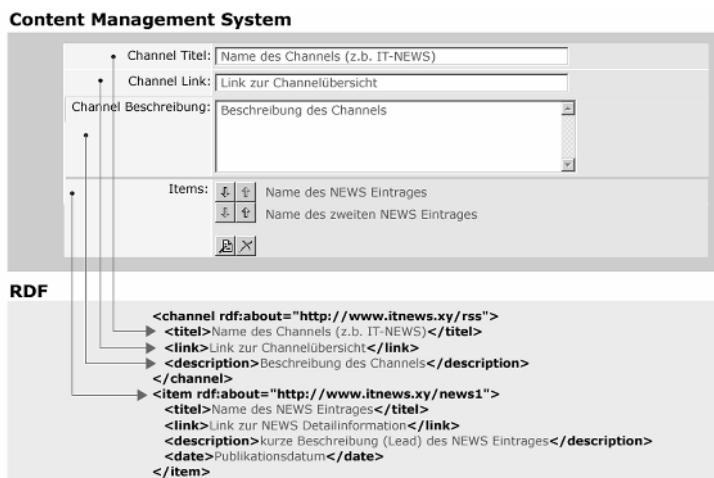


Abb. 1. RDF Schema und CMS Eingabemaske

⁹ Siehe dazu auch <http://www.feedreader.com/>, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

Formular-basierte Content Management Systeme können also mit wenig Aufwand Semantic Web-konforme Informationen „im Hintergrund“ erzeugen, ohne damit einen Mehraufwand bei der Content-Erstellung zu erzeugen.

4 Weitere verfügbare RDF-Schemata

Neben RSS und FOAF existieren zahlreiche weitere RDF-basierte Schemata, die mitunter schon eine beachtliche Verbreitung erfahren haben und daher manche davon als De-Facto-Standards angesehen werden können. Hier ein unvollständiger, kurzer Auszug verfügbarer RDF-Schemata, nicht zuletzt, um auch zu zeigen, welche Strategien gewählt werden können, um einem Schema zur größeren Verbreitung zu verhelfen:

Name	Zweck	Website
vCard	A Resource Description Framework (RDF) expression that corresponds to the vCard electronic business card profile defined by RFC 2426 [VCARD]. This specification provides equivalent functionality to the standard format defined by [VCARD] Version 3.0.	http://www.w3.org/TR/vcard-rdf
DOAP (Description of a Project)	DOAP is a project to create an XML/RDF vocabulary to describe open source projects.	http://usefulinc.com/doap
Dublin Core	The Dublin Core is a metadata element set. It includes all Dublin Core Metadata Initiative terms (that is, refinements, encoding schemes, and controlled vocabulary terms) intended to facilitate discovery of resources. The Dublin Core has been in development since 1995 through a series of focused invitational workshops that gather experts from the library world, the networking and digital library research communities, and a variety of content specialties.	http://dublincore.org/
Creative Commons	Creative Commons offers a flexible range of protections and freedoms for authors and artists. We have built upon the „all rights reserved“ of traditional copyright to create a voluntary „some rights reserved“ copyright.	http://creativecommons.org/

Name	Zweck	Website
SKOS	SKOS is an area of work developing specifications and standards to support the use of knowledge organisation systems (KOS) such as thesauri, classification schemes, subject heading lists, taxonomies, other types of controlled vocabulary, and perhaps also terminologies and glossaries, within the framework of the Semantic Web. There are three RDF vocabularies under active development: SKOS Core, SKOS Mapping and SKOS Extensions. There is also the SKOS API, a web service API for interacting with a KOS datasource.	http://www.w3.org/2004/02/skos/
MusicBrainz	The MusicBrainz Metadata Vocabulary described using W3C RDF Schema and the Web Ontology Language. The vocabulary provides terms for describing music, i. e. artists, albums, and tracks.	http://www.ldodds.com/projects/musicbrainz/schema/mb.html
Kissology	Die Kissology ¹⁰ ist einerseits eine „augenzwinkernde“ Erweiterung des FOAF-Schemas, zeigt anderseits aber auch, wie flexibel RDF-Schemata in verschiedenen Anwendungskontexten erweiterbar sind, ohne damit grundsätzlich ihre Interoperabilität über Bord zu werfen.	http://www.gnowsis.org/ont/kissology.html

Neue Schemata können grundsätzlich aus vorhandenen Schemata kombiniert, erstellt und veröffentlicht werden. So können unterschiedliche RDF-basierte Schemata miteinander verknüpft und auf neue Anwendungsbereiche zugeschnitten werden. Der simple Umstand, dass Schemata, die z. B. auf SchemaWeb¹¹ veröffentlicht werden und so rasch zu einer gewissen Verwendungshäufigkeit gelangen, darf jedoch nicht darüber hinweg täuschen, dass der Weg zur Standardisierung ohne der mühevollen Konsensbildung zuvor nicht erfolgen kann¹².

¹⁰ Der Autor der Kissology, Leo Sauermann, hat in diesem Band einen Beitrag über den „Semantic Desktop“ verfasst.

¹¹ Siehe dazu auch: <http://www.schemaweb.info>, zuletzt aufgerufen am 2.1.2006

¹² Siehe dazu den Beitrag von Galinski in diesem Band.

5 Nutzen durch ein semantic-web-taugliches CMS

Viele CMS Tools verfügen über den notwendigen Unterbau, um Inhalte so zu strukturieren, damit diese Semantic Web-konform publiziert werden können. Dazu sind je nach Systemarchitektur der Software größere oder geringere Anpassungen vorzunehmen. Inhalte werden meist in relationalen Datenbanken abgelegt. Das Auslesen und Umwandeln der Inhalte in RDF Schemata ist ohne großen Aufwand mit Hilfe einfacher Scripts zu realisieren. Je nach Benutzerrolle ergeben sich folgende Vorteile:

Backend

- Plattformunabhängige Contentsyndication zwischen verschiedenen Systemen
- Zugriff auf dezentral gespeicherte Daten
- Beschleunigung redaktioneller Prozessschritte durch (semi-)automatisierte Integration
- Erleichterte Verwaltung der Inhalte durch Metamodelle
- Kompilierbarkeit von Content

Frontend

- Bessere Auffindbarkeit von Dokumenten und Reduktion von Suchzeiten
- Erschließung von Themen aus unterschiedlichen Benutzerperspektiven und Interessen
- Beschreibung komplexer Zusammenhänge mittels Kontextinformation
- Suchprozessoptimierung durch hochgradige Vernetzungsmöglichkeiten
- Barrierefreier Zugang zu Information durch standardisierte Metamodelle (Accessibility)

6 Strukturierter Content: Vor- und Nachteile für den Endanwender – drei Ansätze

6.1 Piggy Bank

*Piggy Bank*¹³ ist eine Mozilla Firefox Webbrowser Erweiterung. Mit Hilfe dieses Plugins werden eingebundene RDF Daten auf Webseiten extrahiert und lokal gespeichert. Das Plugin erkennt automatisch mit RDF annotierte Webinhalte und zeigt diese dem User an. Über „Screen Scrapers“, die im Wesentlichen mit Wrappern gleichzusetzen sind¹⁴, können auch Webinhalte

¹³ Siehe dazu auch <http://simile.mit.edu/piggy-bank>, aufgerufen am 02.01.2006

¹⁴ Siehe dazu auch den Beitrag von Baumgartner in diesem Band.

ohne RDF Daten indiziert und gespeichert werden. Screen Scrapers markieren strukturierte Inhalte auf Webseiten und führen diese in ein RDF taugliches Schema über. Die so gesammelten Informationen können nun über unterschiedliche Sichtweisen verwaltet und ausgegeben werden. Der wesentliche Vorteil in dieser Technologie liegt darin, dass dezentral gespeicherte Informationen gesammelt und personalisiert ausgegeben werden können.

Nach diesem Prinzip kann auch ein CMS externe Inhalte einbinden und verwalten. So können beispielsweise Immobilienangebote kombiniert aus verschiedenen Internetquellen nach einem bestimmten Schema angerufen und gespeichert werden. Diese Websites können zusätzlich redaktionell



Abb. 2. Webseiten-Aggregation mittels Piggy Bank¹⁵

¹⁵ Siehe dazu auch http://simile.mit.edu/piggy-bank/images/screenshots/d_big.png, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

mit „Bemerkungen“ versehen und lokal in der Datenbank abgelegt werden. Mit Filtern können diese Inhalte personalisiert an den Redakteur bzw. User ausgegeben werden. (siehe dazu: [5])

Die Abbildung zeigt, wie Inhalte unterschiedlicher Webseiten aggregiert und hier mittels Geoinformation zu einer Sicht zusammengefasst werden können. Die simple Abfrage, wo befinden sich Restaurants in der Nähe eines Kinos, die üblicherweise mit herkömmlichen Suchmaschinen nicht durchgeführt werden können, werden so benutzerfreundlich realisiert.

6.2 Structured Blogging

*Structured Blogging*¹⁶ ist die Antwort auf die boomende Blogosphäre und der damit verbundenen Erzeugung von Web-Content, der in Blogs ja weitgehend unstrukturiert publiziert wird, d. h. etwa eine Filmkritik weist dieselbe (besser gesagt: genauso keine) Struktur auf wie z. B. ein Bericht über einen Restaurantbesuch und dem damit verbundenen kulinarischen Genuss. Zwar ist es gerade bei Weblog-Systemen, die zunehmend auch als CMS zum Einsatz kommen (siehe dazu [4]), üblich, zumindest RSS-Feeds anzubieten und auf wesentliche Aspekte der Barrierefreiheit Rücksicht zu nehmen, dennoch ist es bislang unmöglich, zwei verschiedene Weblog-Einträge zueinander in Beziehung zu setzen, wird zunächst einmal von automatischen Textanalysen abgesehen.

Mit Structured Blogging, das als Plug-In für weit verbreitete Blog-Systeme wie WordPress¹⁷ oder Moveable Type¹⁸ verfügbar ist und offene Formate wie FOAF, vCard oder iCal unterstützt, kann dieses Defizit ausgeglichen werden:

„Structured Blogging will make it easy to create, edit and maintain different kinds of blog posts. The major difference is the structure will let you add specific styles to each type. For example, you'll be able to add links and pictures to spruce up your movie reviews. They will look completely different from, say, your calendar entries. Better yet, someone looking for a review of the movie *Titanic* will be likely to find your post about it. Structured Blogging gives you a bigger megaphone; a taller soapbox from which to be heard and to grow a bigger audience. Once Structured Blogging is in place, you can start building applications on top of it. Because Structured Blogging plugings embed information in both the HTML blog and the syndicated feed, applications can run in web browsers (like a Firefox plugin for comparison shopping which also reads product reviews); aggregators (such as one that adds your friend's calendar entries to your date book); or web services (like a feed for everyone who is attending the same conference as you)...“ (aus: <http://structuredblogging.org/>)

¹⁶ Siehe dazu auch <http://structuredblogging.org/>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

¹⁷ Siehe dazu auch <http://wordpress.org/>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

¹⁸ Siehe dazu auch <http://www.movabletype.org/>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

Structured Blogging klingt für passionierte Blogger¹⁹ zunächst wie ein schlechter Witz, basiert doch die hohe Akzeptanz von Blogs auf der unkomplizierten Möglichkeit, Inhalte zu publizieren. Es bleibt also abzuwarten, inwiefern Blogging strukturiert erfolgen kann, was allerdings keine Frage der technischen Machbarkeit, sondern eine Frage der Kultur ist, ein Problem also, das umso vakanter wird, je häufiger Blogs auch firmenintern zum Einsatz kommen.

6.3 Google Base

Mit *Google Base*²⁰ stellt seit Ende 2005 Google ein Service zur Verfügung, das Usern die Einpflege von Web Content in strukturierter Weise erlaubt und damit auch die gezieltere Suche nach spezifischen Inhalten ermöglicht. Für jeden Content Typ (z. B. Personenprofile, Events, Kraftfahrzeuge etc.) wird ein spezifisches Formular angeboten, sei es für den Eintrag oder die Suche danach. Aufgrund des geschlossenen Systems – es werden keine offenen Formate verwendet oder Schnittstellen angeboten – wurde bereits kurz nach der Veröffentlichung des Dienstes häufig Unmut geäußert, wie z. B. „The lack of an API seems like they're willing to be a Semantic Web taker but not a giver“ von Danny Ayers²¹.

Google Base ist also, obwohl sie zunächst ähnliche Vorteile bietet, eine zentralisierte, geschlossene Datenbank, und damit die Antithese von Tim Berners-Lees Semantic Web, das die Verknüpfung von verteilten Inhalten (die an einer mittels URI eindeutig identifizierbaren Stelle im Web liegen) erst zum Preis offener, aber dafür weithin akzeptierter Metadaten-Schemata und Ontologien ermöglicht.

Mit diesem dezentralen Ansatz des Semantic Webs wird aber auch langfristig garantiert, dass das individuelle Userverhalten in Zukunft nicht einzelnen Content- und Service-Providern ohne weiteres transparent gemacht werden kann, und somit die Privatsphäre im Web gewahrt bleiben wird.

7 Empfehlungen bei der Auswahl eines CMS

Content Management Systeme, die den Content und ihr Asset Management bereits auf Basis von XML-Technologien realisiert haben, bieten die ideale Voraussetzung dafür, in Zukunft Semantic Web-konforme Webseiten

¹⁹ Auf <http://www.technorati.com> werden derzeit (Stand: 3.1.2006) 24,4 Mio. Weblogs indiziert

²⁰ Siehe dazu auch <http://base.google.com>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

²¹ Siehe dazu auch: <http://dannyayers.com/archives/2005/11/17/google-base-more-semweb-bootstrapping/>, zuletzt aufgerufen am 3.1.2006

generieren zu können. Wichtig dabei ist, darauf zu achten, dass die XML Syntax an die Spezifika Semantic Web-tauglicher Beschreibungssprachen angepasst werden kann und das System auch über entsprechende Import/Export-Schnittstellen verfügt, um z. B. existierende Thesauri oder Ontologien importieren bzw. via Web Services integrieren zu können.

Zu untersuchen gilt es auch, inwiefern das CMS Webseiten erzeugen kann, die nicht nur für Volltext-Suche geeignet sind, sondern darüber hinaus auch strukturierte Abfragen zulassen, wie dies z. B. für Creative Commons für Audio, Bilder, Texte, Videos und andere Formate via Google möglich ist²² bzw. inwiefern der generierte Web-Content für die Aggregation á la Piggy Bank geeignet ist.

„As interface stands on the shoulders of infrastructure, tomorrow's user experience will rest on the foundation of today's Semantic Web technologies. The ability to separate descriptive, structural, and administrative metadata from content, presentation, and behavior is a tremendous boon to information architects. We have yet to fully leverage the semantic value of structural metadata in our search and navigation systems.“ [7, S. 125]

Ein weiteres wesentliches Evaluierungskriterium, das vor allem auf die Lesbarkeit und „Usability“ von Webseiten abzielt, ist die Fähigkeit des CMS, kontextsensitive und personalisierbare Webseiten generieren zu können, was durch RDF-basierte Inhalte begünstigt wird (siehe dazu als Beispiel die Demo des CS AKTiveSpace²³). Dieses Kriterium trifft im Übrigen auch auf Weblog-Systeme zu, deren User Inhalte auch für Personen außerhalb ihrer Community bzw. Blogroll erzeugen wollen.

8 Ausblick in die Zukunft

Als wesentliche Orientierungshilfe und Benchmark für die Zukunft, dient Herstellern von Content Management Systemen und von Portalsoftware das Konzept und die zugrunde liegende Systemarchitektur des Semantic Web Portals [6]. Hierbei wird ein umfassender Entwurf von Portalsystemen gemacht, die „das Semantic Web zu seinem vollen Potential bringen werden“, sprich: Content auf semantischer Basis auch Software-Agenten zugänglich machen können. Ein SW Portal besteht aus den drei Ebenen (1) Grounding Technologies, (2) Information processing und (3) Information Access, die jeweils aufeinander aufbauen.

²² Siehe dazu auch <http://creativecommons.org/find/>, zuletzt abgerufen am 3.2.2006

²³ Siehe dazu auch <http://triplestore.aktors.org/demo/AKTiveSpace/>, zuletzt abgerufen am 3.2.2006

Im Kern eines SW Portals steckt eine Ontologie, die imstande ist, die Portalstruktur abzubilden. Dabei ist jedoch wesentlich, dass diese Ontologie einerseits portalübergreifenden Standards entspricht, andererseits aber von den Nutzern des Portals laufend weiterentwickelt werden kann.

„The benefit of an SW portal is that it is able to load this initial ontology and build a system out of the box that can satisfy user needs. It will be custom tailored but still be standard compliant.“ ([6, S. 45])

In Reynolds [8, S. 290] werden schließlich die Vorteile von SW-Portalen anhand einer Gegenüberstellung mit den „traditionellen Ansätzen“ verdeutlicht:

“Traditional” design approach	Semantic portal
Search by free text and stable classification hierarchy. Information organized by structured records, encourages top-down design and centralized maintenance.	Multidimensional search by means of rich domain ontology. Information semi-structured and extensible, allows for bottom up evolution and decentralized updates.
Community can add information and annotations within the defined portal structure.	Communities can add new classification and organizational schemas and extend the information structure.
Portal content is stored and managed centrally.	Portal content is stored and managed by a decentralized web of supplying organizations and individuals. Multiple aggregations and views of the same data is possible.
Providers supply data through portal-specific forms. Each portal is supplied and maintained separately.	Providers publish data in reusable form for incorporation in multiple portals. Updates remain under their control.
Portal aimed at human access. Separate mechanisms needed for sharing content with a partner organization.	Information structure is directly machine accessible to facilitate cross-portal integration.

Fazit

Die Entwicklung Semantic Web-tauglicher Content Management Systeme, Lernplattformen und Portalsysteme steht zwar noch am Anfang, die breite Adaption der oben angesprochenen Prinzipien wird jedenfalls eine bessere Vernetzung und Strukturierung der Informationen im Internet der nächsten Generation zur Folge haben. Beispiele wie Piggy Bank, Structured Blogging und Google Base nehmen diese Prinzipien auf technischer Ebene teilweise bereits vorweg. Ihre weitere Entwicklung ist daher ein guter Indikator für die Funktionalität und Anforderungen an ein Semantic Web-taugliches CMS.

Literatur

1. Berners-Lee, T.; Hendler, J.; Lassila, O. (2001). The Semantic Web. In: Scientific American, May 2001
2. Celma, O. Ramírez, M. Herrera, P. (2005). Getting music recommendations and filtering newsfeeds from FOAF descriptions. Workshop on Scripting for the Semantic Web. ESWC 2005. Heraklion. In:
http://www.semanticscripting.org/SFSW2005/papers/Celma-Music_Recommendations.pdf, aufgerufen am 10.01.2006
3. Gronau, N.; Bahrs, J.; Schmid, S. (2005). Anwendungen und Systeme für das Wissensmanagement. Ein aktueller Überblick. Berlin: GIT Verlag
4. Hein, A. (2004). Weblogs: Die barrierefreie CMS-Alternative. In:
http://www.contentmanager.de/magazin/artikel_581_weblogs_die_barrierefreie_cms_alternative.html, aufgerufen am 10.01.2006
5. Huynh, D. Mazzocchi, S. Karger, D. (2005). Piggy Bank: Experience the Semantic Web Inside Your Web Browser. In: <http://simile.mit.edu/papers/iswc05.pdf>, aufgerufen am 10.01.2006
6. Lausen, H.; Stollberg, M.; Lara, R.; Ding, Y.; Han, S.; Fensel, D. (2004). Semantic Web Portals – State of the Art Survey, DERI Technical Report, April 2004
7. Morville, P. (2005). Ambient Findability. Cambridge: O'Reilly
8. Reynolds, D.; Shabajee, P.; Cayzer, S. (2004). Semantic Information Portals. In: Reynolds, D.; Shabajee, P.; Cayzer, S. (Eds.). Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters, ACM Press, May 2004
9. Riempf, G. (2004). Integrierte Wissensmanagement-Systeme. Architektur und praktische Anwendung. Berlin: Springer Verlag
10. Wittenbrink, H. (2005). Newsfeeds mit RSS und Atom – Nachrichtenaustausch mit Really Simple Syndication und Atom. Bonn: Galileo Computing

IT Konsolidierung und Informationsintegration

Alois Reitbauer

Profactor Produktionsforschungs GmbH, Steyr, Österreich;
alois.reitbauer@profactor.at

Zusammenfassung: Dieser Artikel betrachtet das Problem steigender Komplexität in IT Systemen. Als wesentlicher Aspekt wird Interoperabilität zwischen Anwendungen dargestellt. Als Modell für die Vielschichtigkeit von Integrationszenarien wird ein Modell präsentiert, das Integration und deren Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen darstellt. Semantische Technologien werden in Relation zu bestehenden Ansätzen, wie Entity Relationship Diagrammen und objektorientierter Modellierung, gesetzt. Ein konkretes Beispiel demonstriert die unterschiedlichen Modellierungsergebnisse. Als wesentliche Szenarien für die Verwendung von semantischen Technologien werden Daten- und Prozessintegration dargestellt. Hierbei werden zuerst Probleme mit bestehenden Technologien präsentiert. Anschließend folgt anhand von Beispielen die Demonstration, wie semantische Technologien helfen können, diese Probleme zu lösen.

1 Einleitung

Die Entwicklung von IT Systemen hat eine rasante Laufbahn hinter sich. In den letzten zwei Jahrzehnten haben Informationstechnologien eine immer zentralere Rolle in geschäftlichen Prozessen eingenommen. Anfangs hatten diese Systeme klar gegliederte Aufgaben. Häufig handelte es sich dabei um die Automatisierung von einzelnen Aufgaben oder Teilprozessen. Mit der Entwicklung immer leistungsfähigerer Systeme nahm auch die Komplexität der Aufgaben stetig zu. Heute sind IT Systeme oft das Rückgrat der Prozesse eines Unternehmens.

Gleichzeitig hat sich auch die Softwareentwicklung selbst ständig weiterentwickelt. Neue Methoden, Sprachen und Werkzeuge erlauben es Software von immer höherer Qualität zu entwickeln. Trotzdem stellt die Entwicklung, Wartung und Erweiterung komplexer vernetzter IT Systeme eine Herausforderung dar, die schwer zu bewältigen ist. Neben der Neuentwicklung gewinnt die Integration bestehender Systeme immer zentralere

Bedeutung. Systemlandschaften mit 100 oder mehr vernetzten Einzelsystemen sind keine Seltenheit mehr.

Semantische Technologien bieten neue Möglichkeiten mit dieser Herausforderung umzugehen. Probleme, die mit herkömmlichen Technologien oft nur sehr schwer zu lösen waren, können leichter und effizienter gelöst werden. Ziel war es Anwendungen zu entwickeln, die flexibel und erweiterbar sind. Gleichzeitig muss die Testbarkeit und die Verständlichkeit auch bei großen verteilten Anwendungen gegeben sein. Wir werden uns nun damit beschäftigen, wie uns semantische Technologien dabei helfen können.

2 Integration vs. Interoperabilität

Bevor wir uns mit der Anwendung von semantischen Technologien beschäftigen, ist es wesentlich, zwei Begriffe zu definieren, die oft im Rahmen von IT Integration verwendet werden. Diese Begriffe werden oft synonym verwendet, besitzen allerdings unterschiedliche Bedeutungen. Die Unterscheidung zwischen Integration von Systemen und der Interoperabilität zweier Systeme ist wesentlich. Oft spricht man sogar von Integration und meint eigentlich Interoperabilität.

Im Falle der Integration ist das Ziel aus zwei Einzelsystemen eine neue größere Gesamtheit zu formen. Die Eigenständigkeit der Einheiten geht dabei verloren. Durch die Verschmelzung der Modelle der einzelnen Systeme entsteht ein neues logisches Schema, welches das neue Gesamtsystem beschreibt. Eine Folge von Integration ist ein komplexeres Gesamtmodell und durch die erhöhte Komplexität ein zunehmender Wartungsaufwand.

Interoperabilität hingegen zielt darauf ab die Interaktion zwischen mehreren autonomen Einheiten zu ermöglichen. Dabei bleibt die Eigenständigkeit der einzelnen Teile erhalten. Im Gegensatz zur Integration werden die

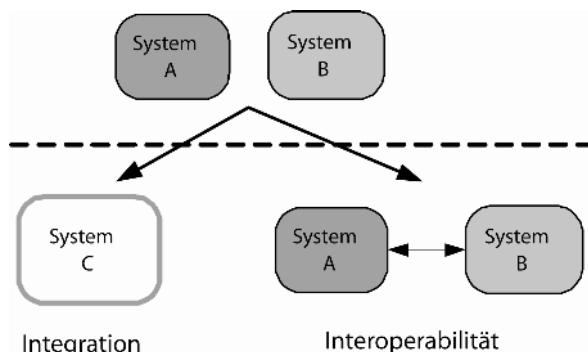


Abb. 1. Integration vs. Interoperabilität

den Anwendungen zugrunde liegenden Modelle nicht verschmolzen. Es wird ein gemeinsames Modell für jenen Bereich erstellt, an dem sich die beiden Systeme überschneiden. Abbildung 1 zeigt die unterschiedlichen Ergebnisse von Integration und Interoperabilität.

3 Sichtweisen auf Integration

Integration kann auch unabhängig von semantischen Technologien betrachtet werden. Die OMG¹ gibt hierzu drei verschiedene Integrationsszenarien an [1]. Diese Szenarien sind als aufeinander aufbauend zu betrachten. Das bedeutet, dass Anforderungen aus vorigen auch für nachfolgende Szenarien gelten. Obwohl hier explizit von Integration die Rede ist, geben die Anforderungen wider, wie Interoperabilität zwischen Anwendungen ermöglicht werden kann.

3.1 Application Integration through Connectivity

In diesem Szenario wird eine Kommunikation zwischen Applikationen etabliert, die es ermöglicht, dass gegenseitig Funktionalitäten benutzt werden können. Dazu wird eine Reihe von Abstraktionen modelliert. Funktionalitäten werden als Services definiert. Für jedes Service wird ein Requesster (Konsument) und ein Provider (Anbieter) definiert. Zusätzlich gibt es hier die Anforderungen für synchronen und asynchronen Austausch von Nachrichten. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die Teilnehmer über eine gemeinsame Architektur, ein gemeinsames Datenmodell und Wissen über die Struktur der Applikation verfügen.

3.2 Application Integration through Information Sharing

In Gegensatz zum ersten Szenario werden die Verbindungen zwischen den Anwendungen nicht mehr fest in den Anwendungscode integriert. Die Kommunikation zwischen den Anwendungen wird durch sogenannte Business Events abstrahiert. Diese modellierten Events ergeben dann ein gemeinsames Event und Prozessmodell. In diesem Szenario werden Sender und Empfänger expliziert modelliert. Durch die Trennung von Sender und Empfänger ergibt sich zusätzlich die Möglichkeit der Datenabstraktion. Somit ergibt sich die Möglichkeit zwischen Datenformaten zu übersetzen.

¹ <http://www.omg.org>

3.3 Application Integration through Process Collaboration

In diesem Szenario kooperieren Teilnehmer mit unterschiedlichen Prozessmodellen, allerdings im Rahmen gemeinsamer Prozesse. Dazu müssen eine Reihe weiterer Abstraktionen modelliert werden. Es muss die Möglichkeit bestehen, zwischen Prozess und Datenmodellen zu übersetzen. Business Events werden zusätzlich Protokolle (bzw. Prozesse) zugeordnet. Im Detail werden Anwendungen für Prozesskollaboration in drei Unterkategorien eingeteilt:

- Anwendungen, die über ein Interface aufgerufen werden können. (unidirektional)
- Anwendungen, die aufgerufen werden können und auch selbst Events generieren können. (bidirektional)
- Anwendungen, die über ein vollständiges Prozessinterface verfügen.

Dieses Modell zeigt unterschiedlichste Szenarien bei der Integration von Anwendungen auf. Die zwei wesentlichen Komponenten hierbei sind Daten und Prozesse. Auf Basis dieses Modells ergibt sich die in Abb. 2 gezeigte Kategorisierung von Integrationsprojekten.

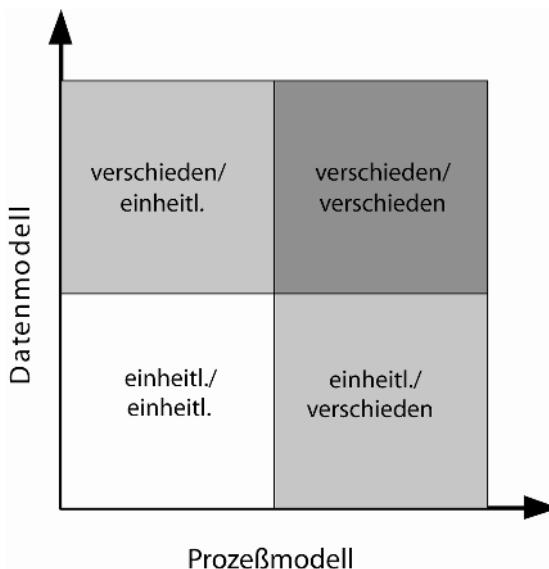


Abb. 2. Komplexität in der Integration

4 Modellierungsansätze

Bevor wir uns mit der Anwendung semantischer Technologien beschäftigen, werden wir deren Bezug zu bestehenden Ansätzen betrachten. Die in den meisten Applikationen am weitesten verbreiteten Ansätze zur Modellierung sind mit Sicherheit Entity Relationship Diagramme zur Modellierung von Datenbanken und objektorientierte Modellierung – hier im speziellen mit UML. Im Umfeld des Semantic Web sind Ontologien das zentrale Modellierungselement. Wir werden nun diese drei Verfahren gegenüberstellen.

4.1 Objektorientierte Modellierung

Die objektorientierte Modellierung basiert auf einigen grundlegenden Konzepten. Das zentrale Modellierungselement sind Klassen. Klassen sind als Schablonen zu betrachten, die Daten und Verhalten definieren. Relationen definieren, wie Klassen zueinander in Verbindung stehen. Vererbungsrelationen sind spezielle Relationen, die definieren, dass eine Klasse die Spezialisierung einer anderen ist – sprich deren Verhalten und Struktur erbt. Ein weiteres Element ist Polymorphismus, welches wir allerdings für unsere Betrachtung außer Acht lassen. Zur Laufzeit eines Programms werden dann konkrete Instanzen dieser Klasse – sogenannte Objekte erzeugt. Diese werden dann im Programmcode ver- und bearbeitet. In der objektorientierten Programmierung geht man davon aus, dass sämtliche Elemente zur Entwicklungszeit modelliert werden und während der gesamten Laufzeit des Programms unverändert bleiben. Klassen bilden eine statische Sicht auf das System und definieren, wie bestimmte Elemente aussehen müssen, um sie in jeder Situation verwenden zu können.

4.2 Entity-Relationship-Diagramme

Entity-Relationship (ER) Diagramme werden vorrangig dazu verwendet um Datenbank-Schemata abzubilden. Die wesentlichen Modellierungselemente, die zur Verfügung stehen, sind Entitäten, die durch Attribute näher bestimmt, werden und Beziehungen zwischen diesen Entitäten. Ein wichtiger Bestandteil hier ist die Angabe von Kardinalitätseinschränkungen. So wird man zum Beispiel definieren, dass eine Person mindestens eine Adresse haben muss. Das primäre Ziel der Datenmodellierung mit Hilfe von ER Diagrammen ist, eine strikte Definition der Struktur bestimmter Daten zu geben. Konzepte wie Vererbung sind in ER Diagrammen nicht vorgesehen. Es gibt allerdings Erweiterungen, die auch auf diesen Aspekt abzielen.

4.3 Ontologien

Eine Ontologie wird allgemein als „A specification of a conceptualisation“ bezeichnet [2]. Die wesentlichen Modellierungselemente in Ontologien wie zum Beispiel in der Web Ontology Language (OWL)², sind ähnlich. In Ontologien verwenden wir ebenfalls die Konzepte von Klassen und Relationen. Allerdings ist das Ziel der Modellierung ein konzeptionelles Schema und kein rein strukturelles Schema.

4.4 Beispiel

Um den Unterschied in der Modellierung zu demonstrieren, werden wir nun ein einfaches Beispiel betrachten. Dieses Beispiel werden wir sowohl objektorientiert, im ER Diagramm als auch in einer Ontologie modellieren. Unser Beispiel beschreibt eine Situation, die es in dieser Art und Weise in jedem Unternehmen gibt. Bestellungen dürfen von Mitarbeitern bis zu einer Grenze von 10.000 Euro selbst getätigt werden. Bestellungen, die größer sind, müssen in einem internen Prozess abgearbeitet werden. Eine Bestellung besteht aus mehreren Posten. Bevor Sie weiterlesen, versuchen Sie das Beispiel einmal selbst abzubilden.

Mit Hilfe des ER Modells würden wir zwei Entitäten definieren – *Order* und *Item*. Diese beiden werden wir über eine Relation verbinden. Diese definieren wir so, dass eine Bestellung mindestens einen Posten enthält und ein Posten genau zu einer Bestellung gehört. Die 10.000 Euro Grenze werden wir gar nicht berücksichtigen, da Sie für das Datenmodell keine direkte Relevanz hat. Abbildung 3 zeigt das ER Modell.

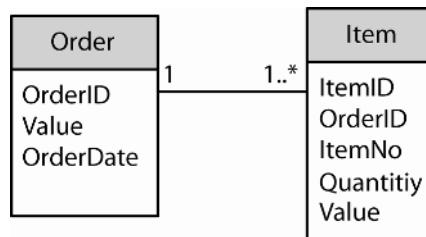
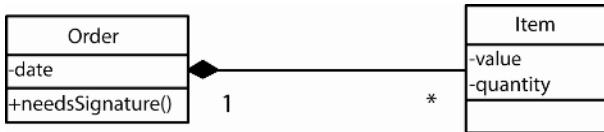


Abb. 3. ER Diagramm

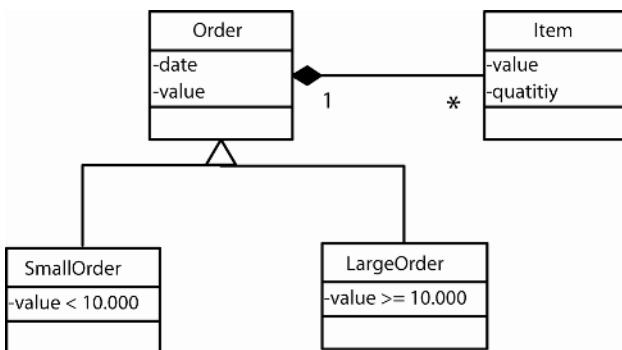
Im objektorientierten Modell sieht die Modellierung sehr ähnlich aus. Wir definieren eine Klasse *Order* und eine Klasse *Item*. Wir definieren ebenfalls die Relation zwischen diesen beiden. Wir könnten auch hier die getrennte Abhandlung von normalen und abzeichnungspflichtigen Aufträgen an den

² Siehe dazu auch die Beiträge von Birkenbihl und May in diesem Band.

**Abb. 4.** UML Diagramm

Verwender delegieren. Im Sinne einer sauberen Modellierung fügen wir aber eine Methode hinzu, die uns dies überprüft.

Nun wenden wir uns der Definition einer Ontologie zu, die das oben beschriebene Szenario beschreibt. Wir modellieren wiederum eine Klasse *Order*. Weiters definieren wie eine Klasse *Item*. Wir weisen der Klasse Bestellung eine Property über einen oder mehrere Posten zu. Da wir in der Ontologie eine möglichst präzise Abbildung der Konzeptionalisierung der Realität wiedergeben wollen, leiten wir nun zwei Klassen ab. Eine Klasse *SmallOrder* und eine Klasse *LargeOrder*. Der Unterschied zwischen diesen beiden Klassen liegt darin, dass sie unterschiedliche Restriktionen auf die Property *value* definieren, die die 10.000 Euro Grenze widerspiegeln.

**Abb. 5.** Ontologie

4.5 Unterschiede

Dieses Beispiel, obwohl inhaltlich sehr einfach, verdeutlicht schon die Unterschiede zwischen den verschiedenen Modellierungsformen. Es ist eindeutig zu erkennen, dass der ontologiebasierte Ansatz der Abbildung der genaueste ist. Man kann sich vorstellen, dass, wenn man diesen Ansatz für eine ganze Anwendung weiter verfolgt, die explizit definierten Unterscheidungen, die man in einer Ontologie erhält, bei weitem mehr sind als bei anderen Ansätzen. Der aus der Ontologie extrahierbare Informationsgehalt ist bei weitem höher als bei den anderen Modellen.

5 Datenaustausch und Kommunikation

Wie in Kapitel 2 beschrieben gibt es zwei Ansatzpunkte für Integration. Im ersten Schritt beschäftigen wir uns mit der Integration von heterogenen Informationsquellen. Daraus folgen eine Reihe von Fragestellungen. Der herkömmliche Ansatz ist hier zwischen zwei Datenformaten zu übersetzen. Je nachdem, ob es sich um ein uni- oder bidirektionales Interface handelt, müssen Daten in eine oder beide Richtungen übersetzt werden. In diesem Zusammenhang ist sehr oft zu lesen, dass es sich hierbei um ein Problem von quadratischer Komplexität handelt. Dies ergibt sich aus der Formel $n^*(n-1)$. Betrachtet man das Problem unter dieser Perspektive, scheint es unlösbar zu sein. In Wahrheit liegt die Komplexität deutlich darunter. Geht man davon aus, dass jedes System zumindest mit einem anderen verbunden sein muss, reduziert sich die Komplexität auf $n-1$. Die Realität liegt also irgendwo dazwischen. Jedenfalls handelt es sich hierbei um ein ernstzunehmendes Problem.

Speziell in einem sich ständig ändernden Umfeld, wie es in großen Enterprise Anwendungen der Fall ist, nimmt der Datenaustausch eine zentrale Rolle ein. Wir wollen nun dieses Problem schrittweise betrachten und sehen, wie uns semantische Technologien dabei helfen können. Im einfachsten Fall findet zwischen Anwendung A und Anwendung B ein Datenaustauschen statt. Im ersten Schritt werden wir jene Daten definieren, die ausgetauscht werden sollen. In unserem Fall handelt es sich um Auftragsdaten. In einem System sind diese als *Orders* und im anderen als *Aufträge* abgebildet. Wir können nun die beiden Datenformate miteinander vergleichen und Übersetzungsregeln definieren. In unserem Beispiel bedeutet das eine Übersetzungsregel zu definieren: *Auftrag.Name = Order.Customer.Name* (siehe Abb. 6). Sofern die Anwendungen diese Daten nur lesen, ergeben sich keine weiteren Probleme mit diesem Ansatz.

Nun wird es allerdings sehr oft auch passieren, dass Anwendungen Daten anderer Anwendungen modifizieren. Ein alltägliches Beispiel ist zum Beispiel die Integration zweier Anwendungen durch die Verwendung einer gemeinsamen Datenbank. Jetzt ist es mit einfachen Übersetzungsregeln

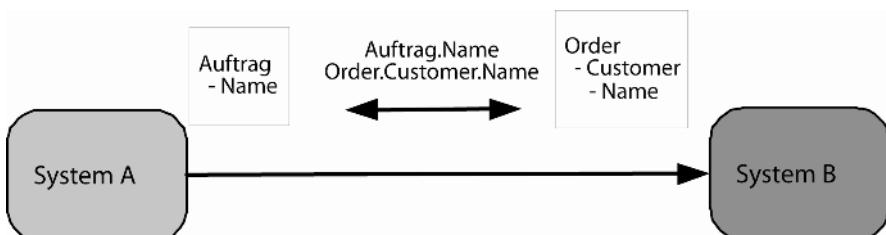


Abb. 6. Datenübersetzung

nicht mehr getan. Das Verändern der Daten bedeutet auch, dass nicht mehr vorausgesetzt werden kann, dass die geänderten Daten konsistent mit den Datenmodellen der einzelnen Anwendungen sind. Wir müssen also nun eine Möglichkeit hinzufügen, um dies zu überprüfen. Die Frage, wo diese Überprüfung stattfinden soll, ist abhängig davon, wie der Datenaustausch realisiert wurde. Im Falle einer *Shared Database* wäre das ein Datenmodell und eine Reihe von Constraints auf der Datenbank.

Nehmen wir nun als konkretes Beispiel wieder unser Szenario aus der Modellierung. Wir haben unsere Bestellungen, bei denen wir zwischen *SmallOrders* und *LargeOrders* unterscheiden. Unsere Anwendungen sind nun ein Bestellsystem und das Workflowsystem zur Abwicklung von Aufträgen. Wir nehmen nun an, diese beiden Systeme sind nicht integriert. Die Unterscheidung in Auftragstypen wird nur im Workflow- und nicht im Bestellsystem getroffen. Die Daten beider Systeme werden in einer relationalen Datenbank abgelegt und entsprechen dem Schema aus dem vorigen Kapitel. Beide Anwendungen greifen auf diese Daten zu und behandeln sie entsprechend ihrer Logik.

Betrachten wir nun einen konkreten Fall und dessen Auswirkungen. Ein Mitarbeiter gibt eine Bestellung auf, die unter die Grenze fällt – also eine *SmallOrder*. Diese wird vom Workflowsystem als solche erkannt. Die Bestellung wird gemäß dem Workflow abgearbeitet. Nun bemerkt unser Mitarbeiter, dass er etwas vergessen hatte zu bestellen. Über das Workflowsystem kann er keine Änderungen mehr vornehmen. Deshalb geht er direkt in die Bestellabteilung und bittet einen befreundeten Mitarbeiter, den fehlenden Posten doch schnell hinzuzufügen. Dieser tut ihm den Gefallen und fügt den Posten über das Bestellsystem hinzu. Obwohl die Bestellung nun den Grenzwert überschreitet, wird das Feld für den Auftragstyp nicht umgesetzt. Der Auftrag wird also falsch abgearbeitet. Wir haben hier also ein Szenario, wo durch die Modifikation von Daten einer Anwendung das Modell einer anderen verletzt wurde.

Nun mag man sagen, dass dieses Problem durch die Definition von Stored Procedures in der Datenbank zu vermeiden gewesen wäre. Oder man könnte argumentieren, dass die Workflowapplikation ihre Daten hätte überprüfen können. Das Vorgehen im ersten Fall würde allerdings über kurz oder lang darin resultieren, dass die Logik einer Anwendung über mehrere Systeme verstreut ist. Dies macht das System extrem schwer zu warten und auch fehleranfällig. Die Überprüfung durch die Workflowanwendung könnte das Problem natürlich lösen. Allerdings würde das bedeuten, dass der Entwickler des Workflowssystems schon während der Entwicklung auf solche Situationen Rücksicht genommen hat. Da das System als Stand-Alone Lösung entwickelt wurde, ist dies nicht der Fall.

5.1 Datentransformationsproblem

Ein zweites Problem im Datenaustausch ergibt sich ebenfalls aus der oben beschriebenen Vorgehensweise der Datenübersetzung. Übersetzung bedeutet, dass wir ein *Dokument A* als Eingabe verwenden, um daraus ein *Dokument B* zu erzeugen. Das bedeutet, wir erzeugen ein völlig neues Dokument, das mit dem ursprünglichen nichts mehr zu tun hat. In einem Szenario, in dem Daten zwischen zwei Anwendungen ausgetauscht werden, stellt das unmittelbar kein allzu großes Problem dar. Das gilt vor allem dann, wenn wir genau wissen, wer die Daten verwenden wird. Gehen wir aber von einem offenen System aus, kennen wir nicht alle Anwendungen, die mit den Daten arbeiten werden. Gerade in sich weiterentwickelnden Enterprise Umgebungen müssen wir mit diesem Fall rechnen. Was wir durch die Übersetzung der Daten verlieren, ist jeder Bezug zu unserem ursprünglichen Datenmodell. Ohne geeignete Übersetzungsregeln verlieren die Daten für uns – und unser System – jede Bedeutung. Wir müssen also gewährleisten, dass die Daten jederzeit wieder in unsere Struktur zurückübersetzt werden können. Da wir allerdings nicht wissen oder nur sehr schwer herausfinden können, wo die Daten überall verwendet werden, müssen wir gewährleisten, dass sie aus allen Systemen zurückübersetzt werden können. Es ergibt sich im schlimmsten Fall also die Problematik zwischen n Systemen $n \times (n-1)$ Schnittstellen schaffen zu müssen. Ansonsten kann es passieren, dass Daten im Ursprungssystem nicht mehr interpretiert werden können.

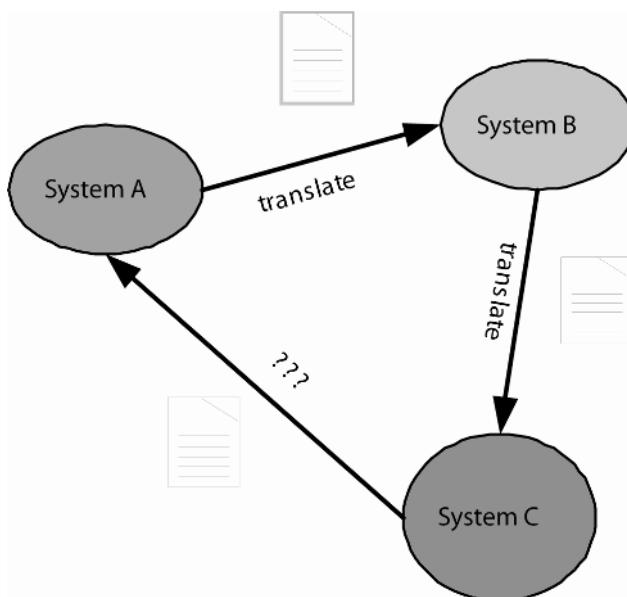


Abb. 7. Übersetzungsproblem

5.2 Datenintegration und semantische Technologien

Nun stellt sich die Frage, wie uns semantische Technologien dabei helfen können, diese Probleme zu lösen. Zur Erklärung greifen wir wieder unser Auftragsbeispiel auf und sehen, wie eine semantische Lösung in diesem Umfeld funktioniert. Wir verwenden diesmal unsere Ontologie zur Beschreibung der verschiedenen Auftragsarten im Workflowsystem. Unser Bestellsystem verwendet nur das Auftragskonzept. Zum Datenaustausch verwenden wir keine gemeinsame Datenbank sondern Dokumente, die Ontologien (genau gesagt Instanzen) beinhalten. Als Austauschformat wählen wir OWL. Im Gegensatz zu vorhin können wir nun nicht nur unsere Daten sondern auch unser konzeptionelles Datenschema einfach austauschen. Um dieses interpretieren zu können, bedarf es keiner speziellen Implementierung. Hierzu können wir einen Reasoner verwenden, der unabhängig von unserer Applikationslogik ist. Im ersten Schritt würden wir wieder unsere Bestellung definieren und die einzelnen Posten eingeben. Das Workflowsystem würde dann mittels eines Reasoners fragen, ob es sich bei unserem Auftrag um einen einfachen oder abzeichnungspflichtigen handelt. Um dies überprüfen zu können, müssen wir unsere Zahlungsgrenze noch als logische Regeln hinterlegen. Diese würden dann vom Reasoner interpretiert werden. In unserem Fall erhalten wir bei der Überprüfung die Information, dass es sich um einen Auftrag unter 10.000 Euro handelt. Da wir ihn weiterhin im System als solchen behandeln werden, definieren wir unseren Auftrag als Individual der Klasse *Simple Order*. Wenn nun im Bestellsystem der zusätzliche Posten eingefügt wird, dann wird beim Validieren gegen das Schema festgestellt, dass die von uns eingegebene Klassifikation verletzt ist. Diese Ausnahmesituation kann nun vom System wie definiert abgehandelt werden.

Auch im Falle der Datentransformation kann uns die Verwendung semantischer Technologien behilflich sein. Zuvor verwendeten wir Übersetzungssregeln um zwischen verschiedenen Datenmodellen zu übersetzen. Das daraus resultierende Problem war, dass wir durch das Kopieren der Daten von einer Informationsstruktur in eine andere die ursprüngliche Struktur verloren haben. Mit Hilfe von semantischen Technologien treffen wir nun die Daten von der Beschreibung. Semantische Repräsentationssprachen erlauben uns Daten mehrfach zu annotieren. Annotieren bedeutet hier, wir fügen beliebige Metadaten hinzu³. In unserem konkreten Fall machen wir dies sogar mehrmals. Für jedes Datenschema fügen wir zusätzliche Annotierungen hierzu, welche die Daten in genau diesem Schema beschreiben. Wir erlauben also mehrere Metadatenmodelle gleichzeitig. Die Verwendung von Namensräumen ermöglicht es uns die Begriffe der einzelnen Modelle

³ Siehe dazu den Beitrag von Reif in diesem Band.

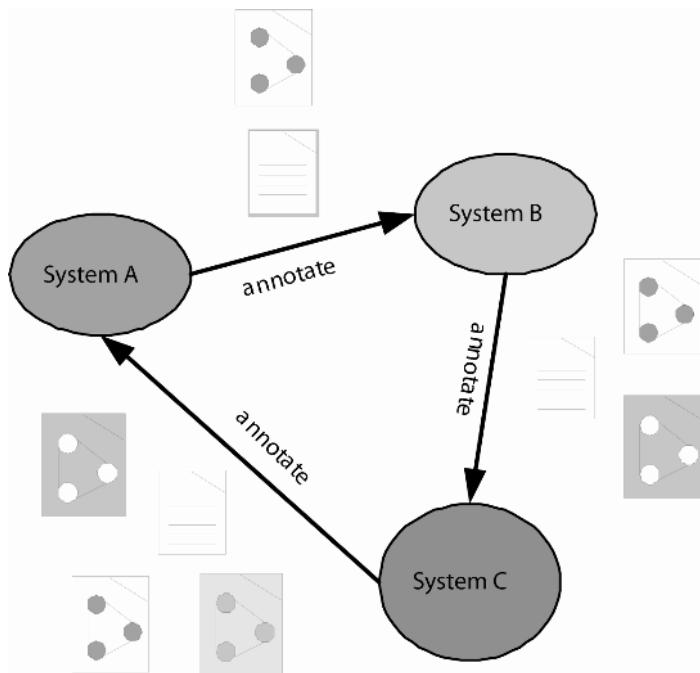


Abb. 8. Mehrfache Annotierung

auseinander zu halten. Dadurch ist es möglich Daten auch mit Systemen auszutauschen, die zur Entwicklungszeit noch gar nicht bekannt waren.

6 Prozess- und Geschäftslogik

Während wir uns im vorangegangenen Kapitel mit der Datensicht beschäftigt haben, geht es nun um die dynamische Systemsicht und die Implementierung von Prozessen und Geschäftslogik. Ziel soll es auch hier sein möglichst umfangreich und genau die Semantik einer Anwendung abzubilden. Gleichzeitig soll gewährleistet werden, dass Anwendungen einfach erweitert werden können. Hierbei ist es von wesentlicher Bedeutung, dass man das konzeptionelle Modell hinter der Anwendung einfach und schnell versteht. Weiters soll eine maschineninterpretierbare Abbildung gewährleisten, dass Fehler, die durch das Zusammenspiel mehrerer Anwendungen entstehen, schnell erkannt und behoben werden können.

Mittlerweile etabliert sich die Verwendung von service-orientierten Architekturen immer mehr. Diese erlauben es, lose gekoppelte und klar strukturierte Anwendungen zu erstellen. Wir werden zuerst dieses Konzept betrachten und uns dann der Verwendung semantischer Technologien zuwenden.

6.1 Service Orientierte Architektur

Ein Grundkonzept in der Entwicklung moderner Integrationsszenarien sind serviceorientierte Architekturen. Eine serviceorientierte Architektur kann man sich – vereinfacht – wie folgt darstellen. Im Wesentlichen finden sich immer drei Komponenten:

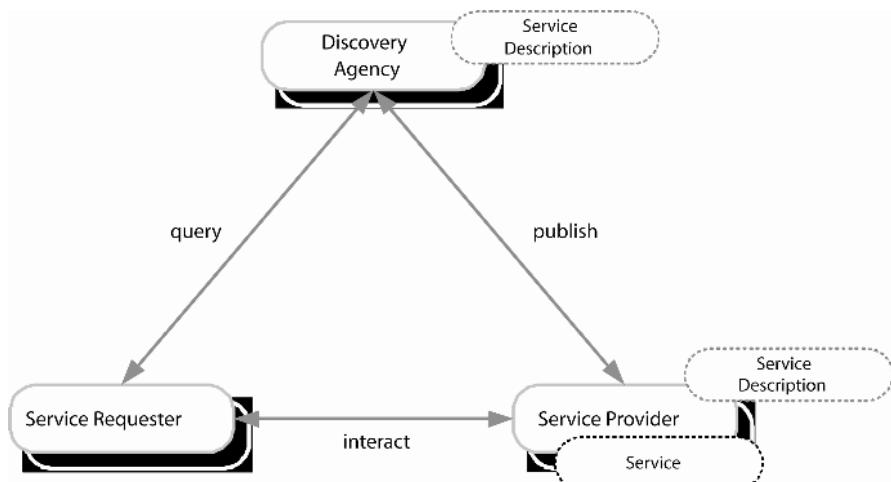


Abb. 9. Service Orientierte Architektur

- Der *Service Requester* ist derjenige, der ein Service anfordert.
- Der *Service Responder* ist derjenige, der ein Service anbietet.
- Das *Directory Service* ist ein spezielles Service, welches es ermöglicht Services zu publizieren und zu suchen.

Abbildung 9 beschreibt eine typische Interaktion in einer service-orientierten Umgebung. Zuerst sucht der *Service Requester* im *Directory Service* nach einem bestimmten Service. Das *Directory Service* übermittelt nun Detailinformationen zu allen *Service Providern*, die dieses Service anbieten. Der *Service Requester* wählt das passende Service aus und nimmt dessen Leistung in Anspruch.

Das derzeit wohl prominenteste Beispiel für service-orientierte Architekturen sind Web Services. Allerdings gibt es auch andere service-orientierte Implementierungen wie zum Beispiel das Open Service Gateway Interface (OSGi)⁴.

Die Ansatzpunkte für die Verwendung semantischer Technologien sind hier bei der Kommunikation und in den Servicebeschreibungen selbst. Mit

⁴ <http://www.osgi.org>

Kommunikation und Datenaustausch haben wir uns im vorigen Kapitel beschäftigt. Betrachten wir nun also die Verwendung semantischer Technologien zur Servicebeschreibung⁵.

6.2 Servicebeschreibungen

Sehen wir uns nun an, wie uns semantische Technologien bei der Entwicklung im Enterprise-Umfeld behilflich sein können. Zu Beginn betrachten wir ein einfaches Serviceinterface in Pseudocode. Als Ausgangsbasis nehmen wir wieder unser Auftragsbeispiel. Wir definieren eine Methode *createOrder*, die einen Auftrag erzeugt. Als Parameter erhalten wir den Benutzernamen und ein Passwort und weiters eine Liste mit den Posten der Bestellung. Des weiteren erzeugen wir eine Methode zur Abarbeitung des Auftrages, die wir *ProcessOrder* nennen. Des weiteren definieren wir noch eine Methode *AuthenticateOrder*. Diese Methode erlaubt uns abzeichnungspflichtige Aufträge abzuzeichnen. *Order* entspricht hier der objektorientierten Klassendefinition.

```
public interface OrderInterface {

    Order createOrder (UserName, Password, List Item)
    void authenticateOrder (UserName, Password, Order)
    void processOrder (Order)
}
```

Wir haben nun ein Service, das uns ermöglicht Aufträge zu erzeugen und abarbeiten zu lassen. Dieses können wir nun veröffentlichen und andere Systeme können es einbinden. Hierzu haben wir keinerlei semantische Technologien verwendet. Die Frage stellt sich, wie gut diese Definition ist. Wenn wir die Methode *createOrder* betrachten, so fällt auf, dass wir hier zwei Dinge miteinander mischen. Einerseits enthält sie Authentifizierungsinformation und andererseits Information über die Produkte, die wir bestellen wollen. Dasselbe gilt auch für unsere *authenticateOrder* Methode. Der Unterschied mag zwar für einen menschlichen Benutzer offensichtlich sein. Wir sollten allerdings im Hinterkopf behalten, dass wir unsere Services auch automatisiert zusammenfügen wollen. Des weiteren handelt es sich hierbei um ein sehr einfaches Beispiel. Jeder, der schon einmal einen „fremden“ Code lesen musste, weiß, dass die Komplexität von Methodenparameter – vor allem wenn die passende Dokumentation fehlt – eine zentrale Fehlerquelle ist. Also definieren wir nun unser Interface so um, dass wir dieses Problem lösen. Wir führen einen Typ *User-Information* ein, der diese Information kapselt.

⁵ Für eine vertiefende Betrachtung siehe den Beitrag von Polleres et al. in diesem Band.

```

public interface OrderInterface {
    Order createOrder (UserInformation, List Item)
    void authenticateOrder (UserInformation, Order)
    void processOrder (Order)
}

```

Nun sieht unser Interface doch schon viel besser aus. Im Regelfall würde man jetzt nichts mehr daran verbessern und das Service entsprechend implementieren. Betrachten wir aber noch einmal das Interface und vergleichen die beschriebene Semantik mit der unseres Anwendungsfalles. Für uns ist der Ablauf und die Verwendung der Methodenaufrufe klar. Aber sogar schon für einen anderen Programmierer, an den wir dieses Interface weitergeben, werden sich eine Reihe von Fragen aufwerfen:

- Wann muß ich *authenticateOrder* aufrufen?
- Muss ich *authenticateOrder* immer vor *processOrder* aufrufen oder passiert das automatisch?

Diesem Problem kann man entgegenwirken, indem man die Methoden mit zusätzlichen Kommentaren versieht. Der Programmierer würde diese lesen und dann einen entsprechenden Programmcode schreiben. Jeder, der schon einmal an Programmen anderer weiterarbeiten musste, weiß allerdings, dass Kommentare weit seltener anzutreffen sind als uns lieb wäre. Einerseits fehlt die Zeit um ausreichend zu kommentieren und andererseits liegt es im Ermessen des Einzelnen, welche Teile kommentiert werden sollten. Kommentare sorgen allerdings nur dann für ein besseres Verständnis, wenn sie von Menschen interpretiert werden. Unsere Anforderungen bezüglich verbesserter Automatisierung und vereinfachter Adaptierbarkeit unterstützen den Programmierer also nur bedingt.

Eine Möglichkeit ist nun eine Prozessbeschreibung mit einer geeigneten Beschreibungssprache zu hinterlegen. Für unseren Bestellungsprozess können wir so eine Prozessbeschreibung und das dazugehörige Prozessinterface erstellen. Nachfolgend eine vereinfachte Beschreibung in Pseudocode.

```

public void OrderGoods {

    Order order = createrOrder (myUserInfo, someGoods)

    if (order.isSpecialOrder)
        authenticateOrder (otherUserInfo, order)

    processOrder (order);
}

```

Diese Beschreibung macht den Ablauf um einiges klarer. In einer Prozessbeschreibungssprache implementiert kann dieser sogar direkt ausgeführt werden. Allerdings haben wir dadurch, dass wir unseren Prozess

explizit gemacht haben, diesen auch starrer gestaltet. Unsere Services sind jetzt enger miteinander verbunden. Würden wir unsere ganze Anwendung so bauen, würde sie sehr starr und unflexibel werden. Jede noch so kleine Änderung bewirkt eine Reihe von Änderungen bei unseren Prozessbeschreibungen. Wir werden uns nun mit einer Methode beschäftigen, die es uns erlaubt, die Semantik unseres Prozesses genau zu modellieren, und die gleichzeitig flexibel genug für Erweiterungen ist.

6.3 Entwicklung eines semantischen Interfaces

Bei der Modellierung von semantischen (Web)Services verwendet man zur Beschreibung der Services Elemente, die aus der AI Planung kommen. Es werden folgende vier Elemente beschrieben:

1. Eingabegrößen (Inputs)
2. Ausgabegrößen (Outputs)
3. Vorbedingungen (Preconditions)
4. Seiteneffekte der Ausführung (Effects)

Neben Eingabe- und Ausgabewerten werden auch noch Bedingungen, die vor beziehungsweise nach der Ausführung des Services gelten, beschrieben. Die Eingabe und Ausgabewerte werden zusätzlich als Konzepte der Ontologie abgebildet und nicht als XML Datenstrukturen oder Klassen einer Programmiersprache. Wir werden nun unser Service von vorhin so umbauen, dass der oben genannte Prozess automatisch aus der Servicebeschreibung erzeugt werden kann. Betrachten wir dazu noch einmal unser Service.

```
public interface OrderInterface {
    Order createOrder (UserInformation, List Item)
    void authenticateOrder (UserInformation, Order)
    void processOrder (Order)
}
```

Würden wir auf Basis dieser Servicedefinition einen Planungsalgorithmus den Prozess definieren, würde der Aufruf von *authenticateOrder* wahrscheinlich fehlen. Aus einer rein syntaktischen Beschreibung ist nicht ersichtlich, wozu er notwendig ist. Im ersten Schritt definieren wir die Parameter mit Hilfe der Ontologie genauer.

```
public interface OrderInterface {
    Order createOrder (UserInformation, List Item)
    void authenticateOrder (UserInformation, LargeOrder)
    void processOrder (SmallOrder or
        (LargeOrder AND LargeOrder.authenticated == true))
}
```

Mit dieser Definition haben wir unser Interface nun viel genauer spezifiziert. Die möglichen Fragen eines Programmierers, die wir oben angeführt haben, können nun ohne jegliche zusätzliche Dokumentation erklärt werden. Die Eingabeparameter der Methode *processOrder* können wir noch schöner darstellen, indem wir ein eigenes lokales Ontologiekonzept dafür definieren. In OWL DL wäre das zum Beispiel eine Klasse *AuthenticatedOrder*, bei der die Property *authenticated* eine Wertbeschränkung von *true* besitzt. Dann würden wir den Parameter als *union* der Klasse *SmallOrder* und *AuthenticatedOrder* bestimmen. Wir nennen diese Klasse *ProcessableOrder*.

Im nächsten Schritt werden wir die *authenticateOrder* Methode entsprechend überarbeiten. Im Moment ist nicht ersichtlich, in wiefern diese Methode den Auftrag überhaupt verändert. Wir könnten natürlich einen Rückgabe-Parameter vom Typ *AuthenticatedOrder* definieren. Dies wäre aber nicht besonders schön, da wir ja den Parameter verändern und kein neues Objekt erzeugen. Vielmehr handelt es sich hierbei um einen Nebeneffekt der Ausführung. Nach Ausführung der Methode wird die Property der *LargeOrder* auf den Wert *true* gesetzt. Das werden wir als *Effect* modellieren. Unser Service sieht nach den letzten beiden Änderungen wie folgt aus:

```
public interface OrderInterface {
    Order createOrder (UserInformation, List Item)
    void authenticateOrder (UserInformation, LargeOrder)
        Effect: LargeOrder.authorized = true
    void processOrder (ProcessableOrder)
}
```

Im letzten Schritt betrachten wir nun noch die *createOrder* Methode unseres Services. Obwohl es für einen menschlichen Benutzer ersichtlich ist, dass diese Methode einen Auftrag mit allen Posten erzeugt, ist dies noch nicht offensichtlich. Was also fehlt, um ein einfaches maschinelles Verarbeiten zu ermöglichen, ist eine Beschreibung der Beziehung zwischen der Order und den Posten. Um das zu modellieren, haben wir mehrere Möglichkeiten. Wir können zum Beispiel eine lokale Unterklasse von *Item* und *Order* anlegen, in der wir die Order-Item Beziehung abbilden.

Vergleichen wir jetzt dieses Interface mit jenem zu Beginn, sehen wir deutlich den Mehrwert der semantischen Modellierung. Neben mehr explizit formulierter Semantik kann dieses Service nun auch in automatisierten Prozesskonfigurationen verwendet werden.

Fazit

Semantische Technologien können einen großen Beitrag leisten, das Problem der steigenden Komplexität in IT Systemen in den Griff zu bekommen.

Dazu haben wir uns in diesem Beitrag mit der Verwendung von semantischen Technologien zur IT Integration beschäftigt. Dann haben wir zwischen den grundsätzlichen Ansätzen der Integration und Interoperabilität unterschieden. Im Rahmen eines Referenzmodells haben wir unterschiedliche Integrationsszenarien betrachtet. Als wesentliche Punkte haben wir die Integration von Daten und Prozessen identifiziert. Als Einstieg in das Thema Semantik haben wir die Unterschiede in der Modellierung zu herkömmlichen Verfahren betrachtet. Im Anschluss haben wir uns gezielt mit der Anwendung von semantischen Technologien zur Lösung von Daten- und Prozessintegrationsproblemen beschäftigt.

Literatur

1. Andrews T. et al. (2003) Business Process Execution Language for Web Services, Version 1.1
<ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/ws-bpel.pdf>, aufgerufen Oktober 2005
2. Dean M., Skhreiber G. eds. (2004) OWL Web Ontology Language Reference, World Wide Web Consortium <http://www.w3.org/TR/owl-ref>, aufgerufen Oktober 2005
3. Gruber, T.R. (1995) Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing, Int. Journal of Human-Computer Studies, Vol. 43, pp. 907–928. <http://citeseer.ist.psu.edu/gruber93toward.html>, aufgerufen Oktober 2005
4. OMG (2005) UML Profile and Interchange Models for Enterprise Application Integration, USA <http://www.omg.org/docs/formal/04-03-26.pdf>, aufgerufen Oktober 2005
5. Manola F. Mille E (2004) RDF Primer, World Wide Web Consortium <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>, aufgerufen Oktober 2005
6. Martin D. et al. OWL-S Semantic Markup for Web Services
<http://www.daml.org/services/owl-s/1.1/overview/>, aufgerufen Oktober 2005

Semantische Annotation

Gerald Reif

Institut für Informatik, Universität Zürich, Schweiz;
reif@ifi.unizh.ch

Zusammenfassung: In diesem Kapitel wird zuerst der Begriff *Semantische Annotation* eingeführt und es werden Techniken besprochen um die Annotationen mit dem ursprünglichen Dokument zu verknüpfen. Weiters wird auf Probleme eingegangen, die sich beim Erstellen der Annotationen ergeben. Im Anschluss daran werden Software Tools vorgestellt, die einen Benutzer beim Annotierungsprozess unterstützen. Zum Abschluss werden Methoden diskutiert, die den Annotierungsvorgang in den Entwicklungsprozess einer Web Applikation integrieren.

1 Einleitung

Tim Berners-Lee definiert das Semantic Web als eine Erweiterung des existierenden World Wide Web, in dem Informationen eine wohldefinierte Bedeutung zugeordnet ist, um die Zusammenarbeit zwischen Menschen und Computern zu erleichtern [4]. Um die Bedeutung (auch Semantik genannt) der Informationen formalisiert festzuhalten, werden im Semantic Web Meta-Daten z. B. im RDF Format verwendet. Die Meta-Daten erlauben es Computern auf die Bedeutung eines Dokuments zuzugreifen. Diese Grundidee des Semantic Web ermöglicht die Entwicklung von Anwendungsprogrammen, die den Benutzer bei der Bewältigung von Wissensproblemen unterstützen, die weit über die Fähigkeiten traditioneller Anwendungen hinausgehen. Informationen können applikations- und herstellerunabhängig zwischen Anwendungen ausgetauscht werden, ohne dass dabei die Semantik verloren geht.

Die Existenz von RDF Meta-Daten ist eine Grundvoraussetzung für die Realisierung des Semantic Web. Den Prozess des Hinzufügens von semantischen Meta-Daten zu Dokumenten, die den Inhalt eines Dokuments in

maschinen-verarbeitbarer¹ Form beschreiben, nennt man *Semantische Annotation* (engl. Semantic Annotation). Dabei kann es sich bei den Dokumenten um Informationsquellen wie z. B. Web-Seiten, Bilder, Audio oder Video Dateien handeln. Da es sich bei den Dokumenten im Web hauptsächlich um HTML Web-Seiten handelt, liegt der Schwerpunkt in diesem Kapitel bei der Annotation von Web-Seiten.

2 Verknüpfung zwischen Annotation und Web-Seite

Wie in der Einleitung bereits diskutiert, erhält man durch den Annotierungsprozess, zusätzlich zum eigentlichen Dokument Meta-Daten, die den Inhalt des Dokuments beschreiben. Das annotierte Dokument muss nun mit seinen Meta-Daten verknüpft werden. Dazu gibt es keine Standard Methode [14]. Abhängig vom Anwendungsfall stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Die Methoden können grundsätzlich in folgende Kategorien eingeteilt werden:

- Die Annotationen werden eingebettet in das Dokument.
- Das Dokument verweist auf ein externes Dokument mit den Annotationen.
- Die Annotationen verweisen auf das annotierte Dokument; das Dokument selbst enthält keine Hinweise auf Annotationen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden diese Techniken und ihre Anwendungsbereiche vorgestellt. Eine ausführliche Diskussion dieses Themas finden Sie in [14].

2.1 Eingebettete Annotationen

Bei dieser Technik werden die RDF Meta-Daten direkt in das zu annotieren Dokument eingebettet. Dies hat den Vorteil, dass beim Datenaustausch nur ein Dokument weitergegeben werden muss. So kann auf die Meta-Daten des Dokuments auch zugegriffen werden, wenn man keinen Zugriff auf externe Ressourcen hat, zum Beispiel, wenn man offline arbeitet.

Beim Einbetten der RDF Meta-Daten muss darauf geachtet werden, dass ein Web Browser die Meta-Daten nicht am Bildschirm anzeigt. Dies kann

¹ In der Literatur wird häufig der Begriff maschinen-verständlich verwendet. In diesem Kapitel wollen wir der Argumentation in [3] folgen und von maschinen-verarbeitbaren Informationen sprechen. Maschinen müssen nicht notwendigerweise die Informationen verstehen, es reicht, wenn sie in der Lage sind, die Informationen effizient zu verarbeiten. Unter Umständen führt dies dazu, dass Menschen glauben, die Maschinen würden tatsächlich verstehen.

durch das einbetten von RDF im XML Syntax in den `<head>` der HTML Seite geschehen. Dabei wird die Abbreviated XML/RDF Syntax verwendet, da diese Syntax die Meta-Daten in Attributen speichert, die von den meisten Web Browsern nicht dargestellt werden (im Gegensatz zum Inhalt von Elementen) [14]. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für diese Art der Einbettung der Meta-Daten.

```

<head>
    <title>Some Page</title>
    <rdf:RDF xmlns:rdf=„http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#“
        xmlns:dc=„http://purl.org/dc/elements/1.1/“>
        <rdf:Description rdf:about=„http://www.w3.org/“
            dc:title=„W3C Homepage“/>
    </rdf:RDF>
</head>

```

Abb. 1. Einbetten von Abbreviated RDF/XML `<head>` der Web-Seite

HTML bietet zwei Elemente um nicht HMTL Medien in eine Web-Seite einzubinden: Das `<object>` und das `<script>` Element. Beim `<object>` Element kann das `data` Attribut dazu verwendet werden um die Meta-Daten einzubinden. Dazu werden die Meta-Daten `base64` encoded, siehe Abbildung 2. Dies hat den Vorteil, dass auch andere RDF Serialisierungen außer RDF/XML, wie zum Beispiel Notation 3, NTriples oder Turtle, verwendet werden können. Das `<object>` kann auch dazu verwendet werden um auf eine externe Meta-Daten Beschreibung zu verlinken. Diese Technik wird im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

```

<object data=„data:application/rdf+xml;base64, PHJkZjpSREY
geG1sbnMw Oi8vd3d3LnczM9yZy8xOTk5LzAyLzIyLXJkZi1zeW50YXgt
bnMjIgGPg==, />

```

Abb. 2. Einbetten von base64 encodeten Meta-Daten im `<object>` Element

Der Inhalt des `<script>` Elements wird üblicherweise von Script Interpretern ausgeführt und wird nicht am Bildschirm dargestellt. In diesen Fall wird das Element dazu verwendet, die Meta-Daten im RDF/XML Format aufzunehmen. Dabei wird mit dem `type` Attribut der Name des Interpreters mit dem MIME-Typ `application/rdf+xml` angegeben, wie Abb. 3 zeigt. Dieser MIME-Typ ist im RFC3870 definiert [20].

```

<head>
    <title>My Document</title>
    <script type="application/rdf+xml">
        <rdf:RDF
            xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#"
            xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
            <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/"
                dc:title="W3C Homepage"/>
        </rdf:RDF>
    </script>
</head>

```

Abb. 3. Einbetten von RDF Meta-Daten im <script> Element

Eine weitere Technik ist die Meta-Daten mit Hilfe eines HTML Kommentars (<!-- -->) in die Web-Seite einzufügen.

Mit Ausnahme der Techniken mit dem <object> Element und dem HTML Kommentar haben die in diesem Abschnitt vorgestellten Techniken den Nachteil, dass das annotierte Dokument die Validierungsvorschriften von HTML 4.01 [16] und XHTML 1.0 [23] brechen.

2.2 Intern verlinkte Annotationen

Bei dieser Technik wird im annotierten Dokument lediglich ein Link auf eine externe Meta-Daten Beschreibung gespeichert. Die eigentlichen RDF Meta-Daten sind in einem eigenständigen Dokument speichert. Dabei wird davon ausgegangen, dass Programme, die das Dokument verarbeiten, auch Zugriff auf die verlinkten Meta-Daten haben. Wenn es sich bei dem annotierten Dokument um eine Web-Seite handelt, stellt diese Voraussetzung kein Problem dar, da Web-Seiten im allgemeinen online verfügbar sind und zur Darstellung auch auf andere Online-Ressourcen wie Bilder, Style Sheets oder JavaScript Bibliotheken verwendet werden. Beim Offline-Arbeiten stellt diese Voraussetzung aber ein Hindernis dar.

Der Link wird durch das <link> Element im <head> der Web-Seite hergestellt. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für so einen Link. Bei dieser Technik handelt es sich um die Methode auf der W3C RDF Issue Tracking List empfohlene Vorgehensweise. [17, 18]

Das rel Attribut kann auch dazu verwendet werden um alternative Beziehungen auszudrücken, zum Beispiel um Clients die Meta-Daten in anderen RDF Serialisierungen anzubieten, wie in Abb. 5 dargestellt ist.

```

<link rel="meta" type="application/rdf+xml"
      href="Meta-Data-for-Web-Page.rdf"/>

```

Abb. 4. Verlinken auf eine externe Meta-Daten Beschreibung

```

<link rel="meta" type="application/rdf+xml"
      href="meta.rdf"/>
<link rel="alternate meta" type="application/n3"
      href="meta.n3"/>
<link rel="alternate meta" type="application/ntriples"
      href="meta.nt"/>

```

Abb. 5. Anbieten von alternativen RDF Serialisierungen.

Alternativ kann auch das `data` Attribut im `<object>` Element dazu verwendet werden, um auf die Meta-Daten zu verlinken. Im Dokument `<body>` kann ein `<a>` Link dazu verwendet werden um auf die Meta-Daten zu verlinken, wie in Abbildung 6 gezeigt wird.

```

<body><p><a rel="meta" type="application/rdf+xml"
      href="meta.rdf">blargh</a>[...]

```

Abb. 6. Verlinken aus dem Dokument `<body>`.

2.3 Extern verlinkte Annotationen

Will man ein Dokument annotieren, auf das man keinen Zugriff hat, zum Beispiel weil das Dokument auf einem Web Server liegt, auf dem man keine Schreibrechte hat, so kann man die Meta-Daten in einem eigenständigen Dokument speichern und die Verknüpfung zwischen Meta-Daten und dem Dokument über einen externen Link herstellen. Die externen Links und die Meta-Daten werden auf einem Server öffentlich zugänglich gemacht. Der Link kann sich dabei auf das ganze Dokument beziehen, zum Beispiel der URL der Web-Seite, oder mittels XPointer [22] auf ein bestimmtes Fragment der Seite. Ein Programm, das die Meta-Daten zu einem solchen Dokument verarbeiten soll, muss beim Server überprüfen, ob ein externer Link für dieses Dokument existiert, und die entsprechenden Annotationen herunter laden.

3 Datenaufbereitung für die Semantischen Meta-Daten

Den Informationen in den semantischen Meta-Daten liegen meistens die Daten aus dem zu annotierenden Dokument zugrunde. Diese Daten können aber nicht in allen Fällen direkt als Meta-Daten weiterverwendet werden, sondern müssen erst nach den Erfordernissen der für die Annotation verwendeten Ontologien angepasst werden. In der folgenden Auflistung diskutieren wir Fälle, in denen eine solche Anpassung notwendig ist.

- *Unterschiedliche Granularität* – Die Granularität der Informationen in einem Dokument entspricht oft nicht der Granularität der Informationen, die von der Ontologie für die Annotationen gefordert wird. Zum Beispiel ist auf einer Web-Seite die Telefonnummer ohne Trennzeichen zwischen der Landesvorwahl, der Ortsvorwahl und der lokalen Rufnummer dargestellt (+4155556729). Die zur Annotation verwendete Ontologie, verwendet aber getrennte Properties für die Speicherung der Teile der Telefonnummer (+41 / 555 / 56729). Beim Annotieren muss die Telefonnummer somit zuerst in ihre Bestandteile zerlegt werden, d. h. an die Granularität in der Ontologie angepasst werden.
- *Implizite Information* – Informationen, die zur Annotation benötigt werden, stehen unter Umständen nicht explizit zur Verfügung, können aber von den zur Verfügung stehenden Informationen abgeleitet werden. Zum Beispiel findet man auf der Web-Seite einer Theatervorstellung die Beginnzeit und die Dauer der Aufführung. Die Ontologie, die zur Annotierung der Seite verwendet wird, stellt zur Speicherung der Daten Properties für die Beginn- und Endzeit zur Verfügung. Diese Daten sind in den zur Verfügung stehenden Informationen implizit enthalten und müssen beim Annotieren explizit gemacht werden.
- *Unterschiedliche Datenformate* – Die Informationen in einem Dokument und in den Meta-Daten haben unterschiedliche Zielgruppen und werden daher in einem unterschiedlichen Format repräsentiert. Das Dokument zielt auf menschliche Benutzer ab, während die Meta-Daten von Maschinen verarbeitet werden sollen. Zum Beispiel, ein Datum, das auf einer Web-Seite für den Benutzer im Format „24. Dezember 2005, 12:00 Uhr“ dargestellt wird, muss in den Meta-Daten im XML Schema xsd:dateTime Format dargestellt werden (2005-12-24T 12:00:00.000+01:00). Das Datenformat der zur Verfügung stehenden Informationen muss in einem solchen Fall für die Meta-Daten in das von der Ontologie geforderte Datenformat übergeführt werden.

In den oben genannten Fällen müssen die Informationen aus dem zu annotierenden Dokument aufbereitet werden, um sie in der Meta-Daten Beschreibung verwenden zu können.

4 Annotationstools

Das semantische Annotieren eines Dokuments stellt einen zeitaufwändigen Prozess dar, der zusätzlich zum Erstellen des eigentlichen Dokuments durchgeführt werden muss. Auch ist die Person, die ein Dokument annotiert, üblicherweise nicht die Person, die von der Existenz der Annotationen profitiert. Das reduziert die Bereitschaft Dokumente zu annotieren. Daher

werden Programme benötigt, die dem Benutzer den Annotierungsprozess so weit wie möglich erleichtern. An so ein Programm werden unterschiedlichste Anforderungen gestellt.

4.1 Anforderungen an ein Annotierungstool

Die komplexe Syntax von RDF/XML macht es Benutzern schwer RDF Meta-Daten in einem einfachen Texteditor zu verfassen. Ein Annotierungstool sollte die RDF Statements in Triple Form oder in einem graphischen Editor darstellen und automatisiert in die RDF/XML Syntax überführen. Der Benutzer sollte sich nicht um den Syntax kümmern müssen.

In RDF sind URIs allgegenwärtig. URIs werden dazu verwendet um XML Namespaces zu definieren, um Konzepte aus den Ontologien zu referenzieren und um Ressourcen zu identifizieren. Die häufige Verwendung von langen URIs bringt ein großes Potential für Tippfehler mit sich. Annotierungstools sollten es dem Benutzer so weit wie möglich abnehmen URIs selbst einzugeben. Dies kann über einen Browser für die bekannten Namespaces und Ressource Identifikatoren erfolgen und durch einen Ontologie-Browser, in dem man ein Konzept auswählen kann, ohne den URI eingeben zu müssen. Weiters sollte ein Annotierungstool sicherstellen, dass für eine Ressource immer der gleiche URI als Identifikator verwendet wird.

Betrachtet man Dokumente, die semantisch annotiert sind, so stellt man fest, dass wichtige Teile des Dokuments zweimal gespeichert werden. Zum einen im eigentlichen Dokument für den menschlichen Benutzer, zum anderen in den Meta-Daten für die maschinelle Verarbeitung. Diese Redundanz führt zu einem Inkonsistenzproblem bei der Wartung des Dokuments. Ein Annotierungstool sollte unterstützen, dass Änderungen immer konsistent an beiden Arten von Informationen durchgeführt werden.

Ein Annotierungstool sollte auch die Anforderungen an die Datenaufbereitung, die in Abschnitt 3 diskutiert wurden, berücksichtigen.

Weiters sind viele Dokumente wie zum Beispiel Web-Seiten keine statischen Dokumente, sondern werden dynamisch generiert, zum Beispiel aus einer Datenbank. Beim Annotieren von dynamisch generierten Dokumenten müssen immer wieder die gleichen Schritte für ein bestimmtes Muster von Dokumenten durchgeführt werden. Ein Annotierungstool sollte es erlauben, dass man zur Annotierung von dynamischen Dokumenten einmalig ein Annotierungsmuster festlegt, sodass die Annotierung der Instanzen automatisiert erfolgen kann.

Weitergehende Annotierungstools sollten den Annotierungsprozess in den Erstellungsprozess des Dokuments integrieren. So ein Tool überwacht die Eingaben des Benutzers und bietet Vorschläge zur Annotation an. Zum Beispiel vergleicht ein solches Annotierungssystem die eingegebenen Zeichenketten mit den bereits vorhandenen Meta-Daten und erkennt, ob für die

eingegebene Information bereits eine Instanz existiert und unterbreitet dem Benutzer einen entsprechenden Annotierungsvorschlag.

Desweiteren gibt es Ansätze, die auf maschinellem Lernen, natural language processing, Datamining, etc. beruhen.

4.2 Beispiele für Annotierungstools

Das Bewusstsein für die oben angeführten Anforderungen an Annotierungstools hat sehr früh zu ersten Implementierungen geführt. Diese ersten Tools, wie zum Beispiel der SHOE Knowledge Annotator [9], konzentrierten sich hauptsächlich auf die syntaktisch korrekte Eingabe der Meta-Daten. Aktuelle Entwicklungen bewegen sich in die Richtung komplexer Annotierungs-Frameworks, die über Plug-ins an die Benutzeranforderungen angepasst werden können.

Bei den in diesem Abschnitt vorgestellten Annotierungstools handelt es sich um Forschungsprototypen, die Lösungsansätze für die oben angeführten Anforderungen aufzeigen. Eine ausführliche Liste mit Annotierungstools finden Sie unter [21].

4.2.1 SMORE

SMORE [11] ist eine Java Applikation, die im Rahmen des mindswap Projekts [13] entwickelt wird. SMORE bietet die Möglichkeit bestehende Web-Seiten via Drag and Drop zu annotieren und neue Web-Seiten im



Abb. 7. SMORE Annotationstool und Ontologie-Editor

eingebauten HTML Editor zu erstellen. Der eingebaute Ontologie-Browser und Property-Editor ermöglicht es dem Benutzer Annotationen zu erstellen, ohne selbst URIs eingeben zu müssen. Weiters bietet SMORE die Möglichkeit die Ontologie um Klassen und Properties zu erweitern. Abbildung 7 zeigt links oben den Ontologie-Browser, darunter werden nähere Informationen zum ausgewählten Ontologie Konzept angezeigt. Im Hauptframe auf der rechten Seite wird die zu annotierende Web-Seite oder der HTML Editor angezeigt. Darunter werden die generierten RDF Statements dargestellt. SMORE unterstützt OWL Ontologien und speichert die generierten RDF Meta-Daten in einer eigenständigen Datei ab. Es wird keine Verknüpfung mit der Web-Seite hergestellt, wie dies in Abschnitt 2 diskutiert wurde.

4.2.2 CREAM und der OntoMat-Annotizer

Bei CREAM [7] handelt es sich um ein umfangreiches Annotierungs-Framework, das verschiedene Annotierungsmethoden unterstützt. Der OntoMat-Annotizer ist eine Implementierung dieses Frameworks. Mit OntoMat können existierende Web-Seiten manuell annotiert werden. Ontomat bietet weiters einen Editor, der es erlaubt eine Web-Seite zu annotieren, während diese erstellt wird. Abbildung 8 zeigt das Erstellen einer Ressource via Drag and Drop über den Ontologie-Browser (1), das Hinzufügen einer Property (2) und das Verknüpfen zweier Ressourcen (3). Die generierten

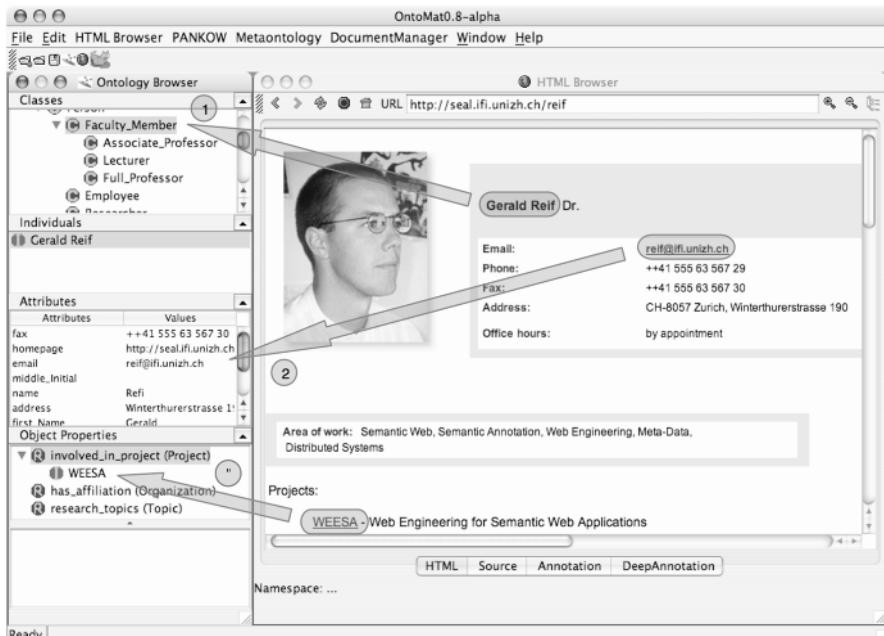


Abb. 8. Der OntoMat-Annotizer

Meta-Daten werden als XML Kommentar in die annotierte Web-Seite eingebaut. Die mit dem OntoMat erzeugten Annotationen werden mit Hilfe eines HTML Kommentars in die Web-Seite eingebettet.

Das semi-automatische Modul S-CREAM verwendet das Textextraktionsstool Amilcare um Texte automatisiert zu annotieren. Amilcare lernt, ausgehend von manuell annotierten Dokumenten, Regeln, die dann zur automatisierten Annotation verwendet werden. Mit der „Deep Annotation“ Methode von CREAM können auch dynamische Dokumente annotiert werden. Dabei werden Zuordnungsregeln zwischen der Datenbank und der verwendeten Ontologie erstellt. Diese Regeln werden dann verwendet, um ontologiebasierte Anfragen an die Datenbank stellen zu können. Die Zuordnungsregeln werden zur Zeit aber nicht dazu verwendet, um RDF Meta-Daten für die Web-Seite zu erstellen.

4.2.3 Semi-automatische Tools

Neben den bisher vorgestellten manuellen Annotierungstools existieren auch semi-automatische Methoden, die versuchen den Annotierungsprozess weitgehend zu automatisieren [5]. Die semi-automatischen Methoden basieren auf der Verwendung von Wrappern² und auf der Analyse von natürlichsprachigem Text³. Ein Beispiel für ein solches Annotierungstool ist das semi-automatische Modul S-CREAM [8], das im obigen Abschnitt beschrieben wurde.

Bei GATE [6] handelt es sich um ein Open Source Framework mit grafischer Benutzerschnittstelle zur Erstellung von Applikationen, die natürlichsprachigen Text verarbeiten. Die Semantic Annotation Platform KIM [12] analysiert Texte und versucht Ressourcen (z. B. Personen, Organisationen, Orte, Zeiten) zu erkennen, diese mit bekannten Ressourcen zu vergleichen und daraus die Meta-Daten Beschreibung zu erzeugen. KIM baut auf dem GATE Framework auf.

Im Nachfolgenden werden noch zwei weitere Systeme vorgestellt, bei denen es sich nicht direkt um Annotierungstools handelt.

4.2.4 Annotea

Annotea [1, 10] ist ein W3C Projekt, um Web-Seiten mit Kommentaren, Notizen, Erklärungen und anderen Bemerkungen zu versehen. Dabei werden die Annotationen nicht in die Web-Seite eingefügt, sondern auf einem Annotationsserver oder auf dem lokalen Rechner gespeichert. Mit der Hilfe von XPointern wird die Verknüpfung zur annotierten Textpassage hergestellt. Diese Technik basiert auf einer externen Verlinkung der Annotation. Bei den Annotationen handelt es sich um Texte, die für menschliche

² Siehe dazu den Beitrag von Baumgartner in diesem Band.

³ Siehe dazu den Beitrag von Granitzer in diesem Band.



Abb. 9. Annozilla Plug-in für den Mozilla Web-Browser

Benutzer gedacht und daher für Maschinen schwer verarbeitbar sind. Als Datenrepräsentation wird RDF verwendet.

Annozilla [2] ist die Implementierung eines Annotea Clients für den Mozilla und Firefox Web-Browser. Abbildung 9 zeigt eine annotierte Web-Seite, die geöffnete Side-Bar im Firefox Web-Browser.

4.2.5 Protégè

Bei Protégè [15] handelt es sich um einen Ontologie Editor, der auch dazu verwendet werden kann um Instanzen zu erstellen. Protégè bietet eine eigene Oberfläche um Instanzen neu anzulegen und zu verwalten. Abhängig von der Klasse, zu der eine Instanz gehört, werden Eingabefelder für jene Properties angezeigt, die für diese Klasse definiert wurden. Diese Eingabemaske kann vom Benutzer konfiguriert werden. Weiters kann Protégè durch Programmierung eines Plug-ins an die eigenen Anforderungen angepasst werden. Die mit Protégè erstellten Instanzen werden in einem eigenständigen Dokument abgespeichert.

5 Semantische Annotation beim Erstellen von Web Applikationen

In diesem Kapitel wurden bisher Ansätze vorgestellt um Web-Seiten zu annotieren, nachdem diese erstellt wurden. Es existieren jedoch auch

Ansätze, den Annotierungsprozess bereits bei der Entwicklung der Web Applikation zu berücksichtigen. Dies bietet den Vorteil, dass beim Erstellen der Web Applikation üblicherweise Informationen in einem gut strukturierten Format vorliegen (zum Beispiel in einer Datenbank oder in XML Dokumenten). Diese Strukturinformation geht großteils verloren, wenn die Daten als HTML Seite dargestellt werden. Aus diesem Grund wurden Techniken vorgeschlagen, den Annotierungsprozess in den Entwicklungsprozess einer Web Applikation zu integrieren.

WEESA [19] stellt eine Erweiterung für XML-basierte Web Entwicklungsmethoden dar, welche die Meta-Daten Generierung bereits in der Designphase berücksichtigt. XML-basierte Web Applikationen verwenden XSLT um XML Dokumente in HTML Web-Seiten zu transformieren. In WEESA werden diese XML Dokumente auch dazu verwendet um die RDF Meta-Daten Beschreibung für die Web-Seite zu generieren. Zu diesem Zweck wird ein Mapping von den Elementen und Attributen im XML Dokument zu den Konzepten in der Ontologie definiert. Dieses WEESA Mapping wird dann verwendet, um die RDF Meta-Daten aus dem XML Dokument zu erzeugen. Da das XML Dokument in WEESA sowohl als Datenquelle für die Meta-Datenerzeugung als auch für die Generierung der HTML Web Seite verwendet wird, ist sichergestellt, dass die Meta-Daten und die Web-Seite konsistent bleiben. Beim WEESA Mapping handelt es sich darüber hinaus nicht um ein einfaches eins-zu-eins Mapping, sondern es erlaubt die Verwendung von Java Methoden zur Datenaufbereitung, wie dies in bereits oben diskutiert wurde.

In der Designphase der Web Applikation liegen üblicherweise noch keine XML Dokumente vor. Es ist jedoch die Struktur der XML Dokumente bekannt und in einem XML Schema definiert. Auf diese Information wird zurückgegriffen und in der Designphase das WEESA Mapping definiert. Im Betrieb der Web Applikation wird dieses Mapping dann verwendet, um

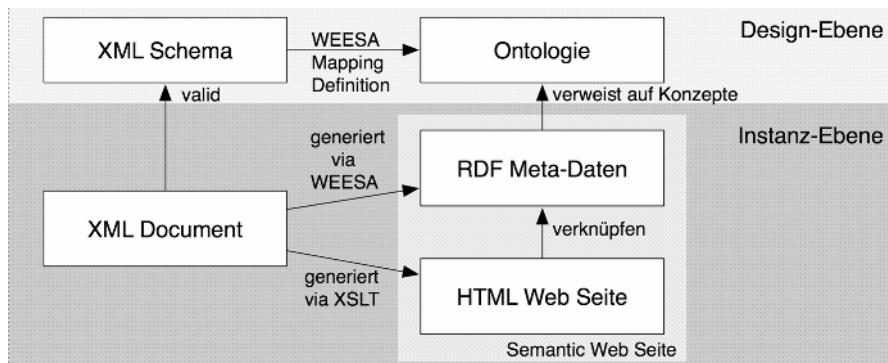


Abb. 10. Definition des WEESA Mappings in der Design-Ebene und Generierung der Meta-Daten in der Instanz-Ebene

aus XML Instanzen die HTML Seite und die RDF Meta-Daten zu generieren. Dieser Prozess ist in Abbildung 10 dargestellt.

Fazit

In diesem Kapitel wurden Fragen diskutiert, die das Hinzufügen von Meta-Daten, die den Inhalt eines Dokuments in maschinen-verarbeitbarer Form beschreiben, betreffen. Dieser Vorgang wird *Semantische Annotation* genannt. Es wurden Techniken vorgestellt, mit denen das annotierte Dokument mit den zugehörigen Meta-Daten verknüpft wird, es wurden Probleme diskutiert, die sich bei der semantischen Annotation ergeben, und es wurden die Anforderungen an Annotierungstools besprochen.

Bei den im Anschluss vorgestellten Annotierungstools handelt es sich um Forschungsprototypen, die nicht für den Endanwender geeignet sind. Diese Tools zeigen jedoch Lösungsansätze auf, wie der Annotierungsprozess in künftige Anwendungen, wie zum Beispiel Content Management Systeme oder Dokument-Editoren, integriert werden kann. Es ist jedoch immer noch eine offene Aufgabe Tools für den Endanwender zu entwickeln, die den Annotierungsprozess für den Anwender möglichst einfach gestalten und so den zusätzlichen Arbeitsaufwand minimieren.

Am Ende dieses Kapitels wurde weiters ein Ansatz vorgestellt, der den Annotierungsvorgang bereits in den Entwicklungsprozess einer Web-Applikation integriert. Dadurch ist es möglich die Struktur-Information der im Entwicklungsprozess vorliegenden Datenquellen (z. B. einer Datenbank) zum Annotieren der Web-Seiten zu nutzen. Dies erlaubt es, ohne großen Mehraufwand Web-Applikationen semantisch zu annotieren.

Literatur

1. Annotea project, Last visited November 2005. <http://www.w3.org/2001/Annotea/>.
2. The amozilla homepage, Last visited November 2005. <http://amozilla.mozdev.org/>.
3. Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen. A Semantic Web Primer. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts; London, England, 2004.
4. Tim Berners-Lee, James Hendler, and Ora Lassila. The SemanticWeb. Scientific American, 284(5):34–43, 2001.
5. Paul Buitelaar and Thierry Declerck. Annotation for the Semantic Web, volume 96 of Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, chapter Linguistic Annotation for the Semantic Web, pages 93–111. IOS Press, Amsterdam, 2004.
6. Gate, a general architecture for text engineering, Last visited November 2005. <http://www.gate.ac.uk/>.

7. Siegfried Handschuh and Steffen Staab. Annotation of the shallow and the deep web. In Siegfried Handschuh and Steffen Staab, editors, *Annotation for the Semantic Web*, volume 96 of *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, pages 25–45. IOS Press, Amsterdam, 2003.
8. Siegfried Handschuh, Steffen Staab, and Fabio Ciravegna. S-cream – semi-automatic creation of metadata. In Proc. of the European Conference on Knowledge Acquisition and Management - EKAW-2002, Madrid, Spain, October 1-4 2002.
9. Jeff Heflin and James Hendler. Searching the web with SHOE. In *Artificial Intelligence for Web Search*. Papers from the AAAI Workshop, pages 35–40, Menlo Park, CA, 2000. AAAI Press.
10. Josue Kahan and Marja-Ritta Koivunen. Annotea: an open rdf infrastructure for shared web annotations. In Proceedings of the 10th International World Wide Web Conference, pages 623–632, Hong Kong, Hong Kong, May 2001. ACM Press.
11. Aditya Kalyanpur, James Hendler, Bijan Parsia, and Jennifer Golbeck. SMORE – semantic markup, ontology, and RDF editor. Technical report, University of Maryland, 2003. <http://www.mindswap.org/papers/SMORE.pdf>.
12. Atanas Kiryakov, Borislav Popov, Ivan Terziev, Dimitar Manov, and Damyan Ongynano®. Semantic annotation, indexing, and retrieval. *Journal of Web Semantics*, 2(1), 2005.
13. Mindswap project homepage, Last visited April 2005. <http://www.mindswap.org/>.
14. Sean B. Palmer. RDF in HTML: Approaches, June 2002. <http://infomesh.net/2002/rdfinhtml/index.html>.
15. The protege ontology editor and knowledge acquisition system, Last visited November 2005. <http://protege.stanford.edu/>.
16. Dave Raggett, Arnaud Le Hors, and Ian Jacobs. HTML 4.01 specification. W3C recommendation, 24 December 1999. <http://www.w3.org/TR/html4/>.
17. W3C: Frequently Asked Questions about RDF: How do I put some RDF into my HTML pages?, September 2004. <http://www.w3.org/RDF/FAQ#How>.
18. W3C: RDF issue tracking: Issue faq-html-compliance: The suggested way of including RDF meta data in HTML is not compliant with HTML 4.01 or XHTML, January 2004. <http://www.w3.org/2000/03/rdf-tracking/#faq-html-compliance>.
19. Gerald Reif, Harald Gall, and Mehdi Jazayeri. WEESA - Web Engineering for Semantic Web Applications. In Proceedings of the 14th International World Wide Web Conference, pages 722–729, Chiba, Japan, May 2005.
20. RFC 3870: Application/rdf+xml media type registration. IETF RFC, September 2004. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3870.txt>.
21. Semantic web - annotation & authoring. Homepage, Last visited November 2005. <http://annotation.semanticweb.org/>.
22. W3C Working Draft. XML Pointer Language (XPointer), 16 August 2002. <http://www.w3.org/TR/xptr/>.
23. XHTML 1.0 the extensible hypertext markup language (second edition). W3C recommendation, 1 August 2002. <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>.

Methoden und Werkzeuge zur Webdatenextraktion

Robert Baumgartner

DBAI, Inst. f. Informationssysteme, TU Wien, Österreich;
baumgart@dbai.tuwien.ac.at
Lixto Software GmbH, Wien, Österreich;
baumgartner@lixto.com

Zusammenfassung: Das World Wide Web kann als die größte uns bekannte „Datenbank“ angesehen werden. Leider ist das heutige Web großteils auf die Präsentation für menschliche BenutzerInnen ausgelegt und besteht aus sehr heterogenen Datenbeständen. Überdies fehlen im Web die Möglichkeiten Informationen strukturiert und aus verschiedenen Quellen aggregiert abzufragen. Das heutige Web ist daher für die automatische maschinelle Verarbeitung nicht geeignet. Um Webdaten dennoch effektiv zu nutzen, wurden Sprachen, Methoden und Werkzeuge zur Extraktion und Aggregation dieser Daten entwickelt. Dieser Artikel gibt einen Überblick und eine Kategorisierung von verschiedenen Ansätzen zur Datenextraktion aus dem Web. Einige Beispiele szenarien im B2B Datenaustausch, im Business Intelligence Bereich und insbesondere die Generierung von Daten für Semantic Web Ontologien illustrieren die effektive Nutzung dieser Technologien.

1 Motivation

Aus heutiger Sicht ist das Semantic Web [14] in vielen Aspekten immer noch eine Vision. Hingegen enthält das heutige *unstrukturierte Web* Milliarden von Dokumenten, die einerseits nicht mit üblichen Datenbanksprachen abgefragt werden können und die andererseits Struktur und Präsentation stark vermischen; darüber hinaus enthalten heutige Webdokumente keine Annotationen, die von der Benutzergemeinde gemeinsam erstellt und verändert werden können. Es klafft eine Lücke zwischen schwer maschinell verarbeitbaren Informationen im Web und qualifizierten strukturierten Daten in Enterprise Datenbanken oder in Ontologien.

In der Vision des Semantic Web ist jede im Web enthaltene Information strukturiert und annotiert. Aber bis dieses Ziel erreicht ist, und um ein

schnelleres Erreichen dieses Ziels zumindest in einigen Domänen zu gewährleisten, ist es notwendig relevante Daten aus HTML Dokumenten zu extrahieren und diese (semi)automatisch in ein strukturierteres Format zu übersetzen, etwa XML. Nach Definition einer solchen Transformation können die Daten von Applikationen verwendet, in Datenbanken abgelegt, oder als Instanzen von Ontologien genutzt werden. Ein solches Programm, das Daten extrahiert und in ein besser strukturiertes Format (wie XML, RDF o.ä.) übersetzt, wird als *Wrapper* bezeichnet. Es existiert eine große Anzahl von Methoden, solche Wrapper zu generieren, um auf wenig strukturierte Datenbestände zuzugreifen, über die dieser Artikel einen Überblick gibt.

Die vorliegende Arbeit ist wie folgt strukturiert: Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Definition der Begriffe und einem kurzen historischen Abriss zur *Information Extraction* (IE), der Abgrenzung zum *Information Retrieval* (IR) und einem kurzen Einblick in das Gebiet der *Information Integration*. Kapitel 3 gibt einen Überblick über die verschiedensten Sprachen, Werkzeuge und Methoden zur Generierung von Wrappern und zur Extraktion von Daten aus dem Web und beleuchtet besondere Facetten der Wrappergenerierung. Das anschließende Kapitel stellt einige in der neueren Literatur vorgeschlagene Vergleichsklassifikationen für Wrappersprachen und die Erstellung von Wrappern vor und definiert einige Punkte, die für ein System zur Webdatenextraktion in der Praxis bedeutend sind. In Kapitel 5 wird *Lixto* als ein System beispielhaft vorgestellt. Die Anwendungsbereiche von Webdatenextraktion sind vielfältig: Jeder vertikale Einsatzbereich ist vorstellbar, in dem es um Analyse, Beobachtung und Interaktion von Web-Daten geht. In Kapitel 6 wird eine Fallstudie im Kontext des Semantic Web vorgestellt, die im Rahmen des REWERSE [59] Projektes entstanden ist. Ferner werden zwei weitere praxisrelevante Anwendungsgebiete illustriert. Das Schlusskapitel resümiert über den Nutzen dieser Technologien.

2 Begriffsdefinition und Abgrenzung

2.1 Abgrenzung zum Information Retrieval

Das Aufgabenfeld des IR ist das Herausziehen von Dokumenten aus großen Textsammlungen (wie etwa dem Web) als Antwort auf eine bestimmte Anfrage, die z. B. gewisse Schlüsselwörter enthält. Die Entitäten, die hier betrachtet werden, sind Dokumente. Dokumente werden analysiert, bewertet und kategorisiert. Es werden jedoch – anders als in der Information Extraction, mit der sich dieser Artikel beschäftigt – keine Fakten aus den Dokumenten gewonnen. Die verwendeten Methoden sind meist statistischer Natur, aber auch semantische Techniken kommen hier zum Einsatz.

Die Wurzeln des IR reichen zurück bis ins Jahr 1945 als Vannevar Bush [15], der konzeptionelle Vater des „Hypertext“, eine Maschine beschrieb, die Informationen basierend auf Assoziationen und Kontextverknüpfungen effizient finden konnte. Calvin Mooers [53] prägte als erster den Begriff Information Retrieval. In einer Arbeit von Maron und Kuhns [49] aus dem Jahr 1960 wurden erstmals Begriffe wie Relevanz von Dokumenten und sortierte Ranglisten geprägt. Im SMART System von Salton [63] aus dem Jahr 1964 wird erstmals von automatischem Clustering von zusammengehörigen Dokumenten gesprochen. In der heutigen Zeit bildet IR das Fundament von Suchmaschinen im Internet. Ebenso ist IR die Basis von vielen firmeninternen Informationssystemen, die die Suche nach relevanten Dokumenten in der Wissensbasis einer Firma erleichtern. Die Konferenzen ACM SIGIR und die Text Retrieval Conference TREC bilden eine Forschungsplattform für IR Techniken und definieren standardisierte Tests für die Auswertung von IR Verfahren.

2.2 Information Extraction

In der vorliegenden Arbeit wollen wir uns jedoch primär mit dem Gebiet der IE beschäftigen und es klar von den Aufgaben des IR abgrenzen. Im Gegensatz zu IR zieht IE strukturierte Fakten aus Sammlungen von Texten. Die relevanten Entitäten sind hier eine Ebene tiefer als im IR angesiedelt, es sind Fakten wie z. B. Preise, Angebote oder auch eine erstellte Kurzfassung eines Textes. Dadurch ist es u. A. möglich aus wenig strukturierten Datenformaten strukturierte Information zu gewinnen – ein wertvolles Unterfangen, z. B. wenn es darum geht Informationen z. B. aus dem Web strukturiert in firmeninterne Datenbanken zu integrieren, etwa zur Marktanalyse der Preisentwicklung von bestimmten Produkten. IE, insbesondere das Gebiet der Wrappergenerierung, ist in der kommerziellen Verwendung jünger als IR, eröffnet aber neue Möglichkeiten, die der IR verschlossen bleiben – das Web wird als große Datenbank von Fakten nutzbar und bleibt nicht nur eine Menge von kategorisierten Dokumenten¹. Es wird einerseits von Extraktion von Information gesprochen, andererseits von Datenextraktion. Darunter wird verstanden, dass Daten, sozusagen isolierte Attribute, extrahiert werden und in einem bestimmten Kontext zu Informationen werden.

In [24] wird die Entwicklung der IE und deren Teilgebiete besprochen. Im wesentlichen können zwei Disziplinen der IE unterschieden werden: Analyse von Texten und Strukturieren von relativ unstrukturierten Daten.

¹ Die im IR bekannten Maß Recall und Precision zur Evaluierung eines Systemskönnen auch für IE bezogen auf Fakten angewandt werden.

2.2.1 Analyse von Texten

Es werden primär Techniken des Natural Language Processing (NLP) angewandt²; die Basisidee ist das Verstehen eines Textes. Anwendungsgebiete sind unter anderem das maschinelle Verstehen von natürlichsprachlichen Texten und darauf basierend die Beantwortung natürlichsprachlicher Benutzeranfragen, oder die Generierung einer Textzusammenfassung. Eine große Rolle spielt diese Disziplin auch für automatische Übersetzungssysteme. Technisch spielen dabei die Logik und Inferenzmechanismen, die helfen eine Benutzerfrage zu beantworten (nachdem die zugrundeliegenden Texte in einer logischen Struktur abgelegt wurden), eine große Rolle. Dabei sind Wissensbasen wie WordNet [57] für das Verständnis von Wortformen und Synonymen u.ä. hilfreich. Ausgehend von Ergebnissen der Psychologie werden i. A. die Phasen *Botschaft, Syntax, Semantik, Pragmatik und intendierte Bedeutung* [3] unterschieden. Die MUC (Message Understanding Conferences) bieten eine Plattform für die NLP-Gemeinschaft. Ein Teilgebiet bildet die *Named Entity Recognition*, in der es darum geht in Texten bestimmte Entitäten zu erkennen und im Kontext zu verstehen – solche Technologien (wie etwa GATE [20]) bilden die Basis der automatischen Annotation von Webseiten.

2.2.2 Das Strukturieren von relativ unstrukturierten Daten

In diesem Feld werden primär sogenannte Wrapper-Techniken angewendet. Die vorliegenden Texte sind meist keine Fließtexte, sondern weisen eine gewisse Struktur auf – wie Tabellen oder Listen – und eine gewisse Präsentationssemantik. Es geht daher weniger um die Analyse von Sätzen als um das Auffinden der relevanten Information in dieser losen Struktur. Die theoretische Grundlage von Wrappersystemen ist mannigfaltig, verschiedene Communities tragen hierzu bei: Einerseits spielen regelbasierte Systeme eine große Rolle, die verschiedene Strukturen mit Pattern Matching Techniken navigieren können und auf Grammatiken und Heuristiken basieren, andererseits spielen semantische Technologien und Domainwissen (was sind z. B. die Attribute einer Digitalkamera?) eine wesentliche Rolle. Zur Erstellung solcher Grammatiken sind Machine Learning Techniken wesentlich und darüber hinaus auch User Interface Techniken, um BenutzerInnen die Möglichkeit einer interaktiven Generierung zu geben. Die Techniken reichen hin zu visuellen Dokumentanalysetechniken und Formularabfrage-techniken an das Deep Web [13].

Darüber hinaus hat IE weitere Schwerpunkte wie Feature Extraction aus Grafiken oder Musikstücken [44]. Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit dem zweiten Teilgebiet, den Methoden und Techniken zur Generierung

² Siehe dazu auch den Beitrag von Granitzer in diesem Band.

von Wrappern, insbesondere im Kontext von Webdaten. Die Komplexität der gewonnenen Information ist weitaus höher als in IR Systemen und die maschinelle Verarbeitung zur weiteren Analyse weitaus aussagekräftiger, weil im Gegensatz zu Suchmaschinen nicht nur (bewertete) Links gewonnen werden, sondern Fakten. Diese Fakten können verwendet werden um Datenbanken zu befüllen oder Ontologien mit Instanzen zu bevölkern. Auch Einsatzgebiete in denen IE und IR Techniken zusammenwirken, einerseits für das Auffinden der relevanten Informationen vor dem Extraktionsprozess, andererseits für die Bewertung von extrahierten Fließtexten als Basis zur Personalisierung³, spielen eine Rolle.

2.3 Webdatenintegration

Ein weiterer Schritt nach der Extraktion ist die Integration der extrahierten Daten, etwa das Zusammenführen verschiedener Webquellen. Ansätze zur Integration von heterogenen Datenbeständen waren eines der ersten Probleme seit der Verfügbarkeit von elektronischen Datensammlungen. Kommerzielle Software stellt Middleware zur Verfügung, die als Integration Broker interagiert und über Hub-and-Spoke oder bus-orientierte Architekturen Systeme miteinander verknüpfen. Die Gebiete der Enterprise Application Integration für interne Integration von Daten und Prozessen und der Bereich der externen B2B Integration stellen unterschiedliche Anforderungen. Heutzutage wird oft von der Integration von Prozessen anstelle von Systemen gesprochen. Sprachen zur Definition von Prozessen und deren Integration wie Web Service Architekturen und BPEL (Business Process Execution Language) finden ihre Verwendung. Komponenten zur Datentransformation und Adapter für verschiedenste Endsysteme bilden wesentliche Module dieser Prozessabläufe. Die Einbettung von Webkonnektoren ist ein weiterer Schritt um auch externe Fremddaten in den Prozess einzubeziehen. Statische Webdaten werden so zu dynamischen Web Services.

In der Datawarehouse und Business Intelligence Community spielen ETL Konnektoren (Extract-Transform-Load) für die Anbindung von Daten an ein Warehouse eine wesentliche Rolle. Die Einbindung von Webdaten kann in diesem Kontext als „Web-ETL“ [10] definiert werden. Durch die Einbindung zeitkritischer Daten aus dem Web kann so eine „Instant Awareness“ geschaffen werden, die im Gebiet des Business Activity Monitoring wesentlich ist.

Mediatorsysteme wie MOMIS [12] verwenden ebenfalls Wrapper um Informationen aus heterogenen Datenquellen in Realzeit zu integrieren – sie stellen eine reine Abfrageebene für BenutzerInnen zur Verfügung. Die Abfrage wird weiterverteilt an die jeweiligen Endsysteme, über Wrapper Daten

³ Siehe dazu den Beitrag von Henze in diesem Band.

abgefragt, in ein einheitliches Format gebracht, integriert, gesäubert und das Ergebnis schließlich aufbereitet. Schema Matching Techniken (z. B. Cupid [48]) zur (semi)automatischen Abbildung von einer Struktur auf eine Zielstruktur spielen dabei eine wesentliche Rolle. Architekturen zur Metasuche auf Webquellen, die sich hinter komplexen Formularen verstecken [32], oder die semantische Integration von Portlets [22] sind weitere Integrationsansätze, die eng mit Webdatenextraktion zusammenwirken.

3 Werkzeuge zur Webdatenextraktion

In diesem Kapitel wird ein Überblick und eine einfache Klassifikation von Sprachen, Methoden und Werkzeugen zur Webdatenextraktion vorgestellt, die hauptsächlich darauf basiert, wie ein Wrapper generiert wird; im Folgekapitel werden weitere Taxonomien zur Klassifizierung von Wrappersprachen und Wrapper-Generierungswerkzeugen angeführt. Zunächst sei vorausgeschickt, dass eine Wrappersprache i. A. mehr als eine Abfragesprache ist und Sprachen wie XQuery für die Extraktion von Webdaten oft nicht gut geeignet sind. Das hat mehrere Gründe:

1. Erstens ist es für die schnelle Entwicklung eines Wrappers nötig, dass eine Abfragesprache, die stark auf die besonderen Eigenschaften von Webdokumenten eingeht, verwendet wird (etwa Bedingungen erlaubt, wie „in der Spalte unmittelbar davor“).
2. Zum Zweiten geht es bei der Extraktion aus dem Web nicht nur um einzelne Dokumente, sondern es muss auch die Struktur, die Dokumente miteinander verbindet, navigiert werden. Insbesondere spielt das Deep Web [13] eine große Rolle, da ein enormer Prozentsatz von Webdokumenten nur hinter Formularabfragen zu finden ist. Hier gibt es vielfältige Spezifika und technische Hürden im Web wie Logins und Session IDs.
3. Ein weiterer Punkt ist, dass Wrapper nicht nur auf die HTML Baumstruktur beschränkt sind – wie XML Abfragesprachen – sondern auch Abfragen auf andere Strukturen, wie auf das CSS Box Modell oder sogar auf die visuelle Repräsentation des Dokuments in Browsern, erlauben. Eine Webseite kann so auf den unterschiedlichsten Ebenen verstanden werden.

Die Navigation des Deep Web ist in vielen Ansätzen stark vernachlässigt worden. Viele Techniken konzentrieren sich auf Ansätze zur Extraktion, und wenn Navigation behandelt wird, dann meist nur in einer Art und Weise, die lediglich erlaubt die Kommunikation mit dem Webserver zu protokollieren, um sie später (gegebenenfalls parametrisiert) abzuspielen („Smart Bookmarks“). Nur wenige Ansätze beschäftigen sich genauer mit diesem Problem [4] und stellen Methoden für ein aktionsbasiertes Aufnehmen und

Abspielen von Deep Web Navigationen vor [7]. Primär werden im vorliegenden Artikel Techniken für Extraktion von HTML Daten beleuchtet, allerdings werden in der Literatur auch andere Datenformate wie PDF behandelt. Techniken aus der Dokumentanalyse wie Whitespace Density Graphen zur Segmentierung finden hier u. A. ihre Anwendung [31]. In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Ansätze zur Wrapper Generierung vorgestellt und in vier Gruppen kategorisiert.

3.1 Sprachen zur Wrappergenerierung

Sprachen zur Wrappergenerierung sind spezialisierte Programmiersprachen oder Programmbibliotheken, die auf Webinteraktion und Datenextraktion zugeschnitten sind. Bekannte Vertreter inkludieren *Florid* [50] (auf F-Logik aufbauend), *Pillow* [16] (eine HTML/XML Bibliothek für Logikprogrammierungssysteme), *Jedi* [36] (Verwendung attribuierter Grammatiken), *Tsimmis* [30], *Araneus* [6], *WebL* [66] und *Piggy-Bank* [37].

In *Tsimmis* basiert der Extraktionsprozess für Webdokumente auf einer prozeduralen Sprache, die mit *SkipTo* Sequenzen die gewünschte Information in einem Dokument auffinden kann und Konstrukte für das Verfolgen von Links erlaubt. Extrahierte Daten werden in das Object Exchange Model (OEM) eingebettet, spiegeln jedoch immer die ursprüngliche strukturelle Verschachtelung auf der Webseite wider. In *Araneus* kann eine WrapperdesignerIn relationale Sichten auf Webseiten generieren, die auf Anwendung von schnellen Textextraktions- und Restrukturierungstechniken basiert. Die zugrundeliegende Sprache beruht auf regulären Grammatiken, in die prozedurale „Cut and Paste“ Ausnahmebehandlungen eingebettet werden. Compaqs frei verfügbare Sprache *WebL* ist eine interpretierte prozedurale Skriptsprache. Sie erlaubt sowohl den DOM Baum (Document Object Model) als auch mittels regulärer Ausdrücke Webdaten anzusprechen und verfügt über Konstrukte wie Mengenoperationen auf DOM Elementen und vordefinierten Funktionen wie *directlybefore*. Das Firefox Plugin *Piggy-Bank* erlaubt es, in Java-Script Wrapper zu schreiben um relevante Daten auf RDF abzubilden.⁴ Wird eine Seite angesprochen, für die ein Wrapper definiert ist, kann die BenutzerIn die strukturierte Sichtweise auswählen und gegebenenfalls mit Koordinaten von Google Maps verknüpfen. Ein Großteil der Programmbibliotheken der verschiedenen Systeme ist in Java implementiert. Im allgemeinen sind alle manuellen Wrappergenerierungssprachen schwer für nichttechnisches Personal verwendbar.

⁴ Für eine vertiefende Beschreibung von Piggy Bank siehe den Beitrag von Koller in diesem Band.

3.2 Induktive Wrapper Generierungsansätze

Induktive Ansätze zur Wrappergenerierung beruhen darauf, dass ausgehend von markierten (positiven und negativen) Beispielen auf einer Anzahl von Webseiten automatisch ein Regelsystem erstellt wird. Die Ansätze kommen vorwiegend aus der *Machine Learning* Community. Prominente Vertreter sind *Stalker* [55] und *WIEN* [42]. *Stalker* spezialisiert generelle *SkipTo* Pattern Sequenzen, die verschiedene Beispiele erfüllen, um eine reguläre Grammatik daraus zu gewinnen, die alle Beispiele erfüllen. Ein anderer Ansatz von Davulcu et al. maximiert spezifische Patterns [21].

Kushmerick et al. [42] unterstützen im induktiven System *WIEN* die visuelle Markierung von Beispielen durch BenutzerInnen und können somit die Erstellung der Trainingsmenge beschleunigen. Kushmerick arbeitete auch an der in der Praxis wichtigen Fragestellung, wie überprüft werden kann, ob ein Wrapper noch korrekt arbeitet oder sich die zugrunde liegende Webseite zu stark geändert hat und wie der Wrapper dann automatisch adaptiert werden kann [41]. In den vorgestellten Ansätzen wird die HTML Baumstruktur für das Lernen der Grammatik nicht genutzt, i. A. arbeiten induktive Ansätze erst seit kurzer Zeit an Erstellung von Grammatiken über Baumstrukturen [17].

Andere Beispielvertreter sind *Softmealy* [35] (basierend auf finite-state transducers) und *MIA* [64] (prolog-basierte Wrapper mit Anti-Unifikation; neurale Netzwerke zur Generalisierung und Textlernen). *NoDoSe* [2] extrahiert Information aus textuellen Quellen und verfügt über eine visuelle Benutzerschnittstelle zur Beispielmarkierung. Das System *Thresher* [34] ist insbesondere auf EndbenutzerInnen-freundliche Erstellung von Wrappern basierend auf Beispielen durch Markierung im Standardbrowser ausgelegt und integriert diese annotierten Webseiten im Haystack System.

Im Allgemeinen ist der Nachteil von vielen induktiven Ansätzen darin begründet, dass eine große Anzahl von Beispelseiten nötig ist und der Markierungsprozess in der Praxis sehr aufwendig ist.

3.3 Automatische Ansätze zur Datenextraktion

In automatischen Ansätzen steht einerseits der Knowledge Engineering Ansatz im Vordergrund, in dem das Wissen einer bestimmten Domäne (z. B. „Bildauflösung“ in der Domäne der Digitalkameras) verwendet werden kann, um mögliche Entitäten in einem Dokument zu beurteilen. Weiters gehören hierzu Ansätze, die versuchen die unveränderliche Struktur von den veränderlichen Daten zu separieren und zu identifizieren, in manchen Ansätzen auch basierend auf wiederholenden Einträgen einer einzelnen Webseite.

Embley [25] nutzt Ontologien und Heuristiken basierend auf regulären Ausdrücken zur automatischen Datenextraktion, insbesondere auf HTML

Tabellen. Im *DEPTA/MDR* System [67] werden Tree Alignment Techniken zur Erkennung der Datenstruktur verwendet; dieser Ansatz kann auch für einzelne Webseiten mit wiederholender Struktur verwendet werden.

In *EXALG* [5] werden Webseiten in Tokens zerlegt und diese in ihrem Kontext studiert. Ähnlich positioniert sich das *RoadRunner* [19] System. Eine interessante Eigenschaft bei RoadRunner ist die Art wie Bezeichner („labels“) für extrahierte Informationen gewonnen werden. Anstelle hier auf die Semistruktur von HTML zurückzugreifen wird mit offset-basierten Heuristiken auf der visuellen Präsentation der Webseite gearbeitet. Der visuelle Ansatz findet sich verstärkt in anderen Projekten wie in Rosenfeld et al. [61] und im *AllRight* [28] Projekt und hat den Vorteil auf der für BenutzerInnen gestalteten Ebene zu arbeiten. Weitere Systeme zur automatischen Extraktion sind u. A. *KnowItAll* [26] und *IEPAD* [18].

Ein Vorteil automatischer Systeme ist, dass sie auf neue noch nie zuvor gesehene Webseiten angewandt werden können und so ideal für die Integration mit IR Systemen geeignet sind (z. B. Auffinden aller Adressen von österreichischen Möbelhändlern). Ein Nachteil ist jedoch, dass sie sehr fehleranfällig sind und inkorrekte Daten in größerem Ausmaß als die anderen Methoden zurückgeben. Eine weitere Schwierigkeit ist, dass in solchen Ansätzen die Bezeichner für die Art der extrahierten Information ebenfalls automatisch erkannt werden müssen (z. B. „diese extrahierte Instanz ist ein Preis“).

3.4 Visuelle und interaktive Ansätze zur Wrappergenerierung

Interaktive Ansätze zur semiautomatischen Datenextraktion bieten bequeme visuelle Dialoge zur schrittweisen Erstellung von Wrappern, basierend auf einem oder sehr wenigen Beispieldokumenten, an. Sie gehen davon aus, dass i. A. BenutzerInnen am besten Bescheid wissen, welche Eigenschaften der jeweiligen Webseite sich gut innerhalb von Regeln zur Extraktion eignen, also welche Aspekte der Webseite unverändert bleiben. Dies trägt zur Robustheit eines Wrappers in großem Ausmaß bei. In der Literatur sind einige dieser interaktiven Werkzeuge bekannt: *W4F* [62], *XWrap* [46], *Wiccap* [47], *SGWrap* [51], *Wargo* [58], *DEByE* [60] and *Lixto* (Kapitel 5).

W4F verwendet die SQL-artige Abfragesprache HEL. Teile der Abfrage können mit einem visuellen Wizard erstellt werden, andere müssen aber manuell spezifiziert werden. *XWrap* basiert auf einem prozeduralen System, verfügt aber nur über eine eingeschränkte Ausdrucksfähigkeit. Anstelle von kontextuellen oder internen Bedingungen wird mit Templates operiert. Viele Ansätze arbeiten dabei nicht mit der Darstellung der Webseite in einem Standardbrowser, sondern weichen auf die Source- oder Baumdarstellung der Webseite aus. *Lixto* bot als eines der ersten Systeme die interaktive

Markierung in einem Browser an, inklusive eines visuellen Debuggingprozesses, der die derzeit erkannten Instanzen einer Art blinkend hervorhebt.

Interaktive Ansätze sind in den noch jungen kommerziellen Werkzeugen zur Wrappergenerierung prominent vertreten (wie *RoboSuite* [39], *First-Rain* oder *QL2*). Häufig sind kommerzielle Systeme allerdings nur in der Lage flache Datenstrukturen zu generieren.

Viele visuelle und interaktive Systeme benötigen auch manuelle Handarbeit, und viele vernachlässigen Aspekte wie Deep Web Navigation und das Iterieren über Formulare. Dennoch spielen interaktive Wrappergeneratoren die wesentliche Rolle in kommerziellen Szenarien. Sie erlauben es nicht-technischen DesignerInnen einfach Wrapper zu erstellen, und interaktiv und semi-automatisch erstellte Wrapper sind in ihrer Robustheit gegenüber strukturellen Änderungen auf Webseiten ungeschlagen.

4 Klassifikationen und Taxonomien

In der Literatur wurden in Überblicksartikeln [27, 40, 43, 45] Klassifikations-schemen für Wrappersprachen und -erstellungssysteme vorgeschlagen.

In [40] wird eine detaillierte Analyse von Wrappergenerierungswerkzeugen gegeben. Eine große Anzahl solcher Tools wird im Kontext der Webdatenextraktion beleuchtet und gegenüber definierten Kriterien bewertet. Eine Kurzfassung dieses Vergleichs findet sich im Web [65]. Der Artikel bietet überdies einen Vergleich zwischen dem Freeware Werkzeug Lapis [52] und der kommerziellen RoboSuite [39]. Die Differenzierungskriterien in diesem Vergleich sind Freeware vs. Kommerzielles System, Verfügbarkeit eines (Java) APIs, Sprache des Sourcecodes, Unterstützung durch GUI, eingebauter Editor, Unterstützung von DOM und regulären Ausdrücken, Konnektivität mit anderen Applikationen und Releasezyklus.

Eine weitere Klassifikation findet sich in [43], wo folgende Arten von Werkzeugen zur Webdatenextraktion unterschieden werden:

- Sprachen zur Wrapperentwicklung
- HTML-basierte Werkzeuge
- Natural Language Processing-basierte Tools
- Werkzeuge zur Wrapperinduktion
- Modellbasierte Werkzeuge
- Ontologiebasierte Werkzeuge

Während in [40] eine eigenschaftsbasierte Klassifikation gegeben wird, wird in diesem Vergleich der Schwerpunkt auf den Modus der Generierung gelegt. Eine Klassifikation von Machine Learning Ansätzen zur Webdaten-extraktion ist in [27] zu finden. Die Autoren vergleichen Ansätze bezüglich folgender Eigenschaften und Fähigkeiten:

- die verwendeten Techniken
- unterstützte Formate
- Komplexität der extrahierten Datenstruktur
- die Fähigkeit mit fehlenden Werten umzugehen
- die Fähigkeit mit Permutation von Werten umzugehen

Insbesondere die Fähigkeit mit fehlenden Werten und mit permutierenden Werten (z. B. vertauschte Tabellenzeilen) umzugehen trägt stark zur Robustheit eines Wrappers bei.

AutorInnen von Methoden zur induktiven Wrappergenerierung vergleichen ihre Ansätze, indem sie sie auf Testdatenbestände im RISE Wrapper Repository [54] anwenden, das jedoch leider nicht mehr regelmäßig gewartet und erweitert wird. Das Tutorium von Bing Liu [45] stellt insbesondere induktive Ansätze den automatischen Ansätzen gegenüber.

Es lassen sich auch aus der Praxis industrielle Anforderungen an ein Wrappergenerierungstool formulieren: In [8] wurden einige Desiderata an Wrappergenerierungswerkzeugen für die Praxis aufgestellt. An erster Stelle ist die **Robustheit** von Wrappern zu nennen, ein Aspekt der mit der **einfachen Wartbarkeit** einhergeht. Die **Ausdrucksfähigkeit** von Wrappern und **Komplexität** der Ausgabestruktur ist ein anderer bedeutender Punkt. Die Unterstützung verschiedener **Eingabeformate** neben HTML und die Unterstützung verschiedener **Ausgabeformate** (wie etwa RDF für das Semantic Web) und **Systemkonnektoren** spielen eine weitere wichtige Rolle. **Plattformunabhängigkeit**, **Skalierbarkeit** und gutes **Runtimeverhalten** runden diese Anforderungen ab.

In einer Arbeit von Stonebraker und Hellerstein [68] über die Zukunft von e-commerce Werkzeugen wird folgendes gefordert: „*These tools must be targeted at typical, non-technical content managers. In order to be usable, the tools must be graphical and interactive, so that content managers see data as it is being mapped.*“ Daher spielen für das Wrapperdesign Aspekte wie Benutzerfreundlichkeit, einfache Erlernbarkeit, einfacher Zugang und Installation und das Benötigen von nur wenigen Beispieldokumenten eine wesentliche Rolle.

Im nächsten Kapitel wird die *Lixto Suite* als ein interaktives System zur Webdatenextraktion und -integration vorgestellt, das im Großen und Ganzen die oben geforderten Punkte gut erfüllt und erfolgreich in der Praxis angewendet wird.

5 Das Lixto Projekt

Das Lixto Projekt ist ein universitäres Projekt an der TU Wien über Webdatenextraktion und -integration. Die *Lixto Suite* ging daraus als kommer-

zielles Produkt hervor und besteht aus dem *Lixto Visual Wrapper* und dem *Lixto Transformation Server*.

Der *Lixto Visual Wrapper* [9] bietet ein interaktives Interface zur visuellen Spezifikation von Wrappern. Die visuelle Spezifikation baut auf der internen deklarativen Logiksprache *Elog* auf, die aber für WrapperdesignerInnen unsichtbar im Hintergrund bleibt. Die Sprache basiert auf Informationsmustern, die durch Filter definiert werden. Dabei kann auf alle Eigenschaften der HTML Darstellung und auch semantischer Informationen zugegriffen werden. Kontextuelle und interne Bedingungen, die verlangen können, dass unmittelbar vor einer als Preis extrahierten Instanz eine Währung zu finden ist, die fettgedruckt oder kursiv geschrieben ist, erlauben eine einfache Wrappererstellung. Die Sprache Elog orientiert sich an Data-log und ist eine sehr ausdrucksfähige Sprache. Es wurde bewiesen, dass Elog die Ausdrucksfähigkeit von monadischer Logik zweiter Stufe über Bäumen widerspiegelt [29]. Dies, vereint mit dem Vorteil einer rein visuellen Generierung, macht die Sprache zur idealen Basis für die Datenextraktion von Baumstrukturen. Die Sprache und das Prinzip des interaktiven Designs von Wrappern erlauben robuste Wrapper, die insensitiv gegenüber (kleineren) strukturellen Änderungen sind und Warnungen bei größeren Änderungen erlauben. Der Lixto Visual Wrapper ist in ein Framework zur Verarbeitung und Integration von Daten eingebettet, den Lixto Transformation Server.

Der *Lixto Transformation Server* [33] bietet eine skalierbare Serverumgebung für den regelmäßigen Ablauf von Wrappern, deren Integration und Zustellung an Endsysteme. Lixto TS liefert ein leichtgewichtiges datenflussbasiertes Framework aus modularen Komponenten. Jede Komponente verfügt über eine Anzahl von möglichen Inputkanälen, die mit der Ausgabe anderer Komponenten verbunden sind. So entsteht ein Informationsuss, der in der Lixto TS Workbench visualisiert wird. Die verwendbaren Komponenten sind vielfältig: Quellkomponenten erlauben die Anbindung von Webdaten mittels Wrappern oder aus Datenbanken, XSLT- und XQuery-basierte Komponenten erlauben Transformation und Integration von Daten, und Zustellkomponenten erlauben die Weiterverteilung an andere Systeme und Formate.

6 Fallstudien: Anwendung von Wrappertechnologien

6.1 Datenextraktion für das Semantic Web

Das Personal Reader Framework [23] ist eine Umgebung für das Design und die Umsetzung von Web-Content Readern, auf die von BenutzerInnen personalisiert zugegriffen werden kann. Das Framework basiert auf Semantic

Web Technologien zur logischen Schlussfolgerung von Fakten und dem Verständnis von Zusammenhängen. Eine Applikation, der *Personal Publication Reader* greift mittels Lixto auf Webdatenquellen zu, transformiert diese Daten in RDF, befüllt vorliegende Ontologien mit Dateninstanzen und erlaubt darauf basierend personalisierte Darstellungen. Beim Semantic Web Challenge 2005 wurde diese Applikation mit dem 3. Platz ausgezeichnet [1]. In diesem Szenario werden Publikationswebseiten von über zwanzig Partnern des REWERSE [59] Projekts extrahiert, zusammengeführt und in OWL aufbereitet [56]. Somit entsteht aus heterogenen unabhängigen Datenbeständen im Web eine einheitliche integrierte und personalisierte Sicht mit einem semantischen Verständnis der Zusammenhänge als Mehrwert. Der Teil der Extraktion, Integration und Abbildung der Daten nach RDF wurde mit der *Lixto Suite* umgesetzt. Diese Applikation kann einfach mit weiteren Webquellen erweitert werden: So könnten z. B. Abstracts aus CiteSeer mit einbezogen werden, Daten über Angestellte einer Institution hinzugefügt werden, oder bei bestimmten Änderungen Emails zugestellt werden.

6.2 Weitere Anwendungsbereiche

Viele weitere Anwendungsbereiche liegen auf der Hand. Eine nahe liegende Domäne ist der Bereich der **Business Intelligence** bzw. Competitive Intelligence [38]. Heutzutage müssen oft binnen Stunden operative Entscheidungen getroffen werden, die vor zwei Dekaden noch Wochen dauerten. Daher ist das Real-time Abfragen von Webdaten („Web-ETL“ [10]) und die Integration solcher Webdaten in Business Intelligence Frameworks ein wesentlicher Faktor, z. B. um eine Preisübersicht von Produkten von Marktbegleitern zu analysieren oder relevante Informationen aus Press Releases oder jährlichen Reports zu ziehen. Die vertikalen Segmente sind sehr vielfältig, etwa im Tourismus.⁵

Eine andere Anwendung findet sich in der *B2B Kommunikation*. Viele B2B-Prozesse laufen trotz der boomenden Web-Service Technologie immer noch über Web-Portale ab, da Infrastrukturumstellungen zu teuer kämen. Ein Beispiel ist die Kommunikation von QualitätsmanagerInnen der Automobilzuliefererindustrie [11] mit Portalen von Automobilherstellern. QualitätsmanagerInnen haben eine Holschuld, was die Daten dieser Portale betrifft, und müssen reagieren, wenn eine bestimmte Anzahl von Teilen defekt ist. Sie investieren oft täglich mehrere Stunden in diese Prozesse – diverse Portale müssen manuell navigiert werden, vom Einloggen bis zum Formularausfüllen und der Kontrolle der verfügbaren Daten. Dieser Prozess ist durch Webdatenextraktionstechnologien sehr gut abdeckbar und erlaubt in vielen voll automatisierbaren Fällen sogar bidirektionale

⁵ Siehe dazu den Beitrag von Werthner u. Borivicka in diesem Band.

Kommunikation mit z. B. den SAP Systemen der Zulieferer ohne notwendigen manuellen Eingriff. Webdatenextraktion stellt in diesem Anwendungsfeld eine kostengünstige Variante zur Backend Integration dar, da keine neuen Infrastrukturen nötig sind und an deren Stelle eine Frontside Integration auf Basis der Webdaten gewählt wird.

Fazit

In diesem Artikel wurden verschiedene Sprachen, Methoden und Werkzeuge zur Webdatenextraktion erläutert und einige Anwendungsszenarien zur Nutzung der Webdaten in Enterprise Systemen vorgestellt. Webdatenextraktionsmethoden und Integrationstechnologien stellen eine Möglichkeit zur Verfügung, das heutige wenig strukturierte Web und die darin enthaltenen Fakten effektiv in strukturierten Datenbanken oder Ontologien zu nutzen und sind somit auch ein wichtiger und ein in der Praxis sehr gut durchführbarer Schritt in Richtung Semantic Web.

Literatur

1. F. Abel, R. Baumgartner, A. Brooks, C. Enzi, G. Gottlob, N. Henze, M. Herzog, M. Kriesell, W. Nejdl, and K. Tomaschewski. The Personal Publication Reader. In Proc. of ISWC, 2005.
2. B. Adelberg. NoDoSE - a tool for semi-automatically extracting semi-structured data from text documents. In Proc. of SIGMOD, 1998.
3. J. Allen. Natural Language Understanding. Benjamin/Cummings, 1995.
4. V. Anupam, J. Freire, B. Kumar, and D. Lieuwen. Automating Web navigation with the WebVCR. Computer Networks, 33(1–6):503–517, 2000.
5. A. Arasu and H. Garcia-Molina. Extracting structured data from web pages. In Proc. of Sigmod, 2003.
6. P. Atzeni and G. Mecca. Cut and paste. In Proc. of PODS, 1997.
7. R. Baumgartner, M. Ceresna, and G. Ledermüller. Deep web navigation in web data extraction. In Proc. of IAWTIC, 2005.
8. R. Baumgartner, T. Eiter, G. Gottlob, M. Herzog, and C. Koch. Information extraction for the Semantic Web. In Summer School Reasoning Web, 2005.
9. R. Baumgartner, S. Flesca, and G. Gottlob. Visual web information extraction with Lixto. In Proc. of VLDB, 2001.
10. R. Baumgartner, O. Frölich, G. Gottlob, M. Herzog, and P. Lehmann. Integrating semi-structured data into business applications: a web intelligence example. In Proc. of WM, 2005.
11. R. Baumgartner and M. Herzog. Using Lixto for automating portal-based B2B processes in the automotive industry. International Journal of Electronic Business 2004, 2(5), 2004.

12. S. Bergamaschi, S. Castano, and M. Vincini. Semantic integration of semistructured and structured data sources. *SIGMOD Record*, 28(1):54–59, 1999.
13. M. K. Bergman. The deep web: Surfacing hidden value. BrightPlanet White Paper, <http://www.brightplanet.com/technology/deepweb.asp>.
14. T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila. The Semantic Web. In *Scientific American*, May 2001.
15. V. Bush. As we may think. *The Atlantic Monthly*, 176(1):101–108, 1945.
16. D. Cabeza and M. Hermenegildo. Distributed WWW programming using Ciao-Prolog and the PiLLoW library. *TPLP*, 1(3), 2001.
17. M. Ceresna. Supervised Learning of Wrappers from Structured Data Sources. PhD thesis, Vienna University of Technology, 2005.
18. C.-H. Chang, C.-N. Hsu, and S.-C. Lui. Automatic information extraction from semi-structured web pages by pattern discovery. *Dec. Sup. Syst.*, 35(1), 2003.
19. V. Crescenzi, G. Mecca, and P. Merialdo. Roadrunner: Towards automatic data extraction from large web sites. In Proc. of VLDB, pages 109–118, 2001.
20. H. Cunningham, K. Bontcheva, and Y. Li. Knowledge Management and Human Language: Crossing the Chasm. *J. of Knowledge Management*, 9(5), 2005.
21. H. Davulcu, G. Yang, M. Kifer, and I. Ramakrishnan. Computat. aspects of resiliient data extract. from semistr. sources. In Proc. of PODS, 2000.
22. O. Diaz, J. Iturrioz, and A. Irastorza. Improving portlet interoperability through deep annotation. In Proc. of WWW, 2005.
23. P. Dolog, N. Henze, W. Nejdl, and M. Sintek. The Personal Reader: Personalizing and Enriching Learning Resources using Semantic Web Technologies. In Proceedings of AH, 2004.
24. L. Eikvil. Information extraction from world wide web - a survey. Technical Report 945, Norwegian Computing Center, 1999.
25. D. Embley. Toward tomorrows semantic web an approach based on information extraction ontologies. Position Paper for Dagstuhl Seminar, 2005.
26. O. Etzioni, M. Cafarella, D. Downey, S. Kok, A. Popescu, T. Shaked, S. Soderland, D. S. Weld, and A. Yates. Web-Scale Information Extraction in KnowItAll (Preliminary Results). In Proc. of WWW, 2004.
27. S. Flesca, G. Manco, E. Masciari, E. Rende, and A. Tagarelli. Web wrapper induction: a brief survey. *AI Communications* Vol.17/2, 2004.
28. W. Gatterbauer, B. Kr•upl, W. Holzinger, and M. Herzog. Information extraction using eueptic data in web tables. In Proc. of RAWS, 2005.
29. G. Gottlob and C. Koch. Monadic datalog and the expressive power of languages for Web Information Extraction. In Proc. of PODS, 2002.
30. J. Hammer, H. Garcia-Molina, J. Cho, R. Aranha, and A. Crespo. Extracting semistructured information from the web. In Proc. Workshop on Mang. Of Semistructured Data, 1997.
31. T. Hassan and R. Baumgartner. Intelligent wrapping from pdf documents with lixto. In Proc. of IAWTIC, 2005.
32. H. He, W. Meng, C. Yu, and Z. Wu. Automatic integration of web search interfaces with WISE-integrator. *The VLDB Journal*, 13(3):256–273, 2004.
33. M. Herzog and G. Gottlob. InfoPipes: A exible framework for M-Commerce applications. In Proc. of TES workshop at VLDB, 2001.
34. A. Hogue and D. R. Karger. Thresher: Automating the unwrapping of semantic content from the world wide web. In Proc. of WWW, 2005.

35. C.-N. Hsu and M. Dung. Generating finite-state transducers for semistructured data extraction from the web. *Information Systems*, 23/8, 1998.
36. G. Huck, P. Fankhauser, K. Aberer, and E. Neuhold. JEDI: Extracting and synthesizing information from the web. In Proc. of COOPIS, 1998.
37. D. Huynh, S. Mazzocchi, and D. Karger. Piggy Bank: Experience the Semantic Web inside your web browser. In International Semantic Web Conference, 2005.
38. L. Kahaner. Competitive Intelligence: How to Gather, Analyse Information to Move your Business to the Top. Touchstone Press, 1998.
39. Kapowtech. RoboSuite, 2003. <http://www.kapowtech.com>, aufgerufen am 19.12.2005.
40. S. Kuhlins and R. Tredwell. Toolkits for generating wrappers. In Net.ObjectDays, 2002.
41. N. Kushmerick. Wrapper verification. *World Wide Web Journal*, 2000.
42. N. Kushmerick, D. Weld, and R. Doorenbos. Wrapper induction for information extraction. In Proc. of IJCAI, 1997.
43. A. H. Laender, B. A. Ribeiro-Neto, A. S. da Silva, and J. S. Teixeira. A brief survey of web data extraction tools. In *Sigmod Record* 31/2, 2002.
44. T. Lidy, G. Pöhlbauer, and A. Rauber. Sound re-synthesis from rhythm pattern features - audible insight into a music feature extraction process. In Proc. Of ICMC, 2005. Methoden und Werkzeuge zur Webdatenextraktion 15
45. B. Liu. Web Content Mining. In Proc. of WWW, Tutorial, 2005.
46. L. Liu, C. Pu, and W. Han. XWrap: An extensible wrapper construction system for internet information. In Proc. of ICDE, 2000.
47. Z. Liu, F. Li, and W. K. Ng. Wiccap Data Model: Mapping Physical Websites to Logical Views. In Proc. of ER, 2002.
48. J. Madhavan, P. A. Bernstein, and E. Rahm. Generic schema matching with cupid. In *The VLDB Journal*, pages 49–58, 2001.
49. M. Maron and J. Kuhns. On relevance, probabilistic indexing and information retrieval. *Journal of the ACM*, 7:216–244, 1960.
50. W. May, R. Himmeröder, G. Lausen, and B. Ludäscher. A unified framework for wrapping, mediating and restructuring information from the web. In *WWWCM*. Sprg. LNCS 1727, 1999.
51. X. Meng, H. Wang, C. Li, and H. Kou. A schema-guided toolkit for generating wrappers. In Proc. of WEBSA2003, 2003.
52. R. C. Miller and B. A. Myers. LAPIS: Smart Editing with Text Structure. In Proceedings of the CHI 2002 Conference on Human Factors in Computing Systems, Minneapolis, Minnesota, USA, pages 496–497. ACM Press, Apr. 2002.
53. C. Mooers. Making information retrieval pay, 1951. Boston, Zator Co.
54. I. Muslea. RISE: Repository of Online Information Sources Used in Information Extraction Tasks, 1998. <http://www.isi.edu/info-agents/RISE/>, aufgerufen am 19.12.2005.
55. I. Muslea, S. Minton, and C. Knoblock. A hierarchical approach to wrapper induction. In Proc. of 3rd Intern. Conf. on Autonomous Agents, 1999.
56. Personal Publication Reader. Videos for the semantic web challenge. <http://www.personal-reader.de/video/PPR-SemanticWeb-Challenge.html>, aufgerufen am 19.12.2005.
57. Princeton University. Wordnet – a lexical database for the english language. <http://wordnet.princeton.edu/>, aufgerufen am 19.12.2005.

58. J. Raposo, A. Pan, M. Alvarez, J. Hidalgo, and A. Vina. The Wargo System: Semi-Automatic Wrapper Generation in Presence of Complex Data Access Modes. In Proceedings of DEXA 2002, Aix-en-Provence, France, 2002.
59. REWERSE. Reasoning on the web with rules and semantics.
<http://www.rewerse.net>, aufgerufen am 19.12.2005.
60. B. Ribeiro-Neto, A. H. F. Laender, and A. S. da Silva. Extracting semistructured data through examples. In Proc. of CIKM, 1999.
61. B. Rosenfeld, R. Feldman, and Y. Aumann. Structural extraction from visual layout of documents. In Proc. of CIKM, 2002.
62. A. Sahuguet and F. Azavant. Building light-weight wrappers for legacy web data-sources using W4F. In Proc. of VLDB, 1999.
63. G. Salton. The smart information retrieval system after 30 years – panel. In Proc. of SIGIR, pages 356–358, 1991.
64. B. Thomas. Anti-unification based learning of T-wrappers for information extraction. In Workshop on Machine Learning for IE, 1999.
65. R. Tredwell and S. Kuhlins. Wrapper Generating Tools, 2003.
<http://www.wifo.uni-mannheim.de/~kuhlins/wrappertools/>,
aufgerufen am 19.12.2005.
66. WebL. Automating the web language. <http://research.compaq.com/SRC/WebL/>,
aufgerufen am 19.12.2005.
67. Y. Zhai and B. Liu. Web data extraction based on partial tree alignment. In Proc. of WWW, 2005.
68. M. Stonebraker and J. M. Hellerstein (2001). Content Integration for E-Business. In: <http://gist.cs.berkeley.edu/~jmh/miscpapers/sigmod-content.pdf>,
aufgerufen am 19.12.2005.

Statistische Verfahren der Textanalyse

Michael Granitzer

Know-Center, Graz, Österreich;
mgrani@know-center.at

Zusammenfassung: Der vorliegende Artikel bietet einen Überblick über statistische Verfahren der Textanalyse im Kontext des Semantic Webs. Als Einleitung erfolgt die Diskussion von Methoden und gängigen Techniken zur Vorverarbeitung von Texten wie z. B. Stemming oder Part-of-Speech Tagging. Die so eingeführten Repräsentationsformen dienen als Basis für statistische Merkmalsanalysen sowie für weiterführende Techniken wie Information Extraction und maschinelle Lernverfahren. Die Darstellung dieser speziellen Techniken erfolgt im Überblick, wobei auf die wichtigsten Aspekte in Bezug auf das Semantic Web detailliert eingegangen wird. Die Anwendung der vorgestellten Techniken zur Erstellung und Wartung von Ontologien sowie der Verweis auf weiterführende Literatur bilden den Abschluss dieses Artikels.

1 Einleitung

Eine Studie zur weltweiten Informationsmenge der University of California [10] zeigt eindrucksvoll auf, wie viele Informationen mittlerweile in digitaler Form vorliegen. So waren es im Jahr 2003 weltweit 5 Exabyte ($=5 \times 10^{18}$ Byte) – das sind ungefähr 37.000-mal der Dokumentenbestand der berühmten amerikanischen Library of Congress, die immerhin 17 Millionen Bücher zu ihrem Bestand zählt. Von dieser Informationsmenge liegen 92% in digitaler Form vor, und immerhin sind 170 Terrabyte oder 17-mal der Bestand der Library of Congress im Internet verfügbar. Bei diesem Vergleich zwischen Bestand der Library of Congress und digitaler Informationsmenge sei jedoch ausdrücklich betont, dass er sich allein auf die Quantität und auf keinen Fall auf die Qualität der Informationen bezieht! Bei einer angenommenen Weltbevölkerung von 6,3 Milliarden entstehen, so die Studie, pro Jahr 800 Megabyte neue Daten pro Kopf und Jahr.

Diese Zahlen zeigen, dass wir es mit einer Informationsmenge zu tun haben, die kaum mehr zu bewältigen ist und welche zum so genannten „Information Overload“ führt. Dieser nimmt sowohl Einfluss auf die Qualität

unserer Entscheidungsprozesse als auch auf unsere mentale und physische Gesundheit [6]. Informationsqualität als Schlagwort rückt immer mehr in den Vordergrund, um diesen Effekten entgegen zu wirken. Die Relevanz von Information im aktuellen Kontext und die für den Nutzer erwartungskonforme Präsentation von Information zur richtigen Zeit und am richtigen Ort sind dabei zentrale Punkte bei der Betrachtung der Informationsqualität [14]. All diese Eigenschaften werden auch im Semantic Web vereint, wo semantische Beschreibungen die Möglichkeit der Steigerung der Informationsqualität beinhalten.

Problematischerweise liegen jedoch ca. 80% unserer Information in unstrukturierter oder semi-strukturierter Form vor, wobei unser Hauptinformationsträger die natürliche Sprache bzw. schriftliche Aufzeichnungen sind. Dadurch motiviert beschäftigt sich das nachfolgende Kapitel mit dem Problem der Verarbeitung von unstrukturiertem Text zur Erhöhung der Informationsqualität. Ziel ist die Darstellung von Techniken zur maschinellen Verarbeitung von Text und zur Extraktion und deren Anwendungen. Diese Techniken stellen die Grundlage heutiger Suchtechnologien dar, helfen z. B. beim Filtern von Spam, das automatische Zusammenfassen von Nachrichten und ermöglichen die semiautomatische Konstruktion von Ontologien.

Das vorliegende Kapitel beginnt mit dem Abschnitt der Vorverarbeitung von Texten, indem die Zerlegung von Texten in atomare Teile, so genannte Merkmale (engl. Tokens) diskutiert wird. Basierend auf diesen Merkmalen erfolgt die Aufarbeitung verschiedener Techniken zur Extraktion relevanter Information (Information Extraction, IE) aus einem einzelnen Dokument und die statistische Analyse von Dokumentenkorpora sowie die Erzeugung einer Vektorrepräsentation für einzelne Dokumente unter Berücksichtigung der ermittelten statistischen Eigenschaften. Die letzten beiden Abschnitte behandeln die Anwendung von maschinellen Lernverfahren sowie die Möglichkeiten zum automatischen Erlernen ontologischer Strukturen.

2 Vorverarbeitung von Texten

Als Mensch fällt es uns im Gegensatz zum PC leicht mit natürlichsprachlicher Information umzugehen, diese zu verstehen, anzuwenden und weiter zu verarbeiten. Natürliche Sprache beinhaltet vor allem Eigenschaften wie Mehrdeutigkeit, konkurrierende semantisch äquivalente Ausdrucksmöglichkeiten und Vagheit, welche das maschinelle Verstehen von Sprache erschweren. Bis dato gibt es noch kein maschinelles System, welches Sprache versteht, womit auch eine vollständige automatische Überführung von natürlichsprachlichen Texten in semantische Strukturen immer nur als Approximation zu sehen ist.

Nichts desto trotz existieren gut funktionierende Heuristiken und Approximationen, welche das Arbeiten und den Umgang mit natürlichsprachlicher Information erleichtern. Statistische Analysen ermöglichen zusätzlich empirische Aussagen über quantitative Eigenschaften von Sprache wie z. B. die Worthäufigkeiten. Die Durchführung solcher Analysen und die Anwendung von Heuristiken bedarf einer Zerlegung von Text in atomare Teile, so genannte Merkmale. Beginnend bei der Extraktion eines Merkmals erfolgt die schrittweise Anreicherung von Eigenschaften der Merkmale, welche weiteren Analysen und statistischen Evaluierungen unterzogen werden können. In diesem ersten Schritt erfolgt jedoch lediglich die Betrachtung eines einzelnen Dokumentes und nicht einer Menge von Dokumenten – auch als Dokumentkorpus bezeichnet.

Nachfolgend werden die wichtigsten Schritte der Vorverarbeitung betrachtet, welche die Grundlage für die weiteren Techniken dieses Abschnitts darstellt.

2.1 Formatnormalisierung und lexikalische Analyse

Texte liegen meist in unterschiedlichen Formaten wie Word, HTLM und SGML vor. Neben dem Text selbst kapseln diese Formate zusätzlich Layout Eigenschaften wie z. B. Überschriften, Absatzstrukturen und Metadaten wie z. B. Autor oder Erzeugungsdatum, welche in den meisten Fällen jedoch nicht für die weitere Sprachverarbeitung von Interesse sind.

Der erste Schritt in der Vorverarbeitungskette besteht nun darin, Layout und Metadaten beschreibende Elemente zu eliminieren. Ergebnis dieses Prozesses ist eine den Inhalt eines Textes beschreibende Zeichenkette. Vor gegebene Metadaten können natürlich für die weitere Verarbeitung berücksichtigt werden. Dieser Aspekt wird jedoch hier aus Komplexitätsgründen nicht weiter besprochen.

In der lexikalischen Analyse erfolgt die Zerlegung dieser Zeichenkette in kleinere Einheiten, so genannte Merkmale (engl. Tokens). Zwei methoden seien kurz vorgestellt:

(1) Eine intuitive Form der Zerlegung ist die Aufteilung nach Wörtern (Word-Grams), d. h. jedes Merkmal entspricht einem Wort. Im ersten Moment sieht eine solche Vorgehensweise relativ einfach aus, jedoch zeigen sich bei näherer Betrachtung die ersten Probleme bei der Bestimmung eines Wortes. Vor allem Satzzeichen wie Punkte bereiten hier Probleme, da diese z. B. das Ende eines Satzes anzeigen können oder aber Abkürzungen (z. B. „Dr.“). Im Allgemeinen werden daher in diesem Schritt Satzzeichen und ggf. Leerzeichen ebenfalls als Merkmale aufgefasst, um diese in einer nach folgenden, erweiterten Analyse berücksichtigen zu können.

(2) Character n-grams sind eine weitere Möglichkeit der Zerlegung von Zeichenketten, die auf Shannon [16, 4] zurückgeht. Dabei entspricht ein

Merkmal einer Zeichenkette der Länge n. Die Erzeugung dieser Merkmale kann man sich so vorstellen, dass über den Text ein Fenster der Länge n bewegt wird und nach jedem Vorrücken der Inhalt dieses Fensters als Merkmal aufgenommen wird.

Beispiel: „<h2>Formatnormalisierung und lexikalische Analyse:</h2>“¹

- Formatnormalisierung:
„Formatnormalisierung und lexikalische Analyse:“
- Lexikalische Analyse (Word-Grams):
„Formatnormalisierung“, „_“, „und“, „_“, „lexikalische“, „_“, „Analyse“, „:“²
- Lexikalische Analyse (Character 4-gram)
„Form“, „orma“, „rmat“, „matn“, ..., „rung“, „ung_“, „ng_u“...

2.2 Merkmalsanalyse

Zuvor erzeugte Merkmale zeichnen sich nicht nur durch ihre Zeichenkette, sondern auch durch andere Eigenschaften wie z. B. die Wortform aus. Ziel der Merkmalsanalyse bzw. Tokenanalyse ist die Extraktion von zusätzlichen Eigenschaften, welche in der weiteren Verarbeitung benötigt werden. Die Merkmalsanalyse ist nicht zwingend notwendig, erhöht jedoch in den meisten Fällen die Qualität der Ergebnisse beträchtlich. Natürlich hängen die hier möglichen Verarbeitungsschritte auch von der Art der extrahierten Merkmale ab. Die hier vorgestellten Verfahren setzen auf einer wortbasierten Zerlegung auf.

2.2.1 Lemmatisierung

Bei der lexikalischen Analyse werden Merkmale rein aufgrund ihrer beschreibenden Zeichenkette unterschieden, was im Allgemeinen nicht auf die semantische Unterscheidung schließen lässt. Im Schritt der Lemmatisierung wird nun versucht, Merkmale auf ihre gemeinsame Form bzw. ihren gemeinsamen Merkmalstyp zurückzuführen. Im Falle von Wörtern wäre dies z. B. die Reduktion jedes Wortes auf seinen Wortstamm, auch unter dem Begriff Stemming bekannt. Dabei wird grundlegend zwischen Stripping und Stemming unterschieden.

Beim Stripping erfolgt die Rückführung anhand simpler Regeln zum Abschneiden von Vor- bzw. Nachsilben eines Wortes. Im deutschen z. B. wäre eine solche Regel das Abschneiden von Suffixen wie „lich“ am Wortende

¹ <h2>...</h2> kennzeichnet in HTML eine Überschrift für Gliederungen der 2. Ebene

² „_“ dient als Platzhalter für das Leerzeichen im obigen Beispiel

(e. g. „sportlich“ → „sport“). Strippingbasierte Verfahren arbeiten rasch und sind i. A. unabhängig von externen Ressourcen wie z. B. Wörterbüchern, haben jedoch den Nachteil, dass z. B. irreguläre Formen (z. B. „gehen“, „ging“, „gegangen“) nicht berücksichtigt werden können.

Echte Stemming-Verfahren hingegen ermöglichen die Auflösung von solchen irregulären Formen, wobei meist Wörterbücher zum Einsatz kommen. Die Methode ist simpel: Ein Wort wird mit einem Eintrag in einem Wörterbuch verglichen, welches auch den entsprechenden Wortstamm beinhaltet, der das Merkmal bzw. Wort ersetzt.

Sowohl Stripping als auch Stemming haben den Nachteil relativ fehlerintolerant gegenüber falsch geschriebenen Wörtern zu sein, da mitunter die Regeln nicht mehr greifen bzw. das Nachschlagen im Wörterbuch versagt. Mögliche Lösung dazu sind fehlertolerante Wortvergleiche wie z. B. die Edit Distance oder auch Character N-Grams, welche Ähnlichkeiten zwischen Wörtern abbilden (siehe auch [4, 18]).

2.2.2 Parsing und Part-of-Speech-Tagging

Ist für die weiteren Schritte die Notwendigkeit einer tieferen linguistischen Analyse gegeben, so kann als nächster Schritt eine detaillierte grammatische Analyse durchgeführt werden. Dabei erfolgt die Zuordnung der entsprechenden Wortformen (e. g. Substantiv, Verb, Adverb etc.) zu den zuvor ermittelten Merkmalen durch so genannte Part-of-Speech Tagger.

In den einfachsten Fällen erfolgt die Zuordnung von Wortformen unter Verwendung von Wörterbüchern, welche die jeweiligen Wörter und deren korrespondierende Wortform enthalten. Die Unvollständigkeit dieses Ansatzes ist dadurch bestimmt, dass grundlegend keine vollständige Abbildung aller Wörter und Wortformen in einem Wörterbuch möglich ist. Zusätzlich entstehen Probleme bei der Auflösung von Mehrdeutigkeiten, da abhängig von der grammatischen Struktur eines Satzes Wörter unterschiedlich gebraucht werden können.

Die meisten Part-of-Speech Tagger ermöglichen jedoch eine vollständige syntaktische Zerlegung eines Satzes nicht nur im Sinne einer Zuordnung der Wortform zu einem Merkmal, sondern auch im Sinne der Herstellung der sprachlichen Beziehungen eines Merkmals zu allen anderen Merkmalen eines Satzes. Durch vollständige syntaktische Zerlegung können zusätzliche Mehrdeutigkeiten aufgelöst werden, aufgrund der Komplexität der natürlichen Sprache ist jedoch eine eindeutige Bestimmung der korrekten syntaktischen Zerlegung nicht immer möglich. Deshalb muss zwischen mehreren Zerlegungsmöglichkeiten gewählt werden. Diese Mehrfachmöglichkeiten stellen derzeit eines der größten Probleme bei tiefen linguistischen Analysen dar und verhindern ein vollständiges Sprachverstehen. Zusätzliche Nachteile von Part-of-Speech Tagging sind die Sprachabhängigkeit, die

Verfügbarkeit von Taggern für diverse Sprachen sowie die Robustheit in Bezug auf grammatisch nicht korrekte Sätze.

Nichtsdestotrotz kann schon eine einfache Unterscheidung zwischen Substantiven und Nicht-Substantiven hilfreich für verschiedene nachfolgende Schritte wie z. B. Information Extraction oder Kollokationserkennung sein [2] und eine deutliche Genauigkeitssteigerung bewirken.

3 Informationsextraktion

Bis jetzt wurden verschiedene Konzepte zur Vorverarbeitung von Text vorgestellt. Ergebnis dieser Vorverarbeitung ist eine Liste von Merkmalen und deren sprachliche Eigenschaften. Ziel der Informationsextraktion (IE) ist nun die Überführung dieser noch unstrukturierten Merkmale in eine tabellen- bzw. datenbankartige Struktur, wie z. B. die Extraktion einer Personen-kartei mit Vorname, Nachname, Geburtsdatum etc. aus unstrukturierten Texten. Im Umfeld der Message Understanding Konferenzreihe (MUC) entwickelten sich folgende Teilbereiche der Informationsextraktion [9]:

- *Erkennen benannter Entitäten (Named Entity Recognition, NE)*
Ziel ist es, ausgezeichnete Entitäten wie z. B. Personennamen, Orte, Datum, Geld, Titel etc. aus unstrukturierten Texten zu ermitteln.
- *Auflösen von Co-Referenzen (Co-Reference Resolution, CO)*
Natürlichsprachliche Referenzen, wie z. B. durch persönliche Pronomen a la „Er“, „Sie“ etc. angezeigte, sollen in diesem Schritt aufgelöst und ausgezeichnet werden.
- *Schablonen-Elemente Füllen (Template Element Filling, TE)*
Schablonen-Elemente beschreiben zusätzliche Elemente, die zu einer Entität noch extrahiert werden können. Beispielsweise können für Personen noch Geburtsdatum oder Titel extrahiert werden und mit dem Personennamen gemeinsam als Schablone für eine Person aufgefasst ausgewiesen werden.
- *Schablonen-Relationen (Template Relations, TR)*
Dieser Bereich beschäftigt sich mit dem Extrahieren von Relationen zwischen einzelnen Schablonen, wie z. B. dem Bezug eines Angestellten (=Person) zu einer Firma.
- *Szenario-Schablonen (Scenario Templates, ST)*
Ziel hier ist es, Szenarien und Ereignisse aus freiem Text zu identifizieren, wobei auf die zuvor extrahierten Schablonen-Elemente und Schablonen-Relationen zurückgegriffen wird.

Zur Durchführung obiger Aufgaben kann prinzipiell zwischen maschinellen Lernverfahren und linguistischen Analysen bzw. grammatisches basierenden Ansätzen unterschieden werden.

Bei linguistischen Analysen erfolgt die Untersuchung von Texten mittels Regeln, welche durch Experten von Hand erstellt werden und Eigenschaften einer Sprache ausnützen. Im einfachsten Fall kommen Gazeteers bzw. Look-up-Listen zum Einsatz, welche die zu erkennenden Entitäten (z. B. Ortsnamen oder Personennamen) enthalten. Eine Liste von Ortsnamen beispielsweise ermöglicht das Finden von Merkmalen durch einen einfachen Textvergleich. Stimmt jedes Zeichen im Merkmal mit einem Listeneintrag überein, erfolgt eine Kennzeichnung des Merkmals als benannte Entität bzw. als Ort. Wenn auch dieser Ansatz die Vorteile der Sprachunabhängigkeit und hohe Geschwindigkeit hat, so ist eine manuelle Erstellung und Wartung von Listen problematisch und eine Aufzählung aller möglichen Entitäten unmöglich. Zusätzlich können unterschiedliche Schreibweisen und entstehende Mehrdeutigkeiten nicht aufgelöst werden.

Abhilfe bieten hier „Shallow Parsing“-Ansätze. Im Gegensatz zu vollständigen linguistischen Analysen unter Verwendung von Parsing-Bäumen erfolgt die Erkennung von Entitäten hier mittels Heuristiken, welche interne Strukturen von Entitäten ausnutzen. Eine Regel zur Detektion von Orten wäre z. B. „im Ortsgebiet von <Substantiv>“ welche darauf hindeutet, dass <Substantiv> eine Ortsbezeichnung ist. Natürlich können vollständige linguistische Satzanalysen die Genauigkeit erhöhen, doch erreicht man meist mit „Shallow Parsing“-Ansätzen ähnliche Ergebnisse ohne die Notwendigkeit von komplexen, vollständigen linguistischen Analysen. Die Effizienz solcher Ansätze spiegelt sich auch im Open Source Tool GATE wider, auf welches an dieser Stelle verwiesen sei. GATE bietet eine vollständige Umgebung zur Analyse von Texten und Tools zur Informationsextraktion³.

In der MUC-Reihe (Message Understanding Conference) erfolgt eine regelmäßige Evaluierung der verschiedenen Informationsextraktionsaufgaben. Auf Zeitungskorpora wird für NE ca. 97%, CO ca. 60–70%, TE ca. 80%, TR ca. 75–80%, ST ca. 60% Genauigkeit erzielt [9]. Nichtsdestotrotz sind die Genauigkeit von Informationsextraktion und die Anwendbarkeit stark von der jeweiligen Domäne abhängig. Während „Shallow Parsing“-Ansätze bei Zeitungstexten aufgrund stilistisch hochwertiger Texte gut funktionieren, trifft dies im Bereich der Analyse von BLOG's oder E-Mails nicht mehr zu.

³ <http://gate.ac.uk/>

4 Statistische Merkmalsanalyse und Vektorerzeugung

Die bisherigen Betrachtungen erstreckten sich jeweils auf die Anwendung von verschiedenen Methoden auf ein einzelnes Dokument. Wie in der Einleitung beschrieben bewegt man sich aber meist in einem Informationsraum, der aus einer großen Menge von domänenspezifischen Dokumenten besteht. Unter Zuhilfenahme statistischer Methoden können für den Informationsraum inhärente Strukturen und Konzepte sowie wichtige Merkmale identifiziert werden. Im Folgenden sollen die wichtigsten Techniken zur Extraktion von Merkmalen des Informationsraums, auf Basis der Merkmale der Einzeldokumente, vorgestellt werden [12]. Im speziellen werden Häufigkeitsanalysen, Kollokationen und Co-Occurrence Analysen betrachtet, welche die Selektion der wichtigsten Merkmale eines Informationsraums ermöglichen. Abschließend erfolgt eine kurze Betrachtung der Vektorgenerierung aus den statistisch gewichteten Merkmalen und die damit verbundene Möglichkeit des Ähnlichkeitsvergleichs von Dokumenten und Wortgruppen, wodurch der Einsatz von maschinellen Lernverfahren ermöglicht wird.

4.1 Wortanalysen

Wortanalysen sind die einfachste Form der statistischen Analyse und beziehen sich auf die Untersuchung der Häufigkeiten von Merkmalen, wobei meist nur Wörter als Merkmale betrachtet werden. Auf Basis dieser Analyse formulierte der Linguist George Kingsley Zipf *Zipf's Gesetz*, welches den Zusammenhang zwischen Häufigkeit und Rang eines Wortes darstellt [19]. Sortiert man die untersuchten Wörter nach deren Häufigkeit, so besagt Zipf's Gesetz, dass der Rang eines Wortes multipliziert mit seiner Häufigkeit in etwa konstant ist. Dies bedeutet, dass z. B. das 10. häufigste Wort zweimal öfters vorkommt als das 20. häufigste Wort. Es zeigt auch, dass in einem Dokumentkorpus wenige Wörter sehr häufig vorkommen und dass viele Wörter wenig oft vorkommen. Im Information Retrieval wird dieser Umstand ausgenutzt, um die zu durchsuchende Menge von Begriffen einzuschränken, da sowohl häufig als auch selten vorkommende Wörter wenig Informationsgehalt innerhalb eines Informationsraumes haben und daher zum Auffinden von Dokumenten somit ignoriert werden können. Dieser Umstand wird auch oft in der Vorverarbeitung von maschinellen Lernverfahren zur Dimensionsreduktion (i. e. Reduzierung der verwendeten Merkmale) eingesetzt, womit meist eine Erhöhung der Genauigkeit und Geschwindigkeit verbunden ist. Neben der Betrachtung von Einzelwörtern ist auch die Betrachtung von Wortgruppen bzw. Kollokationen ein wichtiger Schritt in der Analyse.

4.2 Kollokationen

Kollokationen definieren eine zusammengehörige Gruppe von Wörtern, welche statistisch signifikant öfters miteinander vorkommen als per Zufall möglich. Eigennamen wie z. B. „New York“ oder auch verschiedene Phrasen wie „statistische Analyse“ sind Beispiele für Kollokationen. Basis für die Ermittlung von Kollokationen ist die Analyse der Häufigkeit des Vorkommens solcher Wortgruppen. Im einfachsten Fall wird dies erreicht, indem bei der Merkmalsgenerierung Wortgruppen der Länge n erzeugt werden und diese, wie im Falle der Wortanalyse, einer Häufigkeitsanalyse unterzogen werden. Ohne weiteres Post- bzw. Preprocessing ergibt sich jedoch das Problem, irrelevante Kollokationen wie z. B. „in dem“ oder „bei der“ zu finden. Abhilfe schafft hier eine syntaktische Vorgroupierung der statistisch zu untersuchenden Kollokationen. Betrachtet man z. B. nur Substantivgruppen, so können semantisch sinnvolle Kollokationen relativ einfach und zuverlässig erkannt werden. Auf Basis der betrachteten Häufigkeiten können statistische Hypothesentests wie z. B. der t-Test oder ² Test oder Maße wie der Informationsgehalt zum Ermitteln von statistisch signifikanten Kollokationen angewendet werden. In diesem Zusammenhang sei hier nur auf [12] verwiesen, da die Betrachtung dieser Verfahren den Rahmen des Abschnittes sprengen würde.

4.3 Co-Occurrence Analyse

Die Co-Occurrence Analyse kann als Spezialfall einer Kollokation der Länge 2 betrachtet werden, ist jedoch prinzipiell auch auf Merkmale, welche nicht einem Wort entsprechen, anwendbar. Ziel der Co-Occurrence Analyse ist es, Affinitäten zwischen Merkmalen zu finden. Untersucht wird, welche Merkmalspaare statistisch signifikant oft in einem definierten Kontext vorkommen, wobei der Kontext im Allgemeinen einen Satz, Absatz oder ein gesamtes Dokument darstellt. Neben diesem strukturellen Kontext kann auch ein bestimmtes Textfenster mit einer festen Anzahl von Worten betrachtet werden. Wiederum wird gezählt, wie oft Merkmal A (z. B. Entität „John Smith“) gemeinsam mit anderen Merkmalen bzw. Wörtern vorkommt. Über verschiedene Maßzahlen wie z. B. Informationsgehalt, Entropie etc. erfolgt die Bestimmung der wichtigsten Merkmale oder gemeinsamen Vorkommnisse.

Co-Occurrence Analyse ermöglichen so das Finden von möglichen Synonymen oder fast synonymen Begriffen und erlauben die Definition eines Merkmals anhand anderer assoziierter Merkmale. Durch Anwendung maschinelner Lernverfahren ergibt sich dann z. B. die Möglichkeit, automatisch hierarchische Beziehungen zwischen Merkmalen zu extrahieren und Begriffshierarchien aufzubauen. Im Information Retrieval können

unter Anwendung solcher Methoden automatisch Suchbegriffe um ähnliche Begriffe ergänzt und somit die Breite der Suche vergrößert werden.

4.4 Vektorisierung und Gewichtung

Bisher wurde hauptsächlich auf die Generierung von Merkmalen auf Dokumentbasis und die Selektion von Merkmalen mittels statistischer Methoden eingegangen. Um Dokumente innerhalb eines Informationsraumes miteinander vergleichbar zu machen, erfolgt im Allgemeinen die Transformation der Merkmale eines Dokumentes in einen numerischen Vektor, wobei zwischen binären od. reellwertigen Vektoren unterschieden wird. Die binäre Repräsentation definiert dabei lediglich, ob ein Merkmal in einem Dokument vorhanden ist oder nicht, während die reellwertige Repräsentation zusätzlich eine Gewichtung bzw. Wertigkeit eines Merkmals zulässt.

Im Vorfeld zur Vektorgenerierung erfolgt die Extraktion aller relevanten Merkmale aus allen Dokumenten des Informationsraumes. Alle unterschiedlichen Merkmale bilden die Achsen bzw. Dimensionen des so genannten Merkmals- od. Vektorraums, in dem jedes Dokument als Merkmalsvektor dargestellt werden kann.

Neben der binären Gewichtung, in der ein Merkmal im Vektor vorhanden ist (Wert von 1) oder nicht (Wert von 0), ist bei reellwertigen Vektoren das so genannte TFIDF- Term-Frequency Inverse Document Frequency [15] ein häufig gebrauchtes Gewichtungsschema, welches sich aus der Termfrequenz und der Dokumentfrequenz zusammensetzt. Die Termfrequenz definiert dabei die Wichtigkeit eines Merkmals basierend auf der Häufigkeit seines Vorkommens innerhalb eines Dokumentes. Die Dokumentfrequenz hingegen errechnet sich aus der Anzahl der Dokumente, in denen ein Merkmal vorkommt. Die Idee an der TFIDF Gewichtung ist, dass ein Merkmal umso relevanter für die Beschreibung eines Dokumentes ist, umso größer seine Termfrequenz, und umso diskriminierender zwischen Dokumenten, je niedriger seine Dokumentfrequenz, was unter anderem mit Zipf's Law korreliert. Da das TFIDF Gewichtungsschema einfach zu errechnen ist, aber trotzdem eine gute Basis zur Ähnlichkeitsbestimmung zwischen Dokumenten darstellt, wird es in gängigen Information Retrieval Systemen eingesetzt.

Die Vektorrepräsentation von Dokumenten dient neben der Anwendung in maschinellen Lernverfahren auch zur Bestimmung von Ähnlichkeiten zwischen Dokumenten, was vor allem im Information Retrieval von grundlegender Bedeutung ist. Die wahrscheinlich bekannteste Form der Ähnlichkeitsbestimmung ist das so genannte Kosinusmaß, bei dem der Winkel zwischen den Dokumenten proportional zur Ähnlichkeit ist. Das Kosinusmaß wird meist in Zusammenhang mit der TFIDF Gewichtung eingesetzt.

5 Maschinelles Lernen zur Textanalyse

Im Kapitel zur Informationsextraktion wurden verschiedene Methoden basierend auf manuell erstellten Grammatiken betrachtet. Um den Aufwand bei der Erstellung solcher Grammatiken zu minimieren bzw. um eine automatische Zuordnung von Dokumenten zu Konzepten zu erreichen, wird zunehmend auf Verfahren aus dem Bereich des maschinellen Lernens zurückgegriffen. Dabei unterscheidet man grundlegend zwischen überwachten und unüberwachten Techniken, welche im Folgenden kurz diskutiert werden [13].

5.1 Überwachte Lernverfahren

Bei überwachten Lernverfahren (engl. supervised learning) geht man von einer Menge an vorgegebenen Beispielen und einer Zuordnung dieser Beispiele zu entsprechenden Klassen aus. Durch Analyse der Beispiele können Klassifikationshypthesen erstellt werden, welche die automatische Zuordnung von neuen Beispielen zu den entsprechenden Klassen gestatten.

Auf Dokumentebene erfolgt die Anwendung von überwachten Lernverfahren z. B. zur Wartung großer Klassifikationsschemata. Solche Klassifikationsschemata strukturieren inhaltlich eine bestimmte Domäne. Ein Dokument kann einer oder mehreren Klassen des Klassifikationsschemas zugewiesen werden. Auf Basis der Vektorrepräsentation von Dokumenten ist es überwachten Lernverfahren nun möglich, neue noch nicht abgelegte Dokumente automatisch den richtigen Klassen des Klassifikationsschemas zuzuordnen. Ein einfacher, aber mächtiger Ansatz in diesem Bereich ist das k-Nearest Neighbour (k-NN) Verfahren. Bei der Zuordnung eines neuen Dokumentes sucht sich dieses Verfahren im ersten Schritt die k ähnlichsten Dokumente, welche bereits dem Klassifikationsschema zugeordnet sind. Im zweiten Schritt werden die häufigsten Klassenzuordnungen der k ähnlichsten Dokumente bestimmt und dem neuen Dokument zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt sozusagen auf Basis einer Mehrheitsentscheidung von inhaltlich ähnlichen Dokumenten. Problematisch im Bereich der Dokumentklassifikation ist jedoch die teilweise hohe Anzahl an möglichen Klassen, wodurch die Genauigkeit der Verfahren leidet. Ein Umstand, der geringfügig durch das Berücksichtigen von Relationen zwischen Klassen verbessert werden kann [8].

Ein weiteres Anwendungsgebiet für induktive Lernverfahren ist die Extraktion von Entitäten aus Texten (i. e. Sequential Tagging). In diesem Fall sind die Beispiele nicht Dokumente, sondern Sätze bzw. Wortgruppen und deren zugeordnete Rolle in einer Entität. Folgende Tabelle zeigt ein mögliches vorgegebenes Beispiel für einen Sequential Tagging Algorithmus,

wobei PER für personenbezogenen Entitäten, ORT für ortsbzogenen Entitäten und O für keine Zuordnung steht.

John	F.	Kennedy	war	Präsident	der	USA
PER	PER	PER	O	O	O	ORT

Auf Basis derart annotierter Beispiele ermitteln maschinelle Lernverfahren Regeln zur automatischen Extraktion von Entitäten, d.h. Regeln zur automatischen Zuordnung der PER und ORT Annotationen zu Wörtern (siehe [18]).

Dieses Beispiel macht aber auch den größten Nachteil von Lernverfahren deutlich, nämlich die Erzeugung der entsprechenden Trainingsbeispiele. Im Allgemeinen benötigen Lernverfahren eine hohe Anzahl an Beispielen, um vernünftige Ergebnisse zu produzieren. Für verschiedene Domänen wie z.B. Zeitungsmeldungen existieren jedoch vorgefertigte Trainingsdaten, die für die meisten Anwendungszwecke genügen.

5.2 Unüberwachte Lernverfahren

Im Gegensatz zu überwachten Lernverfahren benötigen unüberwachte Verfahren keine vorkategorisierte Menge an Trainingsdokumenten. Das Ziel ist, Gemeinsamkeiten zwischen einzelnen Beispielen zu finden und/oder diese in Gruppen von gemeinsamen Beispielen zu unterteilen, dem so genannten Clustering. Clustering spielt eine wichtige Rolle in vielen Anwendungen im Textbereich, da es das Finden von Strukturen innerhalb einer Menge von Dokumenten ermöglicht. Basierend auf der oben eingeführten Vektorrepräsentation unterteilt das Clustering eine Menge von Dokumenten in n Gruppen von Dokumenten, mit der Anforderung, dass alle Dokumente innerhalb einer Gruppe maximal ähnlich und alle Dokumente zwischen Gruppen maximal unähnlich zueinander sind.

Ein Anwendungsszenario für Clustering ist z.B. das automatische Gruppieren von Suchergebnissen, wie es von manchen Suchmaschinen bereits angeboten wird⁴. Für jeden Treffer einer Suche (z.B. Suche nach „Paris“) erfolgt dabei die oben erwähnte Vektorisierung und unter Berücksichtigung der Ähnlichkeit zwischen Dokumenten erfolgt die Einteilung der Trefferliste in unterschiedliche Themengruppen. Um nun eine gesamte Themengruppe für den Benutzer zusammen zu fassen, werden über statistische Analysen die wichtigsten Merkmale einer Gruppe extrahiert und als Beschriftung angeboten (z.B. „Eiffelturm“, „Sagenheld“, „Tourismus“). Hier gilt es zu berücksichtigen, dass meist eine suboptimale Beschriftung erreicht wird, da nur Merkmale zur Beschriftung verwendet werden können,

⁴ <http://www.clusty.com> oder <http://www-ai.upb.de/aisearch/>

welche auch in den einzelnen Treffern vorkommen. Als Ergänzung könnten überwachte Lernverfahren eingesetzt werden. Da Gruppen von Treffern wiederum als Vektor darstellbar sind, könnten Gruppen von Dokumenten automatisch Klassifikationsschemata zugeordnet und somit auf einer semantisch höheren Ebene beschrieben und kategorisiert werden [17].

6 Lernen von Ontologien

Die bisher eingeführten Techniken und Methoden werden in diesem Abschnitt zusammengefasst, um beispielhaft die Anwendung des Lernens von Ontologien zu demonstrieren. Das Lernen von Ontologien beginnt bei der Fragestellung, welche Konzepte enthalten sein sollen. Ausgehend von einer gegebenen Domäne und entsprechenden domänenrelevanten Texten erfolgt über Vorverarbeitung und statistische Analysen die Extraktion von relevanten Merkmalen für eine Domäne. Mögliche Kandidaten für Konzepte sind z. B. statistisch signifikant oft vorkommende Merkmale, aber auch durch Clustering erzeugte Gruppierungen von Textteilen können als Konzepte betrachtet werden. Zusätzlich ermöglicht z. B. eine Co-occurrence Analyse die Extraktion von synonymen Begriffen zu einem Konzept.

Laut [3] definiert sich ein Konzept aus seiner Intension, der informellen Definition eines Konzeptes und seiner Extension, der Realisierung des Konzeptes in verschiedenen Instanzen. Am Beispiel des Konzeptes „Krankheit“ wäre eine mögliche Intension „anormale Funktionen des Körpers“ und „Grippe“, „Kopfschmerzen“ sind mögliche Extensionen. Zusätzlich wird noch die Realisierung eines Konzeptes, im Speziellen ist hiermit das identifizierende Literal wie z. B. „Krankheit“ und dementsprechende (multilinguale) Synonyme wie z. B. „disease“, „illness“ etc. gemeint, berücksichtigt. Betrachtet man z. B. mittels Clustering erzeugte Konzepte, so kann die Intension eines Konzeptes mit den wichtigsten Merkmalen eines Clusters (i. e. Beschriftung) gleichgesetzt werden und die Extension als die im Cluster enthaltenen Objekte verstanden werden. Hier ist zu bemerken, dass ein Objekt nicht notwendigerweise ein gesamtes Dokument darstellen muss, sondern auch aus einzelnen Sätzen bzw. Satzteilen bestehen kann, wie z. B. in [1], wo Clustering auf Phrasen inklusive deren syntaktischen Elementen basiert.

Weitere Möglichkeiten zur Zuordnung von Objekten/Dokumenten zu Klassen bieten überwachte Lernverfahren und Informationsextraktion, in denen jeweils Instanzen eines speziellen Typs einem Konzept zugeordnet werden (z. B. Dokumente in ein Klassifikationsschema oder Extraktion von „John Smith“ zum Konzept Person).

Ein weiterer wichtiger Bestandteil in Ontologien sind Relationen zwischen Konzepten, wobei hier der Fokus auf Taxonomiebeziehungen gelegt

wird. Grundlegend kann zwischen statistischen und linguistischen Ansätzen unterschieden werden. Linguistische Ansätze berücksichtigen syntaktische Textstrukturen. So zeigt z. B. „<Substantiv 1> wie z. B. <Substantiv 2> etc.“ eine IS-A Beziehung zwischen Substantiven an. Über dieses Muster (auch Hearst Pattern genannt [11]) kann beispielsweise eine Beziehung zwischen Methoden und Clustering aus dem Satz „Methoden wie z. B. Clustering“ extrahiert werden. Da die Erstellung solcher Regeln i. A. aufwändig und fehleranfällig ist, können wiederum maschinelle Lernverfahren eingesetzt werden. Möglichkeiten zur Extraktion solcher Beziehungen basieren auf Clustering, Dokumenten Subsumption bzw. tieferen linguistischen Analysen, wobei die Genauigkeit all dieser Verfahren meist bei 10–20% liegt⁵. Ein viel versprechender neuer Ansatz zur Steigerung der Genauigkeit ist die Anwendung von maschinellen Lernverfahren zur optimalen Kombination der verschiedenen Verfahren [5]. Damit kann die Genauigkeit um etwa 10% erhöht werden.

Die Betrachtungen hinsichtlich der Genauigkeit von automatischen Verfahren im Bereich Ontology-Learning machen deutlich, dass diese lediglich als Startpunkt für das Erstellen einer Ontologie dienen können und nicht die automatische Erzeugung einer wohl definierten, formal richtigen Ontologie ermöglichen.

Zusammenfassung

Die natürliche Sprache zeichnet sich vor allem durch ihre Komplexität, Vagheit und Mehrdeutigkeit aus, wodurch eine eindeutige Übersetzung in eine für den Computer verständliche Form heutzutage unmöglich ist. Nichtsdestotrotz liefern Forschungsgebiete wie Text Mining und NLP Möglichkeiten und Methoden zur besseren Verarbeitung von natürlichsprachlichen Texten sowie zur Reduktion der Informationsmenge auf für ein Szenario relevante Information. Diese Methoden sind also als Hilfsmittel zum Umgang mit natürlicher Sprache anzusehen.

Literatur

1. Bisson G., Nedellec C., and Canamero L.. Designing clustering methods for ontology building- The Mo'K workbench. In Proceedings of the ECAI Ontology Learning Workshop, pages 13–19, 2000.
2. Bontcheva K., Maynard D., Tablan V., and Cunningham H., GATE: A Unicode-based Infrastructure Supporting Multilingual Information Extraction. In Proceed-

⁵ i.e. der F₁ Wert

- ings on Information Extraction for Slavonic and other Central and Eastern European Languages, Borovets, Bulgaria.
3. Brugger W., *Philosophisches Wörterbuch*, Herder, Freiburg 1976
 4. Cavnar W. B. and Trenkle J., N-Gram Statistics for Natural Language Understanding and Text Processing, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1994
 5. Cimiano P., Pivk A., Schmidt-Thieme L., Staab S., Learning Taxonomic Relations from Heterogeneous Sources of Evidence, In *Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications*, pp. 59–73. IOS Press, 2005
 6. Eppler, M., Mengis, J. (2002). The concept of information overload: A review of literature from organization science, marketing, accounting, MIS, and related disciplines. *MCM Research Paper*, HSG/MCM/01.
 7. Evert, S. and Krenn, B. (2003). Computational approaches to collocations. Introductory course at the European Summer School on Logic, Language, and Information (ESSLLI 2003), Vienna.
 8. Granitzer M., Auer P. Experiments with Hierarchical Text Classification, Proceedings of 9th IASTED International Conference on Artificial Intelligence, ACTA Press, Benidorm, Spain, 2005, IASTED
 9. Grishman, R. and Sundheim B., Message Understanding Conference – 6: A Brief History., Proceedings of COLING'96, pp.466–471, 1996
 10. Lyman, P. and Varian, H.R. (2003), 'How Much Information', Retrieved from <http://www.sims.berkeley.edu/how-much-info-2003>.
 11. M.A. Hearst. Automatic acquisition of hyponyms from large text corpora. In Proceedings of the 14th International Conference on Computational Linguistics, pages 539–545, 1992.
 12. Manning C. D. and Schütze H., Foundations of Statistical Natural Language Processing, The {MIT} Press, Cambridge, Massachusetts, 1999
 13. Mitchell, T. M. 1997. Machine Learning. Boston: McGraw-Hill.
 14. Rittberger, M. (2004). Informationsqualität. In: Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation. Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis. Kuhlen, R., Seeger, T., und Strauch, D. (eds.); München: Saur, Kap. B 17, 315–321
 15. Salton G. and Buckley C., Term-weighting approaches in automatic text retrieval, *Information Processing and Management: an International Journal*, 1988, Vol. 24, pp. 513–523
 16. Shannon, C. E., Prediction and entropy of printed english., *Bell Systems Technical Journal*, 1951, pp. 50–64,
 17. Stein B. and Meyer zu Eissen S.. Topic Identification: Framework and Application. In the Proceedings of the 4th International Conference on Knowledge Management (I-KNOW 2004), Graz, Austria, June 30-July 02, 2004.
 18. Weiss, S.M., Indurkhya, N., Zhang, T., Damerau, Text Mining - Predictive Methods for Analyzing Unstructured Information, F. 2005, XII, 236 p. 79 illus., ISBN: 0-387-95433-3
 19. Zipf G. K., Human Behaviour and the Principle of Least-Effort, Addison-Wesley, Cambridge MA, 1949

Kommunikation in Netzwerken – Terminologiemanagement

Gerhard Budin

Zentrum für Translationswissenschaft, Universität Wien, Österreich;
gerhard.budin@univie.ac.at

Zusammenfassung: Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Ziele, Methoden, und Anwendungskontexte des Terminologiemanagements. Eine Definition von „Terminologie“ leitet über zu einem terminologischen Wissensmodell, mit dem die Dynamik und Komplexität von begrifflichen Wissensstrukturen und entsprechenden lexikalischen Repräsentationsformen beschrieben werden kann. Ziel der terminologischen Wissensmodellierung ist die Erarbeitung von sprachlichen und begrifflichen Voraussetzungen für präzise Fachkommunikation sowie für die semantische Interoperabilität im künftigen „Semantic Web“.

1 Einleitung – Ziele des Terminologiemanagements

Terminologiemanagement wird definiert als jegliche Art von zielgerichteten Umgang mit terminologischer Information [13]. Dabei stand im Englischen bei der Bezeichnung „terminology management“ die Analogie zum „information management“ im Vordergrund, was sich in der Definition auch widerspiegelt. Dieser „zielgerichtete Umgang“ umfasst insbesondere die aktive Gestaltung von Sprache auf lexiko-semantischer Ebene mit dem Ziel der Optimierung fachbezogener Kommunikationsprozesse.

Um den Begriff „Terminologiemanagement“ wirklich verstehen zu können, ist es unumgänglich, den vieldeutigen Ausdruck „Terminologie“ zu erklären. Ausgehend von zahlreichen, einander z. T. stark widersprechenden Definitionen, die wir in der Fachliteratur der letzten Jahrzehnte vorfinden, kann in vereinfachter Form eine Terminologie definiert werden als *strukturierte Gesamtheit von Begriffen und deren Repräsentationen in einem Fachgebiet* [1]. Diese Begriffsrepräsentationen werden oft auch als Termini bezeichnet [9]. Eine Terminologie ist aber mehr als bloß eine Sammlung von

Termini, weshalb in der zuvor verwendeten Definition explizit auf weitere Eigenschaften von Terminologien hingewiesen wird:

- Terminologien weisen *Strukturen* auf – dabei handelt es sich um begriffliche Strukturen von Fachgebieten, z. B. die Begriffssysteme der Medizin und ihrer zahlreichen Untergebiete, in denen sich die *Organisation* des medizinischen *Wissens* widerspiegelt.
- Terminologien sind in erster Linie in *Fachgebieten* zu finden, in denen sich Fachsprachen entwickelt haben. Terminologien erfüllen somit auch eine *kommunikative Funktion*, da sie u. A. Instrumente der Fachkommunikation darstellen.
- Ein Terminus kann sehr unterschiedliche Formen aufweisen – von einfachen Wörtern, die aus der Alltagssprache übernommen worden sind, bis hin zu komplexen Bezeichnungsformen wie etwa in den Taxonomien und Nomenklaturen der Chemie, der Biologie und anderer Naturwissenschaften. Für die Bildung solcher Bezeichnungen gelten auch genau vorgegebene Regeln, die international einheitlich angewendet werden.

Neben der zuvor erwähnten *kommunikativen* Funktion der Terminologie sind auch zwei weitere Funktionen wesentlich, nämlich eine

- *referentielle* Funktion, d. h. Termini stehen als Zeichen sowohl für Begriffe (in der Kommunikation) als auch für Gegenstände in der Umwelt (zur ontologischen Identifikation und Wiedererkennung), sowie eine
- *kognitive* Funktion, und zwar sowohl auf individueller Ebene zum Zweck des Lernens und des *Wissenserwerbs*, als auch auf intersubjektiver Ebene für den Aufbau *gemeinsamer Wissensbestände* (im Sinne verteilter oder kollektiver Kognition).

In der Semiotik (Zeichenlehre) und in der Sprachwissenschaft hat sich seit Jahrzehnten ein Beschreibungsmodell bewährt, das als semiotisches oder *semantisches Dreieck* bezeichnet wird. Obwohl es in verschiedenen Semantik- und Zeichentheorien sehr unterschiedlich interpretiert wurde, eignet es sich sehr gut als allgemeines Erklärungs- und Beschreibungsmodell für die Theorie der Terminologie. Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen Begriff, Zeichen und Objekt: Zeichen repräsentieren Begriffe in der Kommunikation, mit Zeichen verweisen wir aber auch auf Objekte, allerdings stets über den Umweg der Kognition, also der Begriffe.

Begriffliche Erkenntnis kann zu Beobachtungsobjekten in der wissenschaftlichen Forschung entstehen, sie kann aber auch Ausgangspunkt für die Postulierung der Existenz von Objekten (etwa in der Quantenphysik, in den Sozial- und Geisteswissenschaften, etc.) sowie für die Schaffung neuer Objekte (Artefakte) sein, wie etwa in der Technik, Architektur, Design, etc. Die Pfeile zwischen den drei Modellelementen zeigen stets in beide Richtungen



Abb. 1. Das semiotische Dreieck als Erklärungsmodell in der Theorie der Terminologie

– so sind etwa Begriffe sowohl Ausgangspunkt für Sprachproduktion, also für die Bildung von Bezeichnungen oder Termini in der Fachkommunikation, als auch Ziel der Rezeption beim Lesen oder Zuhören, wenn wir z. B. neue Bezeichnungen und ihre begrifflichen Bedeutungen erlernen. Wesentlich für das Verständnis einer terminologischen Repräsentationstheorie sind aber auch die Prozesse und Eigenschaften, die in der Mitte des Dreiecks erwähnt werden:

- **Dynamik:** eine Dynamisierung dieses Modells ist notwendig für die Rekonstruktion von historischen Entwicklungen von Terminologien bzw. von einzelnen Termini – jede konkrete Verwendung einer wissenschaftlichen Bezeichnung, jede konkrete Definition eines Terminus im Rahmen einer wissenschaftlichen Publikation kann so in Bezug gesetzt werden zu anderen Verwendungskontexten, etwa in anderen Sprachen, in anderen Theorien, zu anderen Zeitpunkten der historischen Entwicklung.
- **Komplexität:** Terminologien weisen in der Regel einen hohen Grad an Komplexität auf, nicht zuletzt durch das Zusammenwirken der hier beschriebenen Prozesse und Eigenschaften. Die begriffliche Bedeutung von Termini kann in ihrer morphosyntaktischen und semantischen Binnenstruktur sehr komplex sein, aber auch die vieldimensionalen Beziehungsgeflechte zwischen den Begriffen können sehr schnell zu einem Ausmaß an *semantischer Komplexität* von Terminologien heranwachsen, die für die heute uns zur Verfügung stehenden computergestützten Methoden des Terminologiemanagements eine Herausforderung darstellen.
- **Reflexivität:** diese sprachphilosophisch faszinierende Eigenschaft der menschlichen Sprache ist für das Funktionieren der Fachkommunikation von großer Bedeutung – wenn in einem Wissenschaftsgebiet ein neuer Terminus geprägt wird (oder ein vorhandener Terminus wird in einer bisher unbekannten Bedeutung verwendet), muss dazu ein *metasprachlicher* Akt gesetzt werden, d. h. die Bedeutung dieses Terminus muss

explizit festgelegt werden durch die Angabe einer *Definition* (in der al-lerdings wieder andere Termini verwendet werden müssen, die ihrerseits möglichst als bekannt voraus zu setzen sind oder auf deren Definitionen wieder verwiesen werden muss).

- *Diversität*: Der Umgang mit *terminologischer Diversität* ist einer der wichtigsten Aufgaben des Terminologiemanagements in der Praxis: das semiotische Dreieck existiert in der Realität der einzelnen Begriffe und der ihnen zugeordneten Bezeichnungen meist nicht in einer 1:1 Relation (ein Begriff zugeordnet zu einem Zeichen) sondern in 1:n oder n:1 Relationen: vor allem *Synonymie*, d. h. mehrere Zeichen stehen („mehr oder weniger“) für denselben Begriff, oder umgekehrt, mehrere Begriffe sind demselben Zeichen zugeordnet – das entweder als *Polysem* (die Bedeutungen hängen untereinander zusammen, etwa als Folge von Metaphernbildungen) oder als *Homonym* (zufällige Formgleichheit von Bezeichnungen bei völliger Unabhängigkeit der zugeordneten Begriffe voneinander) bezeichnet wird.
- *Organisation*: Terminologien weisen als Teil von Kommunikationssystemen und von Wissenssystemen selbstorganisatorische Eigenschaften auf, doch auch der Anteil von gezielter Fremdorganisation ist bei der wissenschaftlichen Terminologiearbeit erheblich – so etwa bei der Entwicklung eines Klassifikationssystems von Krankheiten oder eines Thesaurus für wirtschaftliche Entwicklung, wenn Begriffe für bestimmte Zwecke der Wissensordnung und der begrifflichen Beschlagwortung von Wissensbeständen (etwa Büchern) zueinander in explizite Beziehung gesetzt werden. Terminologische Organisationsprozesse sind in diesem Sinne normativer Art. Die Ergebnisse dieser präskriptiven und ordnenden Terminologiearbeit werden heute (nicht zufällig!) als *Wissensorganisationssysteme* bezeichnet, wobei gleichzeitig auch die Unterschiede (bei Struktur und Zweck) zwischen den verschiedenen Arten solcher Systeme wie Thesaurus, Klassifikation, Schlagwortnormdatei, etc. hervorgehoben werden.
- (*digitale*) *Interaktion*: mit dieser Prozesseigenschaft soll auf den *interaktiven* Charakter von Terminologien hingewiesen werden: auf der Makroebene existieren ganze Fachterminologien nur durch ihre Akzeptanz und ihren Gebrauch in Fachleutegemeinschaften, die sich in der Regel aus Mitgliedern sehr vieler Sprachgemeinschaften zusammensetzen; auf der Mikroebene interagieren die einzelnen Termini miteinander durch die ständige Verhandlung komplexer Bedeutungsbeziehungen in der Fachkommunikation. Damit tritt auch der soziale Charakter der Terminologie in den Vordergrund, wodurch sich die Notwendigkeit einer sozioterminalogischen Betrachtungsweise ergibt. Zunehmend finden diese Interaktionen in digitalen Systemen statt, weswegen entsprechende Formalismen für ein effizientes Terminologiemanagement entwickelt werden müssen.

- **Kooperation:** Terminologiearbeit und Terminologiemanagement sind stets *kooperative Prozesse*. Vor allem die Terminologienormung ist gekennzeichnet durch Gemeinschaftsarbeit auf internationaler Ebene, aber auch auf nationaler Ebene bzw. innerhalb von Institutionen (etwa für die Festlegung und Regelung von Firmenterminologien). Aber auch die tägliche *Terminologieverwendung* in der Fachkommunikation ist wie jedes sprachliche Handeln ein inhärent kooperativer Prozess, auch hier halten sich selbstorganisatorische Aspekte (die der menschlichen Sprache zu eigen sind) die Waage mit den fremdorganisatorischen Prozessen (etwa die gezielte metakommunikative Intervention, wenn terminologische Missverständnisse auszuräumen sind).
- **Kommunikation:** der *funktionale* Aspekt der Kommunikation steht in Bezug auf die Terminologie und ihre Schaffung, Aufzeichnung, Zur-Verfügung-Stellung, Verwendung, etc. im Mittelpunkt: einerseits ist Fachkommunikation notwendig, um überhaupt Terminologien bilden zu können, andererseits kann Fachkommunikation ohne Terminologien nicht stattfinden. Diese *Interdependenz* ist so fundamental, dass sie meist all jenen, die in der Fachkommunikation bzw. im Terminologiemanagement tätig sind, nicht bewusst ist.

In Analogie zu dieser terminologie-bezogenen Anwendung des semiotischen Dreiecks kann dieses auch auf der übergeordneten Ebene des Wissens und der Texte sowie der Welt als Ganzes sinngemäß angewendet werden: Fachtexte repräsentieren Fachwissen, das als Erkenntnis über die Welt entsteht; durch Fachtexte, die Fachwissen repräsentieren, kann auch die Welt verändert werden (etwa in der Rechtssprechung). Auch hier gelten wie oben die Prozesse und Eigenschaften in gleicher Weise! Abbildung 2 zeigt diesen Zusammenhang in grafischer Form. Damit kann ein semiotisches Wissensmodell begründet werden, das auf dem terminologischen Erklärungsmodell beruht und das gleichzeitig kompatibel ist mit gängigen Wissensmodellen



Abb. 2. Das semiotische Dreieck als Erklärungsmodell in der Theorie des Wissens

der Wissenschaftstheorie, Sprachwissenschaft, Kognitionswissenschaft. Vor allem soll damit aber die Bedeutung des Terminologiemanagements für das Wissensmanagement hervorgehoben werden.

Nach diesen theoretischen Überlegungen und Modelldiskussionen soll die praktische Ebene des Terminologiemanagements beleuchtet werden.

2 Einsatzkontakte für das Terminologiemanagement

Die oben beschriebene Multifunktionalität von Terminologie bedingt, dass Terminologiemanagement in sehr unterschiedlichen Bereichen und Kontexten zum Einsatz kommt. Wir können drei wesentliche Einsatzbereiche nach den Hauptfunktionen des Terminologiemanagements unterscheiden:

- primär kommunikative Zwecke:
 - *Übersetzungsorientiertes* Terminologiemanagement: Diese Form des Terminologiemanagements ist wohl die am häufigsten genannte und am besten dokumentierte. Fachübersetzen erfordert eine genaue Analyse des Ausgangstextes und der dort verwendeten Terminologie in der Ausgangssprache, sowie eine entsprechende Auswahl der Terminologie für die Produktion des Zieltextes in der Zielsprache. Für das Terminologiemanagement bedeutet dies die zentrale Rolle des Terminologievergleichs und die Anwendung entsprechender Methoden in der Gestaltung von Terminologiemanagementsystemen und terminologischer Sprachressourcen.
 - Terminologiemanagement als *Instrument der Firmenkommunikation*: Die so genannte In-House-Terminologie eines Unternehmens wird gezielt festgelegt, nicht nur für die effiziente interne Kommunikation sondern auch für die Außenwirkung („corporate identity through corporate terminology“) etwa in Werbung, Vertrieb und Kundenkommunikation.
 - Terminologiemanagement im Bereich der *Technischen Dokumentation*: die Gestaltung von Bedienungsanleitungen und anderen Gebrauchstexten erfordert eine benutzergerechte („benutzerfreundliche“) Erklärung und Darstellung der Funktionsweise von technischen Geräten durch gezielte Auswahl von Terminologie, die diesen Anforderungen gerecht wird.
 - Terminologiemanagement als Teil der *Sprachplanung*: viele Sprachen der Welt werden in ihrem Wortschatz und ihrer kommunikativen Einsatzfähigkeit systematisch aufgebaut (nicht nur bei Nationalsprachen sondern auch bewusst für die Unterstützung von Minderheitensprachen). Terminologiemanagement unterstützt die systematische Erstellung terminologischer Ressourcen in diesen Sprachen

für ganze Fachgebiete sowie deren Umsetzung in Lehrbüchern und im Unterricht, in den Medien, im Beruf, etc.

- primär wissensorganisatorische Zwecke:
 - Schaffung bzw. Wartung von *Wissensorganisationssystemen* wie Klassifikationssysteme, Thesauri, Schlagwortnormdateien, etc. Diese Form des Terminologiemanagements ist grundsätzlich normativer Art, der Gebrauch von solcherart festgelegter Terminologie etwa in Suchsystemen ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Recherche.
 - Terminologiemanagement als Unterstützung der *kooperativen Forschungs- und Entwicklungsarbeit und der technischen Normung*: die terminologische Arbeit ist inhärenter Bestandteil der Forschungsarbeit, wenn neue Benennungen geprägt werden oder in einem Normenausschuss Definitionen und Vorzugsbenennungen festgelegt oder eine neue Version einer wissenschaftlichen Taxonomie verabschiedet werden.
 - Terminologiemanagement als Unterstützung des *betrieblichen Wissensmanagements*: Terminologie wird als begrifflich organisiertes Sprach- und Fachwissen erfasst und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eines Unternehmens in geeigneter Form für verschiedene Nutzungsformen zur Verfügung gestellt.
- primär informationstechnologische Zwecke:
 - digitale *Referenzierung in Logistiksystemen*: Ersatzteillagerverwaltung ist eine klassische Anwendungsform des Terminologiemanagements – nach wie vor wird viel Geld und Zeit durch Inkonsistenzen in der Benennung von Bauteilen verschwendet.
 - Terminologieverarbeitung in *sprachtechnologischen Anwendungen*: die automatische Erkennung von Termini in Sprachressourcen, Terminusextraktion, oder die linguistisch orientierte Kodierung terminologischer Ressourcen im Rahmen der automatischen Übersetzung sind Beispiele für diese Anwendungsformen.
 - Terminologieverarbeitung als Unterstützung der technischen *Wissensverarbeitung*: Beispiele sind terminologisches data mining oder die Kodierung terminologischer Informationen in Expertensystemen. Die Formalisierung und logische Weiterverarbeitung von Terminologien ist die Voraussetzung für die Schaffung von so genannten Ontologien [5, 12].

Die Vielfalt dieser Anwendungen in unterschiedlichen Fachgebieten (Medizin, Kulturelles Erbe, Technik, Soziales, Recht, Wirtschaft, Naturwissenschaften, etc.) sowie die Sprachenvielfalt in aller Welt bedingen eine Fragmentierung der Erfahrungen von all jenen, die im Terminologiemanagement tätig sind. Deshalb sind internationale Zusammenarbeit und Erfahrungsaustausch innerhalb der Fachgebiete, der Sprachgemeinschaften, aber

auch auf internationaler und transdisziplinärer Ebene notwendig (wie etwa im Rahmen des internationalen Terminologienetzes TermNet oder im Rahmen der Terminologienormung und der Normung der Verfahren des Terminologiemanagements bei der internationalen Normungsorganisation ISO (Unterausschuss TC 37 „Terminologie und andere Sprach- und Contentressourcen“), bei der UNO, der EU-Kommission, etc.)¹.

3 Methoden des Terminologiemanagements

In einem vereinfachten Prozessmodell des Terminologiemanagements können folgende Hauptphasen mit ihren entsprechenden Methoden unterschieden werden [7]:

- *Projektplanung und Designphase:* Projektmanagement ist Bedingung für effizientes Terminologiemanagement. Dies beinhaltet die Finanzplanung, Zeitplanung, Sicherstellung der notwendigen Ressourcen zur richtigen Zeit, aber auch eine entsprechende Designphase, in der die Details festgelegt werden, wie etwa die Wahl der Sprachen, in denen Terminologie zu erfassen ist, die Abgrenzung der relevanten Fachgebiete, woraus sich die Suche nach relevanten Sprachressourcen ergibt, aus denen Terminologie extrahiert werden soll, etc. Auch technische Details sind festzulegen: bei neuen Projekten die Wahl eines geeigneten Terminologie-managementsystems oder die Programmierung eines eigenen Systems (sofern eine Vorstudie ergeben hat, dass kein vorhandenes und verfügbares Terminologiemanagementsystem geeignet ist), die Gestaltung einer für die Projektparameter geeigneten terminologischen Eintragsstruktur, etc. Selbstverständlich ist am Beginn festzulegen, welche Funktionen das Terminologieprojekt zu erfüllen hat (siehe das vorangegangene Kapitel zu den Einsatzkontexten).
- *Zusammenstellung und Analyse von Sprachressourcen:* diese Phase dauert auch an, wenn schon die nachfolgenden Phasen im Gange sind, da ständig neue Materialien als relevant identifiziert werden oder neu generiert werden. Die konkrete Vorgangsweise bei der Identifizierung relevanter Terminologie hängt von der Funktionsfestlegung ab. Eine rein automatische Terminologieextraktion ist meist problematisch und sollte stets durch eine intellektuelle Prä- und Post-Editionsphase begleitet werden. Dies gilt vor allem für die Dokumentation von Definitionen und anderen relevanten terminologischen Informationen.
- *Terminologieerfassung:* Terminologiedatenbanken können in klassischen Datenbankstrukturen (z. B. Oracle, Access, etc.), in speziell für

¹ Siehe dazu auch den Beitrag von Galinski in diesem Band.

terminologische Zwecke gestalteten Terminologieverwaltungssystemen (z. B. Multiterm von Trados, CrossTerm von Across, TermStar von Star, etc.), in eigens für diesen Zweck programmierten Datenbanken, oder aber auch in sprachtechnologisch kodierten Repositoryn und Sprachressourcen (etwa in XML) angelegt werden. Die Erfassung terminologischer Daten ist u. A. auch ein lexikografischer Arbeitsprozess, d. h. die Bedeutungsvielfalt lexikalischer Einheiten wird möglichst präzise dokumentiert, oft zwei- oder mehrsprachig im kritischen Vergleich zwischen Sprachen und zwischen Fachgebieten. Für die Gestaltung von Thesauri und anderen Wissensorganisationssystemen sowie von Ontologien gibt es eine Reihe spezieller Softwaresysteme (z. B. SuperThes, Protégé, etc.). Die Datenmodellierung für solche Zwecke sollte nach international vereinbarten Normen erfolgen (ISO 12620 [6] enthält ein Verzeichnis von Datenkategorien und ihre genormte Umsetzung in Terminologiedatenbanken).

- *Revision, Aufbereitung, Verbreitung:* Die Umsetzung eines Qualitätssicherungskonzeptes erfordert eine Revisionsphase für alle terminologischen Einträge in periodischen Abständen. Die Aufbereitung der terminologischen Ressourcen erfolgt u. A. nach den zuvor dokumentierten Benutzererwartungen und -anforderungen. Die Verbreitung terminologischer Ressourcen erfordert ein in der Vorbereitungsphase erstelltes und approbiertes Nutzungskonzept mit Business Plan und rechtlich abgesicherten Verwertungsmodalitäten.
- *Nutzung, Feedback:* Die Nutzung terminologischer Daten erfolgt zunehmend über Webschnittstellen aber auch durch gefilterte Weitergabe relevanter terminologischer Informationen und ihre Übernahme in Wissensmanagementsysteme. Ständiges Feedback ist essentiell für die terminologische Qualitätssicherung und die ständige Verbesserung der verwalteten Ressourcen in Bezug auf Vollständigkeit, Korrektheit, Aktualität, Detailliertheit, Zahl der Sprachen, etc.

4 Terminologische Interoperabilität

Der Zugang zu terminologischen Daten in heterogenen webbasierten Informationssystemen hat das Thema der semantischen Interoperabilität in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Die Verbesserung des Zugangs zur Fachinformation und zu digitalen Inhalten ist als einer der wichtigsten Anliegen in der heutigen Informationsgesellschaft erkannt worden, bei denen terminologische Interoperabilität gefordert ist.

4.1 Das SALT-Projekt

Die SALT-Initiative (Standards-based Access Service to Multilingual NLP-Lexicon and human-oriented Terminology Resources) [11] besteht aus einer breit angelegten Strategie der Entwicklung von Normen im Bereich des computergestützten Terminologiemanagements (in ISO/TC 37) und der direkten Umsetzung und konkreten Anwendung in Firmen, Institutionen und Netzwerken. Das Hauptziel des Projekts ist die Schaffung und Unterstützung der Anwendung von XML-basierten Formaten und Werkzeugen für die Modellierung, Repräsentation und den Austausch von terminologischen Daten in und zwischen unterschiedlichen Nutzergruppen.

Hauptergebnisse des SALT-Projekts sind Spezifikationen, Formate und Werkzeuge. Die SALT-Suite ist eine Software, mit der terminologische Datenmodellierung, Datenstrukturanalyse und die Abbildung unterschiedlicher Datenstrukturen aufeinander durchgeführt werden kann. Weiters sind entsprechende Editoren, Filter und Validierungsroutinen eingebaut. Die Ergebnisse der Forschungstätigkeit im Rahmen des SALT-Projekts sind direkt in die Methodologie, die der SALT-Suite zugrunde liegt, eingeflossen.

Der resultierende methodische Ansatz beruht auf zwei Säulen:

1. Eine Modellierungsmethode für Sprachressourcen im Allgemeinen (Terminological Markup Framework oder TMF), mit der terminologische Markup-Sprachen (terminological markup languages – TMLs) definiert werden können und die mit Hilfe eines generischen Abbildungswerkzeuges (generic mapping tool – GMT) aufeinander abgebildet werden können. TMF wird als Norm ISO 16642 weltweit angewendet [8].
2. Ein normiertes Verzeichnis von Datenkategorien (in Form von ISO 12620, die derzeit revidiert wird), um den Anforderungen der ISO DIS 16642 und den entsprechenden XML-Anwendungen gerecht zu werden. Für jede Datenkategorie werden Bedingungen und Spezifikationen definiert (data category specifications – DCS), um deren einheitliche Anwendung und ein gemeinsames Grundverständnis der Anwender zu ermöglichen.

Diese Ressourcen stehen allen Anwendergruppen zur Verfügung, so etwa Softwareherstellern (in den Bereichen Übersetzungstechnologie, Lokalisierung, Technische Dokumentation, Lexikografie und Terminografie, Content Management, Informationsmanagement, etc.) ebenso wie Dienstleistern, Consulting-Unternehmen und Terminologie-Managern, die mit unterschiedlichen Datenstrukturen in meist proprietären Datenbankformaten kämpfen und einen erleichterten Zugang zu terminologischen Ressourcen unterschiedlichster Art wünschen.

4.2 Entwicklung eines terminologischen Meta-Modells für das terminologische Markup-Format

Digitale Sprachressourcen im Allgemeinen zeichnen sich durch enorme Diversität und Inkongruenz aus. Die lexikografische und terminografische Praxis bei der Erstellung von Fachwörterbüchern, Terminologiedatenbanken und Datensammlungen anderer Art, trägt ständig zur Erhöhung der Inkompatibilität unterschiedlicher Datenstrukturen bei, sodass Nutzer entweder auf proprietäre Datenbankformate und die entsprechende kommerzielle Software angewiesen sind, oder beim Versuch, Sprachressourcen aus diesen Formaten heraus in eine gemeinsame terminologische Datensammlung zusammenzuführen, mit großen Schwierigkeiten konfrontiert sind.

Die angesprochene Diversität und Inkongruenz ist auf folgenden Ebenen zu beobachten:

- *Ontologien*: Fachspezifische Strukturen der Wissensorganisation in Form von Begriffssystemen sind von einer terminologischen Ressource zur anderen unterschiedlich und inkompatibel, was enormen Vereinheitlichungsdruck bzw. den Bedarf an Abbildungswerkzeugen erzeugt;
- *Kategorisierung*: Terminologische Informationen werden sehr unterschiedlich kategorisiert und diese Datenkategorien unterschiedlich definiert. Normen wie ISO 12620 und ihre praktische Anwendung sollen dabei Abhilfe schaffen.
- *Datenmodelle und Formate*: Sowohl innerhalb wie auch zwischen den Datenbankparadigmen (relationale, objekt-orientierte, stringbasierte, hybride Datenbanksysteme) ist eine unüberschaubare Zahl und Vielfalt von Datenmodellen entstanden, die den universellen Zugang und die sofortige Verwendbarkeit terminologisch-lexikalischer Ressourcen erschweren und somit technisch-methodische Informationsbarrieren schaffen. Dafür wurden eben im SALT-Projekt die TMF-Methodik und das XLT-Format definiert und in der SALT-Suite implementiert.

Um diese technisch-methodischen Informationsbarrieren zu überwinden, müssen die Strukturen vorhandener Terminologieressourcen genau analysiert werden, um einerseits eine Standardrepräsentation und ein Standardformat zu definieren, andererseits auch Filter und Konverter herzustellen, die zwischen den unterschiedlichen Formaten und dem Standardformat Datentransformationen erlauben. Dafür ist nicht nur die technische Spezifikation und Implementierung notwendig, sondern auch die Entwicklung einer umfassenden Datenmodellierungsmethode für alle Arten von Sprachressourcen im Sinne einer strategischen Lösung.

Für die syntaktische und semantische Interoperabilität zwischen unterschiedlichen terminologischen Ressourcen müssen einerseits generische

Normen geschaffen werden, die andererseits in konkreten Anwendergemeinschaften in gruppenspezifische In-House-Normen und den entsprechenden Anwendungen umgesetzt werden. Diese Interoperabilität muss auch in den Arbeitsprozessen und deren Automatisierung und Management (workflow) integral eingebaut sein, da sonst Kosten prohibitiv steigen. Die Erfüllung dieser Anforderung ist angesichts des Trends zu integrierten Arbeitsumgebungen und zentralen Daten-Repositories unabdingbar. Das Wissensmanagement-Paradigma mit dem Trend zum kooperativen Teilen von Wissensressourcen (knowledge sharing)² verstärkt den Erwartungsdruck in diesem Bereich. Wissensmanagement ist ohne eine gemeinsame Terminologie überhaupt unmöglich [4]. Die genannte Interoperabilität ist nur durch konsequente Erstellung von Meta-Modellen und Meta-Daten möglich, die den oben genannten zwei Säulen des SALT-Projekts entsprechen.

Abbildung 3 zeigt eine Version des abstrakten Meta-Modells für terminologische Ressourcen an sich [3, 2, 8].

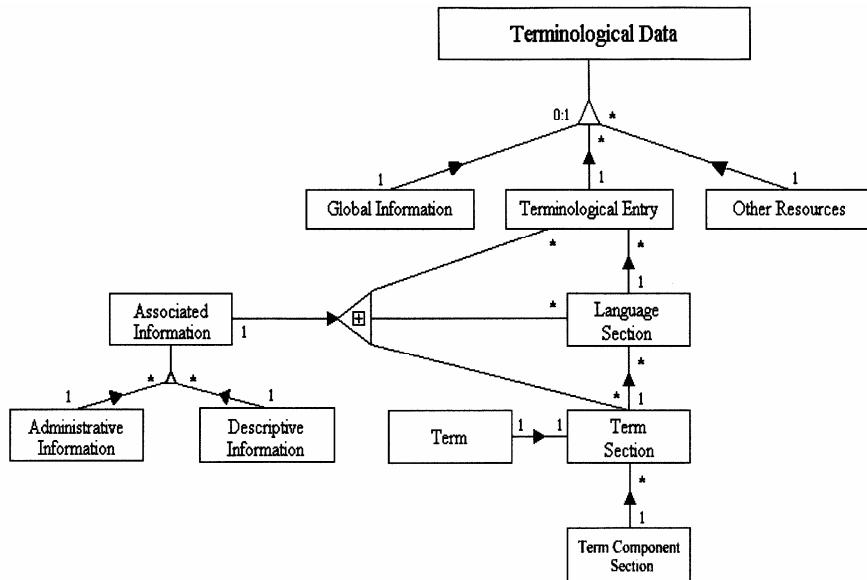


Abb. 3. Die Strukturkomponenten des Meta-Modells

Das Meta-Modell stellt ein generisches Modell für alle möglichen Eintragsstrukturen für terminologische Daten dar. Im Zentrum steht der terminologische Eintrag, der mindestens eine Sprachsektion aufweist, in der mindestens ein Terminus in einer Terminussektion dokumentiert ist. Neben

² Siehe dazu den Beitrag von Schmitz et al. in diesem Band.

der terminologischen Information ist den Einträgen auch Beschreibungsinformation wie etwa Definitionen zugeordnet. Das Meta-Modell enthält eine Hierarchie von Informationsebenen, denen jeweils bestimmte Datenkategorien zugeordnet werden, die aus dem zentralen Datenkategorienverzeichnis (DCR – data category registry = ISO 12620) entnommen werden sollen. Um die Anwendung dieser abstrakten Datenkategorien regelgerecht sicherstellen zu können, werden die Datenkategoriespezifikationen (DCS) als Untermengen des DCR definiert, auf der konkreten Anwendungsebene werden oft Dialekte definiert, um sehr spezifischen, lokalen Benutzeranforderungen gerecht werden zu können. Dafür werden bestimmte „styles“ definiert, bestimmte Darstellungs- und Verwendungsformen von Datenkategorien und ihrer Modellierung in den Datenmodellen. Verschiedene TMLs (terminology markup languages) werden anhand ihrer Spezifikationen verglichen, die Ergebnisse des Vergleichs sind die Voraussetzung für die Anwendung der Regeln des GMT. Erst die kombinierte Anwendung all dieser Wissensressourcen garantiert eine normgerechte Umsetzung und ermöglicht somit syntaktische und semantische Interoperabilität zwischen unterschiedlich strukturierten und definierten lexikalisch-terminologischen Ressourcen, was stets die Interoperabilität auf den jeweils höheren Ebenen voraussetzt. Der Meta-Modellierungsansatz der ISO 16642 liefert das methodische Rüstzeug und Hinweise auf die konkrete technische Realisierung (u. A. mit Beispielen).

Die zu Beginn erwähnte Diversität und Inkongruenz von Sprachressourcen betrifft auch ihre Strukturierungstiefe. Mit dem TMF-Ansatz können auch sehr unterschiedlich stark strukturierte Ressourcen miteinander verglichen und danach durch Anwendung der erwähnten Regeln ineinander übergeführt werden. Das Meta-Modell gibt Richtlinien für den Aufbau terminologischer Ressourcen sowie terminologischer Einträge in diesen Ressourcen. Terminologische Ressourcen enthalten allgemeine Informationen über ihren Inhalt, Zahl der Einträge, etc., und die Einträge selbst, sowie ergänzende Informationen. Einträge enthalten zumindest eine Sprachsektion mit mindestens einer terminologischen Einheit (Benennung). Gleichzeitig können die Einträge sehr komplexe Strukturen und umfangreiche Informationen und Querbeziehungen zwischen den Informationseinheiten enthalten, die nach bestimmten Regeln des Meta-Modells erstellt und bei der Analyse erfasst werden können.

Ausgehend von diesem Meta-Modell werden Gestaltungsregeln definiert, die konkrete Repräsentationen von terminologischen Daten erlauben. Dafür werden aus dem Datenkategorieverzeichnis (DCR – ISO 12620) konkrete Kategorien ausgewählt und gegebenenfalls mit Restriktionen (z. B. für konkrete Instantiierungswerte) und lokalen Darstellungsregeln konfiguriert.

In der ISO 16642 wird auch genau unterschieden zwischen Datenaustausch (interchange), Datenverbreitung (dissemination) und Interoperabilität von terminologischen und lexikalischen Ressourcen. Für diese drei Anwendungarten werden jeweils genaue Anforderungen erstellt, die in Form von Regeln und Spezifikationen auch technisch validiert werden können.

Die Vermeidung von Datenverlust bei diesen Transformationen (Stichwort ‚lossless round-trip‘) ist eine Idealforderung, die nicht immer erfüllt werden kann. Oft ist aber auch das Gegenteil erwünscht, d. h. ganz gezielt werden Teilressourcen verbreitet oder in andere Ressourcen integriert. Auch dafür sind die entsprechenden Regeln vorhanden.

ISO 16642 enthält Regeln für die Definition von terminologischen Markup-Sprachen (TML). Dabei werden zwei Phasen unterschieden:

1. Beschreibung der notwendigen Datenkategorien in Form einer DCS (data category specification) und Angabe von Interoperabilitätsbedingungen zwischen TMLs
2. Umsetzung der TML als XML-Datei durch Anwendung von ‚expansion trees‘, in denen die Strukturknoten des Meta-Modells verbunden werden und die Darstellungsformen (styles) instantiiert werden. Damit können XML-Schemas erstellt werden, um Validierung und Transformation automatisieren zu können.

Die Interoperabilitätsbedingungen sind im Detail in der ISO 16642 angegeben.

Im Rahmen des LIRICS-Projekts (Linguistic Infrastructure for Interoperable Resources and Systems) [10] werden die Kategorien und Strukturen von ISO 16642 mit jenen von OWL, der Web-Ontology Language bzw. von SKOS (Simple Knowledge Organisation System) [14] verglichen, um die terminologische Interoperabilität auf Ontologien im OWL- und SKOS-Format auszuweiten.

Fazit und Ausblick

Terminologiemanagement ist durch die Vielfalt an Einsatzkontexten gekennzeichnet und hat in den letzten zehn Jahren durch Forschung und Entwicklung sowie durch die Umsetzung internationaler Normen im Bereich der Methoden und Verfahren an Professionalität deutlich gewonnen. Terminologiemanagement ist durch die Schwerpunktlegung auf die terminologisch-semantische Interoperabilität sowie durch die Aufbereitung von terminologischen Ressourcen als Ontologien zunehmend ein wichtiges Instrument auf dem Weg zum „Semantic Web“.

Literatur

1. G. Budin. Wissensorganisation und Terminologie. Die Komplexität und Dynamik wissenschaftlicher Informations- und Kommunikationsprozesse. Tübingen: Narr, 1996.
2. G. Budin. Der Zugang zu mehrsprachigen terminologischen Ressourcen – Probleme und Lösungsmöglichkeiten. In: Klaus-Dirk Schmitz; Mayer, Felix (Hrsg.). eTerminology. DTT Symposion Mai 2002 Köln, Köln: DTT, S. 185–200
3. G. Budin, A.Melby. Accessibility of Multilingual Terminological Resources – Current Problems and Prospects for the Future. In: Zampolli, A. et al.: Proceedings of LREC, Athens, June 2000, p. 837ff.
4. T. H. Davenport, T.H., L. Prusak. Working Knowledge. How Organizations Manage What They Know. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1998.
5. T. Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In: Guarino/Poli (Eds.). Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation 1993 (Stanford Knowledge Systems Laboratory Report KSL-93-04)
6. ISO 12 620 Computer Applications in Terminology – Data Categories. Geneva: ISO, 1999
7. ISO 15188 Project management guidelines for terminology standardization. Geneva: ISO, 2001
8. ISO 16642 Computer applications in terminology – Terminological markup framework (TMF) Geneva: ISO, 2002
9. Ch. Laurén, J. Myking, H. Picht. Terminologie unter der Lupe. Vom Grenzgebiet zum Wissenschaftszweig. Wien: TermNet, 1998
10. LIRICS: Linguistic Infrastructure for Interoperable Resources and Systems
<http://lirics.loria.fr>
11. SALT: Standards-based access to lexical-terminological resources.
<http://www.loria.fr/projets/SALT>
12. J. Sowa. Knowledge Representation. Logical, Philosophical and Computational Foundations. Pacific Grove, 2000
13. S. E. Wright, G.Budin. Handbook of Terminology Management. Amsterdam/Philadelphia: Benjamins, 1997
14. W3C. SKOS Core Guide. 2005. Edited by Alistair Miles and Dan Brickley.
<http://www.w3.org/TR/2005/WD-swbp-skos-core-guide-20050510>

Wissensvernetzung durch Ontologien

Marc Ehrig, Rudi Studer

Institut AIFB, Universität Karlsruhe, Deutschland;
{ehrig, studer}@aifb.uni-karlsruhe.de

Zusammenfassung: 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 zwingend notwendige 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 Ontologianwendungen 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 ausdrucksstarken 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 Language¹ 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 [1, 14, 3] nutzen semantische Strukturen nur sehr begrenzt. Die diesem Kapitel 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 neues Verfahren vor, welches in praktischen Anwendungen bereits sehr vorteilhaft evaluiert wurde.

Dieses Kapitel hat fünf Abschnitte. Die Einleitung legte die Probleme dar, die durch Wissensrepräsentation in mehreren Ontologien entstehen können. Im nächsten Abschnitt wird zunächst erläutert, wie Wissen in Form von Ontologien modelliert werden kann. Im folgenden Abschnitt wird ein Prozess zur (semi-) automatischen Wissensintegration mit Ontologien eingeführt. Daraufhin wird in den 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

In der Informatik sind Ontologien formale Modelle eines Anwendungsreiches, die die Kommunikation zwischen menschlichen und/oder maschinellen Akteuren unterstützen und damit den Austausch und das Teilen von Wissen in Unternehmen erleichtern. Auf der soziokulturellen Seite erfordern Ontologien daher die Einigung einer Gruppe von Anwendern auf die jeweiligen Begriffe und deren Zusammenhänge. Auf der Informatik-Seite werden (objektorientierte) Modellierungansätze so weiterentwickelt, dass die Modelle ein Bestandteil des Wissensmanagement-Systems werden und damit zur Laufzeit des Systems verwendet werden. Diese Aspekte werden in einer

¹ <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>

der Standarddefinitionen von Ontologien wie folgt zusammengefasst [7]: „An ontology is an explicit specification of a shared conceptualization.“

2.1 Referenz und Bedeutung

Ontologien dienen der Verbesserung der Kommunikation zwischen menschlichen und maschinellen Akteuren. Hierbei befinden sich die Akteure in einer Kommunikationssituation, deren herausragende Eigenschaften durch das semiotische Dreieck aufgezeigt werden [15].

Das semiotische Dreieck (Bedeutungsdreieck) illustriert die Interaktion zwischen Worten (oder allgemeiner: Symbolen), Begriffen und realen Dingen in der Welt (vgl. Abb. 1). Worte, die benutzt werden, um Informationen zu übertragen, können die Essenz einer Referenz, das ist der Begriff oder das referenzierte Ding in der Welt, nicht vollständig erfassen. Dennoch gibt es eine Korrespondenz zwischen Wort, Begriff und Ding.

Die Auswahl einer bestimmten Korrespondenz aus der Vielzahl a priori möglicher Korrespondenzen geschieht durch den Empfänger einer Nachricht. Hierbei benutzen verschiedene Empfänger unter Umständen verschiedene Begriffsbildungen und haben einen variierenden Erfahrungshintergrund, was wiederum zu verschiedenen Resultaten bezüglich der Korrespondenz zwischen einem Wort und den möglichen Begriffen und Dingen in der Welt führen kann.

Ontologien zielen nun genau darauf ab, die Anzahl möglicher Korrespondenzen zwischen Worten und Dingen, die der Empfänger einer Nachricht, der sich auf eine Ontologie festgelegt hat, als gültig interpretieren kann. Idealerweise bleibt im Kontext von Kommunikationssituation und Ontologie für jedes Wort aus dem Vokabular genau eine Korrespondenz mit Begriffen und Dingen in der Welt übrig. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel einer Kommunikation zwischen verschiedenen, teils menschlichen, teils maschinellen Akteuren. Hierbei unterscheiden wir drei Ebenen: (1) Es gibt

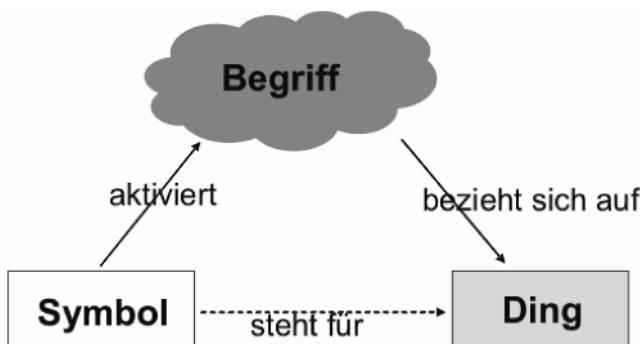


Abb. 1. Bedeutungsdreieck

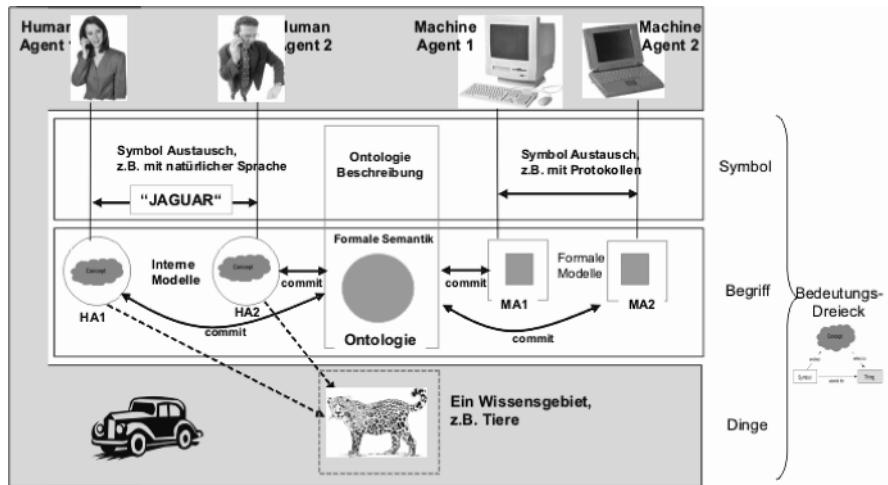


Abb. 2. Kommunikation und Ontologien

Dinge in der realen Welt, in unserem Beispiel Akteure, Autos und Tiere. (2) Worte oder allgemeiner Symbole werden zwischen den Akteuren ausgetauscht. (3) Menschliche Akteure benutzen interne Modelle zur Interpretationen der Symbole, maschinelle Akteure verwenden formale semantische Modelle zur Interpretation von Symbolen. Ein menschlicher Akteur wird in einer solchen Situation möglicherweise mit dem Wort Jaguar ein Tier referenzieren. Ein anderer Akteur wird gemäß seines eigenen internen Modells damit aber möglicherweise ein Auto der entsprechenden Marke referenzieren und dementsprechend eine ungewollte Referenz etablieren. Damit ist diese Kommunikation aber gescheitert. Der analoge Fall gilt für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine bzw. zwischen Maschinen. Wenn zwei Akteure sich auf eine Ontologie verpflichten, können sie die Worte vor dem Hintergrund der Ontologiebeschreibung interpretieren. Auf diese Weise erhöht sich drastisch die Wahrscheinlichkeit, dass beide Akteure mit einem Wort dasselbe Ding der realen Welt bezeichnen.

2.2 Ontologie-Definition

Von ihrer Grundstruktur her gesehen setzen sich Ontologien i. A. aus vier Bestandteilen zusammen (vgl. auch Abbildung 3, erstellt mit dem Open Source Ontologie Editor KAON²):

² <http://kaon.semanticweb.org>

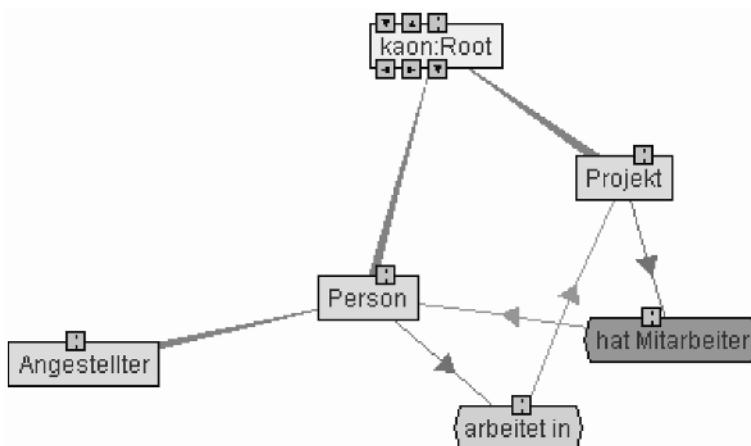


Abb. 3. Ontologie Beispiel

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 hat („*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 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 Abbildung 3 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 **regelhafte Zusammenhänge** erfasst werden. In Abbildung 3 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 *hat Mitarbeiter*-Relation 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. Abbildung 3): „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 eine 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 haben, mit Namen von Angestellten beantwortet werden, von denen nur bekannt ist, dass sie in einem Projekt mit dem Kunden SAP mitarbeiten.

Zusammenfassung

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. Ontologien zielen darauf ab, die Kommunikation zwischen Personen und/oder Maschinen durch die Definition von Begriffen, die ein gemeinsames Verständnis eines Anwendungsbereiches repräsentieren, zu unterstützen.

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 [9]: 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:

$$\begin{aligned} align : E \times O \times O &\rightharpoonup E, \\ \text{mit } \forall e \in E_{O_1} \exists f \in E_{O_2}, O_1, O_2 \in O : \\ align(e, O_1, O_2) = f \vee align(e, O_1, O_2) &= \perp. \end{aligned}$$

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

3.2 Prozess

Viele bekannte Integrationsansätze (wie z. B. PROMPT [13], GLUE [3] oder QOM [5]) lassen sich unserem Prozess unterordnen. Abbildung 4 veranschaulicht die sechs Hauptschritte darin. Als Eingabe dienen lediglich zwei beliebige Ontologien, die aufeinander abgebildet werden sollen.

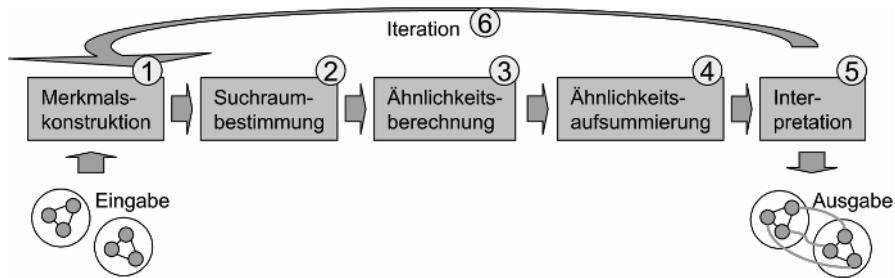


Abb. 4. Integrationsprozess

3.2.1 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)-Merken 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`.

Beispiel 1. Ausschnitt der Ersten Beispielontologie.

```
<rdf:Description rdf:about="„o1:Angestellter“">
    <rdfs:subClass rdf:resource="„arbeit:Person“"> <rdfs:subClass
        rdf:resource="„arbeit:Unternehmenskapital“">
</rdf:Description>
```

Beispiel 2. Ausschnitt der Zweiten Beispielontologie.

```
<rdf:Description rdf:about="„o2:Mitarbeiter“">
    <rdfs:subClass rdf:resource="„arbeit:Person“">
</rdf:Description>
```

3.2.2 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 möglichen Entitätenpaare des gleichen Typs. Dies bedeutet,

dass wir mit dem Vergleich von o1:Angestellter und o2:Mitarbeiter fortfahren werden.

3.2.3 Ähnlichkeitsberechnung

Für die Ähnlichkeitsberechnung der Kandidaten nutzen wir heuristische Maße. Dazu benötigen wir Ähnlichkeitsfunktionen für Strings [10], für Einzelobjekte oder Objektmengen [4], 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)
	FS6	(Domain, X_{d1}) and (Range, X_{r1})	Objektähn.(X_{d1}, X_{d2}), (X_{r1}, X_{r2})
Relationen	FS7	(Relationeninstanzen, Y_1)	Mengenähn.(Y_1, Y_2)
	FS8	(Elternbegriffe, Y_1)	Mengenähn.(Y_1, Y_2)
	FS9	(Relationeninstanzen, Y_1)	Mengenähn.(Y_1, Y_2)
...

3.2.4 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 $\text{sim}(o_1:\text{Angestellter}, o_2:\text{Mitarbeiter})=0,5$.

3.2.5 Interpretation

Auf Basis der aufsummierten Ähnlichkeitswerte werden die Entitäten nun aufeinander abgebildet. Mögliche Vorgehensweisen sind ein Schwellwert [14], sogenanntes Relaxation Labelling [3] oder eine Mischung aus Strukturen und Ähnlichkeitswerten.

$\text{sim}(o_1:\text{Angestellter}, o_2:\text{Mitarbeiter})=0,5 \geq 0,5$ führt somit zu $\text{align}(o_1:\text{Angestellter})=o_2:\text{Mitarbeiter}$. Semiautomatische Methoden präsentieren den Nutzern die Entitäten mit ihren Ähnlichkeiten und überlassen diesen die Interpretation. Diese Eingaben können nachfolgend für bessere Berechnungen hinzugezogen werden.

3.2.6 Iteration

Einige Algorithmen wiederholen die bisher beschriebenen Schritte um die Struktur der Ontologien besser zu nutzen (siehe hierzu auch [12]). 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.

3.3.1 QOM – Quick Ontology Mapping

In dem Ansatz von [5] 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 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.

3.3.2 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 [6] beschreibt deshalb einen Ansatz, bei dem diese Aufgaben durch maschinelles Lernen gelöst werden. Der Nutzer muss lediglich die Ontologien und einige korrekte Abbildungen vorgeben. Der gelernte Entscheidungsbaum wird nachher zur Aufsummierung und Interpretation ausgewählter Merkmale genutzt.

3.3.3 Interaktive Integration

Die beschriebenen Prozesse sind auf ein vollautomatisches Verfahren ausgerichtet. Gegebenenfalls ergibt es jedoch sehr wohl Sinn den Nutzer mit einzubeziehen. Durch geschickt gestellte Fragen an diesen wird sein Aufwand minimiert bei und gleichzeitig maximaler Nutzen für die Anwendung generiert. Hierzu werden dem Nutzer nur die Kandidaten präsentiert, bei denen das System den größten Mehrwert durch die Nutzereingabe erwartet. Dieses sind diejenigen Paare, die einen 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.

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

3.3.4 Adaptive Integration

Die Untersuchung von mehreren Anwendungsszenarien [2] 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 sehr 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.

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 [16, 17]. 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 [11], das die Erstellung und Verwaltung von Abbildungen zwischen mehreren Ontologien über eine graphische Benutzeroberfläche erlaubt.

In Abb. 5 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

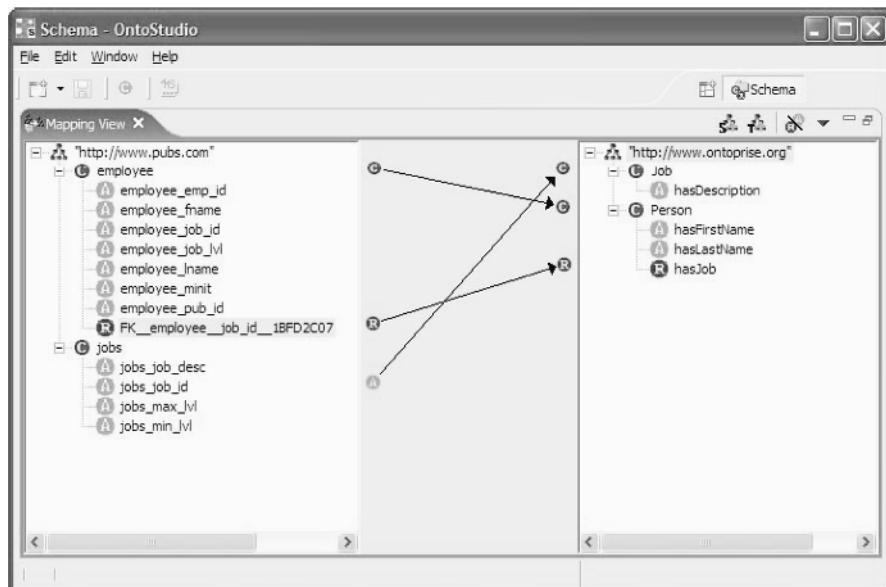


Abb. 5. OntoMap

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 simples Anklicken wird der Prozess gestartet. Innerhalb kurzer Zeit werden die Ergebnisse in der gewohnten Benutzeroberfläche angezeigt. Anschließend kann der Nutzer diese anpassen und innerhalb OntoStudio ausführen lassen.

Diese Anwendung wurde im Rahmen des EU-Projektes SEKT⁴ eingesetzt und weiterentwickelt.

4.2 Bibster – P2P-basierter Austausch von bibliographischen Metadaten

Bibster [8] 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 eige-

⁴ <http://www.sekt-projekt.com>

nen 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 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

Fazit und aktuelle Trends

Wissensintegration ist eine Grundvoraussetzung um Interoperabilität zwischen verschiedenen Anwendungen zu ermöglichen. In diesem Kapitel 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

⁵ <http://swap.semanticweb.org>

⁶ <http://bibster.semanticweb.org>

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 zugrunde liegenden Wissensstrukturen umgehen können.

Literatur

1. R. Agrawal and R. Srikant. On integrating catalogs. In *Proc. of the 10th Int. World Wide Web Conf. (WWW-10)*, pages 603–612, Hong Kong, Hong Kong, 2001. ACM Press.
2. J. de Bruijn and C. Feier. SEKT deliverable D4.6.1: Report on ontology mediation for case studies. Technical report, June 2005.
3. A. Doan, P. Domingos, and A. Halevy. Learning to match the schemas of data sources: A multistrategy approach. *VLDB Journal*, 50:279–301, 2003.
4. M. Ehrig, P. Haase, M. Hefke, and N. Stojanovic. Similarity for ontologies – a comprehensive framework. In D. Bartmann et al., editors, *Proc. of the 13th European Conf. on Information Systems (ECIS)*, Regensburg, Germany, May 2005.
5. M. Ehrig and S. Staab. QOM – quick ontology mapping. In F. van Harmelen, S. McIlraith, and D. Plexousakis, editors, *Proc. of the 3rd Int. Semantic Web Conf. (ISWC-2004)*, LNCS, pages 683–696, Hiroshima, Japan, 2004. Springer.
6. M. Ehrig, S. Staab, and Y. Sure. Bootstrapping ontology alignment methods with APFEL. In Y. Gil, E. Motta, and V. R. Benjamins, editors, *Proc. of the 4th Int. Semantic Web Conf. (ISWC-2005)*, LNCS, Galway, Ireland, November 2005. Springer.
7. T. R. Gruber. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *Int. Journal of Human-Computer Studies*, 43(5/6):907–928, 1995.
8. P. Haase, B. Schnizler, J. Broekstra, M. Ehrig, F. van Harmelen, M. Menken, P. Mika, M. Plechawski, P. Pyszlak, R. Siebes, S. Staab, and C. Tempich. Bibster – a semantics-based bibliographic peer-to-peer system. *Journal of Web Semantics*, 2(1):99–103, 2004.
9. M. Klein. Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions. In A. Gómez-Pérez et al., editors, *Proc. of WS on Ontologies and Inf. Sharing at IJCAI-01*, Seattle, WA, USA, August 2001.

10. I. V. Levenshtein. Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 163(4):845–848, 1965.
11. A. Maier, H.-P. Schnurr, and Y. Sure. Ontology-based information integration in the automotive industry. In D. Fensel, K. Sycara, and J. Mylopoulos, editors, *Proc. of the 2nd Int. Semantic Web Conf.: The Semantic Web (ISWC-2003)*, volume 2870 of *LNCS*, pages 897–912, Sanibel Island, FL, USA, 2003. Springer.
12. S. Melnik, H. Garcia-Molina, and 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)*, page 117. IEEE Computer Society, 2002.
13. N. F. Noy and 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)*, pages 450–455, Austin, TX, USA, July 2000. AAAI Press / The MIT Press.
14. N. F. Noy and 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)*, pages 63–70, Seattle, WA, USA, August 2001.
15. C. K. Odgen and I. A. Richards. *The Meaning of Meaning: A Study of the Influence of Language upon Thought and of the Science of Symbolism*. Routledge & Kegan Paul Ltd., London, 10 edition, 1923.
16. Y. Sure, J. Angele, and S. Staab. Ontoedit: Multifaceted inferencing for ontology engineering. *Journal on Data Semantics, LNCS*, 2800:128–152, 2003.
17. Y. Sure et al. OntoEdit: Collaborative ontology development for the semantic web. In I. Horrocks and J.A. Hendler, editors, *Proc. of the Int. Semantic Web Conf.: The Semantic Web (ISWC2002)*, volume 2342 of *LNCS*, pages 221–235, Sardinia, Italy, 2002. Springer.

Reasoning im und für das Semantic Web

Wolfgang May

Institut für Informatik, Universität Göttingen, Deutschland;
may@informatik.uni-goettingen.de

Zusammenfassung: Dieses Kapitel gibt zuerst einen kurzen historischen Überblick über „Reasoning“, d. h. Schließen, Wissensrepräsentation und „künstliche Intelligenz“. Der Hauptteil geht auf einige „Reasoning“-Mechanismen und -Konzepte, die im Semantic Web eine Rolle spielen, ein und zeigt, wie dieses „Reasoning“ – unauffällig – in den Konzepten des Semantic Web zur Beschreibung von Wissensbasen enthalten ist. Weiterhin werden Reasoning-Mechanismen umrissen, die dem Zusammenspiel verschiedener Knoten im Semantic Web dienen, und ein kurzes Fazit gezogen.

1 Einleitung

Reasoning: zu Deutsch, „Schließen“, „Schlüsse ziehen“ – engl. *reason* = Vernunft, Grund. Ziehen von vernünftigen, begründeten Schlüssen. Das Problem ist, dies einem Computer „beizubringen“. „Was weiß ich?“. Fakten. „Was kann ich daraus schließen?“, aber auch „Warum komme ich zu diesem Schluss?“. *Schlussregeln*, *deduktive Regeln*. „Was glaube ich?“. Auch *Schlussregeln*, aber *modal*. „Was soll ich am besten als nächstes tun?“. Verhaltensregeln. „Was passiert, wenn ich dies tue?“. *Schlussregeln*, jetzt mit *temporaler* Komponente. *Reasoning* bedeutet insbesondere, die *Semantik*, d. h. Bedeutung bezüglich einer Anwendung, von Dingen zu nutzen, und sich dabei auf einer festen Basis, einer *Logik* zu bewegen. Somit ist *Reasoning* im wesentlichen *gesunder Menschenverstand*, Verstehen und Nutzen der Bedeutung von Fakten.

Reasoning ist eine unverzichtbare Grundlage des Semantic Web: Man will die Erweiterung des Web zum Semantic Web, indem man den Fakten Informationen über ihre *Bedeutung* hinzufügt, auch nutzen können. Umgekehrt wird *Reasoning* im Kleid des Semantic Web gesellschaftsfähig, indem die zugrundeliegenden Formalismen „verdeckt“ werden (auf höchster Abstraktionsebene durch Semantic Web Services, bzw. darunter für

den Anwendungsentwickler als Ontologien, die grafisch dargestellt werden können), und der Benutzer den gesunden Menschenverstand direkt wiedererkennt.

1.1 Entscheidbarkeit

Eine wichtige Rolle spielen die Begriffe der *Entscheidbarkeit* sowie der *Komplexität*. *Entscheidbarkeit* behandelt die Frage, ob es für eine „beschriebene“ Semantik überhaupt ein System geben kann, das *korrekt* und *vollständig* ist, also dass es nur gültige Schlüsse zieht, und auch für jede Aussage feststellen kann, ob sie richtig oder falsch ist. Komplexität bedeutet dann, „wie lange“ (und wieviel Speicher) im Verhältnis zur Größe des Problems das System benötigt. Akzeptabel ist allgemein *polynomielle* Komplexität. *Exponentielle* Komplexität gilt hingegen im Allgemeinen als nicht mehr nutzbar, da man für realistische Probleme zu lange braucht. Aus praktischer Sicht – in der es solche Probleme auch zu lösen gilt – besteht die Hauptaufgabe darin, Algorithmen zu finden, die „im Normalfall“ schnell eine Lösung finden, und nur „manchmal“ exponentiell lang brauchen.

1.2 Geschichte

Seit frühesten Zeiten versucht der Mensch, menschliches Wissen, Denken und *Schließen* zu analysieren. Zu dieser Zeit wurde Logik im Wesentlichen als Teil der Philosophie betrachtet, später auch als Teil der Mathematik. Ein großer Schritt war die Definition der *Boole'schen Algebra* im Jahre 1854. Weitere Schritte befassten sich in den 1920/30er Jahren durch Hilbert, Gentzen etc. mit dem Ziehen von Schlüssen durch *Kalküle*, um das Schließen unter Verwendung formaler Systeme nachzuvollziehen.

1.3 Die „Künstliche Intelligenz“

Eine weitere wichtige Entwicklung begann in den 1960ern unter dem Stichwort „Künstliche Intelligenz“. Jetzt sollten Computer selber *schließen* („*Expertensysteme*“) und *agieren* („*Agenten*“). Am Anfang standen große Ziele, wobei noch nicht klar war, was „künstliche Intelligenz“ im Detail ist. Mit zunehmender Zeit kristallisierten sich Begriffe und Teilgebiete und vor allem Grenzen heraus. Die Anwendungen hingegen blieben zurück, die hochgesteckten Ziele konnten nicht erreicht werden, und man blieb im Wesentlichen bei *toy examples* stecken. Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ geriet zunehmend in eine Krise und in den 90ern schon fast in Verruf. Was – im theoretischen Bereich – blieb, war die Analyse und Aufgliederung in Teilbereiche (z. B. teilweise überschneidend, klassische Logik, allgemeine Grundlagen formaler Systeme, nichtmonotone Logiken, temporale Logiken, maschinelles Lernen, neuronale Netze, Wissensrepräsentation, automatisches

Beweisen, Model Checking, reaktive Systeme etc.), sowie detaillierte Ergebnisse in den Bereichen *Komplexität* und *Entscheidbarkeit*, mit denen man Ansätze innerhalb der o.g. Bereiche einschätzen konnte. Die effizient beherrschbaren („*tractable*“) Aufgaben waren trotz hohem Einsatz von Formalismen sehr eingeschränkt. Die Realität im Bereich der *Informations-Technologie* blieben Datenbanken, die *Fakten* speicherten; das *Wissen* um deren *Semantik* war im Wesentlichen in Algorithmen der Anwendungsprogramme codiert.

1.4 Reasoning für das Semantic Web

Mit dem *Internet* sowie dem *World Wide Web*, das mit Aufkommen grafischer Browser 1993 für die Allgemeinheit zugänglich wurde, konnten diese *Fakten* zwischen unterschiedlichen Anwendungen ausgetauscht sowie in lesbare Form (in HTML) aufbereitet werden – dennoch, es blieben pure Fakten ohne inhärente Bedeutung. Weiterhin wurden *Web Services* populär (die prinzipiell mit *CORBA* einen prä-Web-Vorgänger besitzen), die den Umgang mit diesen Fakten erleichterten. Dennoch, es blieben Fakten. Diese Umgebung und ihre Anforderungen bildeten die Grundlage für die Vision des *Semantic Web*, in dem diese *Fakten* mit ihrer *Bedeutung* assoziiert werden, und Anwendungen diese Bedeutung auch nutzen können. Ohne *Reasoning* ist dieses Semantic Web undenkbar, allerdings bleibt das Reasoning für den Benutzer unaufdringlich im Hintergrund und kann schrittweise in kleinen Portionen im Rahmen der mittlerweile bekannten Grenzen der *Entscheidbarkeit* und *Komplexität* eingesetzt werden (dies wird im Folgenden an der Hierarchie *RDF* – *RDF Schema* – *OWL Lite* – *OWL DL* – *OWL Full* deutlich); häufig muss man nur bereits entwickelte Ansätze „aus dem Regal nehmen“. Während anwendungsorientierte Entwickler bisher um die „*KI*“ – nicht ganz zu Unrecht – einen großen Bogen machten, ist es nun an der Zeit, die in diesem Bereich entwickelten Methoden zu übernehmen.

Reasoning findet man in verschiedenen Bereichen des *Semantic Web*: Zum einen hat man den an sich semantikgebenden Aspekt. Dieser basiert auf den Fakten des non-semantic Web, erweitert um *Wissensrepräsentation*, sowie *Reasoning*-basierte Anwendungen, die das repräsentierte Wissen nutzen. Dazu kommen dann, immer noch im Bereich der Anfragebearbeitung, inhärente Aspekte des Web. Es ist z. B. oft nicht möglich, eine Aussage „das gibt es nicht“ zu machen (da man nicht das ganze Web durchsuchen kann). Ebenso oft trifft man auf widersprüchliche Aussagen. Neben datenorientierten Knoten bzw. Diensten basieren die aktivitätsorientierten *Web Services* häufig auf Technologie, die als *Agenten* entwickelt wurden.

1.5 Ontologie

Ontologien dienen im Semantic Web der Bereitstellung einer *für Computer (bzw. computerbasierte Tools und Anwendungen) verstehbaren bzw. verarbeitbaren Konzeptualisierung* eines Anwendungsbereiches. Dies geht über die bekannten Datenbankschemata, die nur beschreiben, wie ein Anwendungsbereich in einer Datenbank repräsentiert ist, hinaus. Eine Ontologie beschreibt Wissen über Konzepte und ihre Zusammenhänge so, dass z. B. einerseits eine Klassifizierung eines Objektes anhand dessen Eigenschaften möglich ist, und andererseits aus dem Wissen über die Konzeptzugehörigkeit eines Objektes weitere Schlüsse über das Objekt und Beziehungen zu seiner Umwelt möglich sind. Ein wichtiges Merkmal von Ontologie-Formalismen ist u. A. auch, dass Schlüsse auf Ontologieebene möglich sind, etwa um festzustellen, ob eine bestimmte Konzeptdefinition überhaupt erfüllbar ist.

Die Entwicklung von Ontologiebeschreibungssprachen für das Semantic Web ist ein sehr gutes Beispiel dafür, wie sich die moderne praktische Informatik Ergebnisse der theoretischen Informatik zunutze macht. Bei der Entwicklung von Vorschlägen zur Beschreibung von Ontologien im und für das Semantic Web standen die folgenden Überlegungen im Vordergrund [9]:

- Welche Begriffe werden zur Modellierung verwendet?
- Wie kann man eine geeignete Semantik definieren?
- Welche Syntax ist für das Semantic Web am geeignetsten?

Die gewöhnliche Prädikatenlogik ist hier aus verschiedenen Gründen nicht unmittelbar geeignet. Sie ist auf Objektebene sehr ausdruckskräftig, aber auch sehr allgemein, was wiederum dazu führt, dass sie nicht entscheidbar ist.

Andere Formalismen, die eine direktere Modellierung unterstützen, sind deutlich besser geeignet. Während Formalismen wie *KIF (Knowledge Interchange Format)* ausschließlich der *Wissensrepräsentation* dienen, gingen *Semantische Netze* ein Stück weiter, indem Inferenzmechanismen angegeben wurden. Eine Formalisierung in *Logiken* erlaubt eine präzisere semantische Charakterisierung. Dies begann 1985 mit dem *KL-ONE*-System [3], was wiederum den Bereich der *Beschreibungslogiken (Description Logics)* [2] sowie *Frame-basierter* Formalismen begründete. Zum anderen entwickelten sich unabhängig davon *Metadatenbeschreibungsformalismen*, z. B. *RDF*.

2 Wissensrepräsentation und Reasoning-Mechanismen

Wie in der Einleitung gesagt, bedeutet *Reasoning* das Ziehen von vernünftigen, begründeten, nachvollziehbaren Schlüssen. Dazu verwendet man grundsätzlich *formale Systeme*.

2.1 Prädikatenlogik

Die klassische Prädikatenlogik ist ein weit verbreiteter Formalismus um Sachverhalte zu beschreiben. Die Formel

$$\forall P, K, F : ((\text{hat_kind}(P, K) \wedge \text{hat_Freund}(K, F)) \rightarrow \text{kennt}(P, F))$$

beschreibt, dass für alle P und K , so dass K Kind von P ist, und F ein Freund von K ist, P F kennt (mit „ $\forall X$ “ – für alle X “ bzw. „ $\exists X$ – es gibt ein X “). Hat man zusätzlich

$$\text{hat_kind}(\text{Peter}, \text{Anna}) \wedge \exists X : (\text{hat_Freund}(\text{Anna}, X)),$$

(d. h., Anna ist Peters Kind und es gibt eine Person X , die Annas Freund ist), kann man daraus schließen, dass $\exists Z : \text{kennt}(\text{Peter}, Z)$ wahr sein muss (ohne dass man genaueres über Z weiß).

Prädikatenlogik ist nicht entscheidbar, d. h. es kann kein *Reasoning*-System geben, das allgemein für eine gegebene Beschreibung eines Sachverhaltes in Prädikatenlogik überprüft, ob ein gegebenes Faktum darin zwangsläufig gilt, nicht gilt, oder gelten kann. Genauer gilt, dass die Prädikatenlogik mit nur zwei Variablen, als L^2 bezeichnet, noch entscheidbar ist, jedoch schon Prädikatenlogik mit drei Variablen, L^3 , bereits unentscheidbar ist. Durch Schachtelung der Quantoren kann man Variablen in einer Formel mehrfach verwenden, z. B. um zu sagen, dass ein Großvater mindestens einen Enkel hat:

$$\forall X : (\text{Grossvater}(X) \rightarrow \exists Y : (\text{hat_kind}(X, Y) \wedge \exists Z : \text{hat_kind}(Y, Z))).$$

Dennoch benötigt man für den oben zuerst angegebenen Zusammenhang, den man – im Vorgriff auf folgende Abschnitte – mit „ $\text{hat_Kind} \circ \text{hat_Freund} \sqsubseteq \text{kennt}$ “ charakterisieren kann, zwingend drei Variablen: hier hat man es mit zwei verschiedenen „Pfaden“ zu tun, die wieder zusammenlaufen.

2.2 Schlussregeln

Schlussregeln (auch als Ableitungsregeln bezeichnet) der Art „wenn Aussage A gilt, dann darf man daraus B schließen“ spielen häufig eine wichtige Rolle beim *Reasoning*. Man kann hierbei entweder zu einer bestimmten Anwendung passende Regeln haben, oder allgemeine Regelschemata

benutzen, etwa „wenn alle X Y s sind, und man weiß, dass für alle Y $p(Y)$ gilt, und wenn dann a ein X ist, weiß man auch, dass $p(a)$ gilt“. In einer bestimmten Anwendung könnte man dann z. B. aus alle Hühner sind Vögel, alle Vögel legen Eier, Tweety ist ein Huhn“ schließen, dass Tweety Eier legt. Schlussregeln kann man auf prädikatenlogische Aussagen anwenden, etwa

$$\text{Huhn}(X) \rightarrow \text{Vogel}(X), \text{ Vogel}(X) \rightarrow \text{legt_Eier}(X),$$

$$\text{Huhn}(\text{Tweety}) \text{ legt_Eier}(\text{Tweety})$$

2.3 Monotones und Nicht-Monotones Schließen

„Monoton“ bedeutet mathematisch für eine Funktion f , dass $f(x) \geq f(y)$ sein muss, wenn $x \geq y$ ist. Ein Schlusssystem wird als monoton bezeichnet, wenn folgendes gilt: kann man aus einer Faktenmenge F eine Menge G von Wissen ableiten, so kann man aus jeder größeren Faktenmenge $F' \supseteq F$ ebenfalls alles in G enthaltene Wissen ableiten, und eventuell noch weiteres. Soweit erscheint dieses alles klar und selbstverständlich. Warum braucht man mehr? Der Mensch schließt *nichtmonoton*!

Aus „Tweety ist ein Vogel“ (Faktum) und „Vögel können fliegen“ (Wissen) schließt jeder, dass Tweety fliegen kann. Bereits dies ist Reasoning, da man aus der *Regel* „wenn ein x ein Vogel ist, kann x fliegen“, formal „ $\forall x : \text{Vogel}(x) \rightarrow \text{fliegt}(x)$ “, unter Zuhilfenahme des Faktums Vogel (Tweety) die Variable x durch Tweety ersetzt und schließt, dass Tweety fliegen kann. Bekommt man *zusätzlich* die Information, dass Pinguine Vögel sind, die aber nicht fliegen können, wird man von diesem Schluss noch nicht abrücken. Erfährt man aber weiterhin, dass Tweety ein Pinguin ist, wird man diesen Schluss nicht mehr ziehen, sondern „wissen“, dass Tweety nicht fliegen kann. Somit ergeben weitere Fakten nicht nur *weitere* Schlüsse, sondern machen ohne diese Fakten gezogene Schlüsse ungültig.

2.4 Logische Regeln

Als eine Möglichkeit der Formalisierung und Anwendung solcher *Regeln* entwickelte sich in den 1980ern die *Logikprogrammierung* als ein wichtiges Konzept im Bereich der künstlichen Intelligenz. Sie basiert auf Regeln der Form *head* \leftarrow *body*, z. B., $\text{Onkel}(X, Y) \leftarrow \text{Bruder}(X, Z) \wedge \text{Vater}(Z, Y)$. Mit ihnen kann man z. B. schließen, dass Donald ein Onkel von Tick ist, wenn es eine Person Z gibt, die Bruder von Donald und Vater von Tick ist. Eine *logische* Wissensbasis besteht aus Fakten und *Horn-Regeln* (eine spezielle Form solcher Regeln), die Begriffe – wie hier *Onkel* – definieren. Horn-Regeln sind zum einen intuitiv leicht verständlich, zum anderen ist das durch sie ausdrückbare Fragment der Prädikatenlogik entscheidbar.

Expertensysteme verwenden oft logische Regeln, indem für eine Anfrage „?-Onkel(Donald,X)“ versucht wird herauszufinden, welche X dieses erfüllen. Die Programmiersprache *Prolog* wird zum Lösen von Such- und Planungsproblemen verwendet, indem alle möglichen Antworten systematisch ausprobiert werden. Die Sprache *Datalog* ist eine Spezialisierung logischer Regeln für Datenbank-Anwendungen, die eine geringere Ausdrucksstärke und Komplexität hat (aber dennoch geringfügig mehr als die bekannte Datenbankanfragesprache SQL). Erlaubt man Negation in *Prolog* bzw. *Datalog*, erhält man auch hier ein *nichtmonotonen* Schlusssystem, das allerdings spezielle Modellbegriffe und Auswertungsalgorithmen benötigt, um korrekt zu arbeiten.

2.5 Vererbung und Defaults

Der bereits beschriebene Sachverhalt „(Typische) Vögel können fliegen“ entspricht nicht der Regel „ $\forall x : \text{Vogel}(x) \rightarrow \text{fliegt}(x)$ “: „Vogel-sein“ ist keine einfache Eigenschaft wie „fliegen-können“, sondern aus dem Vogel-sein ergeben sich Dinge, die „alle Vögel“ gemeinsam haben, z.B. dass sie Eier legen. „Vogel“ bezeichnet somit eine *Klasse* von ähnlichen Dingen, die sich durch gemeinsame Eigenschaften auszeichnen; man sagt, dass die *Instanzen* einer Klasse diese Eigenschaften erben. Im Falle des Eierlegens trifft diese Vererbung auf alle Instanzen zu. Sie kann damit auch durch Bekanntwerden zusätzlicher Fakten nicht widerlegt werden, kann also monoton geschlossen werden. „(Typische) Vögel können fliegen“ beschreibt jedoch nur eine typische Eigenschaft von Vögeln, die durch spezielleres Wissen, etwa dass Tweety ein Pinguin ist, und Pinguine nicht fliegen können, überschrieben werden kann. Ähnlich sind nicht nur Schlussregeln zur Ableitung von *Wissen* gelagert, sondern oft auch *Verhaltensregeln*. Ansätze in diesem Bereich wurden im Wesentlichen zwischen 1970 und 1995 entwickelt; zusammenfassende Artikel findet man z. B. in [6].

2.6 Frame-basierte Modelle und F-Logic

Frame-basierte Modelle repräsentieren die Begriffe einer Anwendung in *Frames*, denen Eigenschaften (*Slots*), zugeordnet sind. Frühe frame-basierte Modelle [15] waren „informal“ und dienten im Wesentlichen zur Strukturierung und Dokumentation. Eine zum *Reasoning* unverzichtbare *formale Semantik* fehlte jedoch.

In F-Logic (kurz für „Frame-Logic“) [14] wird das Wissen über Objekte und Klassen (die als solche ebenfalls Objekte sind) durch *Frames* repräsentiert, die mit einer logischen Semantik versehen sind. Eigenschaften eines Objektes oder einer Klasse können hier Klassenzugehörigkeit, Klassenhierarchie, Signatur und Werte von skalaren und mehrwertigen Eigenschaften

umfassen. F-Logic bietet eine nichtmonotone Vererbungssemantik für vererbbare Eigenschaften und Defaultwerte an. Weitere Inferenzen werden durch *Ableitungsregeln* wie in Datalog formuliert. Verschiedene Ansätze nutzen F-Logic im Kontext des Semantic Web zur Verarbeitung von RDF und RDFS-Daten.

2.7 Theorien und Disjunktives Wissen

Soweit war im Wesentlichen von Reasoning die Rede, dessen Ergebnis unmittelbar abgeleitete Fakten sind. Dies ist jedoch nicht immer ausreichend, etwa wenn man „eine Person, die zur Anuga (Fachmesse für Gastronomie) registriert ist, ist entweder Gastronom oder ein Pressevertreter“ betrachtet. Der hier zu ziehende Schluss ist kein Faktum, sondern eine *disjunktives Aussage* „ X ist entweder Gastronom oder Pressevertreter“. In solchen Fällen kann man sich nicht auf eine Faktenbasis beschränken, sondern muss dieses Statement der aus Formeln bestehenden *Wissensbasis* (als „eine Theorie“ bezeichnet) hinzufügen.

2.8 Tableau-Beweisverfahren

„Folgt aus den Aussagen A, B, C , dass D gilt“? Während der Mensch (meistens) (zielgerichtet) Vorwärtsbeweisverfahren anwendet, etwa „aus A und B folgt X , dann daraus mit C Y , ach ja, und nochmal mit A dann D “ sind diese *automatischem Reasoning* nur schwer zugänglich. Daher basiert letzteres häufig auf *systematischen* Verfahren. Üblicherweise wird dazu angenommen, die angestrebte Behauptung wäre falsch, d. h. „es gibt einen Fall, in dem A, B, C erfüllt sind, aber D nicht“, und man versucht zu zeigen, dass dies nicht sein kann. Diese Strategie verfolgen u. A. die sog. *Tableaukalküle* [4], bei denen systematisch versucht wird, eine Struktur zu erzeugen, die die Eingabe erfüllt (wenn dies gelingt, hat man das gesuchte Gegenbeispiel): Formeln werden dabei immer weiter in ihre Bestandteile aufgelöst, wobei ein Baum entsteht, bei dem jeder Ast einen möglichen Versuch darstellt. Manuell kann man dies z. B. auf einem Blatt Papier durchführen. Tableaubeweisverfahren existieren für viele Logiken, u. A. sind sie auch für die im Semantic Web relevanten *Description Logics* die übliche Wahl.

3 Description Logics

Der Bereich der *Description Logics* (DL) entwickelte sich aus dem grafischen Formalismus der *Semantischen Netze*. Bei ihnen liegt das Hauptinteresse weniger auf der Beschreibung der Instanzenebene als auf der

Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den Konzepten. Eine Wissensbasis $K = (T, A)$ in DL unterteilt sich in die *TBox* („Terminologie“), die die Konzepte einer Anwendungsdomäne beschreibt (*intensionales Wissen*), sowie die *ABox* („assertions“), die einzelne Instanzen beschreibt (*extensionales Wissen*). Als Ausgangsbasis dient meistens eine der Logiken *AL* („attributive language“) [16] oder *ALC* („attributive language“ mit „complement“, d. h. Negation).

3.1 TBox: Konzept- und Rollenausdrück

Die Basis *ALC* bilden atomare Konzepte, z. B. *Person*, männlich, weiblich, außerdem \top für das „universelle Konzept“ (oft auch als „Thing“) bezeichnet, \perp für das leere Konzept („nothing“). Weiterhin können Konzepte implizit durch ihre Eigenschaften (bzgl. Rollen) beschrieben werden. Mit existentieller Quantifizierung $\exists R.C$ kann man z. B. durch $\exists \text{hat_Kind.männlich}$ das Konzept aller Dinge, die mindestens ein männliches Kind haben, beschreiben. Mit *Wertebereichseinschränkungen* bzgl. Rollen der Form $\forall R.C$ ist z. B. $\forall \text{hat_Kind.männlich}$ das Konzept aller Dinge, die ausschließlich Söhne haben. Abgeleitete Konzepte können weiterhin durch Schnittmengenbildung, z. B., *Vater* \sqcap *Mutter*, und Negation beschrieben werden, z. B. *Person* $\sqcap \neg \exists \text{hat_Kind.}\top$ für kinderlose Personen (prädikatenlogisches Äquivalent dazu wäre $\forall x(\text{kinderlos}(x) \leftrightarrow (\text{Person}(x) \wedge \neg \exists y(\text{hat_Kind}(x, y))))$).

Erweiterungen von *ALC* erlauben die Beschreibung von Kardinalitäten von Eigenschaften:

- N : (unqualifizierte) Kardinalitäten von Rollen („number restrictions“), z. B. ($\geq 3 \text{hat_Kind.}\top$) für Personen, die mindestens 3 Kinder haben.
- Q : qualifizierte Rolleneinschränkungen, die stärkere Aussagen der Form ($\leq 2 \text{hat_Kind.männlich}$) zulassen. Eine mittlere Form ist die Beschränkung auf Kardinalitäten 0, 1 und „beliebig“, die mit F bezeichnet wird.

Diese Ausdrücke können zur Definition von Konzepten sowie dem Aufbau einer Konzepthierarchie benutzt werden. Dies geschieht durch *terminologische Axiome* der Form $C \sqsubseteq D$ (C beschreibt eine Teilmenge dessen, was D beschreibt) und $C \equiv D$ (Äquivalenz, oft auch zur Definition des linksstehenden Konzeptes verwendet), z. B. *Elternteil* \equiv *Vater* \sqcap *Mutter*.

Die *ABox* (*assertional axioms*) enthält dann die eigentlichen Fakten über Instanzen, z. B. *Person(Peter)*, weiblich \sqcap *Person(Anna)* und *hat_Kind(Peter, Anna)* auf Basis einfacher Konzepte und Rollen, und damit wie aus relationalen Datenbanken bekannt; weiterhin sind aber auch

Fakten der Form $\exists \text{hat_Kind.männlich})(\text{Peter})$ erlaubt – ohne tatsächlich zu wissen, wer dieses Kind ist.

Im Gegensatz zum Bereich der klassischen Logiken, wo man im Wesentlichen zwischen Aussagenlogik (wenig ausdrucksstark, aber entscheidbar) und Prädikatenlogik (sehr ausdrucksstark, aber unentscheidbar) unterscheidet, hat man bei DLs *semantische* Konzepte in der Hand. *Reasoning* in Description Logics benötigt damit nur einen Teil des Apparates von Prädikatenlogik, und ist andererseits mit speziellen Reasoning-Mechanismen auf Konzeptebene ausgestattet; hierbei werden aber nicht nur Fakten auf Instanzebene abgeleitet, sondern es wird spezialisiertes *Theorie-Reasoning* betrieben. Die beschriebenen Konstrukte von *ALC* sind alle in Prädikatenlogik *ausdrückbar*. Genauer betrachtet sind alle Konstrukte von *ALC* sogar unter Verwendung von ein- und zweistelligen Prädikaten unter Verwendung von maximal 2 Variablen codierbar. Hiermit bleibt man in einem (sogar ziemlich einfachen) Fragment der entscheidbaren Logik L^2 . Die für DLs benötigten speziellen *Schlussregeln* können gezielt durch spezialisierte Algorithmen umgesetzt werden kann. Für *ALCN* und sogar *ALCQ* existieren spezialisierte Algorithmen in PSPACE, die in den praktisch relevanten Fällen akzeptabel effizient sind.

Erweiterungen

Weitere, ausdrucksstarkere Erweiterungen wurden ebenfalls vorgeschlagen:

- *Rollenkonstruktoren*, d. h. abgeleitete Rollen als Vereinigungs- oder Schnittmenge ($\text{hat_Kind} \equiv \text{hat_Sohn} \cup \text{hat_Tochter}$), Konkatenation ($\text{hat_Enkel} \equiv \text{hat_Kind} \circ \text{hat_Kind}$), transitive Hülle ($\text{hat_Nachkomme} \equiv \text{hat_Kind}^+$) (mit $_{reg}$ bezeichnet), und Inverse ($\text{ist_Kind_von} \equiv \text{hat_Kind}^-$) (I).
- *Role-value-maps*, die die Objekte, zu denen eine Instanz in Beziehung steht, zueinander in Beziehung setzen, z. B.
 $\text{Person} \sqcap ((\text{hat_Kind} \circ \text{hat_Freund}) \subseteq \text{kennt})$ für Personen, die alle Freunde ihrer Kinder kennen.
- *Konkrete Datentypen* (durch „(D)“ gekennzeichnet) werden z. B. benötigt um Werte vergleichen zu können:
 $\text{Erwachsener} \equiv \text{Person} \sqcap \exists \text{hat_Alter.} \geq 18$.

- *Nominals* (O) können als Begriffe *sowohl* in der ABox als auch in der Tbox auftreten (etwa um ein Konzept Deutscher $\equiv \forall \text{lebt_in}.\text{Deutschland}$ zu definieren).

Mit Rollenkonstruktoren nimmt die Komplexität sehr schnell zu: ALC_{reg} mit Transitivität, Komposition und Vereinigung ist bereits EXPTIME-vollständig, ebenso wenn man noch inverse Rollen und sogar Kardinalitäten für atomare Rollen ($ALCQI_{reg}$) hinzunimmt. Inverse und Transitive Hülle sind beim Umgang mit Ontologien im Semantic Web sehr wichtige Begriffe. Kombiniert man nicht-atomare Rollen mit Kardinalitätseinschränkungen, stößt man auf unentscheidbare Probleme; ebenso mit Role-Value-Maps (siehe auch vorhergehendes Beispiel, wo man im Allgemeinen mehr als 2 Variablen benötigt).

Auffällig ist, dass viele DLs zwar noch entscheidbar sind, wenn auch in sehr „teuren“ Komplexitätsklassen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im allgemeinen *lokale* Eigenschaften „in der Nähe“ eines Elements gemacht werden, und nur baumartig über Properties verzweigt wird, ohne jedoch verschiedene Äste miteinander in Beziehung zu setzen. Diese Lokalität verlässt man sowohl mit Kardinalitätsaussagen über zusammengesetzte Rollen, als auch mit Role-Value-Maps, weshalb diese Erweiterungen zur Unentscheidbarkeit führen.

Bei den aktuellen DL-Reasonern [8, 7, 12], die üblicherweise auf *Tableau-Verfahren* basieren, liegt der Schwerpunkt darauf, realistische Probleme trotz prinzipieller EXPTIME-Komplexität in „vernünftiger“ Zeit zu beantworten.

Die Spezialisierung der Algorithmen gerät jedoch auch genau zum Nachteil: Die inhärente Semantik von DL beschäftigt sich ausschließlich mit Schlüssen, die sich aus den vorgegebenen Atomen (Konzeptdefinitionen und –zugehörigkeit sowie Beziehungen) generisch ergeben. *Anwendungsabhängige* Schlussregeln lassen sich damit nicht berücksichtigen.

3.2 Bedeutung der TBox und ABox in DL

Die in der TBox enthaltene *Konzeptinformation* ist in gewisser Weise vergleichbar mit dem *Schema* einer (relationalen) Datenbank. Im Gegensatz zu Datenbankschemata dient diese Information jedoch nicht ausschließlich zur Definition von *Integritätsbedingungen*, sondern wird auch direkt zum *Reasoning* genutzt. Hat man z. B. ein Konzept Vater $\equiv \exists \text{hat_Kind. } \top$ in der TBox und Vater(Peter) in der ABox und fragt, welche Individuen bekannt sind, die Kinder haben, ist Peter in der Antwort enthalten, obwohl kein explizites Wissen über ein Kind vorhanden ist. DL lässt also die For-

mulierung von „Fakten“ zu, die in Prädikatenlogik nicht als Fakten, sondern nur als Formeln (hier: $\exists X : \text{hat_Kind}(\text{Peter}, X)$) ausdrückbar wären.

Die in der ABox gegebenen Fakten bedeuten im DL-Reasoning das „sichere Wissen“ über die Instanzen, während sie im Datenbank-Kontext das *komplette Wissen* (und Nichtwissen) bedeuten: Aus der kleinen im vorangegangenen Absatz als ABox beschriebenen Datenbasis würde eine Datenbank die Frage $?-\text{hat_Kind}(\text{Peter}, X) \wedge \text{männlich}(X)$ mit „nein“ beantworten, da kein männliches Kind von Peter bekannt ist. Dies wird als *Closed-World-Assumption* bezeichnet. Ein DL-System würde die beiden Fragen? - $(\exists \text{hat_Kind.männlich})(\text{Peter})$ als auch ? - $(\forall \text{hat_Kind.weiblich})(\text{Peter})$ mit „weiß nicht“ beantworten, da nicht bekannt ist, ob Peter vielleicht Kinder haben könnte, die nicht in der ABox verzeichnet sind; dies wird als *Open-World-Assumption* bezeichnet. Damit ist Reasoning in DL prinzipiell deutlich komplizierter als in Prädikatenlogik unter Closed-World-Annahme: es muss grundsätzlich *Theorie reasoning* betrieben werden, d. h., nicht nur, welche Fakten gelten, sondern welche *Formeln* gelten, was im allgemeinen Fall auch z. B. Fallunterscheidungen beinhaltet. Diese Schlussmechanismen können in Tableauverfahren effektiv umgesetzt werden.

Im Bereich des Semantic Web werden beide Sichtweisen benötigt: oft weiß man, dass etwas existiert, hat aber keinen „Zeugen“, in diesem Fall ist *Open-World* angemessen. Andererseits muss man, wenn man z. B. keinen Flug in den bekannten Plänen findet, auch wenn man weiß „irgendwo gibt es einen“, davon ausgehen, anderweitig planen zu müssen.

Hybride Logiken erlauben in der ABox nicht nur DL-Spezifikationen, sondern kombinieren sie mit Logikprogrammierung. Dabei werden Closed-World-Annahme (Logikprogrammierung) und Open-World-Annahme (DL) kombiniert. Nichtmonotone Defaults sind in den üblichen DLs nicht vorgesehen; eine Kombination von DL mit *Default Logic* ist prinzipiell möglich.

4 Metadaten im Semantic Web

4.1 RDF und RDF Schema

RDF (Resource Description Framework)¹ bildet die Grundlage der meisten Vorschläge für Ontologiesprachen für das Semantic Web. Einen systematischen Vergleich der in diesem Abschnitt beschriebenen Sprachen findet man z. B. in [1].

¹ Für eine detaillierte Beschreibung von RDF siehe den Beitrag von Birkenbihl in diesem Band.

Die Grundidee besteht darin, einen Anwendungsbereich durch *Aussagen* (*Statements*) der Form *Subjekt-Prädikat-Objekt* als Graph zu beschreiben, dessen Kanten mit Namen versehen sind, z. B. in „Hans ist-Autor-von <http://www.hans.de>“. Die von RDF zur Beschreibung der Konzeptebene angebotenen Konstrukte `rdf:Property` und `rdf:type` werden in *RDF Schema (RDFS)* zu einer Schemabeschreibungssprache ergänzt: Knoten (z. B. Person) können explizit als `rdfs:Class` ausgezeichnet werden, wobei eine Subklassenhierarchie durch $C \text{ rdfs:subClassOf } D$ sowie eine Verfeinerungshierarchie auch für Eigenschaften ($P \text{ rdfs:subPropertyOf } Q$) angegeben werden kann. Zu jeder Eigenschaft (Property) kann der Definitionsbereich ($P \text{ rdfs:domain } C$) sowie der Wertebereich ($P \text{ rdfs:range } C$) klassenunabhängig angegeben werden.

Während Prädikatenlogik in ihren Reasoning-Algorithmen sehr homogen ist, zeigte sich mit RDF/RDFS immer mehr, dass neben „Fakten“ (die prinzipiell eine sehr einfache Form *Subjekt-Prädikat-Objekt* haben) *generische*, semantikbezogene *built-in*-Konzepte wie Klassen/Subklassen, Eigenschaften, Definitions- und Wertebereiche, die durch spezielle Prädikate beschrieben werden, relevant sind. Bereits mit diesen einfachen Modellierungskonzepten kommt hier *Reasoning* ins Spiel, z. B. um die Konsequenzen aus der Transitivität der Klassen- und Eigenschaftshierarchie oder den Definitions- und Wertebereichen zu ziehen. In RDFS werden diese – wie in der TBox einer DL – *defitorisch* als Zusatzinformation betrachtet: Wenn eine Klasse C der `rdfs:domain` (Definitionsbereich) einer Eigenschaft (Property) P ist, dann folgt aus „A hat die Eigenschaft P “, dass A ein (Element der Klasse) C ist. (etwa, wenn der Definitionsbereich von `ist_Sohn_von` die Klasse aller männlichen Personen ist, folgt aus „(Eine Person) Eike ist Sohn von ...“, dass Eike in diesem Fall männlich sein muss).

In SiLRI/Ontobroker [5] wird F-Logic für die Verarbeitung von RDF-Metadaten über Webseiten verwendet, wobei man es sich zunutze macht, dass für Reasoning über RDF-Daten kein allgemeiner Theorembeweiser, sondern ein spezialisiertes Reasoning, wie es in F-Logic angeboten wird, benötigt wird.

Reifikation von Klassen und Aussagen, d. h. Klassen bzw. Aussagen als Objekte zu betrachten und über diese wiederum Aussagen zu machen, ist in RDF bzw. RDFS möglich, macht jedoch das Reasoning unentscheidbar:

- *Klassen als Instanzen*. Ein nützliches Mittel zur weitergehenden Modellierung auf Metadaten-Ebene ist, Klassen auch als Instanzen betrachten zu können, um Aussagen über sie machen zu können: „Pinguin“ ist eine Subklasse von „Vogel“, „Tweety“ ist eine Instanz der Klasse „Pinguin“. Der Begriff „Pinguin“ ist jedoch eine Instanz der Klasse „Tierart“, als solcher hat „Pinguin“ auch Eigenschaften, z. B. einen lateinischen Na-

men. Diese Möglichkeit macht die Logik unentscheidbar; es sind Paradoxien wie z. B. „die Menge aller Klassen, die sich nicht selbst enthalten“ formulierbar.

- *Aussagen als Instanzen.* Aussagen über Aussagen sind im Semantic Web sinnvoll, wenn unterschiedliche Datenquellen berücksichtigt werden sollen, und man etwa „Die Aussage A stammt aus einer veralteten/unzuverlässigen Quelle“ ausdrücken will. Dennoch macht diese Möglichkeit die Logik unentscheidbar; es sind Paradoxien wie z. B. „dieses Statement ist falsch“ formulierbar.

4.2 OWL: die Description-Logics-basierte Web-Ontologiessprache

Aufgrund der verschiedenen Quellen von Komplexität und Unentscheidbarkeit lag es nahe, die Ontologiesprache für das Web, die *Web Ontology Language (OWL)* ebenfalls modular zu entwerfen. Die diversen Semantic-Web-Konzepte RDF, RDFS und OWL bieten – und verlangen – aufsteigende Reasoning-Fähigkeiten, was hier bedeutet, dass diese Metadaten-Beschreibungssprachen nicht nur „einfach“ Metadaten zu Daten beschreiben, sondern dass diese in einer Form gegeben sind, die *logische Konsequenzen* hat.

Die *Web Ontology Language (OWL)* wurde dann auf Basis des Wissens über Description Logics, Frame-basierte Systeme, sowie die existierenden Konzepte des Web und Semantic Web, XML, RDF, und einer frühen Web-Ontologiessprache namens *OIL (Ontology Inference Layer)* [9] entworfen; Aspekte dieser Entwicklung sind in [10] beschrieben.

Die Grundlage für OIL und OWL bildet die Description Logic ALC_{R^+} , d. h. mit transitiven Rollen, die auch als S bezeichnet wird. Zusätzlich dürfen Rollen hierarchisch geordnet sein (z. B. $\text{hat_Sohn} \sqsubseteq \text{hat_Kind} ; H$), man kann inverse Rollen (z. B. $\text{hat_Elternteil} \sqsubseteq \text{hat_Kind}^{-1} ; I$) definieren und qualifizierte Kardinalitäten (Q) auf nicht-transitive Rollen anwenden, was dann zusammen als *SHIQ* bezeichnet wird, und noch entscheidbar (in EXPTIME) ist.

OWL Lite baut *syntaktisch* auf RDFS-Syntax auf, schränkt aber die erlaubte Nutzung, und damit die *Semantik* ein, um o.g. Paradoxien zu vermeiden und entscheidbar zu bleiben: Instanzen und Klassen werden unterschieden, Reifikation von Statements ist ebenfalls nicht erlaubt. Im einzelnen enthält OWL Lite die folgenden Konstrukte:

- Klassendefinition: atomare Klassen, Klasseneinschränkungen (über Einschränkungen von Eigenschaften) und Konjunktion;
- Gleichheit und Verschiedenheit von Dingen bzw. Klassen;
- Benutzung von XML Schema-Datentypen;

- Wertebereichseinschränkungen von Eigenschaften in Abhängigkeit von der Ausgangsklasse (`allValuesFrom`) sowie Erzwingen des Vorhandenseins einer Eigenschaft mit Wert in einem bestimmten Wertebereich (`someValuesFrom`);
- Mindest- und Maximalkardinalitäten (`minCardinality`, `maxCardinality`) mit Wert 1 (genügt um Vorhandensein und Eindeutigkeit zu fordern).
- Transitivität, Symmetrie, Eindeutigkeit und Inverse von Eigenschaften; Komplexe Eigenschaften, d. h., solche, die als funktional spezifiziert sind, eine Kardinalitätseinschränkung haben, Inverses oder Subrolle einer komplexen Rolle sind, dürfen nicht als transitiv deklariert werden.

Damit entspricht die Ausdruckskraft von OWL Lite der Description Logic $SHIF(D)$ (als Abschwächung von $SHIQ(D)$), da nur die Kardinalitäten nur 0, 1, und „beliebig“ erlaubt sind), in der Reasoning in EXPTIME möglich ist.

Die „nächste Stufe“, OWL DL, erhält die Nutzungseinschränkungen von OWL Lite aufrecht und bietet weitergehende Modellierungskonstrukte. OWL DL ist eine maximale Auswahl an Konstrukten, die noch entscheidbar ist:

- Boolesche Kombinationen (`unionOf`, `intersectionOf`, `complementOf`) von Ausdrücken bei der Spezifikation von `subClassOf` und `equivalentClass` (wobei diese jedoch in OWL Lite indirekt auch ausgedrückt werden können);
- `disjointWith`, wenn zwei Klassen keine gemeinsamen Instanzen haben;
- Beliebige Mindest- und Maximalkardinalitäten;
- Aufzählung von Klassen durch ihre Instanzen (`oneOf`), Werteinschränkungen von Eigenschaften (`hasValue`) (entsprechend *Nominals* in DL).

OWL DL entspricht der Description Logic $SHOIQ(D)$, d. h. $SHOIQ(D)$ um *Nominals* erweitert. Diese Logik ist entscheidbar, aber Reasoning ist in NEXPTIME. Ein kürzlich gefundener Entscheidungsalgorithmus zu $SHOIQ(D)$ [11] ist in dem Reasoner PELLET [12] implementiert und zeigt in den praktisch relevanten Fällen akzeptable Effizienz.

Bei *OWL Full* kommen keine neuen Konstrukte mehr hinzu, aber es sind alle syntaktischen Kombinationen von RDFS und OWL DL erlaubt, insbesondere die o. g. Möglichkeiten zur Meta-Modellierung in RDFS. OWL Full ist nicht entscheidbar und auch nicht in Prädikatenlogik erster Ordnung übersetzbare.

Regelbasiertes Reasoning zu OWL. OWL sieht weder nichtmonotone Vererbung (Default-Werte) noch Regeln (oder, formal gesehen, jegliche Konstrukte, die Variablen benötigen) im allgemeinen Sinn vor. Hybride Ansätze finden sich in der *Ontology Rule Language (ORL)* [18] sowie in der *Semantic Web Rule Language (SWRL)* [18] wieder, die Horn-Regeln

über OWL-Lite bzw. OWL-DL-Atomen definieren. Durch Hinzunahme dieser Regeln wird die Sprache unentscheidbar (u. A. lassen sich damit Role-Value-Maps ausdrücken).

5 Reasoning im Zusammenspiel des Semantic Web

Bis hierhin wurden im wesentlichen *Reasoning*-Konzepte im Kontext der *Wissensrepräsentation* als Grundlage des Semantic Web beschrieben. Das Semantic Web ist jedoch nicht nur als Wissensbasis zu sehen, sondern bezieht einen groß Teil seiner „Wirkung“ aus der Zusammenarbeit zwischen Knoten bzw. Diensten im Web – etwa ein Reisebüro mit den von Flug- und Eisenbahngesellschaften, Hotelketten und Autovermietern bereitgestellten Daten und Diensten. Im Folgenden werden einige Aspekte des *Reasoning* zum *Umgang* in dieser Umgebung beschrieben. Eine umfassende Übersicht findet man in [17]. Oft steht dabei weniger die Ableitung von Wissen im Vordergrund, als die Auswahl von auszulösenden Aktionen im Bereich von *Agenten*.

Information im Semantic Web ist oft unvollständig. Dieser Aspekt wird durch die dem Reasoning in Description Logics zugrundeliegende *Open-World*-Semantik berücksichtigt. Dennoch hilft einem die damit gewonnene Information manchmal wenig, z. B. „ja, ich habe hier eine Liste von Flugverbindungen, kann aber nicht sagen, welche die billigste Flugverbindung nach Paris ist, weil meine Liste möglicherweise unvollständig ist“. In solchen Fällen ist es notwendig, diese Informationen weiter zu bearbeiten, und bestmögliche pragmatische Schlüsse daraus zu ziehen. In vielen Fällen reicht es aus, teilweise von Open-World auf Closed-World überzugehen und die vorhandene Information als vollständig zu betrachten. In vielen (Planungs)entscheidungen bleibt einem Agenten keine andere Wahl. Die *Closed-World*-Annahme erfordert wiederum nichtmonotones Reasoning: das Finden einer weiteren Flugverbindung kann den vorherigen Schluss, welche die billigste ist, unzutreffend machen.

Im Web und im Semantic Web wird man immer auch sich gegenseitig widersprechende Aussagen finden. *Parakonsistente Logiken* reagieren auf solche Widersprüche tolerant. *Mehrwertige Logiken* verwenden Wahrheitswerte „wahr“, „falsch“, als „wahr und falsch bekannt“ sowie „weder als wahr noch als falsch bekannt“. In *Annotierten Logiken* wird jede Aussage mit einem Zuverlässigkeitssfaktor bewertet; entsprechend werden abgeleitete Konsequenzen auch mit einem solchen belegt; hierzu zählen auch *Fuzzy-Logiken*, bei denen es beliebige Wahrheitswerte zwischen „wahr“ und „falsch“ gibt. Probabilistische Ansätze sind hier ebenfalls vertreten.

Sowohl unvollständiges Wissen als auch inkonsistente Informationen kann man mit *epistemischen, (modalen) Logiken des Wissens und des Glaubens* angehen. Im Falle unvollständigen Wissens genügt es, sich darüber klar zu werden, was man selbst in dieser Situation zu glauben bereit ist, z. B. „wenn ich keine weiteren Flugverbindungen habe, glaube ich, dass diese die billigste ist“, und dabei auch gleich Schlüsse bezüglich „normalerweise“ einbeziehen („ich weiß, dass Tweety ein Vogel ist, deshalb glaube ich, dass er fliegt, deshalb mache ich ein Dach auf den Käfig“). Widersprüchliche Informationen können mit diesem Ansatz ebenfalls verarbeitet werden, indem man jedes Statement mit „Quelle X glaubt/weiss, dass Aussage Y gilt“ umschreibt und daraus eigenes Glauben und Wissen ableitet. Hierbei kann das Bekanntwerden neuer Informationen dazu führen, die eigenen Ansichten revidieren zu müssen. Strategien hierzu wurden im Bereich der Künstlichen Intelligenz und Agentensysteme unter dem Stichwort „Belief Revision“ untersucht.

Will man das Semantic Web schlussendlich zum Leben erwecken, muss man auf dieser Ebene auch Verhalten spezifizieren. Ein beliebtes Mittel hierfür sind *Regelsprachen*, oft als *reaktive Regeln* dem *ECA-Paradigma (Event-Condition-Action)* folgend: wenn ein bestimmtes Ereignis eintritt, dann prüfe ob eine Bedingung erfüllt ist und tue ggf. etwas. Im Umfeld von Web Services werden hierzu im Rahmen *Semantic Web Services Initiative* und -*Language (SWSI und SWSL)* sowie *Web Services Modeling Ontology [18]* und -*Language (WSMO und WSML) [18]* untersucht, die beide u. A. auf F-Logic basieren. Die *Business Process Execution Language (BPEL) [18]* hat ebenfalls dieses Ziel.

Fazit: Anwendungen von OWL und OWL-Reasoning

Mit OWL liegt damit eine Sprache vor, die einerseits an die Grenzen der Ausdrucks Kraft noch entscheidbarer Modelle geht, andererseits jedoch für den Benutzer (insbesondere unter Benutzung von Ontologie-Editoren und weiteren Werkzeugen) ohne tiefe Kenntnisse der theoretischen Hintergründe nutzbar ist. Semantic Web-Anwendungen können derzeit z. B. mit dem JENA-Framework [13] implementiert werden, das als Reasoning-Komponente die Systeme FACT [8], RACER [7], und PELLET [12] nutzt.

Im Rahmen der Semantic Web-Schichtenarchitektur² ist dies nach XML und RDF erst die dritte und der Einstieg in die vierte Schicht. Weitere Reasoning-Funktionalität wird in den oberen Schichten verwendet werden.

² Siehe dazu den Beitrag von Blumauer u. Pellegrini in diesem Band.

Acknowledgement

This research has been supported by the European Commission within the 6th Framework Programme project REWERSE, number 506779 (cf. <http://www.rewerse.net>).

Literatur

1. G. Antoniou, E. Franconi, and F. van Harmelen. Introduction to semantic web ontology languages. In *Reasoning Web*, First International Summer School. Springer LNCS 3564, 2005.
2. F. Baader, D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi, and P. Patel-Schneider, editors. *The Description Logic Handbook*. Cambridge University Press, 2003.
3. R. J. Brachman and J. G. Schmolze. An overview of the KL-ONE knowledge representation system. *Cognitive Science*, 9(2):171–216, 1985.
4. M. D'Agostino, D. Gabbay, R. Hähnle, and J. Posegga, editors. *Handbook of Tableau Methods*. Kluwer Academic Publishers, 1999.
5. S. Decker, D. Brickley, J. Saarela, and J. Angele. A Query Service for RDF. *QL'98 - The Query Languages Workshop*, 1998.
6. D. Gabbay, C. J. Hogger, and J. A. Robinson. *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming*. Oxford Science Publ., 1994.
7. V. Haarslev and R. Möller. Racer system description. In *Int. Joint Conf. on Automated Reasoning (IJCAR)*. Springer LNCS 2083, 2001.
<http://www.racer-systems.com>.
8. I. Horrocks. Using an expressive description logic: Fact or Fiction? In *Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR)*, pages 636–647, 1998.
<http://www.ca.man.ac.uk/~horrocks/FaCT>.
9. I. Horrocks, D. Fensel, J. Broekstra, S. Decker, M. Erdmann, C. Goble, F. van Harmelen, M. Klein, S. Staab, R. Studer, and E. Motta. The ontology inference layer OIL, 2000. Available at <http://www.ontoknowledge.org/oil>.
10. I. Horrocks, P. Patel-Schneider, and F. van Harmelen. From SHIQ and RDF to OWL: The making of a web ontology language. *Journal of Web Semantics*, 1(1):7–26, 2004.
11. I. Horrocks and U. Sattler. A tableau decision procedure for SHOIQ(D). In *Intl. Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2005.
12. Maryland Information and Network Dynamics Lab. Pellet: An OWL DL reasoner.
<http://www.mindswap.org/2003/pellet>.
13. Jena: A Java Framework for Semantic Web Applications.
<http://jena.sourceforge.net>.
14. M. Kifer and G. Lausen. F-Logic: A higher-order language for reasoning about objects, inheritance and scheme. In *ACM Intl. Conference on Management of Data (SIGMOD)*, pages 134–146, 1989.
15. M. Minsky. A framework for representing knowledge. In J. Haugeland, editor, *Mind Design*. MIT Press, 1981.
16. M. Schmidt-Schauss and G. Smolka. Attributive concept descriptions with complements. *Artificial Intelligence*, 48(1):1–26, 1991.

17. A. Sheth, C. Ramakrishnan, and C. Thomas. Semantics for the semantic web: The implicit, the formal and the powerful. *J. on Semantic Web and Information Systems*, 1(1):1–18, 2005.
18. Zu den genannten Sprachvorschlägen findet man die aktuellsten Referenzen im Web am besten mit Google. <http://www.google.de>.

Semantische Beschreibung von Web Services

Axel Polleres¹, Holger Lausen¹ und Rubén Lara²

¹ Digital Enterprise Research Institute (DERI) Innsbruck, Austria and Galway, Ireland;
{firstname.lastname}@deri.org

² Tecnologia, Informacion y Finanzas (TIF), Madrid, Spanien;
rlara@afi.es

Zusammenfassung: In diesem Kapitel werden Anwendungsbereiche und Ansätze für die semantische Beschreibung von Web Services behandelt. Bestehende Web Service Technologien leisten einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung verteilter Anwendungen dadurch, dass weithin akzeptierte Standards vorliegen, die die Kommunikation zwischen Anwendungen bestimmen und womit deren Kombination zu komplexeren Einheiten ermöglicht wird. Automatisierte Mechanismen zum Auffinden geeigneter Web Services und deren Komposition dagegen werden von bestehenden Technologien in vergleichsweise geringem Maß unterstützt. Ähnlich wie bei der Annotation statischer Daten im „Semantic Web“ setzen Forschung und Industrie große Hoffnungen in die semantische Beschreibung von Web Services zur weitgehenden Automatisierung dieser Aufgaben.

1 Einführung und Terminologie

Web Services und Service-orientierte Architekturen sind neue Technologien mit dem Ziel, Softwarekomponenten und Geschäftsanwendungen innerhalb von Unternehmen sowie auch über Unternehmensgrenzen hinweg über einheitliche Schnittstellen zugänglich zu machen, und damit die einfache Entwicklung verteilter Anwendungen und die Integration bestehender Softwarelösungen zu ermöglichen. Damit haben wir bereits die beiden wichtigsten Anwendungsbereiche von Web Service Technologien umrissen:

- *Integration bestehender Anwendungen (Enterprise Application Integration):* Die Integration bestehender Anwendungen, welche oft schon seit Jahren verlässlich im Einsatz sind, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Entwicklung von Lösungen zur Anwendungsintegration anstatt kostspieliger Neuentwicklung macht heute einen großen und stetig wachsenden Anteil im Bereich der Informationstechnologie aus.

- *Elektronischer Handel (eCommerce)*: Mit existierenden Web Schnittstellen, die diverse Anbieter ihren Kunden zur Verfügung stellen, befinden wir uns erst am Anfang der Möglichkeiten eines wachsenden Wirtschaftsfaktors. Online-Händler und -Marktplätze können durch die Nutzung von Web Service Technologien entscheidend von den neuen und engeren Integrationsmöglichkeiten ihrer angebotenen Dienste im Netz über einheitliche Softwareschnittstellen profitieren.

Während Web Services nun einerseits eine technische Grundlage für diese Anwendungen bieten, kann andererseits die semantische Beschreibung entscheidend zur weiteren Automatisierung in der Verwendung beitragen.

Wir geben im Folgenden nach einer grundsätzlichen Klärung der verwendeten Terminologie einen Überblick über die wichtigsten bestehenden Standards im Bereich Web Services und deren Vorläufer. Anschließend widmen wir uns im Rest des Kapitels den Vorteilen der semantischen Beschreibung von Web Services und präsentieren konkrete vorgeschlagene Ansätze.

Der englische Begriff „Service“ ist in seiner Bedeutung überladen [36]. In der Geschäftswelt beispielsweise steht „Service“ für eine Dienstleistung, das heißt eine Geschäftsaktivität, die einen bestimmten Wert für den Kunden hat [8]. In der Informatik wird der Begriff „Service“ hingegen oft synonym zum Begriff „Web Service“ gesehen, das heißt ein über das Internet abrufbarer elektronischer Dienst in Form einer Softwarekomponente.

Im diesem Kapitel gebrauchen wir diese Begriffe wie folgt:

- *Service*. Ein Service wird von Preist [36] als die Bereitstellung eines Wertes in Form eines Produkts oder einer Dienstleistung verstanden. Nehmen wir zum Beispiel einen Flug von Madrid nach Innsbruck. Im Sinne unserer Definition ist mit Service hier der tatsächliche Transport gemeint. Die Bereitstellung des Service bzw. der Abschluss eines Vertrages ist hier nur bedingt vom Kommunikationsweg abhängig: Um ein Ticket zu erhalten kann gleichermaßen Telefon, Reisebüro oder Website benutzt werden.
- *Web Service*. Web Services werden von Preist [36] als Softwarekomponenten definiert, welche unter Verwendung von Web Service Standards abrufbar sind. Unserem Beispiel folgend, können wir hierin etwa eine Softwarekomponente verstehen, welche die Flugbuchung ermöglicht. Ein Web Service ist also ein Hilfsmittel um ein „Service“ in Anspruch zu nehmen, bzw. einen Vertrag über dessen Inhalt abzuschließen.
- *Service-Orientierte Architektur (SOA)*. Ein weiterer oft im Zusammenhang mit Web Services genannter Begriff ist die sogenannte Service-Orientierte Architektur. Der Begriff „Service“ wird im Zusammenhang mit Service-Orientierten Architekturen oft synonym mit „Web Service“ verwendet. Allerdings ist ein Service in einer SOA nicht notwendigerweise ein Web Service im engeren Sinn, sondern bezeichnet generell

Softwarekomponenten, die über ein beliebiges Protokoll verfügbar sind. Plattform- und Programmiersprachenunabhängigkeit sind keine notwendigen Kriterien.

2 Vorläufer der Web Service Technologie

Das Bestreben nach der Entwicklung von Standards zur Erleichterung der Erstellung verteilter Anwendungen ist in der Informatik nicht neu. Technologien, die eine Abstraktionsschicht zum eigentlichen Kommunikationsmedium bieten, werden im Allgemeinen als „Middleware“ bezeichnet.

Zahlreiche Bemühungen zur Einführung standardisierter Middlewarelösungen in der Vergangenheit sind indes entweder gänzlich gescheitert oder blieben zumindest in ihrer Anwendung auf unternehmensinterne Lösungen beschränkt, da keine herstellerübergreifende Einigung zur Standardisierung erfolgte. Die erste Technologie zum Aufruf von Prozeduren in verteilten Systemen mit weiterer Verbreitung stellen Remote Procedure Calls (RPC) dar, zu Beginn der 80er Jahre von Birell und Nelson [13] eingeführt. Zusammen mit einer einheitlichen Interface-Beschreibungssprache (IDL) bietet RPC einen plattform- und programmiersprachenunabhängigen Mechanismus zur Einbettung verteilter Prozeduraufrufe in Applikationen. Die in realen Anwendungen gestellten Anforderungen und weite Akzeptanz des objektorientierten Paradigmas führten zu zahlreichen Erweiterungen von RPC, wie Transactional RPC, Object Brokers und Remote Method Invocation (RMI), Transaction Processing (TP) Monitors, sowie Message-orientierter Middleware.

Umfassende Middleware-Architekturen wie CORBA – zu Beginn der 90er Jahre von der Object Management Group (OMG) eingeführt – erlaubten bereits dynamische Selektion und Bindung von Services, erfuhren jedoch nicht den gewünschten Verbreitungsgrad und die Akzeptanz, um das eigentliche Ziel einer einheitlichen Middleware-Plattform zu erreichen: Effektive, einfache Kommunikation verteilter Softwarekomponenten zur Lösung des Integrationsproblems innerhalb einer Organisation einerseits und über Organisationsgrenzen hinweg.

Die Technologien, die heute unter dem Begriff Web Services zusammengefasst werden, haben einige Vorteile gegenüber ihren Vorgängern, welche den Erfolg dieser Technologien zumindest wahrscheinlicher machen:

- Die Kommunikation zwischen Web Services erfolgt über weit verbreitete und unterstützte Protokolle wie HTTP.
- SOAP bietet ein Protokoll zum Austausch von Nachrichten zwischen Web Services, wobei XML als einheitliches Datenformat verwendet

wird, was erheblich zur Erleichterung der syntaktischen Interoperabilität von Web Services beiträgt.

- Ähnlich wie schon für RPC und CORBA existiert mit WSDL eine Interface-Beschreibungssprache zur Beschreibung von Operationen und Nachrichten, die vermehrt Akzeptanz findet.
- Im Gegensatz zu einer umfassenden, komplexen Infrastruktur, welche alle Probleme des Zusammenspiels verteilter Applikationen auf einmal in Angriff nimmt, besteht der „Web Services Technology Stack“ aus einer modularen Familie von Standards, die jeweils Teilprobleme in Angriff nehmen.
- Im Unterschied zu Vorgängertechnologien scheinen sich die „Global Players“ großteils einig geworden zu sein, dass die Lösung von Interoperabilitätsproblemen nicht in Dutzenden proprietären Ansätzen zu finden ist, und man arbeitet an gemeinsamen Standard-Empfehlungen.

Einen ausgezeichneten Überblick über Vorläufertechnologien sowie den jetzigen Stand „syntaktischer“¹ Web Service Standards bieten beispielsweise Alonso et al. [4].

3 Web Service Technologien im Detail

Web Service Standards im engeren Sinne bauen auf vier Hauptkomponenten auf:

- Ein vereinbartes *Transportprotokoll*.
- Ein plattformunabhängiges *Format zur Beschreibung von Nachrichten* und deren Inhalt.
- Eine *Sprache zur Interface-Beschreibung*, die beschreibt, welche Operationen mit welchen Nachrichten ein Service zur Verfügung stellt.
- *Ein Verzeichnis* um verfügbare Services zu publizieren und zu finden.

Die erste Komponente kann im Prinzip durch jedes der verbreiteten Transportprotokolle wie beispielsweise SMTP oder FTP realisiert werden. Das populärste Protokoll im Kontext von Web Services ist HTTP. HTTP hat den Vorteil, dass es zum einen die Nutzung bestehender Infrastruktur erlaubt und zum anderen auch durch vorhandenes Know-how seitens der potenziellen Nutzer aufgebaut werden kann.

Die zweite Komponente wird durch SOAP [42] realisiert. SOAP ist eine Spezifikation zur Vereinheitlichung der Übertragung von XML-codierten Nachrichten. Außerdem spezifiziert SOAP die Bindung an HTTP

¹ Wir sprechen hier von „syntaktischen“ Standards, da diese Technologien noch nicht die semantische Annotation von Services behandeln.

als unterliegendes Kommunikationsprotokoll zwischen zwei adressierbaren Service-Partnern („Endpoints“). Kommunikation via SOAP über HTTP stellt in gewisser Hinsicht eine Lösung bestehender Probleme mit Ansätzen wie RMI und CORBA dar, welche eine enge Koppelung zwischen einzelnen Komponenten festlegen und außerdem für eine offene „Web Infrastruktur“ nicht geeignet sind: Firewalls blockieren in aller Regel die zu Grunde liegenden proprietären Protokolle.

Als dritte Komponente dient die Web Service Description Language (WSDL) [14] zur XML-basierten Beschreibung der Benutzerschnittstelle, welche ein Web Service zur Verfügung stellt. WSDL erlaubt eine getrennte Beschreibung der abstrakten Funktionalität eines Service und den Details, wie auf das Service zugegriffen werden kann. Einerseits werden die Operationen eines Service mit ihren Eingabe- und Ausgabeparametern beschrieben, andererseits kann unabhängig davon beschrieben werden, über welche Adressen („Endpoints“) das Service aufrufbar ist und welche Transportprotokolle benutzt werden.

Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) [12] stellt als Verzeichnistechnologie die Schnittstelle zum Auffinden existierender Web Services die vierte Hauptkomponente Web-Service-basierter Middleware-Lösungen dar. UDDI bietet eine Schnittstelle, über die Geschäftspartner und extern angebotene Services dynamisch gefunden werden können. Ein UDDI Server ist selbst über eine Web Service Schnittstelle via SOAP zugänglich und bietet Operationen zum Publizieren und Suchen registrierter Services. Die Beschreibung eines Service wiederum kann einen Link zu einer bestehenden WSDL Beschreibung beinhalten. Dennoch sind die Möglichkeiten von UDDI als Verzeichnis zur dynamischen Einbindung bestehender Web Services in verteilte Anwendungen beschränkt. Mit WSDL Beschreibungen stehen Information in maschinenlesbarer Form zur Verfügung, jedoch beschreiben diese das Service nur syntaktisch und nicht semantisch. Somit ist zwar das Interface aber nicht die tatsächlich angebotene Funktionalität maschinenlesbar. UDDI ist auf Stichwortsuche in natürlichsprachlichen Beschreibungen der Web Services beschränkt. Die Idee, Beschreibungen mit Semantic Web Technologien zu erweitern, welche es erlauben unter Verwendung von Ontologien formal auszudrücken, was ein Web Service leisten kann, liegt nahe.

Eine Reihe weiterer Standards und Empfehlungen komplettieren die derzeit unter dem Begriff „Web Services“ zusammengefassten Technologien. Die bisher beschriebenen Komponenten erlauben lediglich die Beschreibung von Services, die simplen Interaktionsmustern folgen: WSDL-Beschreibungen sind auf Mengen einfacher Eingabe-/Ausgabe Operationen beschränkt. Allerdings sind Geschäfts-Prozesse oft komplex und erfordern die Beschreibung komplizierterer Interaktionsmuster.

Die Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS) [6] erlaubt aufbauend auf WSDL die Beschreibung solcher Geschäftsprozesse und damit auch die Beschreibung ausführbarer Kombinationen verschiedener Web Service Aufrufe. BPEL stellt eine XML-basierte Sprache zur Beschreibung und Ausführung von Prozessen dar, welche WSDL Operationen als Einzelaktivitäten betrachten. Der beschriebene Gesamtprozess kann wiederum als eigenständiger Web Service verfügbar gemacht werden.

Weitere Standards zur Lösung der Problemstellungen rund um Web Services, oft unter der gemeinsamen Bezeichnung „WS-*“ Standards firmierend, werden derzeit vom W3C² und anderen Konsortien e. g. OASIS³ entwickelt. Ohne auf alle diese erschöpfend eingehend zu wollen, seien einige erwähnt:

- WS-Security [31] ist ein Standard zur Erweiterung von SOAP Nachrichten um Security-Informationen.
- WS-Policy [9] ist ein Beschreibungsformalismus für von einem Web Service unterstützte oder geforderte Richtlinien bezüglich Sicherheit, Sprache, etc.
- WS-PolicyAttachment [10] erlaubt WS-Policy Zusicherungen in WSDL zu verlinken.
- WS-Trust [5] erlaubt die Einrichtung und Verifizierung von Trust Beziehungen zwischen Geschäftspartnern.

4 Semantische Servicebeschreibung

Aktuelle Beschreibungsstandards für Web Services haben einen entscheidenden Nachteil: Sie beschränken sich auf die überwiegend syntaktische Beschreibung *wie* Web Services aufzurufen sind, anstatt die maschinenverständliche Formalisierung davon, *was* das Service leistet, zu ermöglichen. Wir sehen uns bei der Suche nach geeigneten Web Services ähnlichen Hürden gegenüber wie beim Filtern der unüberschaubaren Menge an Daten im „statischen“ Web. Beschreibungen mittels Technologien des Semantic Web sind auch hier die Hoffnungsträger.

Die Anwendungsszenarien für semantische Beschreibungen von Web Service Technologien entsprechen grundsätzlich denen normaler Web Service Technologien, mit dem Unterschied, dass die Verwendung von Ontologien und semantischer Beschreibungen von Services genauso wie bei der Annotation statischer Daten einen höheren Grad der Automatisierung verspricht.

² <http://www.w3.org/>

³ <http://www.oasis.org/>

Die semantische Beschreibung von Services in einer Art und Weise, welche tatsächlich die *automatisierte* Benutzung und Wiederverwendbarkeit von Web Services ermöglicht, ist kein einfaches Unterfangen und wir stehen auf diesem Gebiet erst am Anfang. Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, welche Strategie letztendlich der Technologie zum Durchbruch verhelfen wird, und wir beschränken uns hier auf die Vorstellung und den Vergleich der existierenden Ansätze.

Die Bereitstellung einer einheitlichen Kommunikationsinfrastruktur zwischen Web Services eröffnet neue Möglichkeiten: Wie der menschliche Entwickler sollen Maschinen selbst geeignete Web Services dynamisch finden und aufrufen können um eine gestellte Aufgabe zu lösen. Die Entwicklung konzentriert sich hier auf die Standardisierung der semantischen Beschreibung, d. h. was ein Service leistet, um diese dynamischen Arbeitsschritte automatisierbar zu machen. Im Rahmen dieses Buches können wir keine erschöpfende Aufzählung aller hierfür zu lösenden Problemstellungen und damit verbundenen Optimierungsmöglichkeiten geben, jedoch stellen wir jene vor, bei denen von semantischer Technologie das größte Potenzial erwartet wird:

- *Discovery.* Bevor ein Web Service in einer verteilten Anwendung genutzt werden kann, muss dieser dem Entwickler, bzw. im automatisierten Fall dem Softwaresystem bekannt sein. Derzeitige Technologien (z. B. UDDI) unterstützen diesen Arbeitsschritt lediglich mittels Stichwortsuche und standardisiertem Vokabular wie UNSPC⁴. Semantische Annotation ermöglicht die Beschreibung von Services mittels dezentraler Ontologien, die über logische Axiome verbunden sind, mittels welcher Inferenzmaschinen berechnen können, welche Services zu einer bestimmten Anfrage passen.
- *Negotiation.* Ist ein geeignetes Web Service gefunden, das zur Lösung des gestellten Problems verwendet werden kann, geht es daran aus der Menge der möglichen Dienste, die dieser Web Service bereitstellt, eine konkrete Serviceinstanz zu bilden. Dies heißt z. B. verschiedene Transport- oder Zahlungsmodalitäten auszuhandeln.
- *Composition.* Im Falle, dass eine Anfrage nicht direkt von einem verfügbaren Web Service bearbeitet werden kann, ermöglichen semantische Beschreibungen die Kombination von mehreren Web Services.
- *Invocation.* Ist ein Service oder eine Kombination von Services gefunden und ausgewählt, kann diese/s ausgeführt werden. Dazu müssen die Information aus den Wissensdatenbanken (z. B. Eingabewerte, die in der semantischen Anfragebeschreibung enthalten sind) auf die von dem jeweiligen Kommunikationsprotokoll geforderten Formate angepasst werden.

⁴ United Nations Standard Products and Services Code <http://www.unspsc.org/>

5 Ein konkretes Anwendungszenario

Um die Anwendung von Semantic Web Technologien im Bereich Web Services zu illustrieren, wählen wir einen Anwendungsfall aus dem europäischen Forschungsprojekt SWWS⁵, eines der ersten Forschungsprojekte in Europa mit dediziertem Fokus auf Semantische Web Services. Der vorgestellte Anwendungsfall [18] wurde mit den im Projekt erarbeiteten Technologien gelöst.

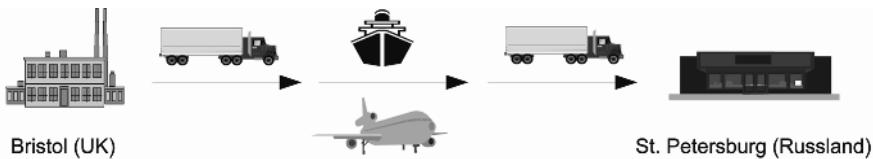


Abb. 1. Anwendungsfall Semantischer Web Services im Logistik Bereich

In diesem Szenario geht es um die Durchführung von Warentransporten. Der Transport könnte zwar vollständig von einem externen Dienstleister abgewickelt werden, dies ist jedoch wesentlich teurer als die Summe der Einzeldienstleistungen. Abbildung 1 zeigt die einzelnen Abschnitte eines Warentransports. Um eine Ware von Bristol (England) bis St. Petersburg (Russland) zu versenden, muss diese zuerst auf dem Landweg zum nächsten Umschlagplatz gebracht werden, von dort dann alternativ mit dem Flugzeug oder Schiff aufs europäische Festland und schließlich wieder auf dem Landweg bis zum endgültigen Bestimmungsort. Jeder Teilabschnitt wird über elektronische Datenübertragung (das heißt mit Hilfe von Web Service Aufrufen) initiiert und abgewickelt. Innerhalb von SWWS wurden die entsprechenden Web Services semantisch annotiert, um den Prozessablauf während der Abwicklung einer komplexen Transportkette zu optimieren. Der Versender kontrolliert hierbei alle Teile der dynamischen Logistikkette selbst (Composition), dass heißt für jede Teilstrecke sucht er passende Serviceanbieter aus (Discovery), verhandelt mit den geeigneten Anbietern (Negotiation), wählt schließlich den am besten geeigneten aus und führt mit diesem den Transport aus (Invocation). Bei der semantischen Beschreibung geht es nun darum, geeignete Ontologien zu entwickeln, die es den einzelnen Serviceanbietern ermöglichen ihr Service entsprechend zu bewerben, das heißt z. B. eine formale Beschreibungsmethode zu definieren, die es erlaubt in maschinenlesbarer und –analysierbarer Form Sachverhalte auszudrücken wie „Web Service S_1 erlaubt die Buchung einer Schiffslieferung von London nach Helsinki, mit gegebener Gewichts- und Größenbeschränkung zu einem

⁵ Semantic Web Enabled Web Services <http://swws.semanticweb.org/>

gegebenen, *gewichtsabhängigen Tarif*“. Diese Beschreibung soll es ermöglichen, dass ein geeigneter Algorithmus Service s_i als geeignet identifiziert, einen Teilabschnitt des Transportproblems zu übernehmen, sowie die damit verbundenen Kosten zu kalkulieren und mit anderen Varianten zu vergleichen, etc.

6 Ansätze und Beschreibungsmethoden

Im folgenden geben wir einen Überblick über die drei wichtigsten derzeit vorgeschlagenen Ansätze zur semantischen Beschreibung von Web Services. Wir beschränken uns hier auf die konzeptuelle Beschreibung und verzichten auf Code-Beispiele, interessierte Leser seien hier auf die entsprechenden Spezifikationen verwiesen. Für alle drei Ansätze wird ein kurzer Überblick über Tool-Support und die Unterstützung automatisierter Discovery, Negotiation, Composition und Invocation gegeben.

6.1 OWL-S

OWL-S [28] war die erste Initiative zur Definition einer Standard-Ontologie zur semantischen Annotation von Web Services. Seit der ersten Veröffentlichung des Vorgängers im Mai 2001 unter dem Namen DAML-S bis zur aktuellen Version 1.1, welche im September 2004 von Nokia, University of Maryland, dem National Institute of Standards and Technology (NIST), Network Inference, SRI International, France Telecom, Stanford University, Toshiba, und der University of Southampton als Standardvorschlag beim W3C eingereicht wurde, hat OWL-S zahlreiche Verbesserungen und Weiterentwicklungen erfahren. Im Grunde wurden aber die Eckpfeiler der Ontologie von Anfang an aufrecht erhalten.

OWL-S baut einerseits auf bestehenden Web Service Standards auf, indem es die Anbindung an bestehende WSDL Beschreibungen erlaubt, andererseits auf Semantic Web Standards, indem bestehende OWL oder RDFS Ontologien zur Beschreibung von Services und deren Parametern genutzt werden können und OWL-S wiederum, wie der Name bereits andeutet, selbst als Ontologie in der Web Ontology Language (OWL) beschrieben ist. Diese Ontologie benutzt drei Hauptkonzepte zur Beschreibung eines Web Service:

- *Service Profile*. Das Profil beschreibt abstrakt, was ein Service tut, seine Funktionalität und andere nicht-funktionale Aspekte, die zur Auffindung des Service nützlich sein können. Ein Profil hat Attribute zur Beschreibung von Eingabe- und Ausgabeparametern als OWL Konzepte, sowie von Vorbedingungen und Effekten, welche als logische Ausdrücke in einem bestimmten Wissensrepräsentationsformalismus beschrieben

werden können. Desweiteren erlaubt OWL-S die Zuordnung zu einer bestimmten Kategorie (*serviceCategory*), wodurch eine externe Taxonomie von Service Profilen referenziert werden kann. Daneben existieren nichtfunktionale Attribute zur Beschreibung des Serviceanbieters und zur Servicequalität.

- *Service Modell.* Das Service Modell beschreibt, wie ein Service seine Funktionalität erreicht, konkret erlaubt das OWL-S Service Modell die Beschreibung eines Service als Prozess. Dazu unterscheidet OWL zwischen *atomicProcess* (atomares Service), *compositeProcess* (Prozesskomposition) und *simpleProcess* (simpler Prozess). *AtomicProcesses* erlauben wie schon das Service Profile die Beschreibung von Eingabe- und Ausgabeparametern, Vorbedingungen, Effekten, sowie bedingten Ausgaben. *CompositeProcesses* erlauben es, einzelne Aktivitäten, die wiederum durch OWL-S *simpleProcesses* oder *atomicProcesses* beschrieben werden können, mit Konstrukten sehr ähnlich denen in BPEL4WS in einem Workflow zu kombinieren. Ein *simpleProcess* stellt eine abstrakte Sicht auf einen *compositeProcess* dar. Damit bietet OWL-S ein vollständiges Modell zur Beschreibung von Servicekompositionen.
- *Service Grounding.* Das Grounding beschreibt, wie ein Service benutzt und aufgerufen werden kann. Obwohl sich OWL-S nicht auf die Beschreibung von Web Services mit einer vorhandenen WSDL Beschreibung festlegt, ist die Anbindung an eine WSDL-Beschreibung derzeit die einzige definierte Methode.

Die formale Beschreibung von Bedingungen und Effekten in OWL-S Profilen und Modellen ist in verschiedenen Wissensrepräsentationssprachen möglich. Konkret werden SWRL [20], KIF [1] oder DRS [29] vorgeschlagen. Die Kombination dieser Formalismen mit den OWL zu Grunde liegenden Beschreibungslogiken [7] hingegen ist noch nicht vollständig geklärt. Ansätze zur Nutzung von OWL-S Beschreibungen in konkreten Implementierungen beschränken sich meist auf Subsumptions-Abfragen von Ein- und Ausgabeparametern im Service Profil basierend auf Inferenzmaschinen für Beschreibungslogiken. Uns sind keine Tools oder Implementierungen bekannt, die mit vollen SWRL, KIF oder DRS Beschreibungen arbeiten.

OWL-S ist mehr eine Meta-Ontologie für Web Services in OWL denn eine eigenständige Beschreibungssprache. OWL-S ist somit zwar eine OWL Ontologie, dennoch beinhalten vollständige OWL-S Beschreibungen weit mehr an semantischer Information, als durch die eigentliche Semantik der OWL zu Grunde liegenden Beschreibungslogik ausgedrückt wird. Dies wurde auch vom OWL-S Konsortium selbst erkannt und es wurde einerseits versucht die Semantik von OWL-S Modellen formal zu beschreiben [32] andererseits arbeitet man derzeit an einer eigenen abstrakten Syntax

für OWL-S Beschreibungen von Services, die nicht an das enge Korsett von OWL gebunden ist. Das Semantic Web Services Framework (SWSF) [11], eine Initiative, welche in gewissem Sinne als Nachfolger von OWL-S gesehen werden kann, versucht alternativ dazu eine völlig eigenständige Definition der Semantik der OWLS Konzepte in einer Ontologie, die nicht in OWL sondern direkt in Prädikatenlogik erster Stufe formalisiert ist. Da SWSF allerdings bislang eher von rein theoretischer Bedeutung ist und noch keinerlei Implementierungen basierend auf SWSF existieren, werden wir diesen Ansatz hier nicht gesondert behandeln.

- *Discovery*. Das Element in OWL-S zur Bewerbung von Web Services in Verzeichnissen und deren Auffindung ist das Service Profil. Vorschläge zur Einbettung von OWL-S Profilbeschreibungen in UDDI existieren in der Literatur [40]. Um die semantischen Beschreibungen tatsächlich nutzen zu können muss die derzeit relativ einfache Abfrageschnittstelle von UDDI mit einer Inferenzmaschine erweitert werden.
- *Negotiation*. Um ausreichende Information für das Abschließen eines „Servicevertrags“ zu beschreiben bietet OWL-S die nichtfunktionalen Attribute im Service Profil. Kombinationen mit Standards wie WS-Policy etc. werden in der derzeitigen Version nicht beschrieben.
- *Composition*. Es existieren Vorschläge um Semantische Discovery in OWL mit Planungsansätzen aus der Künstlichen Intelligenz [39, 27] zu kombinieren. Diese Planer nutzen aufgrund der Problemkomplexität allerdings oft nicht die gesamte Ausdrucksstärke des OWL-S Prozessmodells.
- *Invocation*. Das Element in OWL-S zur Beschreibung des Aufrufs eines Service ist das Service Grounding. Konkret erlaubt das Grounding die Anbindung von atomaren Prozessen aus dem Service Modell an WSDL Operationen, wobei einzelne Eingabe- und Ausgabeparameter an WSDL Eingabe- und Ausgabenachrichten gebunden werden.
- *Tool Support*. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hier einige Implementierungen basierend auf OWL-S genannt: Der OWL-S Matchmaker [34] ist ein System für Service Discovery, welches auch in UDDI integriert wurde. Mindswaps OWL-S API [38] stellt eine Java Schnittstelle für OWL-S Beschreibungen zur Verfügung. Das API erlaubt das Parsen, Serialisieren und die Ausführung von OWL-S Services. Der OWL-S Editor [17] ist ein Plug-in für den Ontologie Editor Protégé und erlaubt das graphische Editieren von OWL-S Beschreibungen.

6.2 WSMO

Die Web Service Modeling Ontology (WSMO) [16] – im April 2005 als Standardvorschlag beim W3C eingereicht – ist einerseits konzeptuelles

Modell für die semantische Servicebeschreibung, und bietet andererseits eine vollständige Beschreibungssprache, WSM, zur Annotation von Web Services. Die WSMO Arbeitsgruppe wurde Anfang 2004 gegründet und ist eine vorwiegend europäische Initiative der EU-Projekte SEKT⁶, DIP⁷ und KnowledgeWeb⁸.

WSMO verfolgt im Prinzip ähnliche Grundsätze wie OWL-S allerdings mit einem etwas anderen Fokus. Wie bei OWL-S sind Ontologien ein wichtiges Element. Allerdings ist WSMO nicht selbst als OWL Ontologie, sondern in einem Meta-Datenmodell – der MOF (Meta-Object Facility) Methodologie [2] folgend – formalisiert. Dieses Metamodell kann in verschiedenen Wissensrepräsentationssprachen ausgedrückt werden.

WSMO folgt dem Grundprinzip der strikten Entkoppelung von Entitäten, das heißt Servicebeschreibungen, Ontologien und Benutzeranfragen sind unabhängige Entitäten im Web, welche mittels Mediatoren miteinander in Beziehung gesetzt werden. Demzufolge unterscheidet WSMO vier zur Beschreibung von Web Services relevante Hauptelemente:

- *Ontologien* definieren das Vokabular um alle anderen Elemente wie Services und Anfragen zu beschreiben. Ontologien werden in WSM (Web Service Modeling Language), einer Sprache, die speziell für WSMO entwickelt wurde, formalisiert. WSM subsumiert die Ausdrucksstärke von OWL, folgt allerdings eher einem Frame-basierten Ansatz. Zugrunde liegende logische Formalismen zur Beschreibung von Axiomen und Regeln in Ontologien basieren im Gegensatz zu OWL nicht auf Beschreibungslogiken, sondern auf Frame-Logik [24] und Logischer Programmierung [26].
- *Web Services* werden in WSMO aus drei verschiedenen Perspektiven beschrieben: Nichtfunktionale Aspekte (Nonfunctional Properties), funktionale Aspekte (Capability), und dynamische Aspekte (Interfaces), das heißt das Verhalten des Web Service. Capabilities erlauben es, ähnlich wie in OWL-S, Vorbedingungen, Annahmen, Nachbedingungen und Effekte mittels logischer Ausdrücke zu spezifizieren. Bei der Interfacebeschreibung unterscheidet WSMO zwischen Choreography Interface, das heißt der Schnittstelle zum Benutzer und Orchestration Interface, das heißt, welche Services und Goals ein Web Service aufruft. Im weitesten Sinne kann man Choreography und Orchestration Interfaces mit dem OWL-S Prozessmodell vergleichen. Ähnlich dazu erlaubt WSMO die Anbindung an bestehende WSDL Beschreibungen über einen Grounding-Mechanismus.

⁶ <http://www.sekt-project.com/>

⁷ <http://dip.semanticweb.org>

⁸ <http://knowledgeweb.semanticweb.org/>

- *Goals* spezifizieren Anfragen, das heißt die benötigte Funktionalität aus der Benutzerperspektive. Goals stellen ein konzeptuelles Spiegelbild von Servicebeschreibungen dar. Die Entkopplung von Goal- und Servicebeschreibungen als eigene Entitäten (**goal-driven approach**) ist ein entscheidender Unterschied zu OWL-S.
- *Meditatoren* beschreiben Elemente zur Überwindung von Heterogenitäten zwischen verschiedenen Komponenten. Mediatoren lösen Inkompatibilitäten auf verschiedenen Ebenen:
 - Datenebene – Mediatoren definieren Regeln zur Auflösung von statischen Terminologiekonflikten [37].
 - Prozessebene – Mediatoren lösen Konflikte aufgrund von unterschiedlichen Interaktionsmustern durch Web Services beschriebener Prozesse [15].
- Mediatoren in WSMO können die verschiedenen anderen Elemente (Ontologien, Web Services und Goals) verbinden, demzufolge unterscheidet man zwischen *OOMediator*, *WWMediator*, *WGMediator* und *GGMediator*, wobei ersterer ein reiner Datenmediator ist und die anderen drei auch Prozessmediation beinhalten können.
- WSMU baut ähnlich wie OWL auf bestehenden Standards auf und bietet sowohl XML als auch RDF Serialisierung. Die formale Semantik von WSMU ist noch nicht vollständig für alle Elemente von WSMO definiert.

Discovery. Discovery in WSMO wird durch Vergleich von Goal- und Servicebeschreibungen erreicht. Ein mehrschichtiges Modell für semantische Discovery in WSMO [21] wurde zum Beispiel in einer Implementierung basierend auf Logischer Programmierung implementiert [23]. Weitere Implementierungen für Discovery Engines in WSMO existieren im COCOON-Projekt⁹ und in WSMX[22].

Negotiation. Wie in OWL-S können Policies in WSMO zu einem gewissen Grad mittels nichtfunktionaler Attribute des Web Service beschrieben werden. Abgesehen davon existieren Arbeiten zur Integration von Peer Trust Policy Regeln in WSMO [33].

Composition. Das Element in WSMO zur Beschreibung von komplexen Prozessen sind Orchestration Interfaces. Derzeit sind allerdings noch keinerlei Implementierungen in WSMO vorhanden. WSMO legt sich bisher nicht auf eine konkrete Beschreibungssprache für Servicekompositionen fest, lediglich ein konzeptionelles Modell basierend auf Abstract State Machines ist definiert.

⁹ <http://cocoон.cefriel.it/RD2/usecases/semantic-discovery-of-cop>

Invocation. Ähnlich wie in OWL-S wird inWSMO derzeit ein Grounding-Mechanismus für WSDL Beschreibungen entwickelt. Die Anbindung an WSDL erfolgt innerhalb der Choreography und Orchestration des Web Service. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass dieser Grounding-Mechanismus letztendlich von einem an WSDL-S (siehe nächster Abschnitt) angelehntem Modell ersetzt wird.

Tool Support. Derzeit existieren zwei Ausführungsumgebungen für WSMO-kompatible Web Services: (1) WSMX¹⁰, von der WSMO/L/X Arbeitsgruppe als Open Source Initiative entwickelt und (2) IRS-III [30] von der Open University in England. Ein Java API, WSMO4J¹¹, stellt Werkzeuge zum Parsen, Validieren und zur Serialisierung von WSML-Beschreibungen, sowie Unterstützung von Inferenzen durch Anbindung an verschiedene Inferenzmaschinen zur Verfügung.

6.3 WSDL-S

WSDL-S [3] wurde im November 2005 von IBM und der University of Georgia beim W3C eingereicht. Der Vorschlag stellt einen Bottom-up Ansatz basierend auf WSDL dar und ergänzt damit bestehende Web Service Interface-Beschreibungen mit semantischer Information. Dieser „leichtgewichtige“ Ansatz bietet begrenztes Potential zur Automatisierung von Prozessen (vorwiegend für einfache Interaktionsmodelle).

Die WSDL-S Philosophie ist es, soweit wie möglich auf bestehenden und akzeptierten Web Service Standards aufzusetzen um möglichst schnell Akzeptanz und Resultate vorweisen zu können. Die Eckpunkte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. WSDL-S ist direkt in bestehende Standards (WSDL) integriert.
2. Bezuglich Annotationsmechanismen legt sich WSDL-S nicht auf eine konkrete Sprache zur Wissensrepräsentation fest: Verschiedene Wissensrepräsentationsformalismen sollten für die Annotierung eines Service zugelassen werden.
3. Vorhandene Typisierungen der Serviceparameter mittels XML Schema wie derzeit von WSDL unterstützt sollen genutzt und mit der semantischen Beschreibung integriert werden.
4. Ein Mechanismus zur Umwandlung zwischen syntaktischer Typisierung mittels XML und den Konzepten einer Ontologie sollte bereitgestellt werden.

¹⁰ <http://wsmx.sourceforge.org>

¹¹ <http://wsmo4j.sourceforge.net>

WSDL-S fügt hierzu eine kleine Anzahl zusätzlicher Elemente zum bestehenden WSDL Standard hinzu. Diese Elemente erlauben es die Eingabe- und Ausgabeparameter, sowie die WSDL-Operationen an sich zu annotieren. Vor- und Nachbedingungen für Operationen beschreiben semantisch Anforderungen an den Zustand der Welt vor und nach Ausführung einer Operation, die erfüllt werden müssen beziehungsweise garantiert werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit WSDL 2.0 Port Types entsprechend einer Ontologie zu kategorisieren.

Das zweite Grundprinzip hat dazu geführt, dass die semantischen Modelle nicht direkt im WSDL abgelegt sondern lediglich referenziert werden. Hierbei werden Konzepte in bestehenden Ontologien mittels ihrer URI angegeben. WSDL-S legt dabei nicht fest wie Ontologien definiert werden.

Die Integration von XML Schema wurde insofern realisiert, als dass zwei Alternativen zur Annotation angeboten werden: Entweder können komplexe Typen oder direkt die einzelnen Unterelemente eines komplexen Typen annotiert werden.

Als Mechanismus für die Umwandlung von Informationen aus Ontologien (zum Beispiel in OWL) und deren Äquivalent in XML Schema werden Referenzen zu Übersetzungsregeln (in XSLT) genutzt.

Discovery. Die Beschreibungen von Vor- und Nachbedingungen erlaubt wie bei den anderen beschriebenen Ansätzen automatisierte Discovery. In [41] wird eine P2P-Infrastruktur präsentiert, die WSDL-S als Beschreibungsformalismus nutzt. Ähnlich zur OWL-S basierenden Discovery erfolgt auch diese auf der Grundlage von Subsumptionsbestimmungen zwischen Konzepten in einer Beschreibungslogik.

Negotiation. Als leichtgewichtiger Ansatz bietet WSDL-S keine explizite Unterstützung für Negotiation. Allerdings kann WSDL-S als Erweiterung von „purem“ WSDL evtl. einfacher als andere Ansätze mit entsprechenden Web Service Standardempfehlungen wie WS Policy kombiniert werden.

Composition. WSDL-S verfügt nicht über die Ausdruckskraft um Prozesse zu beschreiben und auch die Beschreibung komplexer Interaktionsmuster ist in der Konzeption des Ansatzes nicht vorgesehen. Allerdings können mit den gegebenen Informationen in Vor- und Nachbedingungen implizite Abfolgen von WSDL Operationen ausgedrückt werden.

Invocation. Als Erweiterung von WSDL bietet WSDL-S Unterstützung für automatische Web Service Ausführung basierend auf bestehenden Ansätzen zur Ausführung mittels WSDL beschriebener Services. Zur Integration der zusätzlichen semantischen Information ist ähnlich wie bei OWL-S ein

Mapping zwischen ontologischen Konzepten und den entsprechenden XML Schema Typen nötig.

Tool Support. Die meisten Tools stammen direkt aus dem METEOR-S Project¹². Unter anderem wurde eine Web Service Discovery Infrastruktur [41] entwickelt und ein Framework zur Annotation von Web Services [35].

Fazit und Ausblick

Wir haben in diesem Kapitel nach einer Vorstellung der wichtigsten Web Service Technologien und der Motivation des Nutzens semantischer Beschreibung von Web Services drei mögliche Ansätze vorgestellt. Obwohl wir die Ansätze und Strategien im Rahmen dieses Buches nicht erschöpfend behandeln konnten, hoffen wir dennoch einen Eindruck des enormen Potentials dieser Methoden zur Automatisierung von Aufgaben wie der Discovery, Negotiation, Composition und Invocation in Serviceorientierten Architekturen vermittelt zu haben.

Standardisierungsorganisationen haben die Wichtigkeit semantischer Annotation von Web Services zum vollen Durchbruch von Web Service Technologien erkannt. Das zeigen Initiativen wie die „Semantic Web Services Interest Group“¹³, welche Bestandteil der Web Service Aktivität des World Wide Web Konsortiums (W3C) ist, oder das jüngst von der Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS) ins Leben gerufene „Semantic Execution Environment Technical Committee“¹⁴, welches die Weiterentwicklung und Standardisierung der WSMX Technologie als Referenztechnologie für Semantische Web Services innerhalb OASIS zum Ziel hat.

Dennoch sind die Ergebnisse beziehungsweise die Reife zur industrietauglichen Standardisierung entsprechender Technologien im Moment noch nicht voll gegeben, wie etwa eine Tagung des W3C zum Thema „Frameworks for Semantics in Web Services“¹⁵ zeigte: Gründe, die hierfür angeführt werden sind (1) die noch forschungslastigen Ansätze, (2) mangelnde Industrieunterstützung für Toolentwicklung und Beteiligung an konkreten Standardisierungsvorhaben, und (3) keine erkennbare Präferenz der Web Service Community semantische Ansätze aufzugreifen. Nichtsdestotrotz liegen große Hoffnungen in der Weiterentwicklung und Konvergenz der derzeitigen Ansätze.

¹² <http://lsdis.cs.uga.edu/projects/meteor-s/>

¹³ <http://www.w3.org/2002/ws/swsig/>

¹⁴ <http://xml.coverpages.org/OASIS-SemanticEx-CFP.html>

¹⁵ <http://www.w3.org/2005/04/FSWS/workshop-report.html>

Ein weiteres Problem wird in der grundsätzlichen Inkompatibilität derzeitiger Web Service Technologien mit Semantic Web Technologien gesehen. Web Services versprechen eine global skalierbare Middlewarelösung: Solange Technologien rund um WSDL und SOAP jedoch wie derzeit weitgehend lediglich als Form von synchronem „RPC über Web Protokolle“ missverstanden wird, bewegen wir uns in einer Sackgasse. Alternative Kommunikationsparadigmen basierend auf Messageorientierter Middleware, Blackboards oder LINDA [19] könnten hier eine sinnvolle Ergänzung bieten, da diese mehr den Web-Prinzipien persistenter Publikation und asynchroner Kommunikation entsprechen. Für Details sei hier auf [25] verwiesen.

Danksagung

Die Arbeit der Autoren wird durch die Europäische Kommission im Rahmen der Projekte DIP, Knowledge Web, InfraWebs, SEKT und ASG; durch die Science Foundation Ireland im Rahmen des DERI-Lion Projektes; sowie durch FIT-IT (Forschung, Innovation, Technologie – Informati-onstechnologie) im Rahmen der Projekte RW² und TSC gefördert.

Literatur

1. KIF. knowledge interchange format: Draft proposed american national standard (dpANS). Technical Report NCITS.T2/98-004, ANSI KIF Ad Hoc Group, 1998. <http://logic.stanford.edu/kif/dpans.html>.
2. Meta-object facility. Technical report, The Object Management Group, 2004. <http://www.omg.org/technology/documents/formal/mof.htm>.
3. R. Akkiraju, J. Farrell, J. Miller, M. Nagarajan, M. T. Schmidt, A. Sheth, and K. Verma. Web Service Semantics - WSDL-S. W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/2005/10/>, Nov. 2005.
4. G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, and V. Machiraju. Web Services: Concepts, Architectures and Applications. Springer, 2004.
5. S. Anderson, J. Bohren, T. Boubez, M. Chanliau, G. Della-Libera, B. Dixon, P. Garg, M. Gudgin, P. Hallam-Baker, M. Hondo, C. Kaler, H. Lockhart, R. Martherus, H. Maruyama, A. Nadalin, N. Nagaratnam, A. Nash, R. Philpott, D. Platt, H. Prafullchandra, M. Sahu, J. Shewchuk, D. Simon, D. Srinivas, E. Waingold, D. Waite, D. Walter, and R. Zolfonoon. Web Services Trust Language (WS-Trust). Technical report, Actional, BEA, Computer Associates, IBM, Layer 7, Microsoft, Oblix, Open Network, Ping Identity, Reactivity, RSA Security, Verisign, February 2005.
6. T. Andrews, F. Curbera, H. Dholakia, Y. Goland, J. Klein, F. Leymann, K. Liu, D. Roller, D. Smith, S. Thatte, I. Trickovic, and S. Weerawarana. Business

- Process Execution Language for Web Services version 1.1. Specification, May 2003. <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpel/>.
7. F. Baader, D. Calvanese, D. L. McGuinness, D. Nardi, and P. F. Patel-Schneider, (eds.) *The Description Logic Handbook*. Cambridge University Press, 2003. 8.
 - Z. Baida, J. Gordijn, B. Omelayenko, and H. Akkermans. A Shared Service Terminology for Online Service Provisioning. In ICEC04, Delft, Netherlands, 2004.
 9. S. Bajaj, D. Box, D. Chappell, F. Curbura, G. Daniels, P. Hallam-Baker, M. Hondo, C. Kaler, D. Langworthy, A. Malhotra, A. Nadalin, N. Nagaratnam, M. Nottingham, H. Prafullchandra, C. von Riegen, J. Schlimmer, C. Sharp, and J. Shewchuk. Web Services Policy Framework (WS-Policy). Technical report, BEA, IBM, Microsoft, SAP, Sonic Software, Verisign, Sept. 2004.
 10. S. Bajaj, D. Box, D. Chappell, F. Curbura, G. Daniels, P. Hallam-Baker, M. Hondo, C. Kaler, A. Malhotra, H. Maruyama, A. Nadalin, M. Nottingham, D. Orchard, H. Prafullchandra, C. von Riegen, J. Schlimmer, C. Sharp, and J. Shewchuk. Web Services Policy Attachment (WS-PolicyAttachment). Technical report, BEA, IBM, Microsoft, SAP, Sonic Software, Verisign, Sept. 2004.
 11. S. Battle, A. Bernstein, H. Boley, B. Grosof, M. Gruninger, R. Hull, M. Kifer, D. Martin, D. L. McGuinness, S. McIlraith, G. Newton, D. De Roure, M. Skall, J. Su, S. Tabet, and H. Yoshida. Semantic web services framework (SWSF). W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/2005/07/>, May 2005.
 12. T. Bellwood, L. Clément, D. Ehnebuske, A. Hately, Maryann Hondo, Y.L. Husband, K. Januszewski, S. Lee, B. McKee, J. Munter, and C. von Riegen. UDDI version 3.0. <http://uddi.org/pubs/uddi-v3.00-published-20020719.htm>, July 2002.
 13. A. D. Birell and B. J. Nelson. Implementing remote procedure calls. ACM Transactions of Computer Systems, 1(2):39–59, 1984.
 14. E. Christensen, F. Curbura, G. Meredith, and S. Weerawarana. Web Services Description Language (WSDL) 1.1. <http://www.w3.org/TR/wsdl>, March 2001.
 15. E. Cimpian and A. Mocan. Wsmx process mediation based on choreographies. In 1st Int'l Workshop on Web Service Choreography and Orchestration for Business Process Management (BPM 2005), 2005.
 16. J. de Bruijn, C. Bussler, J. Domingue, D. Fensel, M. Hepp, U. Keller, M. Kifer, B. König-Ries, J. Kopecky, R. Lara, H. Lausen, E. Oren, A. Polleres, D. Roman, J. Scicluna, and M. Stollberg. Web service modeling ontology (WSMO). W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/2005/06/>, April 2005.
 17. D. Elenius, G. Denker, D. Martin, F. Gilham, J. Khouri, S. Sadaati, and R. Senanayake. The OWL-S editor – a development tool for semantic web services. In Proc. of the 2nd European Semantic Web Conference (ESWC2005), Heraklion, Crete, May 2005.
 18. J. Esplugas-Cuadrado. B2B demonstrator description. Technical report, Semantic Web Enabled Web Services, Sept. 2004.
 19. D. Gerlernter. Generative communication in Linda. ACM Transactions on Prog. Lang. and Systems (TOPLAS), 1(7):80–112, 1985.
 20. I. Horrocks, P.F. Patel-Schneider, H. Boley, S. Tabet, B. Grosof, and M. Dean. SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML. <http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-SWRL-20040521/>, May 2004.
 21. U. Keller, R. Lara, H. Lausen, A. Polleres, and D. Fensel. Automatic location of services. In Proc. of the 2nd European Semantic Web Conference (ESWC2005), Heraklion, Crete, May 2005.
 22. M. Kerrigan. Web service selection mechanisms in the web service execution environment (WSMX). In Semantic-Based Resource Discovery, Retrieval and

- Composition (RDRC) Track of the 21st Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC'06), April 2006. Accepted for publication.
- 23. M. Kifer, R. Lara, A. Polleres, C. Zhao, U. Keller, H. Lausen, and D. Fensel. A logical framework for web service discovery. In ISWC 2004 Workshop on Semantic Web Services: Preparing to Meet the World of Business Applications, Hiroshima, Japan, 2004.
 - 24. M. Kifer, G. Lausen, and J. Wu. Logical foundations of object-oriented and frame-based languages. *JACM*, 42(4):741–843, 1995.
 - 25. R. Krummenacher, M. Hepp, A. Polleres, C. Bussler, and D. Fensel. WWW or What is Wrong with Web services. In Proc. of the 3rd European Conference on Web Services (ECOWS 2005), Växjö, Sweden, Nov. 2005.
 - 26. J.W. Lloyd. Foundations of Logic Programming (2nd Edition). Springer, 1987.
 - 27. Daniel J. Mandell and Sheila A. McIlraith. Adapting bpel4ws for the semantic web: The bottom-up approach to web service interoperation. In Proc. of the 2nd Int'l Semantic Web Conference (ISWC2003), pages 227–241, 2003.
 - 28. David Martin, Mark Burstein, Jerry Hobbs, Ora Lassila, Drew McDermott, Sheila McIlraith, Srinivaranan, Massimo Paolucci, Bijan Parsia, Terry Payne, Evren Sirin, Naveen Srinivasan, and Katia Sycara. OWL-S: Semantic markup for web services. W3C Member Submission, <http://www.w3.org/Submission/2004/07/>, Nov. 2004.
 - 29. D. McDermott. DRS: A set of conventions for representing logical languages in RDF. <http://www.daml.org/services/owl-s/1.1B/DRSguide.pdf>, January 2004.
 - 30. E. Motta, J. Domingue, L. Cabral, and M. Gaspari. Irs-ii: A framework and infrastructure for semantic web services. In 2nd Int'l Semantic Web Conference (ISWC2003). Springer Verlag, October 2003.
 - 31. A. Nadalin, C. Kaler, P. Hallam-Baker, and R. Monzillo (eds.). Web Services Security: SOAP Message Security 1.0 (WS-Security 2004). Technical report, OASIS, March 2004.
 - 32. S. Narayanan and S. McIlraith. Simulation, verification and automated composition of web services. In Proc. of the 11th Int'l World Wide Web Conference (WWW2002), Honolulu, Hawaii, May 2002.
 - 33. D. Olmedilla, R. Lara, A. Polleres, and H. Lausen. Trust negotiation for semantic web services. In 1st Int'l Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition (SWSWPC 2004), in conjunction with the 2004 IEEE Int'l Conference on Web Services (ICWS 2004), San Diego, California, USA, 2004.
 - 34. M. Paolucci, T. Kawamura, T. Payne, and K. Sycara. Semantic matching of web services capabilities. In I. Horrocks and J. Hendler, editors, 1st Int. Semantic Web Conference (ISWC), pages 333–347. Springer Verlag, 2002.
 - 35. A. Patil, S. Oundhakar, A. Sheth, and K. Verma. METEOR-S Web service Annotation Framework. In Proc. of the 13th Int'l World Wide Web Conference (WWW2004), pages 553–562, 2004.
 - 36. C. Preist. A conceptual architecture for semantic web services. In Proc. of the Int'l Semantic Web Conference 2004 (ISWC 2004), Nov. 2004.
 - 37. F. Scharffe and J. de Bruijn. A language to specify mappings between ontologies. In IEEE SITIS'05, Yaound'e, Cameroon, Nov. 2005.
 - 38. E. Sirin and B. Parsia. The owl-s java api. Nov. 2004.
 - 39. E. Sirin, B. Parsia, D. Wu, J. Hendler, and D. Nau. HTN planning for web service composition using SHOP2. 1(4):377–396, 2004.

40. N. Srinivasan, M. Paolucci, and K. Sycara. Adding OWL-S to UDDI, implementation and throughput. In 1st Int'l Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition (SWSWPC 2004), July 2004.
41. K. Verma, K. Sivashanmugam, A. Sheth, A. Patil, S. Oundhakar, and J. Miller. METEOR-S WSDL: A Scalable Infrastructure of Registries for Semantic Publication and Discovery of Web Services. *Journal of Information Technology and Management, Special Issue on Universal Global Integration*, 6(1):17–39, 2005. Kluwer Academic Publishers.
42. W3C. SOAP version 1.2 part 0: Primer.
<http://www.w3.org/TR/2003/REC-soap12-part0-20030624/>, June 2003.

Nachwort

Hermeneutik revisited

Rafael Capurro

Hochschule der Medien Stuttgart (HdM), Stuttgart, Deutschland;
rafael@capurro.de

Um die philosophische Hermeneutik [8] ist es still geworden. Sie war einer der großen Entwürfe des 20. Jahrhunderts mit Wurzeln im Idealismus des ausgehenden 19. Jahrhunderts. Was bedeutet einen Text, eine Aussage oder ein Bild verstehen? Was bedeutet ein geschichtliches Ereignis oder das Leben eines Menschen verstehen? Wie kann man die Kultur einer ganzen Epoche verstehen? Wie lassen sich Naturvorgänge verstehen? Und wie versteht man technische Erfindungen? Hermeneutik als Lehre vom Verstehen hat es zunächst mit dem eigenen Selbstverständnis zu tun. Das ist sozusagen ihr philosophisches Markenzeichen. Wenn man mit etwas konfrontiert wird, was man nicht versteht – und damit werden wir in der digital vernetzten Welt täglich konfrontiert –, ergibt sich die Frage nach dem Verstehen von Verstehen fast von selbst. Was heißt etwas „nicht verstehen“? Nehmen wir an, der Leser dieser Zeilen versteht nicht, was Hermeneutik überhaupt besagt und warum im Nachwort zu einem Buch über Semantic Web die Rede davon sein soll. Oder umgekehrt: Jemand, der glaubt, genau zu wissen, was Hermeneutik bedeutet, kann mit dem Begriff Semantic Web nichts anfangen und hält deshalb ein solches Nachwort für irreführend. Beide potentielle Leser haben ein Problem: Sollte man sich auf das Unbekannte einlassen und Zeit und Mühe aufwenden, um etwas Neues und scheinbar Relevantes zu verstehen? Jemand der mit beiden Begriffen nichts anfangen kann, wird vermutlich dieses Nachwort nicht lesen, denn man liest nur das, worüber man glaubt, einigermaßen etwas zu verstehen, in der Erwartung etwas zu finden, was man vorher nicht wusste. Das Verhältnis zwischen dem Vorwissen oder dem Vorverständnis und dem Unbekannten ist, wie in der abendländischen Tradition früh erkannt, individuell verschieden. Platon misstraute dem Medium Schrift, weil das Geschriebene im Gegensatz zu einem lebendigen Dialog gegenüber dem unkundigen Leser sich nicht verteidigen kann. So lautet eines der im Dialog „Phaidros“ [14] überlieferten Argumente des ägyptischen Königs

Thamus gegenüber dem Erfinder der Schrift, dem Gott Theut, der in der griechischen Mythologie Hermes, Götterbote und Gott der Händler und Diebe entspricht, von dessen Namen sich das Wort Hermeneutik – Griechisch „hermeneuein“ = verkünden, dolmetschen, erklären, auslegen – herleitet. Will man besser oder genauer verstehen, was ein anderer sagt oder will man einem anderen die Möglichkeit geben, Missverständnisse auszuräumen mit dem Ziel der Wahrheitsfindung, dann ist für Sokrates und Platon der lebendige Dialog das primäre Medium des Verstehens und die Schrift das sekundäre. Zumindest auf den ersten Blick, denn auch der mündliche Dialog von Angesicht zu Angesicht, wie von Sokrates meisterhaft vorgeführt und von Platon paradoixerweise schriftlich festgehalten, ist nicht frei von Missverständnissen und Sackgassen. Das Bemühen etwas gemeinsam zu verstehen, führt letztlich zu Aporien. Was aber scheinbar als ein Scheitern des Verstehens aussieht, ist in Wahrheit ein Zeichen, dass das Entscheidende am zwischenmenschlichen Dialog nicht sein Abschluss in Gestalt einer einwandfreien und eindeutigen Definition, sondern das Offenhalten von Perspektiven ist, die zum vorläufigen Erfassen des Seins der Dinge, ihrer Bedeutung also, führt. Damit ist zugleich gesagt, dass wir, um mit Platon zu sprechen, wenn wir Einzeldinge erkennen, zugleich ein Vorverständnis des Allgemeinen oder der „Idee“ haben müssen, worauf wir uns einigen könnten, wenn wir den „dialektischen“ Abstraktionsprozess konsequent verfolgen, ohne uns dabei von anderen Interessen leiten zu lassen als der reinen Wahrheitssuche.

Aber es ist auch so, dass wir oft, wie Wittgenstein bemerkt, gerade das „Unschärfe“ brauchen [19, S. 280], so dass wir anstatt nach der „Idee“ denkend zu suchen, eher „schauen“ sollten, ob etwa Brettspielen, Kartenspielen, Ballspielen usw. etwas gemeinsam ist. „Wie gesagt: denk nicht, sondern schau!“ [19, S. 277]. Was sehen wir dann? „Wir sehen ein kompliziertes Netz von Ähnlichkeiten, die einander übergreifen und kreuzen. Ähnlichkeiten im Großen und Kleinen.“ [19, S. 278]. Entscheidend sind also nicht die angeblichen scharfen Bedeutungen unserer Begriffe, sondern die Rolle, die die Worte in unserem Leben spielen. Wittgensteins Theorie der „Sprachspiele“ als „Lebensformen“ zielt darauf hin, Bedeutungsnetze in Berührung zu bringen als eine Antwort auf die Frage nach dem Verstehen, und dies wiederum nicht in der Absicht „ein zerstörtes Spinnennetz mit unseren Fingern in Ordnung (zu) bringen.“ [19, S. 297]. Wir sollten stattdessen stets versuchen, „den Kopf oben zu behalten“ (a.a.O.) und das bedeutet, nicht der Semantik, sondern der Pragmatik oder dem Leben den Vorrang zu geben. Offenbar ist aber Wittgenstein und Platon eines gemeinsam: Beide betonen, dass die lebendige Sprache das ursprüngliche semantische Medium ist: „Richtig und falsch ist, was Menschen *sagen*; und in der *Sprache* stimmen die Menschen überein. Dies ist keine Übereinstimmung der Meinungen, sondern der Lebensform.“ [19, S. 356].

Diese Hinweise auf die Problematik des Verhältnisses zwischen Medium und Verstehen in der griechischen Antike, wo sie zum ersten Mal in der abendländischen Geschichte thematisiert wurden, sowie in der Philosophie der Gegenwart lassen erkennen, dass keine klare Trennung zwischen Inhalt und Medium gezogen werden kann. Was immer wir sagen wollen, das Medium in dem wir das tun, ist kein bloßer Träger einer reinen davon unabhängigen Bedeutung. Bedeutungen kommen nicht den Dingen von außen wie eine Aufschrift hinzu, sondern sie erwachsen sozusagen aus unserem Umgang mit ihnen in der Welt als ein „Bezugsgewebe“ zwischen Handelnden und Sprechenden, wie Hannah Arendt richtig hervorhebt [1, S. 173]. Die „Bedeutung von etwas“ ist immer aus einer Bedeutungsganzheit zu verstehen, in der sie eingebettet ist und die wir miteinander teilen. Die menschliche Welt ist eine solche „bedeutsame“ Welt, in der sowohl die gegenständliche „Dingwelt“ des von uns künstlich Hergestellten als auch die uns gegebene Naturwelt mit eingewoben in unserem Reden und Handeln sind. Menschliches Sein ist in diesem Sinne immer schon In-der-Weltsein [11], wobei mit „Welt“ genau dieses ursprüngliche semantisch-pragmatische Gewebe gemeint ist als jenes Vorverständnis, von dem aus unsere Auslegungen ausgehen und zu dem sie zurückkehren.

Die Abhebung der digitalen Weltvernetzung von der „Lebenswelt“ [12] als eine besondere dinghafte Sphäre ist nur möglich, weil wir in der Lage sind, Zahlen und Punkte von den natürlichen Dingen zu abstrahieren und sie wiederum in das elektromagnetische Medium zu „informieren“, so dass der Eindruck entsteht, diese nicht nur energetische, sondern auch symbolische Sphäre sei, losgelöst vom Menschen, für Computer „verstehbar“ und somit auch beständiger als ihr Erfinder [5]. Dieser Eindruck hat eine gewisse Berechtigung, sofern alles von uns Hergestellte in seiner Dinghaftigkeit, eine relative Unabhängigkeit gegenüber einem Menschenleben besitzt. Diese Unabhängigkeit entlastet uns teilweise von unseren unmittelbaren Sorgen und hat somit einen moralischen Charakter, sofern sie nämlich Teil des Bezugsgewebes von technischen Regeln, dinghaften Produkten und institutionellen Vorrichtungen ist, in denen wir die Verantwortung für unsere Worte und Taten aufteilen, um sie anschließend mit der jeweiligen persönlichen Verantwortung sozusagen zu „verrechnen“. Was aber genau etwa unter „vernetzter Verantwortung“ zu verstehen ist und wie eine „Vernetzungsgerechtigkeit“ [16, S. 121ff] aufzufassen wäre, bleibt hier offen. Die menschliche Welt ist nicht nur eine auf Moral und Recht, sondern ebenso sehr auf unserer Ding- und Naturwelt im Gewebe der Sprache geprägte Welt.

Das gilt auch für jenes technische und symbolische Gewebe, das wir Internet nennen. Dabei nahmen wir zunächst menschliches Verhalten *im* digitalen Netz war, anstatt das Internet als etwas zu verstehen – und hier öffnen wir gerade die hermeneutische Frage: Was heißt, die digitale Weltvernetzung

zung verstehen? –, das einen mitgestaltenden Charakter des In-der-Weltseins hat [10]. Dementsprechend ist das, was wir tun, wenn wir am Semantic Web weben, Mitarbeit am sozialen Gewebe. Vordergründig sieht es so aus, als ob wir Zeichen, die auf der Grundlage von 0 und 1 codiert sind, durch ihre Einbettung in bestimmten Feldern mit „Bedeutung“ versehen würden, die dann vom Nutzer aus der Perspektive ihrer Lebenswelt interpretiert werden können. In Wahrheit verhält es sich aber genau umgekehrt. Es ist die menschliche Welt mit ihren praktischen Fragen und Sorgen, welche die Grundlage einer wie auch immer stattfindenden Auswahl von Sichtweisen darstellt, die der ungeheuren Komplexität und Reichhaltigkeit des Internet eine bedeutsame Struktur verleiht. Diese kommt bereits in den algorithmischen Verfahren von Suchmaschinen zum Vorschein, die in ihrer Rekursivität nur ein formalisiertes Modell dessen darstellen, was die philosophische Hermeneutik mit dem Ausdruck „hermeneutischer Zirkel“ bezeichnet, nämlich den Sachverhalt, dass alle Auslegung von etwas *als* etwas immer vor dem Hintergrund eines Vorverständnisses stattfindet, das aufgrund unserer Endlichkeit nur teilweise thematisierbar ist und zur Bildung eines neuen Vorverständnisses führt. Die Zirkelmetapher ist aber insofern irreführend, als sie den Eindruck eines geschlossenen Prozesses erweckt, während in Wahrheit die philosophische Hermeneutik stets die Dimension des Neuen, Unvorhersehbaren, Überraschenden und somit letztlich auch die Unverfügbarkeit dessen betont, was uns zu denken gibt, ohne dabei unseren Anteil an Antwort und Verantwortung zu vernachlässigen. Das Verstehen ist keine spezielle Funktion eines erkennenden Subjekts, sondern eine Seinsweise, die uns strukturell bestimmt [3, 11].

In Anschluss an den britischen Mathematiker George Spencer Brown, können wir den offenen Horizont, vor dem jede Auslegung und somit auch jede Algorithmisierung stattfindet, „unmarked space“ nennen [17]. Jede Bestimmung einer Bedeutung, die von A an B mitgeteilt wird – und das Entscheidende an dieser Einsicht ist, dass wir Bedeutungen als Mitteilungen oder *messages*, d. h. also pragmatisch verstehen – bringt mit sich, dass B wiederum entsprechend seinen Relevanzkriterien das Mitgeteilte interpretiert, sich „informiert“, und diese Interpretation wiederum A mitteilt. Eine Mitteilung ist, wie Niklas Luhmann mit Recht betont, ein „Sinnangebot“, aus dem das jeweilige System eine Auswahl trifft und im System integriert, indem es also aus der Mitteilung eine „Information“ macht und diese im System einbindet, d. h. „versteht“. Mitteilung, Information und Verstehen sind für Luhmann die drei Komponenten von Kommunikation [13]. Dabei ist zu beachten, dass die am Kommunikationsprozess beteiligten Systeme immer schon in einem ihnen vorhergehenden semantischen und pragmatischen Netz eingebettet sind, nämlich in der Sprache. Die Sprache ist sozusagen das ursprüngliche Netz, auf deren „poröser“ Grundlage wir nicht nur die so genannte „künstliche Intelligenz“, sondern auch

das Semantic Web weben können [4, 15]. Während aber die Informations-technik darauf zielt, diese „Porosität“ in Eindeutigkeit zu verwandeln, übt die Hermeneutik ein Korrektiv, indem sie betont, dass aufgrund der Endlichkeit und Offenheit menschlichen Existierens all unsere begrifflichen Anstrengungen nicht zu dem Irrglauben führen sollten, es gäbe „da draußen“ eine Welt von Bedeutungen „an sich“, die im digitalen Netz abgebildet oder repräsentiert werden könnte. Umgekehrt gilt aber auch, dass unsere Bedeutungsnetze nicht bloße Interpretationskonstrukte sind, sondern vor dem Hintergrund menschlicher Verstehens- und Handlungsgemeinschaften gebildet werden, die aufgrund gemeinsamer Interessen sowie ausdrücklicher terminologischer Vereinbarungen die Suche nach relevanten Mitteilungen fokussieren können, vorausgesetzt diese Vorverständnisse sind teilweise auf der Systemseite vergebenständlicht worden [3]. In diesem Sinne schreibt Carl Friedrich von Weizsäcker:

„Daß es Sprache als Information gibt, darf niemand vergessen, der über Sprache redet. Daß Sprache als Information uns nur möglich ist auf dem Hintergrund einer Sprache, die nicht in eindeutige Information verwandelt ist, darf niemand vergessen, der über Information redet. Was Sprache ist, ist damit nicht ausgesprochen, sondern von einer bestimmten Seite her als Frage aufgeworfen.“ [18, S. 60]

Zu Beginn der 70er Jahre entstanden bekanntlich die ersten digitalen bibliographischen Fachdatenbanken, die eine gezielte feldorientierte Suche im Gegensatz zur Suche im „basic index“ ermöglichten. Die Idee eines Semantic Web erinnert an diese Pionierarbeit, aber wir haben im Falle des heutigen Internet mit einer kaum fassbaren Komplexität an multimedialen und mehrsprachigen Inhalten zu tun. Ferner ist das Netz nicht bloß ein Werkzeug für die *scientific community*, sondern Teil der Lebenswelt von Millionen von Menschen. Das bedeutet, dass wir uns nicht nur von der mythischen Vorstellung einer von der realen Welt getrennten Cyberwelt oder einer „infosphere“ [8], sondern auch von der daraus sich ableitenden Forderung nach einem Primat des Digitalen gegenüber der Lebenswelt verabschieden müssen [6]. Mit anderen Worten, dem Drang nach Abstraktion, die der Bildung der digitalen „Infosphere“ innewohnt, müssen wir die Kraft der Konkretion entgegen stellen. Das bedeutet nicht mehr und nicht weniger als den Vorrang des Kontextes gegenüber den Abstraktionen des Globalen, denn hinter der digitalen Fassade des Globalen verbergen sich in Wahrheit handfeste ökonomische und machtpolitische Interessen, für die die konkreten Sorgen der Menschen sekundär gegenüber dem *shareholder value* sind. Was wie Romantik klingt, ist in Wahrheit ein Plädoyer für eine menschenfreundliche *symbolische* Welt, die eine gebrechliche und bedrohte Schutzhülle ist, nicht weniger gebrechlich als die natürliche Umwelt oder als die Störanfälligkeit unserer künstlichen Produkte und Systeme. Das bedeutet keineswegs eine pessimistische Sicht der Technik, denn sie gehört

ebenso sehr wie der Austausch von Waren und die Bildung des Gemeinwesens zum eigentlichen *humanum*. Worauf wir aber Acht geben müssen, ist die Gefahr der Verabsolutierung des Globalen gegenüber dem Besonderen und umgekehrt. „The essential property of the World Wide Web is its universality“ schreibt Tim Berners-Lee und betont zugleich, dass das Semantic Web so dezentralisiert wie möglich sein wird [2].

Künftige intelligente Agenten, die das Netz gezielter durchsuchen können, als dies die heutigen Suchmaschinen tun, setzen voraus, dass eine *bottom up* Strategie der am Netz Beteiligten stattfindet. Denn „the computer doesn't truly „understand“ any of this information, but it can manipulate the terms much more effectively in ways that are useful and meaningful to the human user“ [2]. Damit stellt Berners-Lee das Semantic Web im Kontext menschlichen Handelns dar, was keineswegs mit einem Anthropozentrismus auf Kosten der natürlichen Umwelt gleichzusetzen ist. Diese zu schützende menschliche Welt in ihrer alltäglichen Form etwa der dreidimensionalen Raumerfahrung auf der Basis der Leiblichkeit sowie des zeitlichen Existierens mittels der Unterscheidung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft wird zwar von der digitalen Informationstechnik in vielfacher Weise verändert nachdem zuvor davon abstrahiert wurde, aber nur eine „Cybergnosis“ verspricht sich dadurch die digitale Erlösung der *condition humaine*. Eine ethische Umkehrung des Blickes ist nötig, die zur Relokalisierung des Abstrakten führen sollte, bei der die konkreten Sorgen der Menschen in den Vordergrund rücken, wenn sie sich bemühen ihr Leben und seine Bedingungen besser zu verstehen, um es in vielfacher Weise als ein gutes Leben zu gestalten [7]. Genau diese Gegenbewegung vom Abstrakten hin zum Guten als dem Menschenmöglichen verbirgt sich hinter dem Begriff „Hermeneutik“. So gesehen stellt sie eine ethische Herausforderung bei der Schaffung des Semantic Web dar. Es gilt aber auch, dass die digitale Weltvernetzung eine neue Hermeneutik erfordert, in der das Mitteilen, Selektieren, Auslegen und Aufbewahren von digitalen Botschaften in Wechselwirkung mit den klassischen Medien des gesprochenen und gedruckten Wortes interkulturell analysiert wird, vor allem im Hinblick auf die veränderten Bedingungen der Machtverteilung. Unter dieser Perspektive ist das Semantic Web ein eminent weltpolitisches Projekt, zu wichtig um es allein den Technikern oder den Politikern zu überlassen.

Literatur

1. Arendt H., (1983) Vita Activa oder Vom tätigen Leben. München: Piper.
2. Berners-Lee T., (2001) The Semantic Web. A New Form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. In: Scientific American, Mai 17.

3. Capurro R., (1986) Hermeneutik der Fachinformation. Freiburg/München: Alber.
4. Capurro R., (1991) Informationstechnik in der Lebenswelt. In: Gorny P. (Hrsg) Informatik und Schule. Heidelberg: Springer, pp 16–26, In:
<http://www.capurro.de/zuerich.htm>, aufgerufen Juli 2005
5. Capurro R., (2001) Beiträge zu einer digitalen Ontologie In:
<http://www.capurro.de/digont.htm>, aufgerufen Juli 2005
6. Capurro R., (2005) Towards an Ontological Foundation of Information Ethics. In: Proceedings der internationalen Konferenz „Information Ethics: Agents, Artifacts and New Cultural Perspectives“ Uehiro Centre for Practical Ethics, Oxford University (i.Vorb.)
7. Capurro R., Frühbauer J., Hausmanninger T., (ed) (2005). Localizing the Internet. Ethical Issues in Intercultural Perspective. München: Fink. Schriftenreihe des ICIE, Band 4 (in Druck).
8. Floridi L., (2002) On the Intrinsic Value of Information Objects and the Info-sphere. In: Ethics and Information Technology 4/4, pp 287–304
9. Gadamer HG., (1975) Wahrheit und Methode. Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik. Tübingen: Mohr.
10. Hausmanninger T., Capurro R., (Hrsg) (2002). Netzethik. Grundlegungsfragen der Internetethik. München: Fink
11. Heidegger M., (1976) Sein und Zeit. Tübingen: Niemeyer.
12. Husserl E., (1962) Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie. Haag: Martinus Nijhoff.
13. Luhmann N., (1987) Soziale Systeme. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
14. Platon, (1988) Sämtliche Dialoge. Leipzig: Meiner Bd. 2, 274d
15. Putnam H., (1991) Repräsentation und Realität. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
16. Scheule RM., (2004) Digitale Spaltung und Vernetzungsgerechtigkeit. In: Scheule RM., Capurro R., Hausmanninger T. (Hrsg) Vernetzt gespalten. Der Digital Divide in ethischer Perspektive. München: Fink, 121–137.
17. Spencer Brown G., (1973) Laws of Form. New York: Bantam Books.
18. Weizsäcker CF., (1974). Die Einheit der Natur. München: dtv.
19. Wittgenstein L., (1984) Philosophische Untersuchungen. Werkausgabe Bd. 1. Frankfurt am Main: Suhrkamp