

Das Semantische Web - aktuelle Umsetzungen

ausgeführt von **Johannes Nagl**

Begutachter

Mag. (phil) Michael Grill MSc

Klosterneuburg, 13. November 2005

Ausgeführt an der Fachhochschule Technikum Wien
Studiengang BWI

Zusammenfassung

Diese wissenschaftliche Arbeit befasst sich mit dem Thema „Semantisches Web (SW)“. Diese Bemühung des World Wide Web Konsortiums (kurz: W3C) behandelt das Thema von „maschinenlesbaren Informationen“ im Internet. Neue Web-Standards sollen maschinell verständliche Semantiken für Information schaffen und die Repräsentation von Daten vereinfachen. Das SW macht dies möglich, in dem es die Bedeutung der Daten für Softwarekomponenten durch die Definition von Metadaten erkennbar macht.

Anhand dieser Arbeit soll nicht die zugrunde liegende Technik im Detail erklärt werden, sondern gezeigt werden, ob es bereits Umsetzungen des Semantischen Webs gibt und ob diese für die Zukunft Rückschlüsse zulassen.

Inhaltsverzeichnis

Problemstellung.....	4
Einleitung	4
Ausgangslage	5
Die Theorie.....	6
Idee	6
Semantik	6
Metadaten	7
Umsetzungen	8
Friend of a Friend	8
W3Photo	9
All I know.....	11
Fazit	12
Verzeichnisse	14
Literaturverzeichnis	14
Abbildungsverzeichnis	14
Abkürzungsverzeichnis.....	14

Problemstellung

Das World Wide Web (kurz: WWW) wächst kontinuierlich. Jedes Jahr werden Millionen neuer Seiten veröffentlicht, das Informations-Chaos nimmt rapide zu. „Bis alle weltweit verfügbaren Informationen erfasst und für Suchanfragen zugänglich sind, werden noch mindestens 300 Jahre vergehen. [...] Derzeit seien 170 Terabytes von insgesamt fünf Millionen Terabyte Informationen auf der Welt indexiert.“¹ Obwohl bereits dermaßen viel Information zugänglich ist, werden Suchende immer häufiger frustriert allein gelassen. Man findet hunderte Seiten zu einer Suchanfrage, allerdings nie die Richtigen. Suchanfragen werden im heutigen Web nur aufgrund ihrer einzelnen Wörter betrachtet. Eine Suchmaschine kann bei dem Wort „Apache“ nicht unterscheiden, ob der Besucher nach Informationen über einen Indianer Ausschau hält, oder über einen Webserver oder einen Hubschrauber. Um dem Information-Overflow Einhalt zu bieten und effizientere Informationsverknüpfung zu gewährleisten, gibt es viele Bemühungen im WWW. Das SW ist wohl die Interessanteste.

Das heutige Problem der Informatiker ist, dass Computer Texte präsentieren können, diese allerdings nicht verstehen. Nur Menschen können aus dem Zusammenhang die Bedeutung der Wörter erkennen. Jeder von uns hat schon eine SMS wie *„Hallo Johannes! Meine neue Telefonnummer ist 012345. Schönen Tag, Julia“* erhalten. Der Computer sieht darin einen Text mit einer Nummer. Ein Mensch kann sofort erkennen, dass Julia Johannes mitteilen möchte, dass sich ihre Telefonnummer geändert hat. Er versteht die Semantik des Textes. Im SW können Computer durch standardisierte Meta-Daten den Text analysieren und „verstehen lernen“. Nun weiß auch der Computer, dass Julia eine neue Telefonnummer hat. Im völlig vernetzten SW könnte ein Software-Agent automatisch ihre Telefonnummer in Johannes Adressbuch ändern.

Einleitung

Die Motivation der Informatik hat sich im Laufe der Jahre immens geändert. War die Informationstechnik in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts noch dazu da, um die Geschäftstätigkeit der Firmen zu unterstützen, wurde diese bereits in den 90er Jahren über die Informationstechnik abgewickelt. Ab der Jahrtausendwende kann man davon sprechen, dass gerade das Internet einen großen Teil dazu beigetragen hat, dass die Informationstechnik das „wie“ der Geschäftsabläufe dramatisch verändert hat.² Denken wir an alltägliche Abläufe wie dem Gang zur Bank. Heute wird dieser digital mit Hilfe von EDV-

¹ <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=276004&tmp=94090> [11. Okt 2005]

² vgl. http://cis.technikum-wien.at/campus/lehre/documents/bwi/bwi_1/bwi_1_mot/bwi_1_mot_download/LE1/1%20Wirtschaftsinformatik%20Grundlagen.ppt [20. Oktober 2005]

unterstützten Systemen abgewickelt. Dieser Trend geht sogar so weit, dass sich spezielle Banken entwickelt haben, die ausschließlich nur über das Internet erreichbar sind. Diese Banken sind auf kein teures Filialnetz angewiesen und sind somit in der Lage günstigere Konditionen an den Kunden weiterzugeben. Das Internet und die IT-Technologie stellen *die* zentralen Innovationswerkzeuge der letzten Jahre dar.

Es wäre allerdings falsch zu glauben, dass das Internet, wie es sich heute den Usern präsentiert, bereits vollkommen ausgereift ist. Im Gegenteil. Das Semantische Web (SW) wird einen weiteren großen Meilenstein in der Informationstechnik darstellen.

Um Web-Entwicklern einen kurzen Einblick über den aktuellen Stand zu liefern hat sich der Autor bei der Aufgabenverteilung im Zuge des Faches „Wissenschaftliches Arbeiten“ auf dieses Thema fokussiert. Eingegangen wird auf die Grundlagen des SW sowie auf die momentanen Umsetzungen. Es wird analysiert, ob Potential im SW steckt und hinterfragt, ob die semantische Datenerfassung auch Nachteile mit sich bringt.

Ausgangslage

Das Web ist in seinen Grundzügen bereits viele Jahre alt. Die Hypertext Markup Language (kurz: HTML) bietet eine Möglichkeit, wie man Daten strukturiert in Programmen darstellen kann. Man muss also vorhandene Texte in HTML-Code umwandeln, damit der Computer diese darstellen kann. Diese Umwandlung beinhaltet allerdings nur die Definitionen für das Aussehen der Informationen, aber nicht welche Bedeutung die Daten haben.

Das grundlegende Problem ist, dass Internetseiten zwar Angaben über ihre Struktur nicht aber über die Bedeutung ihrer Inhalte enthalten. Auch wie die Inhalte zueinander in Beziehung stehen bleibt für den Rechner unbekannt, wodurch eine maschinelle Verarbeitung der Inhalte behindert wird.³

An einem Beispiel lässt sich diese Tatsache einfach erläutern:

```
[...]
<body>
<table>
<tr>
<td>Das Buch „Der Alchimist (Paulo Coelho)“ kostet EUR 15,00 bei Amazon.de</td>
<td></td>
</tr>
</table>
[...]
```

³ Hochleitner, Markus: *Semantisches Web, Tripel und Integration homogener Informationsquellen*, Wirtschaftsuniversität Wien, Wien, Diplomarbeit, 2004

Dieser HTML-Code würde eine zweiseitige Ausgabe erzeugen, wobei in der ersten Spalte der Text stehen würde und auf der anderen Spalte ein Foto des Umschlags zu sehen wäre. Der Computer kann nun aber nicht unterscheiden, ob es sich bei dem Wert „15“ um den Preis, eine Altersangabe oder einen Temperaturstand handelt. Erst in dem man im SW surft „verstehen“ die Software den Zusammenhang zwischen Buch, Autor, Preis und Foto und kann uns so kontext-relevante Daten angeben. Es wäre also möglich, dass uns der Software-Agent mit weiteren Informationen über Paulo Coelho versorgt. Der Benutzer könnte nach der nächsten Signierstunde im Umkreis von 500 Km informiert werden, oder erfahren, ob dieses Buch auf der Wunschliste von einem Freund ist, und ob es noch rechtzeitig vor seinem Geburtstag lieferbar wäre.

Die Theorie

Idee

Das SW wurde bereits Ende des letzten Jahrhunderts von Tim Berners-Lee, dem Erfinder des Internets, das erste Mal näher beschrieben. Die Idee hinter dem SW ist die Erleichterung der Kooperation zwischen Mensch und Maschine. Daten sollen maschinenlesbar gemacht werden und uns somit den Alltag erleichtern.

„Das Semantische Web ist eine Weiterentwicklung des WWW, wobei Information mit Metadaten versehen wird, um deren Bedeutung zu definieren und die automatische Verarbeitung von Daten und Wissen aus unterschiedlichen Quellen zu ermöglichen. Dadurch soll vor allem im Bereich der Suche nach Information und Dokumenten eine entscheidende Verbesserung erreicht werden.“⁴ „

Um Daten näher zu beschreiben benötigt man also die Semantik, den Sinn hinter den Wörtern.

Semantik

„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.“⁵ Sie legt somit einerseits den Sinn und die Bedeutung von Wörtern, andererseits auch deren Beziehung innerhalb eines Satzteils fest. Formell ausgedrückt kann also definiert werden:

⁴ ebenda

⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Semantik> [11. Oktober 2005]

SINN(Diese Arbeit handelt vom Internet) = f(SINN(Diese), SINN(Arbeit), SINN(handelt), SINN(vom), SINN(Internet)).

Metadaten

Damit die Daten im SW mit Semantik versehen werden können, sind interoperable Daten als Bindeglied notwendig. Die Struktur der Metadaten wird durch Gremien festgelegt. Die Metadaten dienen nicht zur Anzeige von Inhalten, sondern zur näheren Definition. Im SW werden Datenmodelle durch so genannte Tripel (Subjekt, Prädikat, Objekt) mittels RDF dargestellt. In den letzten Jahren hat sich XML als das Repräsentationsformat für Metadaten entwickelt.

Mögliche Tripel wären:

- Johannes, isChildOf, Friedrich
- T-Shirt, hatFarbe, Blau
- [...]

Die Web Ontology Language (kurz: OWL) basiert auf RDF und ist eine Spezifikation des W3C. OWL ist Beschreibungssprache, die aufgrund ihrer Ontologie ein formal definiertes System von Konzepten und Relationen einer Domäne darstellt.

Diese theoretischen Informationen sollen genügen, um Grundlage für die aktuellen Umsetzungen zu sein, die im nächsten Abschnitt behandelt werden.

Umsetzungen

Die Umsetzungen der Bemühungen können in zwei Teile unterteilt werden:

- Serverseitige Technologien
- Clientseitige Anwendungen

Diese Arbeit beschäftigt sich nur mit den clientseitigen Anwendungen um zu zeigen, ob der Benutzer bereits jetzt Nutzen aus dem SW ziehen kann.

Viele Projekte versuchen momentan mit Hilfe von statistischen Methoden und Texterkennung semantische Zusammenhänge „vorzutäuschen“. So bietet Google ein Service mit dem Namen „Google Sets (Beta)“ an, das anhand der eingegebenen Schlüsselwörter weitere Ergebnisse zu dem gewünschten Thema liefert. So würde die Suchanfrage „BMW, Honda, Mercedes Benz“ ebenfalls die Werte „Toyota, Nissan, Ford, Mazda“ finden. Dieses Service hat allerdings keinen wirklichen semantischen Hintergrund, da hier auf eine zugrunde liegende Ontologie verzichtet wird. Nur bei Anwendungen, die tatsächlich mit interoperablen Metadaten und RDF arbeiten, kann man von SW-Anwendungen sprechen.

Friend of a Friend

Das „Friend of a Friend“-Projekt (kurz: FOAF) ist eines der ersten ernstzunehmenden SW-Anwendungen. Es ist „... ein Projekt zur maschinenlesbaren Modellierung sozialer Netzwerke.“⁶ Das Projekt geht davon aus, dass in einem FOAF-Dokument standardisierte Angaben wie Name, Alter, E-Mailadresse und Foto eingetragen werden können. Des Weiteren kann ein FOAF-Dokument Referenzen zu bekannten Personen (andere FOAF-Dokumente) enthalten.

Beispiel einer FOAF-Datei:

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  xmlns:admin="http://webns.net/mvcb/"
<foaf:PersonalProfileDocument rdf:about="">
  <foaf:maker rdf:nodeID="me"/>
  <foaf:primaryTopic rdf:nodeID="me"/>
</foaf:PersonalProfileDocument>
<foaf:Person rdf:nodeID="me">
  <foaf:name>Johannes Nagl</foaf:name>
```

⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/FOAF> [11. Oktober 2005]


```

<foaf:givenname>Johannes</foaf:givenname>
<foaf:family_name>Nagl</foaf:family_name>
<foaf:nick>Jolli</foaf:nick>
<foaf:depiction rdf:resource="http://johannes.nagl.name"/>
<foaf:phone rdf:resource="tel:01234/5678910"/>
<foaf:knows>
<foaf:Person>
<foaf:name>Denis Mikulan</foaf:name>
< foaf:mbox rdf:resource="mailto:denis@mick24-7.at">
<rdfs:seeAlso rdf:resource="http://mick24-7.at/foaf/foaf.rdf"/>
</foaf:Person>
</foaf:knows>
</foaf:Person>
</rdf:RDF>

```

Dieses Listing soll exemplarisch zeigen, wie eine erstellte Datei aussieht. Besonders interessant ist die Zeile:

```
<rdfs:seeAlso rdf:resource="http://mick24-7.at/foaf/foaf.rdf"/>
```

Sie teilt einem Software-Agenten mit, dass Johannes Nagl eine Person kennt, die Denis Mikulan heißt. Denis hat ebenfalls eine FOAF-Datei erstellt und dieser wurde eine eindeutige Adresse zugewiesen. Somit ist es möglich alle FOAF-Dokumente auszuwerten um Beziehungen eines Menschen analysieren zu können. Anhand dieses Systems wären Fragestellung wie *„Zeige mir alle Frauen aus Wien die am Technikum Wien studieren und nicht älter als 25 Jahre sind“* einfach zu beantworten.

Das System zeigt deutlich die Vorteile des SW. Aufgrund des definierten Schemas können Daten, die auf quasi jeder „Ich über mich“-Webseite enthalten sind, standardisiert und so für den Computer verarbeitbar gemacht werden. Der Erfolg dieses Projekts wird aber in erster Linie von den Menschen abhängen. Bisher gibt es noch zu wenig FOAF-Profile um einen wirklichen Nutzen aus der Anwendung ziehen zu können. Die Tatsache, dass viele Personen ihre Daten im Internet nicht Preis geben möchten, stellt ein weiteres Hindernis dar.

Unter der Adresse <http://www.foafnaut.org/> findet man eine Anwendung, mit der grafisch die Beziehungen von Personen dargestellt werden können. Es ist äußerst interessant, wie bereits jetzt, obwohl noch wenige Menschen in das System integriert sind, die Zusammenhänge dargestellt werden können. Durch Klick auf eine bekannte Person öffnen sich die „Freunde des Friends“ und das Netz an Beziehungen wird noch dichter.

Zusammenfassend kann man sagen, dass je einfacher das System, die Dateien zu erstellen und diese im Internet auch zu finden wird, desto mehr Leute werden FOAF nutzen.

W3Photo

Bei Fotos herrscht dasselbe Problem wie bei textuellen Web-Inhalten. Computer können nicht erkennen, was auf dem Foto abgebildet ist. Wie bereits weiter oben erwähnt kann ein

Bild mit dem Namen „Apache“ ein Indianer, ein Webserver oder ein Hubschrauber zeigen. Mit diesem Problem und dessen Lösung beschäftigt sich das W3Photo-Projekt.

„It is best to think of this project as a repository collection of images and related semantic metadata to which a default set of interfaces and tools have been provided as a main entrance.⁷“ Zur Erinnerung an die World Wide Web Conferences wurde das W3Photo-System entwickelt um Fotos mit semantischen Techniken besser organisierbar zu machen.



Abbildung 1

Das System teilt jedes Foto in einzelne kleine Blöcke, denen man Semantik zuordnen kann. Abbildung 1 und folgender Code-Ausschnitt erläutert das Verfahren genauer.

```
[...]
<imreg:hasRegion>
  <imreg:Rectangle rdf:ID='p0'>
    <dc:description></dc:description>
    <imreg:coords>137,117 197,182</imreg:coords>
    <imreg:boundingBox>137,117,60,65</imreg:boundingBox>
  </imreg:Rectangle>
  <dc:creator>
    <foaf:Agent>
      <foaf:name>Zavisa Bjelogrlilc</foaf:name>
      <foaf:homepage rdf:resource='http://www.aseantics.com'/>
    </foaf:Agent>
  </dc:creator>
  <fotonotes:label>Zavisa Bjelogrlilc</fotonotes:label><imreg:regionDepicts>
    <foaf:Person rdf:about='http://www.w3photo.org/rdf/www2004#PERSON-'>
      <foaf:name></foaf:name>
    </foaf:Person>
  </imreg:regionDepicts>
</imreg:hasRegion>
[...]
```

⁷ <http://www.w3photo.org/semantic/> [5. November 2005]

Mit Hilfe einer RDF-Datei wird so festgehalten, dass sich auf dem Bild 4 Personen befinden. Verknüpft mit dem FOAF-Projekt kann so wiederum definiert werden, um welche Personen es sich handelt.

Das Projekt liefert die Ausgangssituation für eigenständige Projekte und zeigt, wie einfach man Fotos mit Semantik verknüpfen kann. Es zeigt, dass im SW Text sehr wohl auch mit Fotos in Beziehung stehen kann.

All I know

Die Webseite alliknow.net entstand aufgrund einer Diplomarbeit. Den Spruch „data goes knowledge“ hat sich der damalige Student zu Nutze gemacht und versucht durch Markierung von Reiseführer unter zu Hilfenahme von Eigenschaften Kontexte zu erstellen. „Eine solche Eigenschaft könnte zum Beispiel "grenzt an" sein, mit ihrer Hilfe kann man etwa zwischen zwei Länder leicht eine Nachbarschaft ausdrücken, indem man sie über diese Eigenschaft verknüpft.“⁸

Auf den ersten Blick ist keinerlei Unterschied zu anderen Webseiten zu erkennen. Doch am zweiten Blick ist ersichtlich, dass die Menüführung komplett anders als bei bisherigen Webseiten aufgebaut ist. Dies führt anfangs zu ein wenig Verwirrung. Die Navigation unterscheidet nämlich nach der Beziehung der jeweiligen Links zueinander. So können die Eigenschaften „grenzt an“, „ist nahe bei“, „befindet sich in“ und „ist ähnlich zu“ ausgewählt werden, um so kontextbezogene Informationen zu erhalten.

Im Gegensatz zu dem FOAF-Projekt, dass die soziale Vernetzung in den Vordergrund stellt, versucht All I know ein riesiges geographisches Wissens-Netz um die Erde zu spannen. Jeder kann sein Wissen hinzufügen und durch zu Hilfenahme von Werkzeugen Orte näher definieren.

Wie bereits erwähnt ist die Menüführung sehr umständlich. Als vor vielen Jahren die ersten Wiki's (vgl wikipedia.org) aufkamen, hätte wohl auch niemand an den großen Erfolg dieser Systeme gedacht.

Eine zentrale Wissensdatenbank á la „All I know“, kombiniert mit dem Wissen von Wikipedia wäre also eine mögliche Killerapplikation des SW.

⁸ <http://www.alliknow.net/about.jsp> [4. November 2005]

Fazit

Die große Aufgabe, die auf die Entwickler des Semantischen Webs wartet, ist die Standardisierung und Normierung der Techniken. Das W3C ist zwar bemüht die Entwicklungen zu lenken und Standards zu schaffen. Die Bemühungen scheitern aber meist am gegensätzlichen Interesse der Wirtschaft, die keine einheitliche Standardisierung zulässt. Einflussreiche Firmen entwickeln ihre eigenen proprietären de-facto Standards. Darüber hinaus stellt das Semantische Web eins der ersten globalen IT-Projekte überhaupt dar. Es bleibt also ungeklärt, ob die entstehenden Standards, Sprachen und deren Vokabulare in Zukunft ein interoperables „großes Ganzes“ bilden werden können. Die Technik selbst muss von den Anwendern akzeptiert und benutzt werden, damit eine korrekte Angabe der Metainformation erfolgen kann.

Der Erfolg hängt auch stark von den tatsächlichen Applikationen ab. Das kommerzielle Potential ist groß. Auf der einen Seite können Firmen intern in deren Anwendungen ihr Know-how rasch und effektiv bündeln. Die moderne Architektur der Software lässt mit Hilfe der gewonnen Semantik Prozesse automatisieren, die bisher aufgrund der Wissensintensität nicht möglich waren. Dies könnte mittelfristig zu Prozessrevolutionen führen. Andererseits bietet das SW für den Kunden weitgreifende Vorteile. Gewünschte Inhalte können jederzeit mit kontextorientierten Daten verknüpft werden.

Die Frage nach einer Kehrseite ist rasch aufgeklärt:

The goal of the Semantic Web initiative is to create a universal medium for the exchange of data where data can be shared and processed by automated tools as well as by people. [...] We are talking about data here, not human documents.⁹

Das Internet, in seiner heutigen Form, ist auf die menschliche Betrachtung abgestimmt. Viele Webseiten finanzieren sich durch die Einblendung von Werbebannern. Die semantischen Daten allerdings zielen auf die automatische Wiederverwendbarkeit ohne menschlichen Eingriff ab. Das heißt, aus dieser Sicht wären die semantischen Daten nicht rentabel. Viele Firmen sind darüber hinaus an der Weitergabe ihrer Daten nicht interessiert, da sie zum Beispiel höhere Preise für ihre Produkte verlangen. Wenn potentielle Käufer mit Hilfe eines Software-Agenten automatisch herausfinden können, dass das gewünschte Produkt woanders billiger wäre, würde die Semantik das Geschäft zu Nichte machen.

⁹ <http://www.consortiuminfo.org/bulletions/semanticweb.php> [11. Oktober 2005]

Die Möglichkeit der maschinen-interpretierbaren Inhalte lässt den Rückschluss auf einen erneuten Versuch der Schaffung von „*künstlicher Intelligenz*“ schließen. Die zukünftigen Software-Agenten sollen uns in vielerlei Hinsicht unterstützen. Schritte, die bisher nur manuell durchzuführen waren, wie das komplexe Managen eines Meetings (Haben alle Teilnehmer Zeit?, Sind in dem Hotel genügend Zimmer vorhanden?, Reservierung von etwaigen Flugtickets und der Hotelzimmer, ...) könnten so voll automatisch durchgeführt werden. Ob dadurch die Menschen das Interpretieren der Daten verlernen (soziale Verträglichkeit der Technologie) möchte ich nicht undiskutiert lassen. *Jeder technische Fortschritt führt zu einem sozialen Rückschritt.*

Eine notwendige (soziale) Vorsicht sollte also bei der Entwicklung des SW ebenfalls Priorität haben.

Das Aufregendste am Semantischen Web ist nicht das, was wir uns Alles damit vorstellen können, sondern das, was wir uns jetzt noch gar nicht vorstellen können.¹⁰

Vereinzelt wagen jetzt schon Projekte einen Ausblick in die semantische Zukunft. Die momentanen Umsetzungen bilden allerdings höchstens Insellösungen. „All I know“, W3Photo und FOAF zeigen deutlich, wie sich mit den bisherigen Fortschritten maschinen-interpretierbare Inhalte entwickeln lassen. Die Pionierarbeit der Verbindung dieser Systeme, ist allerdings noch nicht getan. Es benötigt daher Visionäre wie Tim Berners-Lee um dem „Web 2.0“ endgültig zum Durchbruch zu verhelfen.

Bill Gates spricht von der „digitalen Dekade“ in der wir uns gerade befinden. Bis wir allerdings tatsächlich alle Teil eines großen digitalen semantischen Netzwerks sind, in dem Computer „verstehen“ können, was ihnen wir Menschen aufbereiten, wird wohl noch viel Denkarbeit und Standardisierungsarbeit notwendig sein. Ich bin allerdings überzeugt, dass diese Arbeit bereits in der folgenden, der „semantischen“ Dekade ihre Früchte zeigen wird.

¹⁰ Berners-Lee, Tim / Miller, Eric: Das Semantische Web hebt ab <http://www.w3c.de/Misc/tbl-em-sw.html> [20. Oktober 2005]

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=276004&tmp=94090> [11. Okt 2005]
- http://cis.technikum-wien.at/campus/lehre/documents/bwi/bwi_1/bwi_1_mot/bwi_1_mot_download/LE1/1%20Wirtschaftsinformatik%20Grundlagen.ppt [20. Oktober 2005]
- Hochleitner, Markus: Semantisches Web, Tripel und Integration homogener Informationsquellen, Wirtschaftsuniversität Wien, Wien, Diplomarbeit, 2004
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Semantik> [11. Oktober 2005]
- <http://de.wikipedia.org/wiki/FOAF> [11. Oktober 2005]
- <http://www.w3photo.org/semantic> [5. November 2005]
- <http://www.alliknow.net/about.jsp> [4. November 2005]
- <http://www.consortiuminfo.org/bulletions/semanticweb.php> [11. Oktober 2005]
- Berners-Lee, Tim / Miller, Eric: Das Semantische Web hebt ab (2003/04/07), Online im WWW unter URL:
<http://www.w3c.de/Misc/tbl-em-sw.html> [20. Oktober 2005]

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: WWW Conference Photo, <http://w3photo.org/photos/www2004/nas1.ftw>

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
W3C	World Wide Web Consortium
XML	Extensible Markup Language
RDF	Resource Definition Framework
OWL	Web Ontology Language
SW	Semantisches Web
HTML	Hypertext Markup Language