

THiNK!iNNOWiSE

Think!innowise Trend Report

Die Zukunft des Semantic Web

iNNOWiSE
research • consulting

innowise GmbH • Bürgerstr. 15
47057 Duisburg • Germany
phone: +49 (0)203 - 393 76 40





Abstract

Der Trend Report beschreibt den State-of-the-Art (Stand August 2009) bei den semantischen Technologien sowie deren zukünftige Einsatzmöglichkeiten in den Anwendungsfeldern Wissensmanagementtechnologien, Suchdienste und Internet der Dinge und der Dienste. Die Grundlage des Trend Reports bildet eine Auswertung von rd. 200 im EU-Forschungsrahmenprogramm (FP6 bis FP7) geförderten Vorhaben, Forschungs- und Entwicklungsprojekten von Bund und Ländern in Deutschland sowie von am Markt verfügbaren Produkten und Dienstleistungen, die auf semantischen Technologien basieren. Aufgrund der hohen Forschungsetats und der hohen Entwicklungsdynamik in diesem Bereich ist zu erwarten, dass semantische Technologien sich in den kommenden Jahren als Enabler-Technologie für webbasierte Dienstleistungen und Organisationsanwendungen durchsetzen und das Leben der Computernutzer wesentlich erleichtern werden. Hierbei gilt es, die aktuellen Produktentwicklungen aufzuzeigen sowie die zukünftigen Trends im Bereich Semantic Web zu identifizieren. Das Ziel des Trend Reports ist es, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten die das Semantic Web eröffnet, darzustellen und dabei auch die Herausforderungen darzulegen, welche es durch die Weiterentwicklung zu bewältigen gilt.

Autoren:

Anna Stark, as@innowise.eu

Markus Schroll, ms@innowise.eu

Dr. Joachim Hafkesbrink, jh@innowise.eu

Bildquellen erste Seite:

www.iStockphoto.com. Urheber: Frank Ramspott, Emrah Türüdü, Konstantin, Andrey Prokhorov.

Dieser Trend Report ist im Rahmen des mit Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des BMBF geförderten Vorhabens „KOPIWA“ - Kompetenzentwicklung und Prozessunterstützung in „Open Innovation“-Netzwerken der IT-Branche durch Wissensmodellierung und Analyse „FKZ: 01FM0770“ entstanden.

KOPIWA | Kompetenzentwicklung und Prozessunterstützung
in „Open Innovation“-Netzwerken der IT-Branche
durch Wissensmodellierung und Analyse

GEFÖRDERT VOM



Duisburg, im August 2009

innowise auf einen Blick

- **Privates Forschungs- und Beratungsunternehmen** mit Sitz in Duisburg.
- **Interdisziplinäres Team**, bestehend aus 12 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.
- **Unsere Kompetenzfelder** sind Innovationsmanagement, Organisations- und Personalentwicklung, Trendanalysen sowie der Aufbau und die Umsetzung von kooperativen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.
- **Unsere Kunden** sind Unternehmen insbesondere der Digitalen Wirtschaft, der Verlags- und Medienindustrie sowie Verbände, Ministerien auf Bundes- und Landesebene und die EU-Kommission.
- innowise ist **zertifiziertes Beratungsunternehmen** für das Förderprogramm Innovationsmanagement des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (www.innoberatung.de).
- innowise ist **Mitglied** des Bundesverbandes der Digitalen Wirtschaft (BVDW; www.bvdw.org) und des Zentrums Europäischer Netzwerke für Innovation und Technologie (ZENIT e.V.; www.netzwerk.zenit.de).
- Dr. Joachim Hafkesbrink, Geschäftsführer der innowise, ist **Präsident von TII**, Europas größter unabhängiger Vereinigung von Einrichtungen im Bereich Technologietransfer und Innovationsmanagement (www.tii.org).

Innovationen sind unsere Leidenschaft.

Mehr Informationen finden Sie unter www.innowise.eu

Oder diskutieren Sie die neuesten Trends auf unserem Blog: www.think-innowise.de

Inhalt

2012 – EIN ERFOLGREICHER TAG IN KÖLN	5
1 SEMANTIC WEB – WEIT ENTFERLTE ZUKUNFTSMUSIK ODER BALD REALITÄT?	6
2 TECHNOLOGIETRENDS FÜR DAS SEMANTIC WEB	11
2.1 Semantische Wissensrepräsentation	18
2.1.1 Wissensrepräsentation in der Praxis	25
2.1.2 Kollaborative Ontologieerstellung am Beispiel des Projekts ONTOVERSE.....	28
2.1.3 Fazit: Semantische Wissensrepräsentation	33
2.2 Semantische Wissensmanagementtechnologien für Wirtschaft und Forschung.....	34
2.2.1 Semantische Wikis	39
2.2.2 Semantische Technologien für CMS, Blogs und Mashups	48
2.2.3 Semantische Interoperabilität	58
2.2.4 Semantic Enterprise	63
2.2.5 Semantic Desktop und Semantic E-Mail.....	67
2.3 Semantische Suchdienste.....	72
2.3.1 Vergleich von semantischen Suchdiensten in der Betaphase	77
2.3.2 Semantische Annotation von Bildern und Videos	85
2.4 Internet der Dinge und der Dienste	88
2.4.1 Anwendungsszenarien für das Internet der Dinge	95
2.4.2 Anwendungsszenarien für das Internet der Dienste	99
2.4.3 Die Zukunft des Internets der Dinge und der Dienste	102
3 FAZIT UND AUSBLICK.....	104
ANHANG	
SEMANTISCHE TECHNOLOGIEN - GLOSSAR.....	111
LITERATURVERZEICHNIS	117
INTERNETPUBLIKATIONSVERZEICHNIS.....	118
INTERNETQUELLENVERZEICHNIS	119
FORSCHUNGSPROJEKTE.....	121

„Googlen Sie noch oder finden Sie schon?“¹ Stellen Sie sich vor, Sie planen am PC Ihre Geschäftsreise nach Köln auf www.bahn.de. Automatisch analysiert Ihr Computer über Googlemaps und HRS die Hotels am Zielort, vergleicht die Entfernung zum Stadtzentrum, Preise, Verfügbarkeit und stellt Ihnen die Hotelvorschläge zusammen, ergänzt mit Bildern und Videos. Ihr elektronischer Personalised Assistant prüft auch die Wettervorhersage für Köln und erinnert Sie daran, den Regenschirm nicht zu vergessen. Außerdem sendet er Ihnen die Googlemaps Routenbeschreibung auf Ihr PDA, damit Sie schnell und sicher vom Bahnhof zu Ihrem Hotel gelangen. Da Sie oft die Adressen von Sushi-Restaurants googlen, schlägt der Computer Ihnen eine Sushi Bar am Zielort vor und reserviert über das Internet einen Tisch für Sie, natürlich erst nachdem er in Ihrem Outlook Kalender nachgesehen hat, wann Ihr Meeting in Köln endet.

Angereist in Köln, bekommen Sie unerwartet starke Zahnschmerzen und müssen dringend zum Arzt. Mit Ihrem PDA-Gerät googlen Sie „Zahnarzt in Köln“. Ihr mobiles Gerät bestimmt Ihren Standort, Ihre Krankenkasse prüft über die „Gelbe Seiten“ die Sprechzeiten der Ärzte und über eine Ärzte-Bewertungsplattform die Patientenbewertungen der Zahnärzte und empfiehlt Ihnen eine Top 5. Danach vereinbart es einen Termin bei dem Arzt Ihrer Wahl über das Internet.

Abends, nach dem Besuch der ausgezeichneten Sushi Bar, entspannen Sie sich im Hotel. Sie schauen auf Ihrem IPTV-fähigen Fernseher in der ZDF Mediathek alle Reportagen zum Kampf gegen die RAF während der Kanzlerzeit von Helmut Schmidt an. Dank der zugrundeliegenden semantischen Konzeptsuche müssen Sie nicht mehr in den einzelnen ZDF Sendungen und Reportagen danach suchen, sondern bekommen relevante Videoausschnitte zusammengestellt und von anderen Mediathek-Usern bewertet.

Leider müssen Sie an diesem Abend noch arbeiten. Auf Ihrer Agenda steht noch ein Artikel über Personalabbau und Kosteneinsparungen bei deutschen Telekommunikationsunternehmen. In der firmeninternen Wissensdatenbank Ihrer Firma können Sie mit Hilfe von Tags eine begriffsbasierte Recherche vornehmen, also können Sie schnell feststellen, ob und was Ihre Kollegen schon zu diesem Thema in ihren Artikeln und Blogbeiträgen berichtet haben und sich Doppelarbeit sparen. Es ist eine sinnvolle Arbeitserleichterung, dass Sie bei Ihrer Internet-suche sofort Antworten finden, wie viele Mitarbeiter die deutsche Telekom AG in Deutschland und in den USA in den Jahren vor der Wirtschaftskrise hatte. Früher hätten Sie dafür mühsam die einzelnen Geschäftsberichte der deutschen Telekom AG durchsuchen müssen. Bevor Sie ins Bett gehen, bloggen Sie noch schnell über das Sushi-Restaurant in Köln. Automatisch wird Ihr Blogbeitrag über die Sushi Bar mit Bildern, Videos, Öffnungszeiten und Routenplanung ergänzt.



*Googeln Sie noch oder finden Sie schon?*²

¹ Wahlster, Prof. W., Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH.

² Bildquelle: www.iStockphoto.com. Urheber: Webphotographeer.

1 Semantic Web – weit entfernte Zukunftsmusik oder bald Realität?

„Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen.“ (Karl Valentin)

Seit Beginn der 1990er Jahre ist die Entwicklung des Internet rasant vorangeschritten (vgl. Abb. 1):

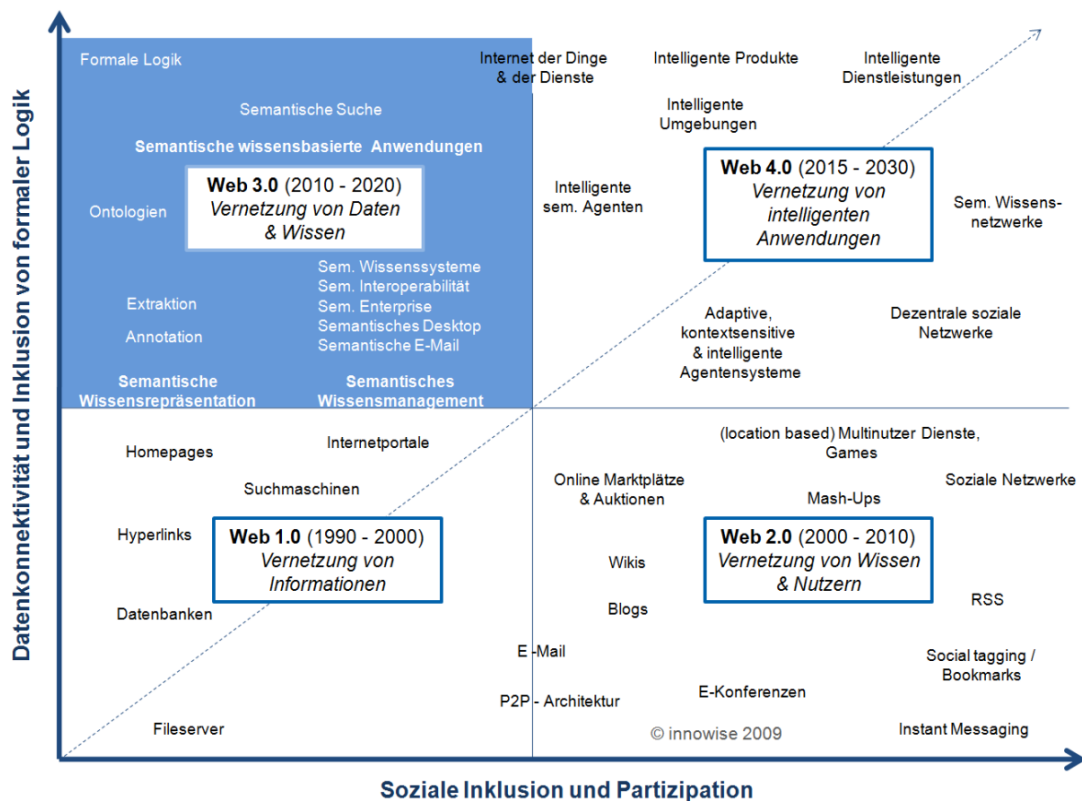


Abb. 1: Die vier Evolutionstufen des Internet 1990-2030³

Befanden wir uns im alten Jahrhundert noch im klassischen Informationszeitalter, in dem uns das Internet den Zugang zu einer schier unendlichen Fülle von Daten ermöglichte (Web 1.0), so sind wir heute im Internet der Massen (Web 2.0) angekommen, in dem wir uns vernetzen und unser Wissen und vieles mehr mit Anderen austauschen. Doch das Problem der Informationsflut haben wir immer noch nicht gelöst. Auch wenn wir heute über unsere sozialen Netze etwas selektiver auf Informationen zugreifen können und personalisierte Dienste uns mehr oder weniger genau viele Informationen liefern, die wir (vermeintlich) brauchen, kann man immer noch vom Internet des „information overload“ sprechen.

Die Evolution des Internets vom Web 1.0 zum Web 4.0.

³ In Anlehnung an Mills, D.: Semantic Wave 2008 Report S. 19

Doch bald soll alles anders werden. Mit dem Übergang vom „Mitmach-Web 2.0“ zum Semantischen Web (Web 3.0) sollen semantische Technologien uns helfen, endlich das zu finden und zu bekommen, wonach wir gesucht haben: Die richtige Information zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort.

Das Ziel der Semantic Web Bewegung ist es, bestehende Internet- und Computeranwendungen zu erweitern, um die Bedeutung von Informationen maschinell verwertbar zu machen und Ideen, Bedeutungen und Wissen miteinander zu verknüpfen. Semantische Technologien ermöglichen, dass Informationen nicht nur von Menschen, sondern auch von Maschinen interpretiert und weiterverarbeitet werden können. Das bedeutet jedoch nicht, dass Maschinen die natürliche Sprache des Menschen vollständig erfassen können, sondern dass explizit festgelegte Beziehungen zwischen den Informationen von Maschinen erkannt werden. Durch regelbasiertes, maschinelles Schlussfolgern werden völlig neue Verknüpfungen zwischen Informationen entdeckt, die bislang auf Grund der großen Datenmengen verborgen blieben. Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie zwischen Maschinen und Maschinen wird auf diese Weise enorm verbessert.

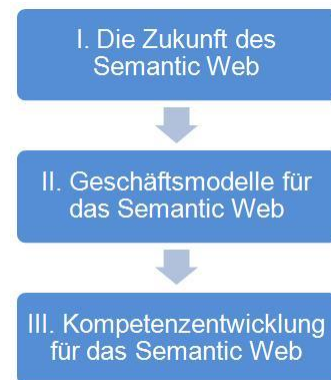
Bedeutungen werden von Maschinen erfasst.

Das Semantic Web und semantisch basierte Applikationen werden schon bald einige der beschriebenen Funktionen ermöglichen, auf andere werden wir noch eine Weile warten müssen. Welche semantischen Technologien schon heute existieren, welche bald zu erwarten sind und welche Trends sich abzeichnen, ist Inhalt dieses Trend Reports. Angesichts der dynamischen Entwicklung kann dies immer nur eine Momentaufnahme sein.

Und wer weiß? Vielleicht brauchen wir bald gar nichts mehr selbst zu tun, sondern intelligente Anwendungen und künstliche Intelligenz übernehmen im Web 4.0 Zeitalter viele Aufgaben. Hoffentlich nicht zu viele Aufgaben, denn was sagte der Computer HAL zum Astronauten Dave Bowman in Stanley Kubricks wegweisenden Film „2001-Odyssee im Weltraum“ noch gleich?

"I know that you and Frank were planning
to disconnect me,
and I'm afraid that's something
I cannot allow to happen."

Der vorliegende Trend Report beschreibt den State-of-the-Art bei den semantischen Technologien sowie deren Einsatzmöglichkeiten und gibt einen Ausblick darauf, wie diese Technologien als Basistechnologie im Internet der Dinge und der Dienste die Entwicklung des zukünftigen Internets beeinflussen werden. In einem nachfolgenden Report werden die Geschäftsmodelle für die einzelnen Anwendungsfelder des Semantic Web näher betrachtet und die Auswirkungen verschiedener Entwicklungsszenarien auf bestehende Geschäftsmodelle aufgezeigt. Ein dritter Trend Report zum Semantic Web wird sich Fragen der Kompetenzentwicklung widmen. Der Fokus wird hierbei auf die mit den Technologietrends einhergehenden veränderten Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten liegen. Die Entwicklung eines dynamischen Kompetenzmodells soll helfen, Anforderungen frühzeitig zu erkennen und Kompetenzprofile zu definieren, die für eine erfolgreiche Umsetzung des Internets der Zukunft in der Digitalen Wirtschaft notwendig sind.



Trend Reports zum Semantic Web

Gliederung des Trend Reports

Einen Überblick über die Themen des Trend Reports gibt der Ausschnitt „Web 3.0“ aus der Abbildung „Die vier Evolutionsstufen des Internets 1990 – 2030“:



Abb. 2: Semantic Web: Themen des Trend Reports

Das Kapitel 2.1 fasst den derzeitigen Stand der Entwicklung und Trends im Gebiet der semantischen Wissensrepräsentation zusammen. Anhand von Beispielen wird der Einsatz von semantischer Wissensmodellierung in der Praxis dargestellt. Es zeigt sich, dass semantische Wissensrepräsentation die hohen Anforderungen für den praktischen Einsatz in Wirtschaft und Forschung weitgehend erfüllt. Es lässt sich erkennen, dass die semantische Wissensrepräsentation aufgrund ihrer hohen Ausdrucksstärke und der effizienten Wartungs- und Erweiterbarkeitseigenschaften vielversprechende Einsatzmöglichkeiten im Bereich des Wissensmanagements und weiterer wissensbasierter Anwendungen eröffnet.

Semantische Wissensrepräsentation

Das Kapitel 2.2 zeigt die Trends im Bereich des semantischen Wissensmanagements, die sich aus den derzeitigen F&E Aktivitäten ergeben. Dabei werden Wissenssysteme wie Wikis, CMS, Blogs, Desktop-technologien, semantische Organisationssoftware und semantische Middleware⁴ betrachtet. Beispiele von derzeit verfügbaren semantischen Wissenssystemen veranschaulichen die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen bestehender Lösungen. Es zeigt sich dabei, dass das Verbesserungspotential und die volle Leistungsfähigkeit von semantischen Technologien in Wissensmanagementlösungen noch lange nicht ausgeschöpft sind. Semantisch modellierte Wissenssysteme und regelbasierte Kontextverarbeitung schaffen die Grundlage für weitreichende Einsatzmöglichkeiten in anderen Bereichen, dazu gehören insbesondere die semantischen Suchdienste sowie das Internet der Dinge und der Dienste.

Semantisches Wissensmanagement

Das Kapitel 2.3 gibt einen Überblick über die Technologietrends und die Einsatzmöglichkeiten für semantische Suchdienste, die auf semantischen Wissensmodellen und semantischen Such- und Inferenzmechanismen aufbauen. Eine Reihe von semantischen Suchdiensten befindet sich derzeit schon in der industriellen Erprobungsphase. Einige ausgewählte Dienste werden im Hinblick auf die Qualität der Suchergebnisse und ihre Nutzerfreundlichkeit ausführlicher betrachtet.

Semantische Suchmaschinen

Kapitel 2.4 betrachtet den Stand der F&E Aktivitäten und die Technologietrends für das Internet der Dinge und das Internet der Dienste. Dafür gibt es bis jetzt noch keine marktfähigen Produkte. Gleichwohl wurden von den Forschungseinrichtungen Zukunftsszenarien generiert. Anhand dieser Szenarien werden aktuelle F&E-Aktivitäten konkretisiert, um eine erste Orientierungshilfe zu geben, wie das Internet der Dinge und das darauf aufbauende Internet der Dienste möglicherweise aussehen werden.

Internet der Dinge und das Internet der Dienste

Vor dem Hintergrund des aktuellen Entwicklungsstandes werden im Kapitel 3 die Ergebnisse und die Trends zusammenfassend dargestellt und darauf aufbauend werden Metatrends für die weitere Entwicklung des Internets der Zukunft abgeleitet.

Metatrends

Im Glossar werden die wichtigsten Begriffe des Semantic Web anhand von Beispielen erläutert. Im Anhang sind die Literatur- und Internetquellenverzeichnisse sowie ein Verzeichnis der ausgewerteten Forschungsprojekte zu finden.

Anhang

⁴ **Middleware** bezeichnet anwendungsneutrale Programme, die so zwischen Anwendungen vermitteln, dass die Komplexität dieser Applikationen und ihrer Infrastruktur verborgen wird und Kommunikation zwischen verschiedenen Prozessen und Anwendungen unterstützt wird. (Vgl. <http://www.wikipedia.de>).

Unser Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen der innowise GmbH und befreundeter Firmen und Institutionen, die mit kritischem Blick und wertvollen Anregungen die Entstehung des Trend Reports begleitet haben. Ganz besonders danken wir Katrin Weller, Abteilung für Informationswissenschaft an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, und Nils Malzahn, Forschungsgruppe COLLIDE an der Universität Duisburg-Essen, die mit ihrem Sachverstand wesentlich zum Gelingen des Trend Reports beigetragen haben.

Wir möchten den Trend Report gerne mit interessierten Lesern diskutieren und aktualisieren. Wer also an den weiteren Entwicklungen im Semantic Web interessiert ist, ist herzlich eingeladen, unseren entsprechenden Blog unter www.think-innowise.de zu besuchen und sich an der Diskussion zu beteiligen.

Wir freuen uns auf viele Anregungen, konstruktive Kritik, Hinweise auf neue Entwicklungen und spannende Diskussionen.

Duisburg, im September 2009

Anna Stark
Markus Schroll
Joachim Hafkesbrink

Seit den Anfängen des Internetzeitalters arbeiten die Vordenker des Internets wie Tim Berners-Lee und das World Wide Web Consortium⁵ (W3C) an Technologien, die das hauptsächlich für Menschen ausgelegte World Wide Web auch für Maschinen lesbar und interpretierbar machen. „The Web was designed as an information space, with the goal that it should be useful not only for human-human communication, but also that machines would be able to participate and help, enabling computers and people to work in cooperation [...]“⁶.

Die Grundlage des heutigen Internet bilden größtenteils HTML-Dokumente. **HTML** ist eine textbasierte Auszeichnungssprache, die Informationen wie Texte, Bilder und Hyperlinks strukturiert. Mit HTML wird festgelegt, wie Informationen dargestellt und miteinander verknüpft werden. Die Bedeutung der dargebotenen Inhalte muss jedoch vom menschlichen Nutzer interpretiert und in einen Kontext gebracht werden. Das bedeutet, wenn man beispielsweise mit Hilfe von Google herausfinden möchte, wann Helmut Schmidt Kanzler war oder wie lange er Bundesminister für Finanzen war, dann bekommt man derzeit 832.000 unsortierte Einträge zu Helmut Schmidt binnen 0,15 Sekunden. Aber die gesuchten Informationen muss der Nutzer in den Dokumenten dennoch selbst suchen, obwohl die Informationen z.B. bei Wikipedia verfügbar sind. Wichtiges von Unwichtigem zu unterscheiden oder Konzepte wie z.B. die Dauer einer Kanzlerschaft zu erkennen, ist für den Computer harte Arbeit.

Das **Ziel des Semantic Web** ist, die Bedeutung von Informationen formal und explizit mit Metadaten zu beschreiben, um so Informationen maschinenlesbar und interpretierbar auszuzeichnen. Metadaten enthalten beschreibende und kategorisierende Informationen über andere Daten, wie z.B. „Name, Autor, Stadt, Land, Beruf“. Die Grundlage für semantische Technologien bilden Methoden der Wissensmodellierung, der formalen Logik und der künstlichen Intelligenz in der Informatik. Inhalte werden in expliziten Wissensmodellen dargestellt, in denen zwischen den Begriffen Zusammenhänge in Form von Kategorien, Hierarchien, Begriffseigenschaften, Beziehungen, Mustern, Regeln und Logik abgebildet und dadurch maschinenlesbar und maschineninterpretierbar gemacht werden. Semantische Technologien bieten eine übergeordnete Abstraktionsebene für bestehende IT-Anwendungen und bilden eine orts- (Desktop, Server, Internet, Intranet, mobiles Gerät) und formatunabhängige Brücke für die Verknüpfung und den Austausch von Daten, Inhalten und Webdienstleistungen.

Bedeutungen zu erkennen ist für den Computer harte Arbeit.

Semantische Technologien sind eine orts- und formatunabhängige Brücke.

⁵ W3C ist ein Konsortium aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen, welches Technologien und Standards für das WWW entwickelt. (Vgl. <http://www.w3.org/>).

⁶ Berners-Lee, T.: Semantic Web Roadmap.

Das Semantic Web baut auf Grundlagentechnologien auf, die als semantische Technologien im Folgenden behandelt werden. Dazu gehören Wissensrepräsentationssprachen, sowie Methoden und Werkzeuge zur Erstellung, Wartung und Anwendung von Wissensmodellen (Ontologien). Die Anwendungen dieser Technologien beschränken sich nicht, wie der Name suggeriert, auf das offene World Wide Web, sondern umfassen auch viele Bereiche der Informationsverarbeitung wie Wissensmanagement, Daten-Integration, Künstliche und Ambient Intelligence.⁷

Die Anfänge des Semantic Web lassen sich bis zur Entstehung des Internets zurückverfolgen. Spätestens seit 1997 zeichnen sich semantische Technologien als ein eigenständiges Forschungsfeld ab. In den ersten Jahren, zwischen 1997 und 2005, lag der Fokus der Forschung zunächst auf der Entwicklung von Wissensmodellierungssprachen: XML (Extensible Markup Language), RDF (Resource Description Framework) und OWL (Web Ontology Language), die die Grundlage des Web 3.0 bilden.

Die Basistechnologien des Semantic Web bilden **URI** (Uniform Resource Identifier), ein Identifikationsmechanismus für die Informationen im Internet, und **XML**, eine erweiterbare, maschinen-lesbare Auszeichnungssprache. Ein **URI** kann z.B. eine Webadresse www.google.de sein. Er legt eindeutig fest, an welcher Stelle des World Wide Web eine bestimmte Information gefunden werden kann. Zunehmend werden die HTML-Dokumente mittels der Websprache XML mit Metadaten erweitert. Mit XML lassen sich die Informationen kategorisieren, z.B. in Kategorien „Titel“, „Autor“ oder „Produkt“. Das ist der erste Schritt, um Informationen auch für Maschinen verständlich zu machen.

Mit der Wissensmodellierungssprache **RDF** können die Eigenschaften der Informationen, wie z.B. „Produkt X“ „hat Farbe“ „Rot“ in einfachen „Subjekt-Eigenschaft-Eigenschaftswert“ Schemata modelliert werden. Diese Tripel-Aussagen können untereinander verknüpft werden, wenn sie auf das gleiche Subjekt oder die gleiche Eigenschaft verweisen. Auf diese Weise können umfangreiche Beziehungen zwischen den Informationen repräsentiert werden. Je mehr Schemata miteinander verknüpft werden, desto aussagekräftiger ist das RDF-Wissensmodell.

Metadaten machen Informationen maschinenlesbar.

Wissensmodellierungssprachen XML, RDF und OWL.

⁷ Vgl. Hitzler, P. et al.: Semantic Web, S.12.

Um komplexes Wissen aus einem Wissensbereich abbilden zu können, wurde eine ausdrucksmächtige Modellierungssprache **OWL**, die auf XML und RDF Syntax aufbaut, im Zeitraum zwischen 2001 und 2005 entwickelt. OWL erlaubt insbesondere die Modellierung von komplexen Zusammenhängen, die im RDF-Tripel-Schema „x“ „hat“ „Eigenschaft“ nicht mehr dargestellt werden können. Im Jahr 2005 wurde die Wissensmodellierungssprache OWL um die Komponente **SWRL** (Semantic Web Rule Language) erweitert. Die SWRL-Ergänzung ermöglicht die Integration von Schlussfolgerungsmechanismen, aus dem Forschungsbereich „Künstliche Intelligenz in Ontologien“ und macht so das modellierte Wissen auswertbar. Das erlaubt automatische Auswertungen von Informationen nach fest definierten Regeln sowie automatisierte Auslösungen von Handlungen durch den Computer, z.B. wenn „x“ beobachtet, dann ist die Annahme „Ereignis a“ eingetroffen, dann wird die „Handlung b“ ausgelöst. In der Semantic Web Forschung wird zurzeit eine weitere OWL-Version OWL2⁸ erarbeitet.

Ein bedeutender Vorteil von RDF/OWL-Formaten ist, dass sie durch die Möglichkeit zur Repräsentation von Daten in Wissensmodellen, unabhängig vom ursprünglichen Format, den Austausch von Daten zwischen verschiedenen Anwendungen und Datenbanken erlauben. Das bedeutet, dass nur die Datenstruktur in einer Ontologie modelliert, geändert oder erweitert wird und die Daten modular in den jeweiligen Anwendungen bestehen bleiben und nicht in ein zusätzliches neues System übertragen werden müssen. Gegenüber einer reinen Metadatenstruktur ergibt sich zusätzlich der Vorteil, Beziehungen zwischen den einzelnen Attributen abbilden zu können. Weiterführend werden die wichtigsten Begriffe des Semantic Web im Glossar (vgl. Anhang) anhand von Beispielen erklärt.

Vorteile von RDF/OWL-Formaten.

⁸ <http://www.w3.org/TR/owl2-profiles/>.

In der folgenden Abbildung sind die semantischen Technologien sowie deren Funktionen in Abhängigkeit vom Grad der Wissensmodellierung dargestellt. Die Technologien bauen aufeinander auf und mit dem steigenden Reifegrad der Technologien werden zunehmend komplexere Anwendungen ermöglicht.



Abb. 3: Vision des Semantic Web

Durch semantische Annotation wird zunächst die zielgerichtete Informationssuche erleichtert, wobei die Suche sich nicht mehr auf Texte und Datenbanken beschränkt, sondern auch z.B. Multimedia, Geodaten und Grafiken einschließen wird, wenn diese vorab entsprechend annotiert wurden. Mit semantischen Technologien können Informationen aber nicht nur besser gefunden werden.

„No knowledge discovery without knowledge representation“⁹.

⁹ Mills, D.: Semantic Wave 2008 Report.

Dadurch, dass Computer die Bedeutung der semantisch strukturierten Daten erkennen und (semi-)automatisch mit anderen Informationen verbinden und visualisieren, ergeben sich ungeahnte Potentiale für Forschung, Wirtschaft und den privaten Gebrauch. Computergestützte Anwendungen werden sich durch die Weiterentwicklung der semantischen Technologien von dynamisch lernend über aktiv vorschlagend zu autonomen und automatisierten Anwendungen entwickeln, die Entscheidungen nicht nur unterstützen, sondern in Grenzen selbst steuern. Die Benutzerfreundlichkeit vieler computergestützter Anwendungen wird sich dadurch enorm verbessern, da die Prozesse für den Nutzer unsichtbar im Hintergrund ablaufen. Die Nutzer können Computer und andere Ausgabegeräte intuitiver bedienen und werden erheblich entlastet.

Intuitive Computernutzung

In Organisationen können durch den Einsatz von semantischen Technologien erhebliche Zeit- und Kosteneffizienzpotentiale realisiert werden, und das bei steigender Produktivität und Kreativität der MitarbeiterInnen. Neue Dimensionen für computergesteuerte Produkte, Prozesse und Services eröffnet die semantische Modellierung in „Machine to Machine“¹⁰-Technologien. Semantische Technologien dienen einerseits als „Enabling-Technologie“ und andererseits als ein bedeutender Innovationstreiber für die Entwicklung des **Internet der Dinge**¹¹ und **des Internet der Dienste**¹². Das Internet der Dinge bezeichnet die elektronische Vernetzung von Gegenständen des Alltags, um einen selbständigen Informationsaustausch der Gegenstände via Internet untereinander zu ermöglichen. Das Internet der Dienste bezeichnet die Übertragung von serviceorientierten Software-Architekturen auf das Internet, um Dienstleistungen flexibler als bisher über das Internet anzubieten und in andere Software zu integrieren. Der Begriff Dienste umfasst sowohl automatisierte Web-Services als auch traditionelle Dienstleistungen, die von Menschen erbracht werden.

Zeit- und Kosteneffizienzpotentiale

„Enabling-Technologien“ für das Internet der Zukunft.

Mit der Integration von semantischen Technologien in das Internet der Dienste und das Internet der Dinge wird die nächste Stufe der Internetnutzung erreicht, das **Ubiquitous Web**, die allgegenwärtige computergestützte Informationsverarbeitung. Die Informationen aus dem virtuellen Internet werden mit Informationen aus der realen Welt verbunden, der Teilnehmerkreis wird außer Menschen und Computern auch intelligente Systeme und Produkte umfassen. Diese Vernetzung von Technologien, Menschen und Maschinen wird neue Möglichkeiten und Märkte eröffnen und neue Geschäftsmodelle hervorbringen. Von den Beschäftigten werden die neuen Technologien die Entwicklung von zusätzlichen Kompetenzen erfordern.



Ubiquitous Web.¹³

¹⁰ **Machine-to-Machine** (kurz M2M) steht für den automatisierten Informationsaustausch z.B. mittels RFID-Technologie zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern. (Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag Machine-to-Machine).

¹¹ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag: Internet der Dinge.

¹² Vgl. SAP research. http://www.sap.info/de/experts/research/081008_web-basierte_Dienstleistungsgesellschaft_DE.html.

¹³ Bildquelle: www.iStockphoto.com. Urheber: Emrah Türüdü.

Semantische Technologien werden in einer Vielzahl von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsprojekten auf deutscher und europäischer Ebene kontinuierlich weiterentwickelt. Viele Anwendungen befinden sich bereits auf dem Markt oder in der industriellen Erprobungsphase. Der vorliegende Think!innowise-Trend Report zeigt diese Entwicklungen auf. Grundlage des Trend Reports ist eine Auswertung (Stand August 2009) von Studien, von am Markt verfügbaren Produkten und Dienstleistungen, die auf semantischen Technologien basieren, von Previews industrieller Entwicklungen, von über 200 im EU-Forschungsrahmenprogramm (FP6 bis FP7) geförderten Vorhaben sowie von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Bereich semantischer Technologien von Bund und Ländern in Deutschland.

Vorgehensweise.

Dieser Trend Report basiert konzeptionell auf Überlegungen zu sogenannten „Technological Trajectories“ (vgl. Nelson/Winter/Dosi, 1982). Technological Trajectories (zu deutsch „Technologiepfade“) beschreiben Entwicklungskorridore von Technologien auf Basis des S-Kurven-Konzepts, also der Beschreibung der Leistungsfähigkeit einer Technologie. Eine S-Kurve beschreibt ein zunächst langsames Wachstum des Reifegrades einer Technologie (für die Phase der Technologieentstehung, zumeist in der Grundlagenforschung; „Birth“), über eine Phase von raschem exponentiellem Wachstum (zumeist in der Phase industrieller Forschung und Entwicklung; „Growth“) bis zu einem langsameren Wachstum und einer asymptotischen Annäherung der Leistungskurve an eine natürliche oder physikalische Grenze („Maturity“) (vgl. Abb. 4).

Technologie Trajektorien

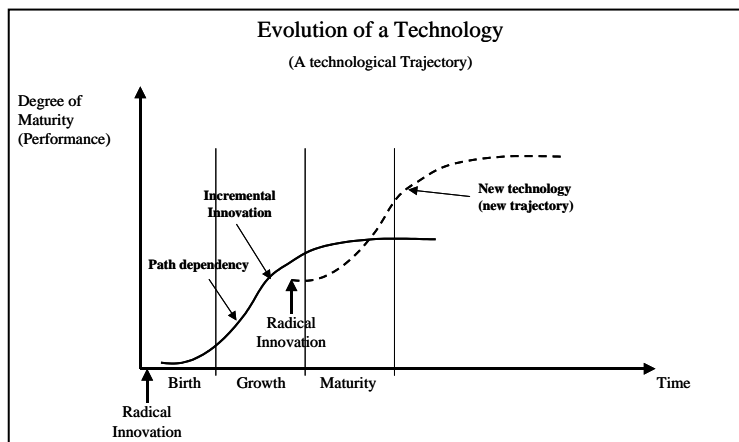


Abb. 4: Technological Trajectories, Quelle: Nelson/Winter (1982)

Die natürliche oder physikalische Leistungsgrenze wird, vereinfacht gesagt, durch die Basistechnologie bestimmt, die dem Technologiepfad zugrunde liegt (z.B. Kathodenstrahl-Bildröhre). Die Industrie verharret üblicherweise auf einem Technologiepfad (sog. „Pfadabhängigkeit“), solange inkrementelle Verbesserungen einen höheren Ertrag erbringen als der Wechsel auf einen neuen Technologiepfad (z.B. Wechsel von Kathodenstrahlröhren auf LCD-Fernseher). Irgendwann wird jedoch die alte durch eine neue Technologie abgelöst (siehe gestrichelte Linie in der Abbildung; radikale Innovation), verbunden mit einem Sprung in der Leistungsfähigkeit der Technologie.

Technologietrajektorien können damit für den Entwicklungs- und Verwertungszeitraum von neuen Technologien eine Trendaussage über den wahrscheinlichen Verlauf von Wachstum und Reifegrad der jeweiligen Technologie liefern. Sie sind insofern „handfeste Grundlage“ für Trendaussagen, da sie auf real existierenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und nicht auf Visionen oder Intuitionen beruhen.

Handfeste Grundlage für Trendaussagen

2.1 Semantische Wissensrepräsentation

Die Abb. 5 beschreibt die Trends im Bereich der Technologien für die Wissensrepräsentation. Wissensrepräsentation ist eine der Basistechnologien für das semantische Web, weil erst durch semantische Annotation und Verknüpfung der Informationen in Wissensmodellen Wissensentdeckung und sinnvolle Wissensnutzung ermöglicht werden.

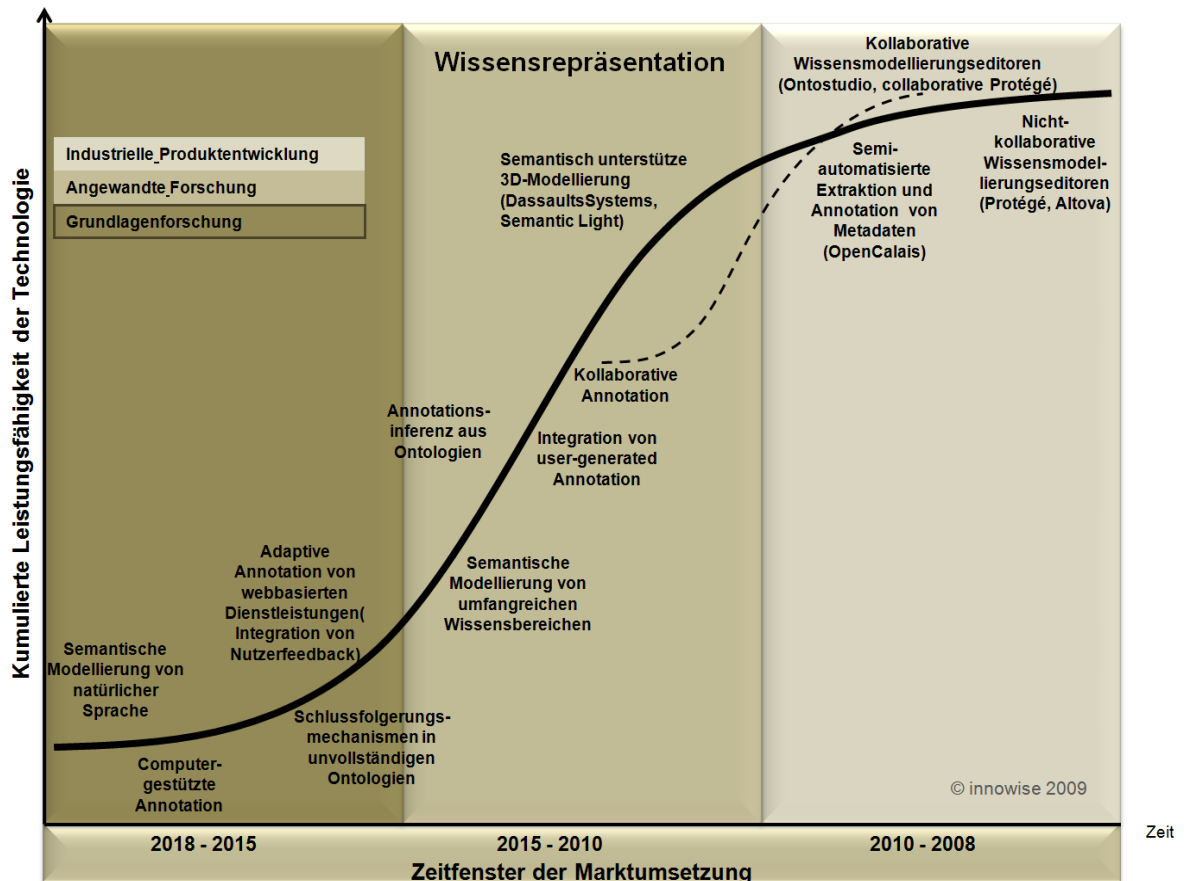


Abb. 5: Entwicklung von Wissensrepräsentationstechnologien

Interpretationshilfe zum Verständnis der Abbildung „Entwicklung von Wissensrepräsentationstechnologien“

Der betrachtete Zeitraum umfasst derzeit auf dem Markt befindliche Produkte zur Wissensrepräsentation (oberer rechter Bereich der S-Kurve = marktreife Produkte/Services), deren Entwicklung bis in das Jahr 2005 zurückreicht, bis zu Forschungsthemen im Grundlagenbereich (unterer linker Bereich der S-Kurve) mit einer perspektivischen Umsetzung am Markt bis etwa 2018.

Die Abbildung stellt aus Vereinfachungsgründen eine kumulierte Sicht auf die Trends im Bereich der Wissensrepräsentation dar. Technologien oder deren Modelle, Konzepte etc. werden in der Grundlagen- oder angewandten Forschung/Entwicklung generiert und reifen entlang der S-Kurve im Hinblick auf das Hervorbringen von marktfähigen Produkten/Technologien oder darauf basierender Dienstleistungen. Natürlich durchläuft jede der abgebildeten Technologien einen eigenen Lebenszyklus der S-Kurve.

Technologien, die einen bestimmten Reifegrad erreicht haben (z.B. nicht-kollaborative Editoren zur Wissensmodellierung), werden am Markt verwertet, möglicherweise inkrementell noch verbessert, erreichen aber nach einer bestimmten Zeit die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit (Abflachen der S-Kurve im oberen rechten Bereich) und werden von leistungsfähigeren Technologien abgelöst: so werden z.B. kollaborative Editoren zur Wissensmodellierung die nicht-kollaborativen Wissensmodellierungsedatoren der ersten Generation ablösen. Jedoch wird nicht jede Technologie zwangsläufig in ein marktfähiges Produkt umgesetzt; es findet eine „natürliche Auslese“ der marktfähigen Innovationen statt.

Folgende Trends für den Bereich der Wissensrepräsentation können festgehalten werden:

Trends in der Wissensrepräsentation	
1. Trend Verbesserung von Editoren zur Wissensmodellierung	Derzeitige Wissensmodellierungsedatoren vollziehen einen Wandel von „Stand-alone“ Editoren zu kollaborativen, browsergestützten Editoren.
2. Trend Automatisierung von Extraktions- und Metadatengenerierungsverfahren	Semantische Extraktions- und Metadatengenerierungsverfahren werden zu semi-automatisierten Verfahren weiterentwickelt.
3. Trend Kollaborative semantische Annotation und Wissensmodellierung	Die Annotations- und Wissensmodellierungsverfahren werden zunehmend zu kollaborativ erstellten, adaptiven Annotationen und Ontologien weiterentwickelt.
4. Trend Semantische Modellierung von umfangreichen Ressourcenbeständen	Automatisierte Verfahren dienen der effizienten Annotation und Integration von bestehenden Wissensmodellen und Dokumenten in sehr großen Datenbeständen.
5. Trend Verbesserung von Schlussfolgerungsverfahren	Schlussfolgerungsverfahren für unvollständige Wissensmodelle werden entwickelt.
6. Trend Semantische Modellierung der Mensch-Maschine Interaktion	Natürliche Sprache, Gestik, Emotionen und Nutzerverhalten werden von Maschinen erkannt und in die Wissensmodellierung einbezogen. © innowise 2009

Abb. 6: Trends in der Wissensrepräsentation

Erläuterung der Einzeltrends:**1. Trend: Verbesserung von Editoren zur Wissensmodellierung**

Nicht-kollaborative Wissensmodellierungsedatoren: Um ein Wissensmodell in RDF/OWL zu modellieren, wurden zahlreiche Editoren entwickelt, die die Annotation von Informationen textuell und visuell unterstützen und die Navigation in den Wissensmodellen ermöglichen. Die bekanntesten sind die OpenSource Version Protégé sowie Semantic Works von Altova, die noch zu der ersten Generation von Wissensmodellierungsedatoren zählen. Diese eignen sich besonders zur Erstellung von Ontologien, die einen eingeschränkten Wissensbereich abdecken. Der Wissensmodellierungsprozess wird von Ontologie-Ingenieuren geleitet, die das Wissen von Experten eines Wissensbereichs (Domänenexperten) manuell abbilden.

Instrumente für die Wissensmodellierung

Kollaborative Wissensmodellierungsedatoren: Die Instrumente für die Wissensmodellierung verfolgten in der ersten Generation einen Top-Down-Ansatz und hatten den hohen Anspruch, das Wissen eines Bereichs vollständig abbilden zu können. Relativ schnell wurde jedoch erkannt, dass kollaborative Ontologieerstellung und die Einbeziehung von Fachexperten und Ontologienutzern den Erstellungsprozess erheblich beschleunigen. Die Instrumente der kollaborativen, dezentralen Wissensmodellierung unterstützen die gleichzeitige, orts- und zeitunabhängige Zusammenarbeit von Experten, Ontologie-Ingenieuren und Nutzern. Dieser vielversprechende Ansatz wird im Beispielprojekt ONTOVERSE im nachfolgenden Kapitel beschrieben. Die kollaborativen Wissensmodellierungsedatoren verfügen zudem über verbesserte visuelle Benutzeroberflächen und grafische Regeledatoren, so dass nicht ausschließlich Ontologie-Ingenieure, sondern auch Domänenexperten komplexe Zusammenhänge intuitiv modellieren können. Über integrierte kollaborative Funktionen verfügen z.B. die Editoren von ONTOVERSE, Collaborative Protégé, Ontoprise (Ontostudio) und Swoop¹⁴.

2. Trend: Automatisierung von Metadatengenerierungsverfahren

Semi-automatisierte Extraktion und Annotation von Metadaten: Zur Überführung von unstrukturierten in strukturierte Daten sind Extraktions- und Annotationstechnologien erforderlich, die aus unstrukturierten Informationen Metadaten gewinnen und semantisch beschreiben. Mittels semantischer Textanalyseverfahren können Metadaten wie z.B. „Stadt“ oder „Autor“ aus Dokumenten und Web-Seiten automatisch extrahiert und mit XML oder RDF Formaten semantisch annotiert werden. Einige Extraktions- und Annotationswerkzeuge, wie z.B. Instrumente von OpenCalais, sind bereits über das Web zugänglich (vgl. Kapitel 2.2). Derzeit erkennen verfügbare semi-automatisierte Extraktions- und Annotationsverfahren schon eine Vielzahl von Kategorien. Trotz vielversprechender Ansätze weisen die automatisierten Verfahren noch gravierende Schwächen im Vergleich zur menschlichen Intelligenz auf. Deswegen müssen semi-automatisierte Verfahren durch menschliche Intelligenz und manuelle Annotation ergänzt werden.

Schwächen von automatisierten Extraktionsverfahren.

¹⁴ Vgl. <http://code.google.com/p/swoop/>.

3. Trend: Kollaborative semantische Annotation und Wissensmodellierung

Wenn eine Basisontologie zur Verfügung steht, können hinzukommende Informationen präziser analysiert und annotiert werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Reasoning-Algorithmus. Dabei greift dieser auf bestehende Annotationen und Indexierungen in der Wissensbasis zurück. So werden Informationen zueinander in Beziehung gesetzt und erlauben die Schaffung von neuen „wahren“ Aussagen. Auf diese Weise können auch unvollständige Daten verarbeitet werden. Neue Informationen und Konzepte, die das Wissensmodell noch nicht kennt, müssen jedoch manuell annotiert und hinzugefügt werden. Wissensmodellgestützt werden z.B. die Informationen in semantischen Datenbanken annotiert und in diesen als ein ganzheitliches Konzept dargestellt. Die bekannteste ist die Initiative Linked Data¹⁵ (vgl. Abb. 7), die mit DBpedia eine semantisch annotierte Version von Wikipedia zur Verfügung stellt.

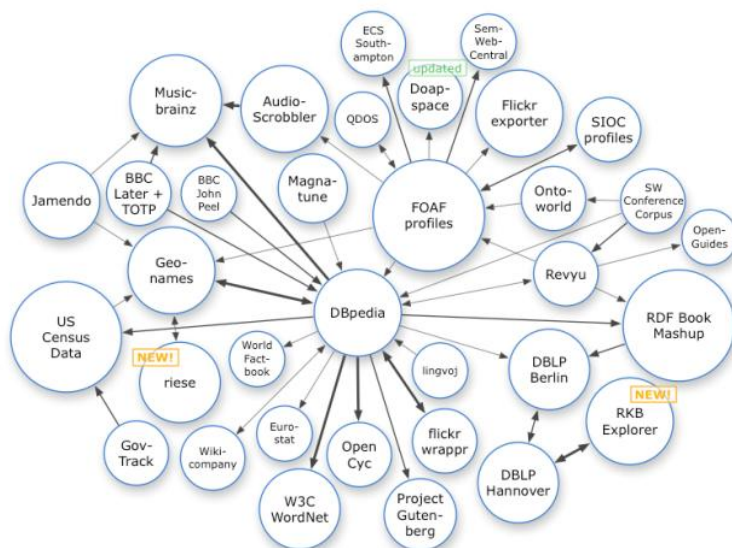


Abb. 7: Linked Data Ontologie. Quelle: www.linkeddata.org

Annotationsinferenz: Aufbauend auf Methoden der künstlichen Intelligenz, insbesondere des maschinellen Lernens, werden Schlussfolgerungsmechanismen für Ontologien entwickelt. So wird wissensmodellgestützte Annotation präzisiert. In aktuellen Forschungsprojekten werden mit Hilfe von verbesserten Annotationstechnologien auch Multimedia und 3D Objekte semantisch annotiert (Beispiel EU-Forschungsprojekte: ASPIC, ARGUGRID, K-SPACE).

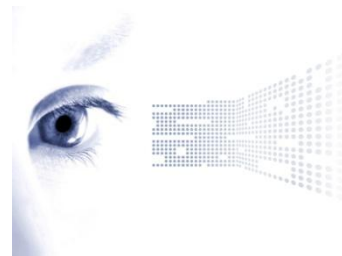
Schlussfolgerungsmechanismen

¹⁵ Vgl. <http://www.linkeddata.org>.

Integration von user-generated Annotation: Die Strukturierung von Informationen mit Metadaten durch Ontologie-Ingenieure und Fachexperten erweist sich in der Praxis oft als teuer und langwierig. Sehr erfolgreich umgesetzt wird jedoch bereits das freie Verschlagworten von Web-Dokumenten durch Nutzer-Gemeinschaften mittels „Social Tagging“ bzw. „Folksonomies“. Diese Methode erlaubt, große Datenmengen kostengünstig und schnell zu annotieren, verfügt jedoch nicht über die semantischen Strukturen von Ontologien. Es ist jedoch möglich, nutzergenerierte Keywords („Tags“) durch Ontologie-Ingenieure auswerten zu lassen, um diese in ein semantisches Wissensmodell zu integrieren. In derzeitigen Forschungsprojekten werden Verfahren entwickelt wie user-generated Annotationen, wie z.B. Annotation von Multimedia, weitgehend automatisiert in das Wissensmodell integriert werden können (vgl. EU-Forschungsprojekte: NM2, MUSCLE).

User-generated Annotation

Computergestützte Annotation: Das Ziel der computergestützten Annotation ist es, Annotationsverfahren zu entwickeln, die menschliche Beteiligung soweit wie möglich minimieren. Denn die bestehenden Verfahren zur vollautomatisierten Annotation weisen trotz vielversprechender Ansätze im Vergleich zu menschlicher Intelligenz und manueller Annotation noch viele Schwachstellen auf. In computergestützten Verfahren werden daher die Synergien aus Nutzerkontext, Wissensmodellen und Analyse von verschiedenen Online-Quellen mittels Inferenzmechanismen optimiert. Auch für Multimedia-Inhalte werden computergestützte Annotationsverfahren – derzeit noch in Forschungsprojekten wie z.B. MESH und CASAM – entwickelt.



Relevanzanalyse des Nutzerverhaltens, z.B. mittels Eye-Tracking.¹⁶

Adaptive Annotation und adaptive Ontologien: Im Fokus aktueller Forschungsprojekte steht die semantische Modellierung von Nutzerverhalten und Nutzungssituation. Es werden Verfahren entwickelt, die automatisiert Verknüpfungen und die Relevanz von Informationen generieren, indem z.B. die Betrachtungszeit durch den Nutzer, seine Augenbewegungen (**Eye-Tracking Verfahren**) oder der Nutzungsort ausgewertet werden. Ziel ist es, dass Ontologien aus der Analyse von direktem Nutzerfeedback ergänzt durch Ratings sowie aus der Analyse von Online-Quellen wie Blogs, sozialen Netzwerken und Bewertungsplattformen „lernen“ und die Ontologie entsprechend den neuen Informationen automatisiert anpassen. Im Beispielprojekt SERVICE FINDER werden adaptive Ontologien für Web-Dienstleistungen erforscht; zudem werden adaptive Wissensmodelle in Projekten zum Internet der Dienste sowie in Projekten zu Suchdiensten weiterentwickelt (vgl. EU-Forschungsprojekte: EYE2IT, PINVIEW, VITALAS, VIDIVIDEO, MY E-DIRECTOR 2012, SERVFACE, IKT 2020 INTERNET DER DIENSTE).

¹⁶ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Eva Serrabassa.

4. Trend: Semantische Modellierung von umfangreichen Ressourcenbeständen

Komplexe (large-scale) Wissensmodellierung: Im Rahmen von aktuellen Forschungsprogrammen werden Instrumente für die effiziente Modellierung und für das Management von interoperablen Ontologien für sehr große Ressourcenbestände entwickelt. Der Fokus liegt dabei auf Integrationsverfahren von bestehenden Wissensmodellen und Ressourcen für verschiedene Wissensbereiche. Typische Anwendungsbereiche sind Ontologien für Medizin, Biologie, E-Health sowie interdisziplinäre, naturwissenschaftliche Fächer wie z.B. Biomedizin und Bioinformatik. In den auf diese Weise strukturierten Datenbeständen können mittels Schlussfolgerungsverfahren bislang verborgene Zusammenhänge entdeckt werden. Als Beispielprojekt sei hier das Forschungsprojekt „GENEONTOLOGY“¹⁷ genannt. In den Anwendungsszenarien des „THESEUS“ Forschungsprogramms werden Ontologien für wissensintensive Prozesse in der Automobilindustrie, in der Medizin sowie für die Medienbranche entwickelt (vgl. auch EU-Forschungsprojekte: BOOTSTREP, LARKC, VITALAS, CALBC).

Entdeckung bislang verborgener Zusammenhänge.

5. Trend: Verbesserung von Schlussfolgerungsverfahren

Schlussfolgerungsmechanismen in unvollständigen Ontologien: Die algorithmischen Schlussfolgerungsverfahren funktionieren in vollständig modellierten Wissensbereichen schon sehr zufriedenstellend und können z.B. Konsistenzprüfungen und Ableitungen aus der Wissensbasis automatisiert durchführen. Unvollständiges, unsicheres Wissen oder dezentral verteiltes Wissen (z.B. Sensorinformationen, vgl. Kap. 3) zu modellieren wird jedoch auch mit ausdrucksstarken Modellierungssprachen zu einer sehr komplexen Aufgabe. Daher koppelt die aktuelle Forschung Schlussfolgerungsmechanismen, die auf Wahrscheinlichkeitsrechnungen beruhen, mit Methoden des maschinellen Lernens, um diese in Ontologien zu integrieren und zu „lernenden“ intelligenten Ontologien weiter zu entwickeln. Ontologiegebaute Systeme werden durch den Einsatz von Schlussfolgerungsmechanismen bestimmte Prozesse selbständig und dezentral steuern können und aus den Nutzungssituationen lernen. Intelligente Ontologien sind z.B. der Forschungsgegenstand in den EU-Projekten „TONES“ und „LARKC“ und werden zudem in den Projekten zum „Internet der Dinge und der Dienste“ im Forschungsprogramm des BMWi „THESEUS“ erforscht.

Intelligente Ontologien.

¹⁷ Vgl. <http://www.geneontology.org>.

6.Trend: Semantische Modellierung der Mensch-Maschine Interaktion

Semantische Modellierung von natürlicher Sprache, Gestik, Emotionsausdrücken und Nutzerverhalten: Um die Interaktion zwischen Mensch und Computer zu erleichtern, wurden für verschiedene Medien Erkennungsverfahren für Text, Multimedia und 3D Objekte entwickelt. Im Forschungsprogramm „THESEUS“ werden Generierungs-algorithmen und dialogorientierte Ontologien entwickelt, um gesprochene oder frei formulierte geschriebene Sprache maschinell verarbeiten zu können.

Die Interaktion zwischen Menschen und Computern wird „natürlicher.“

Besonders vielversprechend sind in diesem Zusammenhang jedoch interdisziplinäre F&E Aktivitäten in den Bereichen Objekterkennungsverfahren, künstliche Intelligenz und semantische Wissensrepräsentation. Dabei wird mittels innovativer Objekterkennungsverfahren die Reaktion des Nutzers indirekt gemessen; beispielsweise werden menschliche Emotionen und Gestik erkannt, mittels Eye-Tracking Verfahren werden die Verweildauer und die Relevanz der betrachteten Inhalte ausgewertet. Das Ziel dieser Projekte ist, das Nutzerverhalten semantisch zu modellieren, um darauf aufbauend intelligente Anwendungen, z.B. für personalisierte semantische Agenten, zu entwickeln. (vgl. Beispielprojekte: ONTORULE, PALLIANET, CASAM, COMPANIONABLE, SEMAINE sowie EMOTIONSRADAR von Fraunhofer IAIS).

2.1.1 Wissensrepräsentation in der Praxis

Annotation mit OpenCalais 4.0.

Die OpenSource Initiative OpenCalais¹⁸ von Thomson Reuters hat sich zum Ziel gesetzt, die semantische Wissensrepräsentation der Inhalte im World Wide Web zu erleichtern und voran zu bringen. An dieser Stelle wird der Annotationsdienst „Calais Web Services“ als ein verfügbares semi-automatisiertes Annotationsinstrument vorgestellt. Weitere Instrumente von OpenCalais für Blogs und Content-Management-Systeme werden im Kapitel 2.2 näher beschrieben.

Die Instrumente von OpenCalais.

OpenCalais bietet semi-automatisierte Annotationsdienste für Webseiten. Die Enabling-Technologien für OpenCalais-Dienste werden von einer großen Entwicklergemeinschaft ständig weiterentwickelt und basieren auf innovativen Annotations- und Natural Language Analyse-Instrumenten. Die semantische Anreicherung der Daten findet mittels RDF statt. Zur Übertragung und zum Austausch von semantischen Metadaten verfügt Calais 4.0 über eine Schnittstelle, die die Anbindung an Suchmaschinen oder Webseiten übernimmt.

Abb. 8: Anreicherung einer unstrukturierten Pressemitteilung mit Semantischen Metadaten mit „Document Viewer“ von OpenCalais. Quelle: Eigene Darstellung mit OpenCalais „Document Viewer“.

¹⁸ Initiative OpenCalais ist der ehemalige Webdienst ClearForest, der im April 2007 von der Nachrichtenagentur Reuters akquiriert wurde. (Vgl. www.opencalais.com).

OpenCalais Web Services richten sich überwiegend an Programmierer und Webseitenbetreiber und stellen verschiedene Plug-Ins kostenlos zur Verfügung. Um die Tools zu testen, bietet OpenCalais die Möglichkeit, einen Text, wie z.B. eine „unstrukturierte“ Pressemitteilung, in den „Document Viewer“ einzugeben. Unstrukturierter Text wird binnen weniger Sekunden semantisch annotiert und kann in anderen Anwendungen weiterverwendet werden. Die von OpenCalais identifizierten Metadaten wie geografische Orte, Personen, Firmen, Internetadressen, Ereignisse, Fakten und Oberbegriffe werden auf der linken Seite in Kategorien angezeigt und im Text farblich markiert (Abb. 8). In der Toolbar kann die Annotation im RDF-Format angezeigt werden.

Die semantisch annotierten Inhalte können nun mit freiverfügbaren Quellen oder eigenen Datenbanken verknüpft werden und stehen anderen Anwendungen zur Verfügung. Noch nicht vorhandene Metadaten müssen dem Programm jedoch manuell hinzugefügt werden. Außerdem stellt OpenCalais einen Browser Plug-In **Gnosis** (für Firefox und Internet Explorer) zur Verfügung (vgl.

Abb. 9). „Gnosis“ extrahiert beim Browsen im Internet bestimmte Begriffe wie Städte, Firmen, Personen, Organisationen, Produkte und Technologien und zeigt diese strukturiert an. Verfügbare Informationen zu diesen Kategorien werden beim „überrollen“ mit der Maus eingeblendet. Im Kontextmenü wird der interessierte Nutzer zu Google, Wikipedia, Technorati oder Google-Maps weitergeleitet.

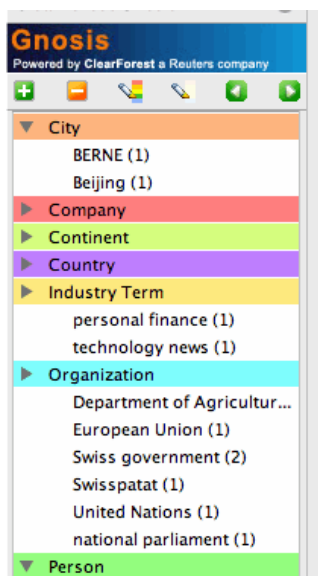


Abb. 9: Metadaten-Extraktion mit Gnosis. Quelle: www.opencalais.com

Die Instrumente von OpenCalais bieten schon umfangreiche Möglichkeiten für die Annotation und die Extraktion von Metadaten und bereiten unstrukturierte Informationen für mögliche Weiterverwendung auf. Die Instrumente eignen sich besonders gut, um Inhalte von Webseiten, E-Commerce Shops und Online-Medien mit Metadaten anzureichern und um Metadaten mit verschiedenen Anwendungen auszutauschen. Da diese Instrumente die annotierten Informationen jedoch nicht automatisch in Wissensmodelle integrieren, eignen sie sich in dieser Form noch nicht für komplexe wissensbasierte Anwendungen. Dafür müssen spezifische Wissensmodelle entwickelt werden, die Inferenzregeln und Vorgaben enthalten, wie neue Informationen in Beziehung zu bestehenden Daten zu setzen sind.

Umfangreiche Möglichkeiten für die Annotation von Metadaten.

Loomp¹⁹

Die Anwendung Loomp ist für die Endnutzer entwickelt worden. Dafür wurde ein benutzerfreundlicher Editor für semantisches Content-Management entwickelt, der mit einer neuartigen „Ein-Klick-Annotation“-Funktion die Nutzer unterstützt, semantisch angereicherte Webpublikationen (HTML, PDF, WIKI, Blogs, etc.) zu erzeugen (vgl. Abb. 10). Mittels eines Content-Management-Editors werden die Informationen semantisch annotiert (RDF) und können beliebig in verschiedenen Ausgabekanälen verwendet werden. Gegenüber OpenCalais ist Loomp nicht nur benutzerfreundlicher, sondern der Dienst bietet den Vorteil, dass die Annotation auch deutschsprachig erfolgen kann.

Semantischer, deutschsprachiger Editor.



Abb. 10: Semantischer Editor Loomp. Quelle: www.loomp.org

¹⁹ Vgl. <http://www.loomp.org/>.

2.1.2 Kollaborative Ontologieerstellung am Beispiel des Projekts ONTOVERSE

Notwendige Bedingungen für die Qualität und Verbreitung von semantischen Technologien sind die Erstellung von Metadaten sowie die formale Organisation des Wissens in Wissensmodellen. Die Wissensmodellierung in Ontologien erfordert jedoch tiefe Kenntnisse in einem Wissensgebiet. Die Klassifizierung von Begriffen und deren Beziehungen kann für spezifische Bereiche sehr komplex werden und die Ontologiedesigner sind auf das Fachwissen der Experten (Domänenexperten) und auf die Mitarbeit der Ontologienutzer angewiesen. Der Ontologiedesigner ist als Modellierungsexperte und Wissensingenieur zuständig für die formale Wissensrepräsentation. Der Domänenexperte liefert den fachlichen Input, wobei häufig auf mehrere Personen zurückgegriffen werden muss, um das notwendige Domänenwissen zu erhalten. Dafür müssen die Experten des jeweiligen Wissensgebiets und die Ontologiedesigner sich inhaltlich austauschen und zu einem Konsens kommen, damit Daten formal und inhaltlich konsistent annotiert und in Ontologien verknüpft werden können.



Kollaborative Ontologieerstellung²⁰

Als Hauptwerkzeug für die Ontologieerstellung dient ein Ontologie-Editor. Weit verbreitet in der Semantic Web Community ist der OpenSource Ontologie-Editor Protégé, der an der Universität Stanford entwickelt wurde. Mit Protégé können formale, maschinenlesbare Wissensmodelle erstellt werden. Protégé bietet ein umfangreiches Instrumentarium zum Modellieren von wissensmodellbasierten und modellübergreifenden Inferenzregeln zum maschinellen Schlussfolgern.

In nicht-kollaborativen Wissensmodellierungseditoren der ersten Generation arbeiten die Ontologiedesigner in einem „Top-down“ Ansatz an dem Wissensmodell. Die Domänenexperten sowie die Endnutzer der Ontologie werden nur indirekt einbezogen und können nur im Dialog mit Ontologiedesignern inhaltliche Änderungen am Modell vornehmen. Das verlangsamt nicht nur unnötig die Ontologieerstellung, sondern führt auch zu folgenden Problemen:

- Der Einbezug von Ontologieingenieuren zur Formulierung und Modellierung von Wissen macht die Ontologieerstellung langsam und teuer.
- Ontologieingenieure besitzen häufig nur ein eingeschränktes Verständnis der Domäne, das führt oft zu Fehlern in der Ontologie.
- Dadurch, dass die Personengruppe, welche die Ontologie erstellt, nicht mit der Ontologienutzergruppe identisch ist, entstehen organisationale Barrieren. Es kommt zu Problemen in der Kommunikation; z.B. müssen neue Anforderungen, welche die Anwender sammeln, von den Wissensingenieuren verstanden werden und im Gegenzug Änderungen an der Ontologie den Anwendern erklärt werden.
- Durch den Gebrauch unterschiedlicher Werkzeuge zur Erstellung und Pflege einer Ontologie entstehen technische Barrieren. Es entstehen zeitliche Verzögerungen bei der Ontologieerstellung und Aktualisierungen werden seltener vorgenommen.²¹

Herausforderungen an die nicht-kollaborative Ontologieerstellung.

²⁰ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Arthur Holden.

²¹ Vgl. Braun, S., et.al.: SOBOLEO: Vom kollaborativen Tagging zur leichtgewichtigen Ontologie, S. 3.

Seit Februar 2009 ist eine kollaborative Version von **Protégé** verfügbar. In der kollaborativen Version sind Werkzeuge integriert, die eine gemeinsame webbasierte Ontologieerstellung und semantische Annotation durch mehrere Nutzer zulassen. Die Benutzeroberfläche von Protégé und ein stark strukturiertes Annotationsverfahren sind für unerfahrene Nutzer dennoch sehr kompliziert und zeitaufwendig. Folglich werden die notwendigen Anpassungen und Erweiterungen dem Ontologieingenieur überlassen und die oben skizzierte Problematik bleibt bestehen. Dagegen erweist sich der „Bottom-Up“ Einsatz von kollaborativen Web 2.0 Instrumenten wie kollaboratives Tagging, Wikis, Chats, Foren usw. trotz der technischen Herausforderungen, diese Werkzeuge zu integrieren, als sehr förderlich für eine kollaborative Erstellung von Wissensmodellen. In Forschungsprojekten wie z.B. ONTOVERSE und SOBOLEO werden webbasierte Plattformen entwickelt, die die gemeinsame Erstellung, Erweiterung und Pflege von Ontologien mittels kollaborativer Web 2.0 Instrumente ermöglichen.

Collaborative Protégé.

Kollaborative Ontologieerstellung besitzt zwar ähnliche Charakteristiken wie Open Source- und Web 2.0-Aktivitäten, dennoch sind Web 2.0-Mechanismen nur teilweise auf die Erstellung von Wissensmodellen übertragbar. Die erfolgreiche kollaborative Erstellung einer Ontologie hängt wesentlich von der Motivation der beteiligten Personen bzw. von ihrem persönlichen „Kosten-Nutzen-Verhältnis“ ab. Teilnehmer in Web 2.0 Communities erhalten für ihre Beiträge üblicherweise unmittelbar einen Nutzen wie z.B. Informationen, nach denen sie gesucht haben, neue Kontakte oder zumindest eine Art Ruhm oder Reputation in der virtuellen Gemeinschaft. Einige von ihnen haben klar definierte Aufgaben zu erledigen, andere haben gemeinsame Interessen in spezifischen Themengebieten oder teilen ihr Hobby mit anderen Mitgliedern ihrer Community. Die Forschung zur Motivation von Open Source Programmierern zeigt, dass intrinsische häufig gegenüber der extrinsischen Motivation dominiert. Dies gilt insbesondere, wenn die Mitarbeit an OpenSource Projekten bei den Teilnehmern Gefühle von Kompetenzerwerb, Spaß, Forschungsdrang und Kreativität auslöst. Häufig ist die Community-Struktur relativ homogen und ihr liegt ein gemeinsames Verständnis von sozialen Normen zugrunde, so dass die Mitglieder sich als Teil des Ganzen verstehen und ihren Beitrag als Beitrag zu einer gemeinsamen Vision betrachten.²³

“Web 2.0 is fun, ontology engineering is not.”²²

²² Siorpaes, K., Hepp, M. (2007): OntoGame: Towards Overcoming the Incentive Bottleneck in Ontology Building.

²³ Vgl. Deci et al.: Meta-analytic review of experiments: Examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation.

Bei der Ontologieerstellung sind Personen, die ihre Zeit in die Erstellung von Ontologien investieren, nicht notwendigerweise diejenigen, die letztendlich davon profitieren. So hat z.B. der Ontologiedesigner, der für die formale Wissensrepräsentation zuständig ist, häufig keine Möglichkeiten, die Ontologie zu verwerten. In diesen Fällen übersteigt der investierte Aufwand den zu erwartenden persönlichen Nutzen. Dies ist einer der Gründe, warum bislang die meisten Ontologieprojekte im Rahmen öffentlich oder privat finanzierter Forschungsvorhaben durchgeführt werden oder gegen Bezahlung für eine wirtschaftliche Verwendung erstellt werden. Vor dem Hintergrund dieser Herausforderungen, ist es für erfolgreiche kollaborative Ontologieprojekte sehr wichtig, die Ontologienutzer rechtzeitig in den Ontologieerstellungsprozess einzubeziehen und motivierende Anreize zu setzen.

Anreizfunktionen für kollaborative Ontologieerstellung am Beispiel des Projekts ONTOVERSE

Das Projekt ONTOVERSE kombiniert Vorteile bestehender Ansätze der Ontologieerstellung mit noch fehlenden kollaborativen Instrumenten und bietet eine Internet-Plattform zur kollaborativen Erstellung von Ontologien, speziell im Bereich der Life Sciences. Durch den kollaborativen Ansatz über eine Internetplattform werden verschiedene Benutzergruppen (Anwender, Fachexperten und Ontologiedesigner) zusammengebracht, die mit ihrer Expertise an verschiedenen Stellen bei der Ontologie-Entwicklung gewinnbringend mitwirken. Für die Zusammenarbeit verschiedener Benutzer stellt die ONTOVERSE Plattform integrierte Kollaborationsinstrumente wie Tagging, Wikis, News, Diskussionsforen, Communities, Blogs, Messaging, Netzwerke mit Profilen der Nutzer bereit. So werden eventuelle Probleme, die durch die räumliche und zeitliche Verteilung der Nutzer entstehen, gelöst und der Informationsaustausch sowie das Verwalten von großen Datensätzen innerhalb komplexer Ontologien ermöglicht. Weiterhin stehen für die Bearbeitung von Ontologien benutzerfreundliche Annotations- und Navigationsmöglichkeiten, z.B. in Form von Wikis (vgl. Abb. 11) und geeigneter Schlagwörter (tags) bereit.

Kollaborative Instrumente von Ontoverse.

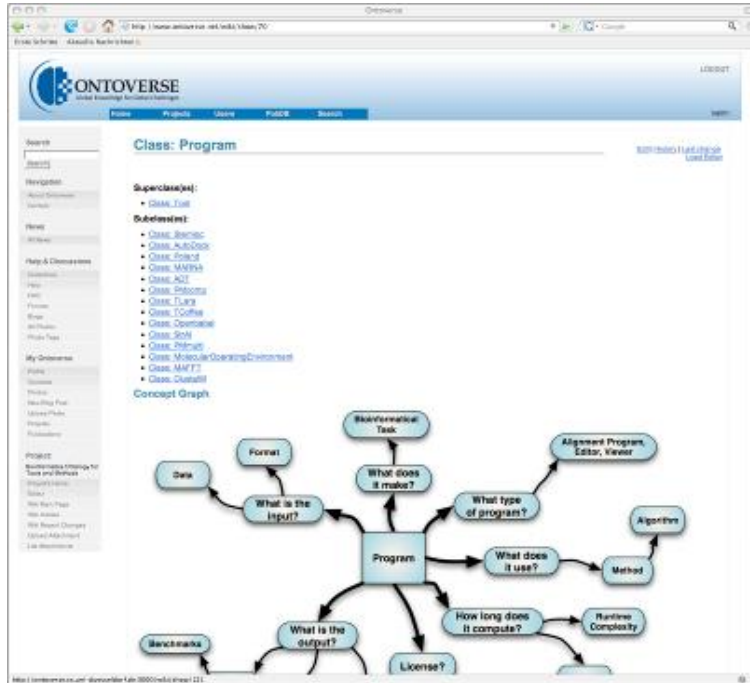


Abb. 11: Ontologierstellung mit ONTOVERSE

Diese einfachen und weit verbreiteten Instrumente ermöglichen es den Nutzern, die Ontologie eigenständig, flexibel und arbeitsintegriert zu ändern und zu erweitern. Mit automatisierten Ontologie-Analyseverfahren und interaktiven Visualisierungstechniken wird der Nutzer beim komplexen Ontologie-Erstellungsprozess zu jeder Zeit unterstützt, so dass z.B. Änderungen von anderen Nutzern und verschiedene Versionen der Ontologien jederzeit nachvollziehbar erklärt bzw. rückgängig gemacht werden können (vgl. Abb. 12).

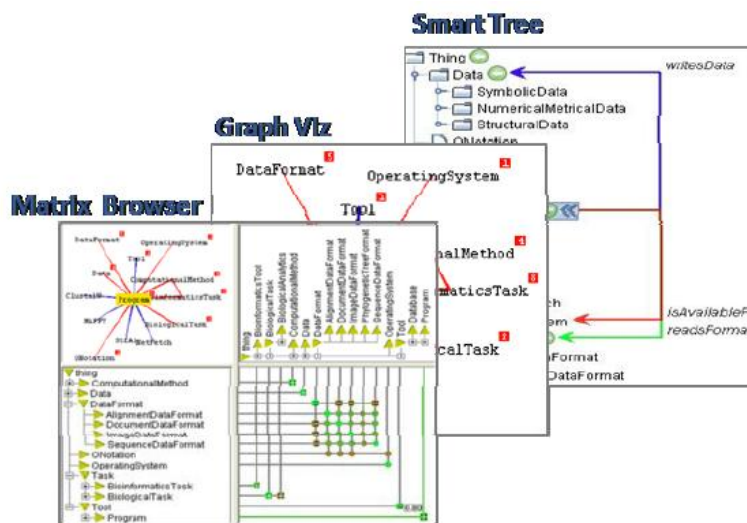


Abb. 12: Visueller Vergleich der Änderungsschritte mit ONTOVERSE

Im Rahmen des ONTOVERSE Projektes wurden außer erwähnten Web 2.0 Lösungsansätzen weitere nicht-monetäre Anreizstrukturen aufgegriffen, um das gemeinsame Arbeiten mehrerer Akteure, wie Domänenexperten, Ontologiedesigner und Ontologienutzer zu unterstützen. Zusätzlich wurden Vertrauen und klar definierte Urheberrechte, die wichtige Anreizkomponenten für gemeinsame Forschungsarbeit darstellen, integriert. Im Ergebnis enthält die ONTOVERSE Plattform verschiedene Anreizfunktionen:

Motivationskomponente	ONTOVERSE Anreizfunktion
Gemeinschaftsgefühl (gemeinsame Ziele und Visionen)	Ontologieprojekte können individuell von spezifischen Gemeinschaften für spezifische Anwendungen aufgesetzt werden. Jedes Projekt besitzt ein eigenes Wiki und einen spezifischen Leitfaden für den gesamten Ontologieerstellungsprozess.
Soziale Komponenten	Diskussions- und Forensystem, Blogging, Mitteilungssystem zum Austausch von Nachrichten zwischen den Nutzern, Newsletter und News/Events-Sektion für die ONTOVERSE Gemeinschaft.
Reziprozität	Der Zugang zu jedem Ontologieprojekt ist per Voreinstellung offen, kann aber durch den jeweiligen Projektadministrator bei Bedarf kontrolliert werden. Die Nutzung des gesamten intra-ontologischen Wissens ist möglich. Dies ist realisierbar über die Funktion „ontology merging“ und über die Teilnahme in verschiedenen Ontologie-Projekten.
Wettbewerb	Konkurrierende Versionierung der Ontologien ist möglich. Verschiedene Versionen einer Ontologie können editiert und innerhalb der Ontologieprojektgemeinschaft diskutiert werden. Bereitstellung von privaten und öffentlichen Räumen zur Editierung der Ontologie.
Selbstdarstellung	Nutzerkonten und -profile (inkl. Fotos und Publikationen) zeigen die spezifische Expertise und Mitgliedschaften in den Ontologieprojekten.
Reputation	System differenzierter Rollen (Projektadministrator, Ontologie-Designer, Domänenexperte).
Aufmerksamkeit	Tagging von Projekten, Nutzerexpertise und Publikationen für ein einfaches Suchen und Finden.
Vertrauen	Trustcenter-Service erlaubt Authentifizierung.
Urheberrechte	Zeitstempeldienst ermöglicht Nachweis der Autorenschaft sowie von Erstellungsdatum und -uhrzeit. © innowise 2009

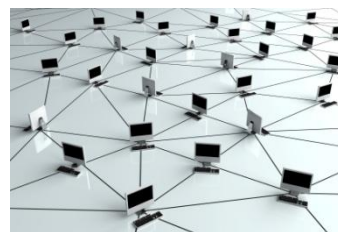
Abb. 13: Motivationskomponenten und Anreizfunktionen bei ONTOVERSE

Mit diesen vielfältigen Anreizfunktionen versucht die ONTOVERSE Plattform, typische Nutzungsbarrieren zu überwinden und die Ontologie-Gemeinschaft mit einem internetbasierten, integrierten Ansatz für das kollaborative technische und soziale Management von Ontologien zu unterstützen.

2.1.3 Fazit: Semantische Wissensrepräsentation

Semantische Wissensrepräsentationstechnologien, haben den Vorteil, dass Informationen und Wissen in einer ganz anderen Tiefe modelliert werden können als mit heutigen Technologien²⁴ und von Software-Agenten „verstanden und genutzt“ werden. Aufgrund der hohen Forschungsetats und der hohen Entwicklungsdynamik in diesem Bereich ist zu erwarten, dass semantische Wissensrepräsentation sich in den kommenden Jahren als Enabler-Technologie für webbasierte Dienstleistungen und Organisationsanwendungen durchsetzen und das Leben der Computernutzer wesentlich erleichtern wird. Eine der Hauptaufgaben des Semantic Web wird die Reduktion der Informationsflut durch automatisierte Fokussierung sowie Organisation und Präsentation der Informationen sein.

„Der Aufbau des Semantic Web ist jedoch kein Feld für Einzelkämpfer. Für die Erreichung einer kritischen Masse an vernetzten Daten muss mit Hilfe von „Weisheit der Vielen“, sei es durch Verschlagwortung, Kategorisierung und Bewertungen ein Datennetz (Web of Data) entstehen, „dessen Relevanz und Qualität ebenso wie andere Netztechnologien von seiner Verbreitung und der gesellschaftlichen Akzeptanz abhängen.“²⁶ Dafür müssen Anreize geschaffen werden, um die Nutzer aktiv in den kollaborativen Datenvernetzungsprozess einzubinden. Um die Nutzer dennoch zu entlasten, ist es ein Hauptanliegen derzeitiger Forschungsaktivitäten, intelligente Mechanismen zu entwickeln, die semantische Wissensmodellierung weitgehend automatisch ermöglichen. Auf diese Weise wird semantische Wissensrepräsentation weitgehend unsichtbar, „unter der Motorhaube“ ablaufen. Dazu werden lernende Wissensmodelle, Verfahren zur Integration des Nutzerverhaltens, z.B. mittels Eye-Tracking und Verweildauer auf der Webseite, und Inferenzverfahren entwickelt, um Semantic Web zum Durchbruch zu verhelfen.



Der Aufbau des Semantic Web ist kein Feld für Einzelkämpfer.²⁵

Semantische Wissensrepräsentation wird keine partizipative Internet-Revolution wie „das Mitmach Web 2.0“ auslösen. Besonders vielversprechend ist jedoch der Einsatz von semantischen Technologien in anderen Bereichen wie z.B. im Wissensmanagement, in Suchdiensten, in Multimedia, in Location-Based Services, in der Steuerung von RFID und Sensoren (Internet der Dinge) und in verteilten intelligenten Agentenplattformen (Internet der Dienste). In den folgenden Kapiteln werden die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, die die Kombination von semantischen Technologien mit anderen Technologien bietet, ausführlich betrachtet.

²⁴ Diese Technologien sind z.B. HTML, XML, UML (vgl. Glossar).

²⁵ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Francesco Rossetti.

²⁶ Vgl. Pellegriani, T.: Grundlagen des Semantic Web, S.24.

2.2 Semantische Wissensmanagementtechnologien für Wirtschaft und Forschung

Wissensmanagement-Instrumente unterstützen die Zusammenarbeit, Arbeitsabläufe, Projektmanagement sowie Planung und Kontrolle verschiedenster Aufgaben wie dies E-Mails, Wikis, Foren, Projektmanagementinstrumente, Planungssoftware usw. schon heute tun.

In diesem Kapitel liegt der Fokus auf der Betrachtung des Entwicklungsstandes und der perspektivischen Marktreife von semantischen Wissensmanagement-Instrumenten im Zeitraum von 2008 bis 2018. Folgende Trends für die weitere Entwicklung von Wissensmanagement-Instrumenten sind über die Zeit erkennbar:



Abb. 14: Marktumsetzung von semantischen Wissenssystemen (Für eine grundsätzliche Lesehilfe vgl. Abb. 5)

Erläuterung der Einzeltrends:

Trends in den semantischen Wissensmanagementtechnologien	
1. Trend Integration von semantischen Technologien in Wissensmanagementsysteme	Semantische Erweiterungen und Schnittstellen werden in Wikis, CMS, Blogs, Software und Mashup Anwendungen integriert.
2. Trend Semantische Interoperabilität	Mittels semantischer Middleware und multimodaler Schnittstellen wird anwendungsübergreifende Interoperabilität hergestellt.
3. Trend Semantische Enterprise	Semantische Technologien werden in Organisationssoftware wie Prozessmanagement, ERP, CRM usw. integriert.
4. Trend Semantic Desktop	Intuitive, adaptive Benutzeroberfläche ermöglicht einen zentralen Zugang zu Informationen in einem intelligenten Informationssystem.
5. Trend Natürliche Sprache in Wissenssystemen	„Natürliche Sprache“ wird in semantische, organisationsbezogene Wissensmodellierung integriert.

© innowise 2009

Abb. 15: Trends in den semantischen Wissensmanagementtechnologien

1. Trend: Integration von semantischen Technologien in Wissensmanagementsysteme

Semantische Technologien in Wikis und CMS unterstützen kollaborative und automatisierte Informationsverarbeitung und Wiederverwendung. Mittels automatisierter Extraktionsverfahren werden semantisch annotierte Informationen effizienter wiedergefunden und stehen weiteren Verwendungszwecken zur Verfügung. Mit semantischen Technologien wird zudem die Zusammenführung von verteilten, heterogenen Informationsquellen und Expertenwissen in Organisationen unterstützt. Das so extrahierte Wissen kann einerseits in die alltäglichen Arbeitsabläufe und andererseits in die Wissensbasis integriert werden. Erste marktreife OpenSource und kommerzielle Produkte befinden sich schon auf dem Markt. In aktuellen Forschungsprojekten werden semantische Wikis weiterentwickelt. Die Forschungsschwerpunkte liegen auf der Erweiterung der Wiki-Funktionalitäten wie Integration verschiedener Informationsquellen, automatisches Schlussfolgern, Personalisierung, Visualisierung, Benutzerfreundlichkeit und automatisierte semantische Annotation. Eine tiefere Betrachtung von semantischen Wikis und CMS erfolgt in den nachfolgenden Beispielen (vgl. Kapitel 2.2). (EU-Forschungsprojekte: KIWI, REVERSE, ACTIVE, SEKT, NEON, HALO)

Nutzung von verteilten, heterogenen Informationsquellen.

2. Trend: Semantische Interoperabilität mittels semantischer Middleware²⁷

Die Aufgabe von semantischer Middleware ist es, die Daten-Integration und den Austausch von Daten zu erleichtern sowie die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Anwendungen zu reduzieren, um eine einheitliche und zentralisierte Sicht auf die Informationen zu ermöglichen. Eine Vielzahl von öffentlichen Forschungsprojekten, die die Herstellung von semantischer Interoperabilität zum Ziel hatten, ist zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie größtenteils abgeschlossen. Vielfach hat bereits die Phase der industriellen Produktentwicklung begonnen, entsprechende Beispielprojekte und Produkte aus der Industrie werden im Kapitel **Semantische Interoperabilität** vorgestellt. (EU-Forschungsprojekte: ATHENA, SEKT, DIP, INTELIGRID, NEXTGRID, ONTOGRID, ONTORULE, PLUGIT, COIN, THESEUS: TEXO, SOA4ALL)

Datenaustausch und Integration.

3. Trend: Semantic Enterprise

Die Integration von semantischen Technologien in Organisationssoftware ist einer der vielversprechendsten Trends des Semantic Web. Mittels semantischer Technologien können Geschäftsprozesse modelliert werden sowie Geschäftsregeln, Strategien und Handlungsalternativen in einem Wissensmodell explizit festgelegt werden.²⁹ Die entscheidungsrelevanten Informationen, die in automatisierten IT-Prozessen gesammelt werden, können automatisch ausgewertet und verständlich für Menschen im richtigen Zusammenhang zum richtigen Zeitpunkt dargestellt werden. Die wichtigsten Anwendungsfelder im Überblick³⁰:

Automated Semantic Business Process Management: Modernes Business Process Management (BPM) baut i.d.R. direkt auf der IT-Architektur auf und wird als strategisches Instrument einer moderner Unternehmensführung eingesetzt. Semantisches BPM wird durch die Zentralisierung des Wissens der Organisation in einem erweiterbaren Wissensmodell (Ontologie) und durch Integration der Informationen aus verschiedenen Datenbanken, externen Quellen und Softwareanwendungen als Brücke zwischen den IT-basierten Prozessen in der Organisation und der Einbeziehung von Menschen in die automatisierten Prozesse dienen und die strategische Entscheidungsfindung unterstützen. (EU-Forschungsprojekte: FUSION, INAMI, ASISKNOWN, SUPER, SEMPRO)



Entscheidungsrelevante Informationen im richtigen Zusammenhang zum richtigen Zeitpunkt.²⁸

²⁷ **Middleware** bezeichnet anwendungsneutrale Programme, die zwischen verschiedenen Anwendungen vermitteln und Schnittstellen für andere Softwareanwendungen zur Verfügung stellen. (Vgl. <http://www.wikipedia.de>).

²⁸ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Andy Dean.

²⁹ Vgl. Paschke, A.: Corporate Semantic Web also addresses the pragmatic aspects of using Semantic Web technologies.

³⁰ Vgl. ebenda.

Semantisches Enterprise Resource Planning (ERP): ERP Software wird eine bessere Strukturierung und automatisierte Analyse von planungsrelevanten Informationen aus Kunden- und Lieferantenprozessen, finanziellen und personellen Ressourcen, Produktion und Service ermöglichen. (EU-Forschungsprojekte: FUSION, K-WF GRID, SEVENPRO)

Semantic Enterprise Anwendungen

Semantisches Customer Relationship Management: Automatische Extraktion von Informationen und deren Kontext aus Online-Erfahrungsberichten, sozialen Netzwerken, Twitter usw. wird Marktanalysen ergänzen und extrahierte Informationen für Marketingzwecke gezielt einsetzen. (EU-Forschungsprojekte: FUSION, ACEMEDIA, PHAROS)

Semantisches virtuelles Produktdesign: Virtuelles Produktdesign wird mit semantisch annotierten, wiederverwendbaren Objekten und Szenariosimulationen unterstützt. Semantisch annotiert werden 3D-Objekte, Gaming Elemente, CAD-Objekte sowie Videosequenzen. (EU-Forschungsprojekte: IMAGENATION, INSCAPE, ANSWER, IRIS, IP-RACINE, SEMEDIA sowie Anwendungsszenarien für die Automobilindustrie aus dem Forschungsprogramm „THESEUS“)

Semantisches Product-Life-Cycle-Management (PLM): Semantische Ontologien und Regelmodellierung werden für simulationsbasierte Systementwicklungsumgebungen für die Produktlebenszyklus-Planung eingesetzt. ((EU-Forschungsprojekte: SEVENPRO, FOKUS K3D, INAMI)

4. Trend: Semantic Desktop

Die Vernetzung und Strukturierung von Daten und deren zentralisierte und personalisierte Repräsentation an einem zentralen Zugangspunkt in einem intelligenten Informationssystem, das sich an die Bedürfnisse des Nutzers anpasst, ist das Ziel von Semantic Desktop-Technologien. Dazu werden weitgehend automatisierte Wissensmodellierungsverfahren, die das Verhalten des Nutzers auswerten, mit Technologien des maschinellen Lernens kombiniert. Durch die Interaktion von Nutzer und Computer, z.B. durch direkte oder indirekte Bewertung der Relevanz der Ergebnisse, kann der Grad der Personalisierung erhöht werden. Die Entwicklung von Semantic Desktop Anwendungen befindet sich noch in der Forschungsphase. Marktreife Produkte und darauf aufbauende Dienstleistungen sind voraussichtlich ab 2015 zu erwarten. (Beispielprojekte: NEPOMUK, GNOWSIS)

Personalisiertes, intelligentes Informationssystem.

5. Trend: Natürliche Sprache in Wissenssystemen

Mittels Natural Language Processing (NLP) Verfahren und Inferenzmethoden sollen Regeln aus Organisationsdokumentationen (z.B. Prozessdokumentation) automatisiert abgeleitet und in Wissensmodelle integriert werden. Als Beispielprojekt für dieses ambitionierte Vorhaben, sei an dieser Stelle das Projekt ONTORULE genannt.

Regelableitung aus der „natürlichen Sprache“.

Im Folgenden werden semantische Wissensmanagement-Lösungen, die zurzeit verfügbar sind oder sich in der industriellen Produktentwicklungsphase befinden, ausführlicher vorgestellt.

2.2.1 Semantische Wikis

Ein Wiki ist ein webbasiertes System, das das kollaborative Verfassen und Aktualisieren von Inhalten ermöglicht.³¹ Jeder autorisierte Benutzer kann mit geringem Aufwand Artikel erstellen und über Hyperlinks die Artikel miteinander verknüpfen. Zwecks Nachverfolgung der Änderungen steht eine Versionierungsfunktion zur Verfügung. Einen hohen Wartungsaufwand stellen bei der üblichen Mediawiki-Software jedoch die Kategorisierung und die Erstellung von Übersichtsseiten, die manuell erfolgen muss, dar.³²

Kollaborative Wissenserstellung.

Die Einsatzmöglichkeiten von Wikis sind vielfältig: Organisationen, die ein Wiki einrichten, nutzen die bekannten Vorteile der kollaborativen Wissenserstellung. Ein Anwendungsbeispiel sind Prozessdokumentationen, die in Qualitätsmanagementhandbüchern dokumentiert werden und nur zeitaufwendig wieder geändert werden können. Mit einem Wiki kann die notwendige Dokumentation kostengünstiger und zeitsparender erstellt und angepasst werden. In die kollaborative Wissenserstellung können zudem alle Prozessbeteiligten und nicht nur Qualitätsmanagementverantwortliche einbezogen werden; so steigt auch das Wissen der beteiligten MitarbeiterInnen. Der Aufwand, bei Bedarf die relevanten Wikikapitel zu lesen, ist wesentlich geringer als in einem QM-Handbuch.³³

Viele semantische Wikis stellen eine Erweiterung des frei verfügbaren OpenSource MediaWiki dar und können als ein Plug-In in bestehende Wikis integriert werden. Einigen Wikis liegt der IkeWiki, entwickelt von der Salzburg Research Forschungsgruppe, zugrunde. Semantische Wikis strukturieren Metadaten zu den Inhalten des Wikis in einem Wissensmodell. Das Wissensmodell entsteht, indem jeder Instanz und jedem Konzept eine Seite im Wiki zugeordnet wird und die jeweiligen Konzepte durch die Zuordnung von Eigenschaften in der Ontologie miteinander verknüpft werden. Die Ontologie bildet die Struktur des Wikis ab und fungiert als eine Datenbank, in die Daten im- und exportiert werden können. Auf dieser Basis können Konzepte zusammenhängend dargestellt und schneller gefunden werden. Die Inhalte werden mit einem Mausklick, effizient visualisiert z.B. als Graph, Tabelle oder Abbildung. Mit Hilfe von Schlussfolgerungsregeln können neue Zusammenhänge aus den vorhandenen Fakten abgeleitet werden.³⁴

Semantische Wikis modellieren Beziehungen zwischen den Begriffen.

³¹ Vgl. Schaffert, S., Bry, F. et al.: Semantische Wikis, S. 245 ff.

³² Vgl. ebenda.

³³ Vgl. Dengler, F.: Kollaborative Prozesserstellung mit Semantic MediaWiki, STI Industrietag 2009.

³⁴ Vgl. Schaffert, S., Bry, F. et al.: Semantische Wikis, S. 246ff.

Die semantische Erweiterung der Wikis erleichtert die Navigation, die kollaborative Wissenserstellung und Extraktion bei umfangreichen Datenmengen. Semantische Wikis kombinieren die Vorteile von kollektiven Wissenssystemen des Web 2.0, in dem die Nutzer kooperierend Wissen erstellen, mit den Vorteilen von semantischen Technologien wie Konzeptsuche, kontextspezifische Visualisierung, lernende Systeme und regelunterstützte Schlussfolgerung. So wird das Wissen nicht nur in einem Wissenssystem gesammelt, sondern kann auch effektiv genutzt werden.

Besonders interessant werden semantische Wikis, wenn semantisch annotierte Informationen von anderen Anwendungen in Echtzeit gefunden und wiederverwendet werden können. Die Wiederverwendung von Informationen schafft einen echten Mehrwert für andere Nutzer, aber auch für den Ersteller von Inhalten. Das bedeutet, dass z.B. Informationen zum Produkt aus einem Textdokument extrahiert und in das Semantic Wiki integriert werden oder strukturiert in eine Datenbank oder Excel-Anwendung exportiert werden können (vgl. Abb. 16)

Vorteile von semantischen Wikis.

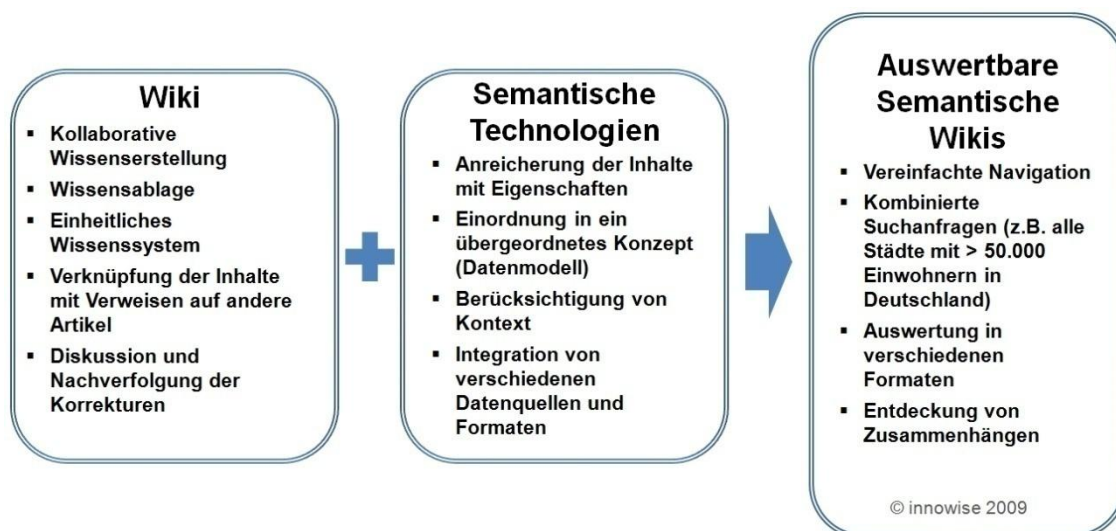


Abb. 16: Semantische Wikis³⁵

³⁵ Vgl. ebenda. In Anlehnung an : Darstellung von Semantic Media Wiki+, Ontoprise GmbH.

Auf dem Markt ist eine Vielzahl von semantischen Wiki-Erweiterungen bereits verfügbar. In diesen Produkten erfolgt die semantische Annotation größtenteils noch manuell. Um die Ontologierstellung zu formalisieren, werden vom Ontologiedesigner daher Rollen festgelegt. Ihren zugewiesenen Rollen entsprechend können Nutzer ohne RDF/OWL Kenntnisse bei der Artikelerstellung nur bestimmte, vom Ontologiedesigner festgelegte Kategorien in der Formularmaske oder semantische Tags vergeben, die vom Ontologiedesigner in das Wissensmodell integriert werden.

Bereits verfügbare Marktlösungen.

Im Rahmen von Forschungsprojekten dienen semantische Wikis als Werkzeug für die kollaborative Ontologie-Entwicklung. Ferner werden umfangreiche Abfrage- und Schlussfolgerungsfunktionen in semantische Wiki-Systeme integriert, die den Funktionsumfang und die Datenauswertung erheblich verbessern und semantische Wikis zu intelligenten Wissenssystemen weiterentwickeln. Diese Forschungsprototypen können zwar weitaus komplexere Aufgaben lösen als derzeit verfügbare Marktlösungen, der Nachteil ist aber, dass die Nutzer über gute Kenntnisse von formalen Beschreibungssprachen wie RDF/OWL/SPARQL verfügen müssen, um die volle Funktionalität nutzen zu können. Für die Prototypen werden benutzerfreundliche und intuitive Editoren entwickelt, um Wiki-Funktionalitäten um automatisches Schlussfolgern zu erweitern und Personalisierung, Visualisierung und Benutzerfreundlichkeit der Wikis zu verbessern.

Komplexe Schlussfolgerungsfunktionen

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die bestehenden semantischen Wiki-Systeme und Forschungsprototypen.

Name	Kurzbeschreibung	Semantische Annotation	Schlussfolgerungsfunktion und Sprachformat	Entwickler	Link
Semantic Media Wiki	Open Source Wissensmanagement-Instrument für Organisationen. Auch ohne technische Kenntnisse nutzbar. Import/Export von Inhalten und Ontologien möglich.	Kein vorgegebenes Schema. Benutzer können eigene Annotationen hinzufügen.	Keine komplexe Schlussfolgerung. Eingeschränkte Deduktion von Subkategorien und Subeigenschaften. Formale Sprachen: RDF und OWL DL.	Institut AIFB, Universität Karlsruhe	http://Semanticmediawiki.org/wiki/Semantic_Media_Wiki
IkeWiki	Open Source Wissensmanagement-Instrument und Instrument zur kollaborativen Entwicklung von Ontologien.	Umfangreiche Unterstützung des Nutzers bei der Annotation über Formularmasken und Tags.	Fortgeschrittene Schlussfolgerungsfunktionen und Konsistenzprüfung. Formale Sprachen: OWL-RDFS und OWL DL	Salzburg Research	http://ikewiki.salzburgresearch.at
Kaukolu	Forschungsprototyp. Personalisierte Annotation in bestehenden Dokumenten mittels eines Eye-Tracking Verfahrens. Extraktion und Zusammenfassung von Dokumenten, basierend auf Annotationen.	Automatisierte Annotation. Annotationssupport über Formularmasken. Auch Annotation von einzelnen Textstellen soll möglich sein.	Nicht integriert. Formale Sprachen: RDF	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)	http://kaukoluwiki.opendfki.de Noch keine Demoversion verfügbar.
Sweet Wiki	Forschungsprototyp. Das Anwendungsszenario geht davon aus, dass die Nutzer Wiki-Seiten bearbeiten und mit Schlüsselwörtern verschlagworten. Nutzer können die Ontologie und Tags reorganisieren und neue Beziehungen hinzufügen.	Social-Tagging Ansatz. Mit einem Standardeditor kann der Nutzer Schlagworte frei vergeben. Die Ontologie macht Vervollständigungsver-schlüsse.	Inferenzmechanismen mit weitreichenden Funktionalitäten Formale Sprachen: RDF, RDFS, OWL.	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, INRIA	http://www-sop.inria.fr/teams/edelweiss/wiki/wakka.php?wiki=SweetWiki
OntoWiki	Forschungsprototyp. Das System bietet Schnittstellen zu zahlreichen Internetanwendungen (Google Maps, Calendar etc.) sowie Visualisierungstools und verschiedene Widgets.	Den Nutzern steht ein Annotationseditor zur Verfügung.	Eine Inferenz-Erweiterung soll in einem Forschungsprojekt entwickelt werden.	Forschungsgruppe Agile Knowledge Engineering and Semantic Web (AKSW), Universität Leipzig	http://ontowiki.net/Projects/OntoWiki

Abb. 17: Bestehende semantische Wiki-Systeme im Vergleich

Semantische Wikis in der praktischen Anwendung

In der Praxis sind semantische Wikis noch nicht weit verbreitet. Laut den Angaben der Entwickler des am weitesten verbreiteten Semantic Media Wiki wurde die Erweiterung seit 2005 rund 18.000-Mal heruntergeladen und ist bei über 80.000 Nutzern im Einsatz.³⁶ Spezialisierte Anbieter wie z.B. *Ontoprise* und *Swirrl* bieten erste semantische Wikis kommerziell an.

Thinkbase Visual Wiki für Freebase

Die kostenlose Visual Wiki Anwendung von *Thinkbase*³⁷ stellt einen Ansatz dar, semantisch annotierte Informationen visuell darzustellen und in einer Datenbank zu navigieren. Die Anwendung basiert auf Freebase³⁸, einer offenen Web 2.0 Datenbank, die semantisch annotiert ist, mit anderen Worten ein semantisches Wiki darstellt. Thinkbase nutzt ein Visualisierungs-Tool (Thinkmap), um eine interaktive visuelle Darstellung der semantischen Beziehungen in Freebase zu ermöglichen (vgl. Abb. 18). Die Beziehungen zwischen den Artikeln werden in einer interaktiven Ontologie visualisiert. Im Vergleich zu Wikipedia, das auch einen Artikel über den Film „Quantum of Solace“ bietet, versteht Freebase, dass „Quantum of Solace“ ein James Bond Film ist. Somit werden in der Ontologie Beziehungen zu anderen James Bond Filmen aufgezeigt, zu den Schauspielern, Regisseuren usw. Innerhalb der Ontologie kann von Artikel zu Artikel navigiert werden und die Ontologie passt sich entsprechend an. Auf der rechten Seite sind die zugehörigen Freebase-Artikel zu dem Thema, die durch Bild- und Videogalerien sowie Links zu weiteren Quellen ergänzt werden. Das ermöglicht eine schnelle Übersicht und Navigation über ein bestimmtes Themengebiet.

Visualisierung und Navigationsfunktionen.

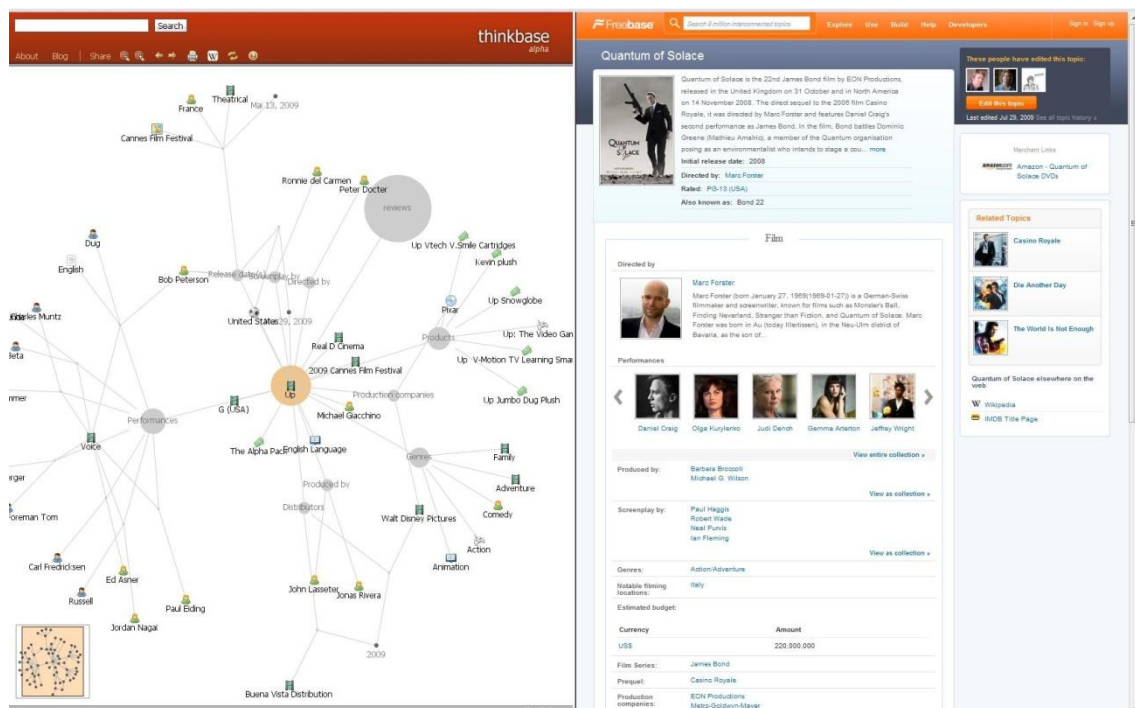


Abb. 18: Visualisierung des Freebase-Eintrags "Quantum of Solace"

³⁶ Vgl. Dengler, F.: Kollaborative Prozesserstellung mit Semantic MediaWiki, STI Industrietag 2009.

³⁷ Vgl. <http://thinkbase.cs.auckland.ac.nz/>.

³⁸ Vgl. <http://www.freebase.com>.

Ontoprise

Basierend auf dem Semantic Media Wiki bietet Ontoprise ein Semantic Media Wiki+ (SMW+) als Organisationslösung für Wissensmanagement und Projektmanagement an. Im Vergleich zur Open-Source Version sind viele Funktionalitäten vorinstalliert, die Benutzerfreundlichkeit der Masken und Suchfunktionen wurden wesentlich verbessert. So können die Annotation und Suche ohne technische Kenntnisse über eine grafische Maske vorgenommen werden (vgl. Abb. 20). Die Suchfunktionen umfassen neben der Volltextsuche verschiedene Filtermasken. Auf diese Weise können Abfragen kombiniert werden und zu besseren Suchergebnissen führen. Beim Erstellen von Artikeln und Suchanfragen werden die Nutzer mit Vorschlägen zu ähnlichen Artikeln, Tippfehlerkorrekturen und kontextsensitiven Anfrageerweiterungen unterstützt. Semantic Media Wiki+ verfügt über umfangreiche Auswertungs- und Visualisierungsfunktionen, die einen schnellen Überblick zu einem bestimmten Thema oder Eintrag ermöglichen (vgl. Abb. 19).

Unterstützung des Nutzers bei der Artikelerstellung und Infosuche.

Ein weiterer Vorteil ist, dass aufbauend auf den Informationen aus der SMW+ Datenbank Regelmodellierung, Schlussfolgerung und regelunterstützte Lösungen ermöglicht werden. Ein mögliches Nutzungsszenario ist, dass ein Call Center-Agent eines technischen Support Centers auf SMW+ zugreift und über semantische Filterung das Problem des Anrufers eingrenzt und bei der Lösungssuche für komplexe Probleme von eingepflegtem Expertenwissen anderer MitarbeiterInnen geleitet wird. Falls ein neues Problem aufkommt, kann der Call Center-Agent die Problembeschreibung als neuen Artikel in das SMW+ aufnehmen.

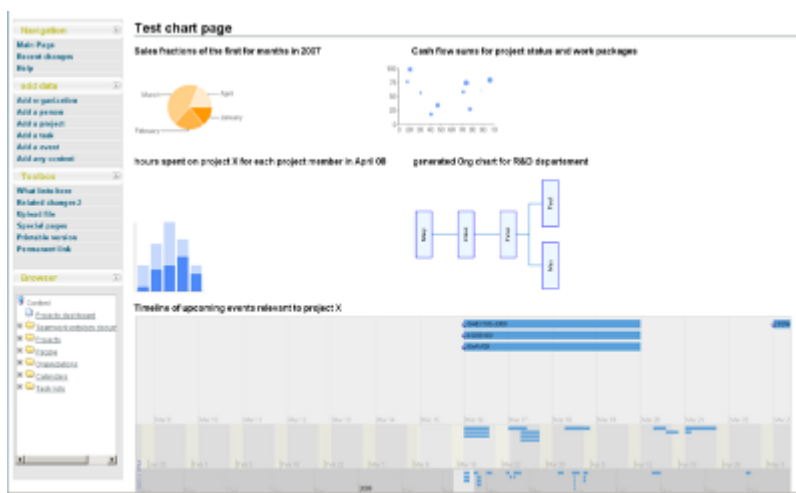


Abb. 19: Visualisierung mit SMW+. Quelle: www.ontoprise.de

The screenshot shows a web interface for a Semantic Media Wiki (SMW+) article. The top navigation bar includes 'Projects', 'Current project', 'My dashboard', 'Articles and data', and 'Administration'. Below the navigation, there is a breadcrumb trail: 'Annotating TestprojectA > Another complex project > Test project > TestprojectA > Undelete > TestprojectA >'. The main content area is titled 'Page Discussion' and includes 'Refresh | History | Edit | More' options. The article text is annotated with various semantic properties, such as 'idea', 'model', 'design', 'specification', 'standard', 'algorithm', and 'policy'. A 'Specify this property' dialog box is open, showing a search for 'conducted by' with a warning that the property does not exist. The dialog also shows 'Page: Business analysis' and 'Show: Business Analysts'. Below the main text, there is a section titled 'Types of implementation' with a list of items: 'Direct changeover', 'Hot standby', 'Parallel running' (or as known as parallel), 'Pilot introduction' (or as known as pilot), and 'Well Trade'.

Abb. 20: Semantische Annotation eines Artikels im SMW+, Quelle: <http://wiki.ontoprise.com/wiki/>

Swirrl³⁹

Swirrl, „a bit like wiki, but better“, das verspricht die kostenpflichtige, webbasierte „software-as a service“-Anwendung ihren Nutzern. Swirrl ist ein kollaboratives Instrument, das Datenbankfunktionen mit Wikifunktionen verbindet. Die Wiki-Oberfläche dient zum Bearbeiten, Speichern und Analysieren von Informationen in Text- und Bildform, wie z.B. Artikelbeschreibungen (vgl. Abb. 21). Für strukturierte Daten wie Preis, Artikelnummer, Umsatzzahlen etc. sind Tabellenkalkulations- und Datenbank-Funktionen integriert. Die Informationen werden in einem RDF-Modell gespeichert, das erleichtert die Suche sowie den Import und Export von Dokumenten.

Datenbankfunktionen und Wikifunktionen.

³⁹ Vgl. <http://www.swirrl.com>.

Auf swirrl.com kann die Anwendung in der Betaphase kostenlos getestet werden. Der Einsatz semantischer Technologien ist in den Anwendungen nicht direkt ersichtlich, sondern sie agieren unauffällig im Hintergrund bei der Erstellung eines Wissensmodells. Nach der Anmeldung über das Internet kann der Benutzer „items“ und „categories“ anlegen, muss jedoch den Inhalten noch „values“ und „attributes“ zuweisen. Jedes hinzugefügte Objekt bekommt eine eigene URL und eigene Webseite und kann so vielfältig mit anderen Daten verknüpft werden. Die hinzugefügten Daten werden mit RDF annotiert und automatisch mit Informationen aus Linked Data⁴⁰ verknüpft. Schnittstellen zu anderen Informationsquellen sind noch in der Entwicklungspipeline. Der Editor für die Erstellung der Inhalte orientiert sich an Microsoft Word und ist intuitiv bedienbar.

Verknüpfung mit Linked Data.

The screenshot shows the Swirrl Wiki interface for the item 'Asics Gel Nimbus 10'. The page includes a navigation bar with 'Home', 'Search', 'New', 'Profile', 'Admin', and 'Help'. Below the navigation bar, the item title 'Asics Gel Nimbus 10' is displayed with a 'Change name' link. The category is 'Road Trainers' and there are 'Edit' and 'Delete' buttons. A description states: 'The Nimbus celebrates its 10th birthday in style! Packed with ASICS technologies to cushion and support the foot the latest in a long line of award winning shoes maintains its status as the top end cushioning shoe.' An image of the shoe is shown. Below the image, there are sections for 'ComfortDry sockliner' and 'DuroSole'. On the right side, there is a table of 'Attributes of Asics Gel Nimbus 10' and a 'Permissions' section.

Attributes of Asics Gel Nimbus 10	
Gender	Mens
Manufacturer	Asics
Price	£100.00
Product Code	TN840
Weight	354g

Permissions	
view:	Any Member ...of this account
edit:	Group sales
<input type="button" value="Update"/>	

Versions	
17_31 Mar 2009 11:50 Jon	
11_30 Mar 2009 17:40 Jon	
10_30 Mar 2009 17:30 Jon	

Abb. 21: Swirrl-Wiki für Organisationen, Quelle: www.swirrl.com

Für das Finden von Informationen sind Suchfunktionen wie Suche nach Tags, Kategorien oder Volltextsuche innerhalb der Artikel integriert. Dokumente zum gemeinsamen Bearbeiten (z.B. XLS-Tabellen) können in swirrl importiert und exportiert werden. Alles in allem bietet Swirrl einen ähnlichen Ansatz zur kollaborativen Wissenserstellung wie Ontoprise an, wobei die Datenbankfunktionen bei Swirrl stärker im Vordergrund stehen.

⁴⁰ Vgl. <http://www.linkeddata.org>.

Fazit: Semantische Wikis

Die Standard Wiki Software ist im Web und in den Organisationen ein beliebtes Instrument für webbasierte, kollaborative Wissenserstellung und Speicherung. Um das Wissen aus den Wikis zu nutzen, müssen die Inhalte jedoch zunächst gelesen werden und aus verschiedenen Artikeln zusammengestellt werden.⁴¹ Semantische Wiki-Erweiterungen bieten den Vorteil, dass sie nicht nur Inhalte, sondern auch die Beziehungen zwischen den Begriffen modellieren. Zum einen wird es dadurch möglich, kombinierte Anfragen an das Wiki zu stellen, um so relevante Informationen zu extrahieren. Auf diese Weise wäre es z.B. möglich, eine Datenbank mit den Daten aller Filme eines bestimmten Regisseurs anzulegen, ohne alle entsprechenden Artikel zu lesen.⁴² Semantische Wikis bieten zudem verbesserte Visualisierungs- sowie Datenimport- und Export-Funktionen und sind mit vielen RDF- und OWL-Anwendungen kompatibel. Dadurch können die Informationen formatunabhängig dargestellt und wiederverwendet werden.

Effiziente Informationsnutzung

Ein noch lange nicht ausgeschöpftes Potential liegt in der Erweiterung von semantischen Wikis mit umfangreichen Schlussfolgerungsfunktionen und kompatiblen Schnittstellen zu weiteren Formaten, wie z.B. Datenbanken und Schnittstellen zu den gängigen Datenmanagementsystemen. Die Verbreitung von semantischen Wikis wird wahrscheinlich sehr stark von der Weiterentwicklung der Benutzerfreundlichkeit der Editoren und Annotationsinstrumente abhängen, um auch Nutzer ohne Expertise in semantischen Technologien vom Mehrwert semantischer Erweiterungen zu überzeugen. Ohne diese Weiterentwicklungen besteht die Gefahr, dass der Mehrwert von semantischen Wikis im Vergleich zum Web 2.0 Wiki unerkannt bleibt.

Akzeptanz hängt von der Benutzerfreundlichkeit ab.

⁴¹ Vgl. Krötzsch, M., et al.: Semantic Wikipedia, S. 394.

⁴² Vgl. ebenda.

2.2.2 Semantische Technologien für CMS, Blogs und Mashups

Content-Management-Systeme (CMS) sowie Web-CMS⁴³ oder Enterprise-CMS für das Intranet, dienen in vielen Organisationen als fest etablierte Instrumente zur kollaborativen Bearbeitung, Verwaltung, Bereitstellung und Kontrolle von Texten und Multimedia-Inhalten.⁴⁴ Die Erstellung und Bearbeitung von Inhalten in CMS wird durch benutzerfreundliche Editoren unterstützt und erfordert keine Programmierkenntnisse.

Blogs oder Weblogs sind online-geführte Tagebücher von Nutzern. Corporate Blogs werden zunehmend von Unternehmen, Organisationen oder Prominenten als ein PR-Instrument eingesetzt, um eine breitere Leserschaft zu erreichen und eine zusätzliche Feedback-Funktion in Form von Kommentaren zu bieten (vgl. Abb. 22). Blogs werden mit speziellen CMS wie WordPress oder Drupal erstellt, die durch viele Templates auch ungeübten Nutzern das Schreiben von Blogs oder Kommentieren von Blogbeiträgen auf eine intuitive Weise ermöglichen.

iNNOWiSE
research · consulting

Das Internet der Dinge und der Dienste
Nobert am 06. August 2009

Das Internet der Dinge und der Dienste, welches auch als „Pervasive Computing“ oder „Ubiquitous Computing“ bezeichnet wird, ist das nächste „Buzzword“, das langsam die Medienwelt erobert. Im Internet der Dinge werden Alltagsgegenstände und Prozesse über das Internet miteinander vernetzt. Auf dem Internet der Dinge baut das Internet der Dienste auf. Dieses verfolgt das Ziel reale und virtuelle Dienstleistungen miteinander zu verknüpfen. So entstehen komplexe personalisierte und kontextsensitive Dienstleistungen in einer allgegenwärtig vernetzten Umgebung. Zurzeit ist das Internet der Dinge und der Dienste noch eine vielversprechende Vision, die sich jedoch mit rasanten Schritten der Realität nähert. Weiterlesen »

Sphere: Related Content

Tags: Future Internet, Internet der Dienste, Internet der Dinge, Internet der Dinge und der Dienste, RFID
Abgelegt unter Allgemein, Internet der Dinge/Dienste, semantic web | Keine Kommentare »

Terminkalender
Oktober 2009

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
< Sep						Nov >

Kategorien
Allgemein (6)
Digitale Medien (2)
Open Innovation (1)
semantic web (14)
Internet der Dinge/Dienste (1)
Prozessbeispiele (3)
semantische Suche (2)
semantisches Wissensmanagement (5)
Was ist semantic web (2)

Abb. 22: Blog der innowise GmbH

„Mashup“ ist eines der wichtigsten Schlagworte des Web 2.0 und bezeichnet die Erstellung neuer Inhalte durch die nahtlose Rekombination bereits bestehender Inhalte wie z.B. Text, Daten, Bilder, Töne oder Videos. Dabei nutzen die Mashups die offenen Programmierschnittstellen (APIs), die andere Web-Anwendungen zur Verfügung stellen, um Inhalte miteinander zu verknüpfen.⁴⁵

⁴³ Hierzu zählen z.B. Typo3 oder Joomla.

⁴⁴ Vgl. Gams, E./Mitterdorfer, D.: Semantische Content Management Systeme, S. 209.

⁴⁵ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag Mashup (Internet).

Das ist ohne tiefere technische Kenntnisse möglich, wie die Beispiele Google Maps, Flickr und YouTube zeigen. So können kommerzielle Webseitenbetreiber wie z.B. Immobilienmakler die Immobilienbeschreibung mit Geodaten und Bildern von den Immobilien unkompliziert ergänzen (vgl. Abb. 23). Informationen aus mehreren Webquellen können aufgrund unterschiedlicher Schnittstellen und Ergebnisformate jedoch nur mit einem höheren Programmieraufwand integriert werden. Im Weiteren werden Mashups und Blogs vereinfacht als Teilbereiche eines Content-Management-Systems behandelt.



Abb. 23: Mashup von Microsoft Virtual Earth bei einem Immobilienmakler

Die steigende Fülle an Informationen und die Notwendigkeit der Integration von verschiedenen Internetquellen lassen die traditionellen CMS zunehmend an ihre Grenzen stoßen. In naher Zukunft werden die CMS zusätzlichen Herausforderungen⁴⁶ begegnen müssen:

Zukünftige Herausforderungen an die CMS.

Datenintegration

- Integration von verschiedenen Datenquellen aus dem Internet, um das WWW als eine effiziente Informationsressource z.B. für Börsenkurse zu nutzen ,
- Integration von schwach strukturierten Multimedia-Inhalten,
- Verifizierung von vertrauenswürdigen Quellen.

Unterstützung des Wissensmanagements

- Zentralisierung von Informationen,
- Selektion und Validierung von Informationen,
- Verbesserung der Qualität der Suche,
- Klassifizierung von Informationen durch Kategorisierung und Unterstützung von „Social Tagging“-Ansätzen,
- Personalisierung der Informationen, um die Zugänge an die Nutzungssituation und an den Benutzer anzupassen.

⁴⁶ Vgl. Gams, E./Mitterdorfer, D.:Semantische Content Management Systeme, S. 211 ff.

Die Integration von semantischen Technologien in CMS kann diesen Herausforderungen zum großen Teil begegnen, indem automatisierte und standardisierte Informationsverarbeitung mittels semantischer Middleware unterstützt wird, die als zentrale Schnittstelle für die Datenintegration und den Austausch von Daten zwischen verschiedenen Anwendungen dient.⁴⁷

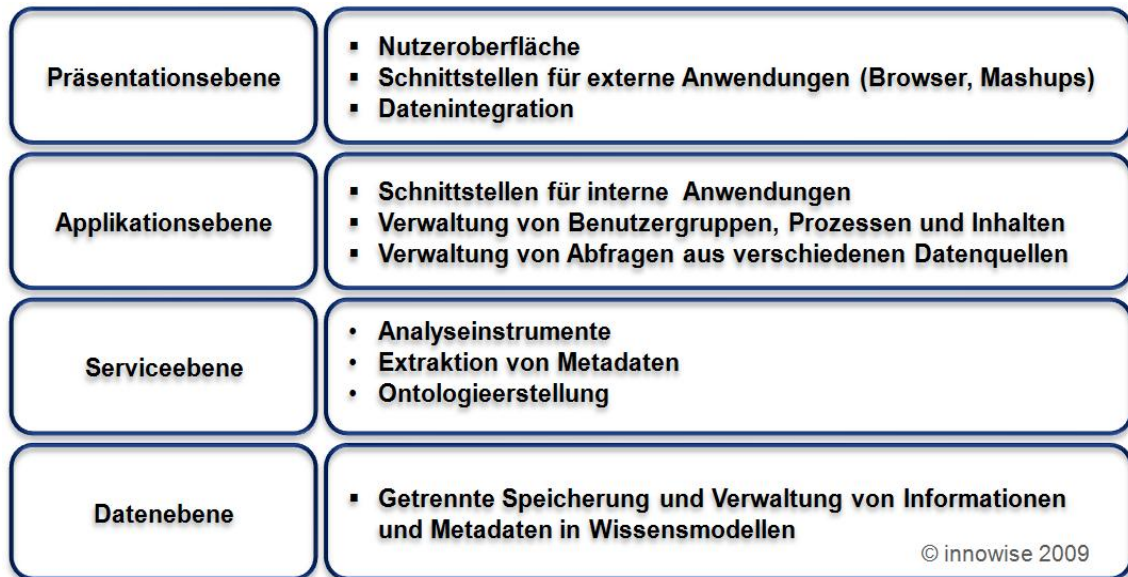


Abb. 24: Referenzarchitektur eines semantischen CMS. Eigene Darstellung nach Gams und Mitterdorfer

Abb. 24 zeigt ein mögliches Schichtenmodell einer semantischen CMS Middleware. Das Modell besteht aus vier Schichten: Datenebene, Serviceebene, Applikationsebene und Präsentationsebene.

Zentrale Schnittstelle zwischen den verschiedenen Anwendungen.

In der Datenebene werden Inhalte und zugehörige Metadaten in Wissensmodellen voneinander getrennt gespeichert und verwaltet. In der Serviceebene werden die Inhalte in einem Wissensmodell abgebildet und Analysetools zur Verfügung gestellt, die z.B. Metadaten aus den Inhalten extrahieren. Die Applikationsebene bietet Schnittstellen für die Anwendungsentwickler. Hier werden Inhalte und deren Versionierung, Suchanfragen, Benutzergruppen und Geschäftsprozesse, die im System abgewickelt werden, verwaltet und gespeichert. Die Präsentationsebene ist die direkte Schnittstelle zu den Benutzern und dem Internet. Hier werden die Eingaben der Nutzer entgegengenommen und die Informationen benutzer- und browsergerecht aufbereitet. Außerdem sind auf der Präsentationsebene Programmierschnittstellen integriert, um Mashups zu erstellen und die Daten aus verschiedenen externen Quellen zu integrieren.

⁴⁷ Vgl. ebenda.

Bestehende semantische Erweiterungen für CMS

Bestehende semantische Erweiterungen für Content-Management-Systeme, Blogsoftware und Mashups bieten einen erheblichen Zeitgewinn bei der Pflege von Webseiten, E-Commerce Anwendungen, privaten Blogs sowie Corporateblogs. Die von uns getesteten Anwendungen sind schon relativ weit fortgeschritten, recht benutzerfreundlich und liefern erstaunliche Ergebnisse.

Erheblicher Zeitgewinn bei der Pflege von Webseiten.

Im Großen und Ganzen werden die Anwendungen als Plug-Ins für CMS und Blogs angeboten und erfüllen die Aggregator-Funktion, d.h. sie liefern Bilder, Artikel, Blogbeiträge, Twitter-Meldungen, Produktinfos usw. für die erstellten Inhalte zu. So wird durch Kombination verschiedener Informationsquellen eine 360° Sicht auf ein Themengebiet oder Produkt ermöglicht. Im ersten Schritt werden i.d.R. unstrukturierte Daten zunächst mit semantischen Metadaten mittels RDF Technologien angereichert und so semantisch strukturiert, z.B. mit dem kostenlosen Annotationsdienst von OpenCalais (vgl. Kapitel 2.1.1). Im zweiten Schritt können die Informationen mit themenverwandten Informationen aus Wikipedia, DBpedia, GeoNames, IMDB, Schopping.com und vielen anderen im Internet offen verfügbaren Datenquellen verknüpft werden, so z.B. mittels des OpenCalais Dienstes Popfly Block (vgl. Abb. 25). Semantische Mashups nutzen vernetzte Daten aus mehreren Datenquellen mittels standardisierter Datenformate (RDF) und Zugriffsmechanismen (HTTP).⁴⁸ Die Möglichkeit, eigene semantische Metadaten mit anderen offenen Informationen zu verknüpfen, könnte sich für den E-Commerce-Bereich als sehr attraktiv erweisen.

360° Sicht auf ein Themengebiet.

Mit semantischen Mashups bekommen Blogger, CMS-Manager und Onlineshop-Betreiber eine bequeme Möglichkeit, durch automatische Inhalts- und Produktverlinkungen weitere ergänzende Informationen zur Verfügung zu stellen, die zudem besser von semantischen Suchdiensten gefunden werden können. Für die Kaufinteressenten bedeutet dies, dass sie nicht erst eine Suchmaschine bemühen müssen, um weitere Informationen zu einem Produkt zu erhalten, sondern sie hätten schon viele Informationen als Verlinkung in der Produktbeschreibung des Shopbetreibers. So können z.B. Online-Seller eigene Produktinformationen mit Online-Erfahrungsberichten, Kundenzufriedenheitsaussagen und Preisvergleichen mit Wettbewerbern anreichern oder auf komplementäre Produkte von anderen Anbietern verweisen, wie z.B. beim Kauf eines neuen Rennrads auf Sportsonnenbrillen oder auf Rennradtreffs in der Umgebung des Käufers. Die kategorisierten und strukturierten Inhalte werden von den Suchmaschinen zudem besser gefunden. So ist die Platzierung der annotierten Inhalte bei Standardsuchmaschinen wie Google und Yahoo besser und die Suchmaschinen können wichtige Informationen wie Preise oder Bewertungen hervorheben. Die Endkonsumenten profitieren von der treffgenaueren und zeitsparenden Suche nach bestimmten Inhalten und Produkten und können die Suchergebnisse dank der Zusatzinformationen und besseren Visualisierung besser einordnen und verstehen.

⁴⁸ Vgl. Auer, S., Lehman, J., Bizer, C.: Semantische Mashups auf Basis vernetzter Daten, S.259.

OpenCalais Popfly Block

Die Anwendung Calais Popfly Block von OpenCalais ermöglicht eine einfache Erstellung von Mashups aus verschiedenen Quellen, einschließlich der Social Network Plattformen (vgl. Abb. 25). Die Informationen für Personen- und Firmennamen, Produkte, Orte oder Ereignisse wie z.B. „Wirtschaftskrise“ oder „Fusion“ werden mit Calais Popfly Block semantisch annotiert und extrahiert. Mit Filtereinstellungen bietet der Dienst zudem neue Möglichkeiten zur Handhabung und Analyse von Informationen aus Twitter, Digg, Foren, Onlinemedien u.v.m. Zum Beispiel können Organisationen auf diese Weise verfolgen, welche Marken und Produkte sich einer erhöhten Aufmerksamkeit in Twitter und anderen Foren erfreuen.

Mashups aus verschiedenen Quellen.

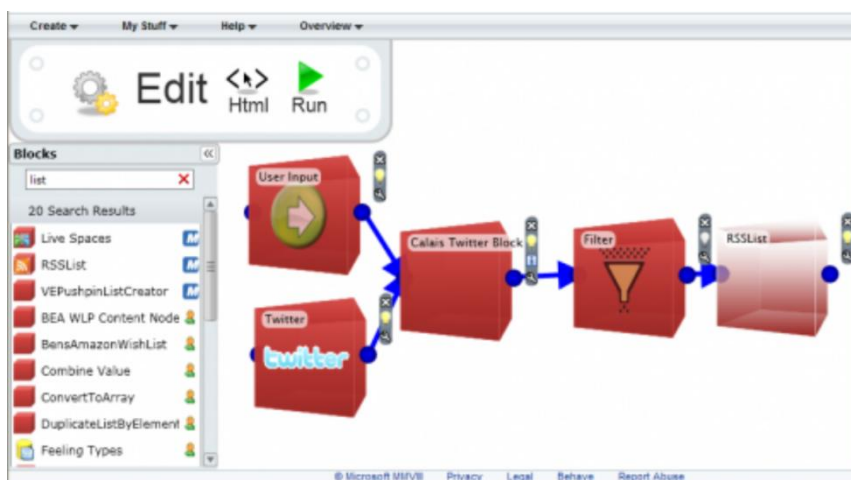


Abb. 25: Integration von verschiedenen Informationsquellen mit Calais Popfly Block, Quelle: www.opencalais.com

OpenCalais Marmoset

Mit OpenCalais Marmoset werden die Inhalte der Webseiten mit Mikroformaten annotiert. Mikroformate sind ein Markup-Format zur semantischen Annotation von HTML oder XHTML. Mikroformat-Annotationen können leicht aus Webseiten extrahiert werden und machen weiteren Programmen wie den Suchmaschinen Yahoo's Search Monkey und Google die Bedeutung des Seiteninhalts verständlich.⁴⁹ Mikroformate sind nur für bestimmte, klar strukturierte Daten verfügbar: Z.B. Adressen, Kalendereinträge, Bewertungen oder Events. Mittels streng definierter Formate werden den unstrukturierten HTML-Inhalten erste klare Strukturen gegeben, die maschinenlesbar sind und von Google oder Yahoo besser gefunden werden. Das ist der erste Schritt in Richtung Semantic Web.

Mikroformate

Die Betreiber der Webseiten können mit dem Instrument Calais Marmoset die eigene Webseite automatisch mit Mikroformaten annotieren. Um diesen Service zu nutzen, sind jedoch PHP Kenntnisse vorteilhaft. OpenCalais Entwickler arbeiten intensiv an der Vereinfachung des Webdienstes.

⁴⁹ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag Mikroformat.

Calais Yahoo! Pipes

Eine sehr spannende Möglichkeit, semantische Mashups zu nutzen ist die kombinierte Anwendung von Calais und Yahoo Pipes, die entweder über OpenCalais oder bei Yahoo verfügbar sind. Mit Yahoo!Pipes⁵⁰ können Benutzer durch die Kombination von Informationen aus verschiedenen Quellen eigene RSS-Feeds erstellen und personalisieren. Zum Beispiel kann ein Benutzer zwei verschiedene RSS-Feeds zu einem einzigen Feed zusammenfassen lassen oder aus einem vorhandenen Feed nur bestimmte Elemente filtern (vgl. Abb. 26 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die maßgeschneiderten Feeds werden mit Hilfe des Yahoo!Pipes-Editors erstellt. Dafür wird lediglich eine Yahoo! ID benötigt.

Informationen aus mehreren Quellen werden zentralisiert und personalisiert dargestellt.

In Abb. 26 werden z.B. aus neun verschiedenen Quellen Finanzinformationen angefordert und zu einer Yahoo Finance Pipe zusammengesetzt. So können Nutzer die Informationen, die sie besonders interessieren, zentralisiert darstellen. Die Informationen werden zudem ansprechend und übersichtlich visualisiert und laufend aktualisiert.

Yahoo Finance Stock Quote Watch List Feed w/Chart
Build your own watch list. Currently displays last quote and chart. View-source and customize as needed. Best viewed as RSS in the reader of your choice. (Get as RSS)
Pipe Web Address: <http://pipes.yahoo.com/31337/watchlist>
View Source Clone

Enter Stock Ticker Run Pipe

Get as a Badge MY YAHOO! Google Get as RSS Get as JSON More options

Image List 9 items

Thousands
40.5
40.0
39.5
39.0
30.0
20.0
10.0
0.0

10am 12pm 2pm 4pm

Volume

Report abusive Pipe

Abb. 26: Yahoo Finance Pipe, Quelle: <http://pipes.yahoo.com/pipes/>

⁵⁰ Vgl. <http://pipes.yahoo.com>.

Jobtweet

Welche vielfältigen Einsatzmöglichkeiten Yahoo!Pipes Mashup Dienst bietet, um den eigenen Webauftritt mit externen Diensten zu kombinieren, zeigt Jobtweet. Jobtweet ist die erste deutsche Stellensuchmaschine für den Mikroblogging-Dienst Twitter und bietet mehrsprachige semantische Stellensuche in Echtzeit. Mit Hilfe semantischer Extraktionsverfahren ermöglicht Jobtweet, sämtliche Twitter-Beiträge ("Tweets") nach Stellenangeboten zu durchsuchen. Im Streben nach Aktualität wird die Trefferliste in der Regel auf ca. zweihundert aktuellste Treffer beschränkt. Die Auflistung erfolgt in rückwärts-chronologischer Reihenfolge. Der kostenlose Dienst wird von der Personalberatung atenta angeboten und dient i.w.S. als ein Kundenbindungsinstrument. Für die nicht-twitternden B2B Nutzer, z.B. Unternehmen, die Stellenanzeigen bei Twitter automatisiert veröffentlichen möchten, bietet atenta kostenlos Twitter-Support an und knüpft gleichzeitig entscheidende Kontakte zu Personalverantwortlichen in Unternehmen. Technisch baut Jobtweet auf dem Mashup Dienst Yahoo!Pipes sowie auf eigens entwickelten semantischen Extraktionsverfahren auf.

Die erste semantische Suchmaschine für Twitter.



The screenshot shows the Jobtweet.de website interface. At the top is a green leaf logo above the text 'JOB TWEET.DE' and 'Twitter Jobsuchmaschine & Biosuche'. Below this are three buttons: 'Jobgesuch aufgeben', 'Profil- / Biosuche', and 'Jobs veröffentlichen'. A search bar contains the text 'SAP Berater' and a 'GO' button. Below the search bar, it says '62 Ergebnisse' and 'RSS - Feed'. Three search results are listed:

- #Job in #Hamburg: Senior **Berater** #SAP #BI (m/w) #fb <http://tinyurl.com/mz3ffz>
2009-10-06 um 11:47:04
- #Düsseldorf: **SAP BERATER** SD MM DATENPROZESSE (MW) (m/w) <http://jobs-cb.de/q/bah>
2009-10-05 um 21:31:37
- #Koblenz: INHOUSE **SAP HR BERATER** (MW) (m/w) <http://jobs-cb.de/q/n8b>
2009-10-05 um 15:31:27

Abb. 27: Jobsuche mit Twitter, Quelle: <http://jobtweet.de>

Tripit

Tripit ist eine Mashup Anwendung für die Reiseplanung. Nach einer Registrierung werden die Buchungsinformationen an Tripit per E-Mail übermittelt. Mittels der zum Patent angemeldeten "Itinerator"-Technologie werden nützliche Informationen aus den E-Mails extrahiert und eine detaillierte Reiseplanung automatisiert zusammengestellt. Tripit kombiniert dabei relevante Informationen aus Wikipedia für die Orte, die besucht werden, Wetter, Events, Vorschläge für Aktivitäten und Restaurants. Technisch basiert die Anwendung auf der Nutzung von Mikroformaten⁵¹ wie z.B. iCal-Format, das sich gut mit Kalender-Software kombinieren lässt. Die so erstellten Reisepläne können jederzeit auch mobil abgerufen werden. Das Programm gibt zudem Empfehlungen, wenn andere registrierte Nutzer (oder Kontakte aus dem E-Mail Adressbuch) sich in der Nähe des Reiseortes aufhalten.



Mit Mikroformaten wird die Reiseplanung automatisiert.

Zemanta

Zemanta bietet ein umfangreiches Instrumentarium zur automatischen Anreicherung von Blogs und E-Mails mit Tags, Bildern, Artikeln aus anderen Quellen, Informationen aus frei verfügbaren Quellen wie Wikipedia, YouTube sowie Twitter und sozialen Netzwerken wie MySpace, Facebook usw. Zemanta funktioniert als WordPress-, Drupal- oder Live Writer-Plug-In. Nach intuitiver Installation liefert Zemanta binnen Sekunden Tags, Links, Fotos und verwandte Artikel für den erstellten Text, die der Blogautor auswählen und bestätigen kann (vgl. Abb. 28). Wenn eine „Tag“ Wolke auf der Blogseite installiert ist, fügt Zemanta dieser automatisch neue Tags hinzu. Zemanta nutzt semantische Extraktionsverfahren, um die zentralen Themen zu erkennen und passende Inhalte aus anderen Quellen beizusteuern. Zurzeit ist Zemanta nur auf Englisch verfügbar. Das bedeutet, dass Links zu Wikipedia, anderen Medien und Tags nur auf englischsprachige Seiten verweisen. Dennoch macht Zemanta Veröffentlichungen in firmeneigenen und privaten Blogs wesentlich informativer, effizienter und visuell ansprechender.

Professionelle Nutzer wie Verlage und Medienorganisationen haben zusätzlich die Möglichkeit, eigene Archive hochzuladen und eigene Empfehlungssysteme einzurichten, um nicht nur auf öffentlich verfügbare Daten und automatisch generierte Schlagwörter zurückgreifen zu müssen.

⁵¹ Mikroformate werden zur semantischen Annotation von HTML- oder XHTML-Inhalten eingesetzt. Mikroformat-Annotationen können leicht aus Webseiten extrahiert werden und machen weiteren Programmen die Bedeutung des Seiteninhalts verständlich. Mikroformate gibt es jedoch nur für wenige Anwendungen z.B. für Kalender und Adressen. (Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag Mikroformate).

The screenshot shows a web editor interface for a blog post. The title is "Zemanta - Content Suggestion for Bloggers". The main text area contains the following content:

"other articles" at the bottom.

Zemanta's business model is to eventually be able to sell the links shown in the suggestion engine to third parties, going for a kind of [AdWords](#) model where the adds might be in the blog post directly. It is a difficult question to answer if this will eventually become more of an annoyance than a service, but for now I think the signal to noise ratio of the suggestions is nothing to complain about.

For now Zemanta is only available as a Firefox plugin, but more platforms will be supported in the feature.

Related articles

- [Zemanta Brings a Semantic Layer to Your Blog](#) [via Zemanta]
- [A content suggestion engine for blogging? That could work...](#) [via Zemanta]
- [First reviews](#) [via Zemanta]

Below the text, there are sections for "Links" and "Tags". The "Links" section shows 10 links, including Zemanta, Blogger, TypePad, Firefox, Wordpress, Seedcamp, AdWords, blog post, signal to noise ratio, and plugin. The "Tags" section shows 8 tags: Zemanta, Seedcamp, Wordpress, Firefox, London, AdWords, TypePad, and Blog.

At the bottom right, there is a sidebar with a "Zemanta" header and a notification: "Zemanta found new suggestions. Update in 255 characters". Below this are sections for "Gallery" and "Articles". The "Articles" section lists several articles with their titles, authors, and dates, such as "A content suggestion engine for blogging? That co..." by techcrunch.com (1 day ago), "Zemanta Brings a Semantic Layer to Your Blog" by readwriteweb.com (22 hours ago), "First reviews" by zemanta.com (1 day ago), "Trying out Zemanta" by simonwaldman.net (2 days ago), "Zemanta For Bloggers? Good Idea, Bad Idea, Or Cre..." by blogherald.com (13 hours ago), and "Zemanta - A content suggestion engine for blogging" by funkylaraoke.blogspot.com (1 day ago).

Abb. 28 Erstellen eines Blogeintrags mit Zemanta, Quelle: www.zemanta.com

Im April 2009 konnte Zemanta auf über 100 Millionen annotierte Content-Objekte einschließlich Nachrichten und ausgewählten Blogs zurückgreifen⁵². Aufbauend auf semantisch annotierten Datenbanken (RDF) nutzt Zemanta „Natural Language Processing“ Extraktionsverfahren, um die wichtigsten Inhalte mittels semantischer Analyse zu erkennen. Die zugrundeliegende semantische Technologie abonniert anschließend die Feeds zu verschiedenen Schlagworten von den Bookmarking- Diensten und anderen verifizierten Quellen und liefert die Inhalte über eine Schnittstelle an den Benutzer „On-Demand“ aus.

Semantische Extraktionsverfahren und semantische Datenbanken.

⁵² Vgl. <http://www.zemanta.com/about/>

Fazit: Semantische CMS und Mashups

Semantische CMS und Mashups bauen auf semantisch annotierten und vernetzten Daten und offenen und kompatiblen Schnittstellen auf. Vernetzte Daten sind weitgehend standardisiert (RDF-Format) und erlauben daher einen einfacheren Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Anwendungen. Die Anzahl von semantisch angereicherten Anwendungen für CMS und Mashups wächst außerordentlich dynamisch. Der Wachstumstrend entsteht in diesem Fall jedoch nicht aus den Forschungsprojekten, sondern ist vielmehr darauf zurückzuführen, dass Anbieter wie OpenCalais und andere OpenSource Plattformen der Entwicklungsgemeinschaft kostenlosen Zugang zu den Schnittstellen und Codes eigener semantischer Anwendungen ermöglichen und so die Innovationsschübe beschleunigen.

Semantische Erweiterungen für CMS und Blogs werden umso mehr an Bedeutung gewinnen, je schneller der Bestand an offen verfügbaren und semantisch annotierten Informationen im Internet und in geschlossenen Informationssystemen wächst. Die Qualität von semantischen CMS und Mashups hängt jedoch sehr stark von der Qualität der Wissensrepräsentation sowie von der Präzision von semantischen Analyse- und Extraktionsverfahren ab, aber auch mit der zunehmenden Integration von Inferenzmechanismen in Wissensmodelle wird die Leistungsfähigkeit von semantischen CMS und Mashups zusätzlich verbessert.⁵³

Verbreitung von semantisch annotierten Informationen

⁵³ Vgl. Auer, S.Lehman, J.Bizer, C.: Semantische Mashups auf Basis vernetzter Daten, S.260 ff.

2.2.3 Semantische Interoperabilität

Zum praktischen Einsatz von semantischen Technologien gehört auch die Herstellung von infrastruktureller Interoperabilität für Software und Schnittstellen zwischen verschiedenen Datenformaten, Wissensmodellen und Anwendungen. Dafür werden einerseits eine skalierbare und erweiterbare Systemarchitektur benötigt, andererseits einheitliche und offene Standards.⁵⁴ Die Standards umfassen hierbei nicht nur verwendete Sprachen wie RDF und OWL, sondern auch die begriffliche und kontextuelle Ebene der Wissensmodelle, damit diese zwischen verschiedenen Unternehmen, z.B. Hersteller und Lieferant, kompatibel sind. In aktuellen F&E Projekten werden funktionale Schichten und Schnittstellen spezifiziert sowie Middleware entwickelt, die Kommunikation und Austausch zwischen Prozessen unterstützt. Die Großen der IT-Branche wie IBM, SAP, Oracle und Sun forschen im Verbund mit Forschungseinrichtungen schon seit mehreren Jahren an der Integration von semantischen Technologien in Software und „Service-Oriented-Architecture“-Produkte.⁵⁵

Nahtlose Zusammenarbeit und Austausch zwischen verschiedenen Anwendungen.

Aktuelle F&E Aktivitäten umfassen Interoperabilitätslösungen für die technische (Formate und Protokolle) und semantische Ebene, um z.B. begriffliche Systematik und Schlussfolgerungsmechanismen für die Geschäftsprozessdarstellung zu entwickeln. Im Folgenden wird ein Überblick über derzeitige Forschungsaktivitäten und Produktentwicklung der bekanntesten Anbieter gegeben, die derzeit versuchen, verschiedene Anwendungen zusammenzuführen.

IBM Research.

Die Suche nach dem Begriff „Semantic“ auf der IBM Website liefert allein 4.927 öffentlich zugängliche Ergebnisse.⁵⁶ IBM Research beschäftigt sich eingehend mit den Einsatzmöglichkeiten semantischer Technologien, z.B. in Verbindung mit Web-Services oder Geschäftsprozessmanagement. IBM gehört zu den Forschungspionieren in semantischen Technologien und betreibt eine eigene OpenSource Plattform „Semantic Layered Research Platform“ bei sourceforge.net⁵⁷. Die Forschungsschwerpunkte von IBM liegen in der Entwicklung von semantisch unterstützter Anwendungsarchitektur.⁵⁸

⁵⁴ Vgl. Hitzler, P. et al.: Semantic Web, S.11.

⁵⁵ Vgl. Pollock, J.: A Semantic Web Business Case.

⁵⁶ Vgl. <http://www.alphaworks.ibm.com/topics/semantics>.

⁵⁷ Vgl. <http://ibm-slrp.sourceforge.net/>.

⁵⁸ Vgl. http://ibm-slrp.sourceforge.net/files/Semantic_Technologies_in_the_stack-ibm-slrp.pdf.

Im Bereich der semantischen Suche gibt es von IBM schon erste kommerzielle Anwendungen wie z.B. OmniFind Enterprise Edition⁵⁹, die semantische Suche und Analyse-Funktionen kombiniert, oder IBM OmniFind Analytics (vgl. Abb. 29). OmniFind Enterprise Edition ist eine Software für die Suche im Internet, web-basiertem CRM, Blogs, Wikis, Foren und Fileserver. OmniFind Analytics verfügt über ein Navigationsfenster zur Analyse der wichtigsten Suchergebnisse mittels dynamischer Balkendiagramme und bietet eine Plattform zum Aufbau von Lösungen für semantische Suche, Inhaltsanalyse und visuelle Darstellung in über 60 Sprachen.

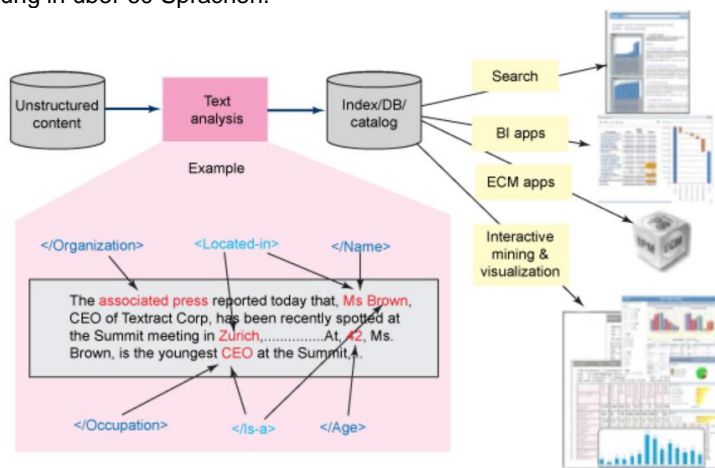


Abb. 29: Demoverision von IBM OmniFind Analytics⁶⁰

Semantische Suchfunktionen und Schlussfolgerungsfunktionen werden auch in Stammdatenverwaltungssysteme (Enterprise Master Data Management bei IBM) integriert. Zurzeit forscht IBM an einer Semantic Master Data Management (SMDM), d.h. an einer webbasierten Plattform für die Stammdatenverwaltung⁶¹ von Kunden, Lieferanten, Konten, Produkten oder Organisationseinheiten-Daten (vgl. Abb. 30).

⁵⁹ Vgl. <http://www-01.ibm.com/software/data/enterprise-search/omnifind-enterprise/>.

⁶⁰ Vgl. <http://www.ibm.com/developerworks/data/library/techarticle/dm-0804nicola/>.

⁶¹ Stammdatenverwaltung bezeichnet die zentrale Verwaltung von Stammdaten oder Referenzdaten (engl. master data), um system- und anwendungsübergreifende Konsistenz sicherzustellen. (Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag Master Data Management).

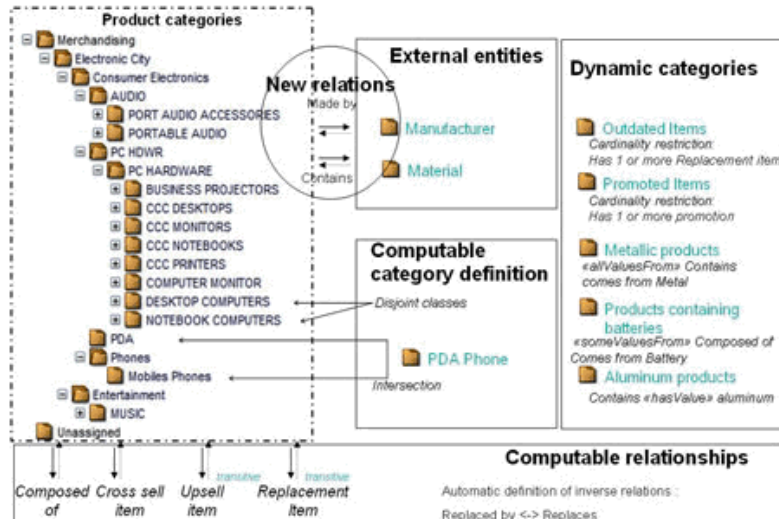


Abb. 30: SMDM entdeckt neue Produktfeatures, Demo von IBM Research

SMDM verwendet semantische Web-Technologien für Abfragen und Analysen sowie um vorhandene MDM-Lösungen zu integrieren. Das SMDM soll zudem den Benutzern eine Möglichkeit zur Abfrage von Stammdaten ermöglichen, ohne dass technische Kenntnisse von Wissensmodellen oder komplexen Datenbankabfragen (wie SQL) vorhanden sein müssen. Darüber hinaus werden die Benutzer in der Lage sein, basierend auf semantischer Wissensmodellierung und Reasoning Funktionen Datenanalysen selbstständig vorzunehmen und implizite Beziehungen zwischen den Stammdaten zu entdecken. In der Demoversion in Abb. 30 entdeckt das SMDM z.B. neue Beziehungen zwischen Produktkategorien, Materialien und Produzenten und weist den Nutzer visuell darauf hin.

Ontoprise

Das deutsche Unternehmen *Ontoprise* aus Karlsruhe gehört zu den bekanntesten Anbietern von semantischer Software für Organisationen. Neben dem schon vorgestellten Semantic Media Wiki bietet Ontoprise eine semantische Middleware **Ontobroker**, ein Ontologie-design-Tool **OntoStudio** sowie ein semantisches prozessunterstützendes Ratgebersystem **Semantic Guide** als Wissensmanagement-Instrument für Organisationen. Das Unternehmen ist strategische Partnerschaften mit Oracle und Sun für das Produkt OntoBroker und mit Microsoft für das Produkt Semantic Miner für SharePoint eingegangen. Auf diese Weise profitieren die Kunden von Ontoprise von umfassenden Oracle Datenbankenlösungen, kollaborativen Tools von Microsoft und semantischem Know-How von Ontoprise.

Abb. 31 zeigt, wie die semantische Middleware Ontobroker die Verknüpfung zwischen verschiedenen Datenquellen und Anwendungen herstellt und somit Interoperabilität zwischen dem Annotationseditor OntoStudio, dem semantischen Ratbersystem Semantic Guide sowie weiteren zugrundeliegenden Anwendungen gewährleistet. Das darauf aufbauende Ratbersystem hilft MitarbeiterInnen an verteilten Arbeitsplätzen wie z.B. im Außendienst oder im Call-Center zentral auf ein Wissenssystem zuzugreifen, um z.B. mögliche Fehlerursachen schneller und genauer feststellen zu können.

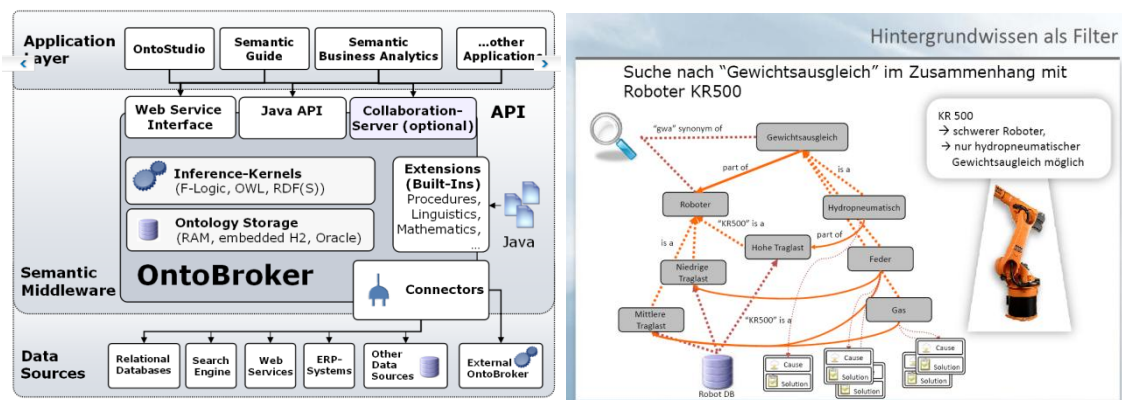


Abb. 31: Semantische Middleware Ontobroker und darauf aufbauendes Ratbersystem Semantic Guide

Insgesamt ist der Markt für semantische Middleware und Datenintegration sehr übersichtlich. Weltweit gibt es nur rund 30 Anbieter⁶². Neben Ontoprise (inkl. Kooperationen mit Oracle und Microsoft) und IBM gehören folgende Firmen zu den wichtigsten Anbietern:

www.collibra.com,
www.metamomix.com,
www.revelytix.com
www.ontologyworks.com.

⁶² Eigene Recherche.

Fazit: Semantische Interoperabilität

Semantische Interoperabilitätslösungen stehen erst am Anfang der industriellen Entwicklungsphase, aber die Erwartungen, dass semantische Interoperabilität den Organisationen einen deutlichen Mehrwert im Hinblick auf die Zusammenführung von Informationen und Daten aus verschiedenen Anwendungen ermöglicht, sind hoch.

Schließlich stellen die Heterogenität der Informationen und die vielen unterschiedlichen Sprachkulturen z.B. unterschiedliche Begriffsbesetzung bei Vertriebsmitarbeitern, Ingenieuren, Management, Kunden usw. eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Der Einsatz von semantischer Wissensrepräsentation an dieser Stelle, die auch die Erfassung von Mehrdeutigkeit ermöglicht, sorgt für einen standardisierten Informationstransfer.

Zum anderen werden einheitliche Standards und Middleware entwickelt, um eine interoperable Infrastruktur für das Internet der Dinge und der Dienste, d.h. für die Kommunikation von RFID, Sensoren und Agenten in verteilten Systemen zu gewährleisten. Semantische Wissensmodelle übernehmen hierbei die Mediation und Steuerung von verteilten und heterogenen Datenbeständen. Die Herausforderung hierbei ist, umfangreiche Mengen von Echtzeitdaten zu verarbeiten, die RFID oder Sensoren übermitteln, und mittels Inferenzmechanismen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz Regeln festzulegen, wie diese Daten zu verwerten sind. Die Gewährleistung von technischer und semantischer Interoperabilität stellt jedoch eine zwingende Voraussetzung für die Verbreitung und Qualität von Semantic Enterprise und Internet der Dinge und der Dienste dar.

Einheitliche Standards und offene Schnittstellen.

2.2.4 Semantic Enterprise

Die Vision von Semantic Enterprise umfasst ein besseres Verständnis von verfügbaren Informationen und eine effiziente Nutzung von kollektiver Intelligenz zur Beschleunigung und Verbesserung der Entscheidungsprozesse.

Semantische Technologien bieten eine leistungsfähige Möglichkeit, einheitliche und strukturierte Daten zu erzeugen, zu speichern, zu verwalten und für verschiedene Geschäftszwecke einzusetzen. Dafür werden speziell für die Geschäftsprozesse erweiterbare semantische Ontologien entwickelt, die für verschiedene Anwendungen eine gemeinsame Datenbasis zur Verfügung stellen. Werden also Informationen aus den Geschäftsprozessen erfasst, dann können Computerprogramme diese auswerten und für jeweilige Nutzergruppen die Ergebnisse nutzerspezifisch aufbereiten. Semantische Geschäftsprozessanwendungen umfassen zielgerichtetes automatisiertes Finden, Auswerten, Wiederverwenden von Informationen sowie automatische Datenintegration, was technische und semantische Interoperabilität voraussetzt.

Zurzeit basiert die Mehrzahl von Organisations-Software-Anwendungen auf relationalen Datenbanken, UML- und XML-Technologien⁶³, um Daten zu speichern und zu verwalten. Insbesondere besitzen Großorganisationen i.d.R. eine Menge Softwarelösungen, die zudem parallel angewendet werden, wobei jeder Anwendung oft eine andere Datenbank zugrunde liegt, die unterschiedlich gepflegt und gewartet wird (vgl. Abb. 32). Als Folge sind die Organisationsdaten häufig inkonsistent und redundant. Die MitarbeiterInnen müssen sich in jedes Programm einloggen und relevante Informationen manuell herausfiltern. Dieses Vorgehen ist nicht kompliziert, jedoch relativ zeitintensiv und anfällig für Fehler, insbesondere, wenn Daten unregelmäßig aktualisiert werden.

Inkonsistente, redundante und nicht kontextualisierte Daten.

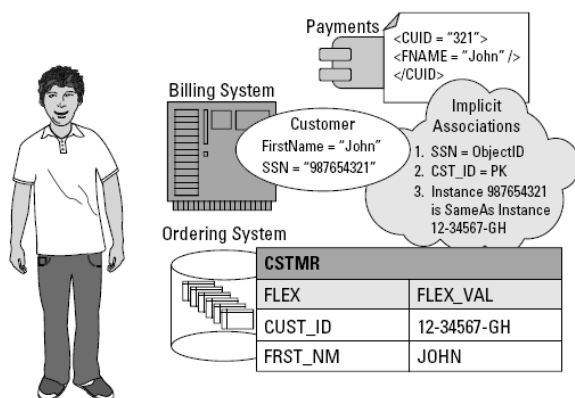


Abb. 32: Eine reale Person in verschiedenen Software Anwendungen einer Bank. Quelle: Pollock, J., „Semantic web for dummies“

⁶³ Vgl. Glossar.

Eine Bank bspw. nutzt unterschiedliche Softwarelösungen von unterschiedlichen Anbietern mit der Folge, dass die gleichen Informationen wie Konten, Kunden usw. (evtl. in mehreren Sprachen) für jede Anwendung in speziellen Datenbanken immer wieder neu angelegt werden müssen. Mit der wachsenden Zahl von Produkten wächst somit auch die Menge von redundanten Informationen in der Organisation. Würde die Bank eine zentrale Datenbasis verwenden und die in ihr gespeicherten Daten und Prozesse entsprechend in einer Ontologie anordnen, könnte sie die redundanten Informationen organisiert und kompakt speichern, während sie weiterhin vollkommen transparent für jede einzelne Anwendung bedarfsspezifisch zur Verfügung gestellt werden können.⁶⁴ Zusätzlich ließen sich Beziehungen zu bereits frei verfügbaren Informationen, z.B. aus dem Finanzmarkt, definieren und auf Basis dieser Ontologie neue Informationen aus bereits Bekanntem generieren. Praktisch würde eine semantisch basierte Lösung folgendes bedeuten: Banken könnten den im Rahmen einer Investitionsentscheidung vorhandenen Informationsbedarf umfassender und effizienter decken als dies mit bisherigen Data Warehouse Lösungen möglich ist, während die verwendeten Informationen bereits im Internet oder in den Systemen der Bank verfügbar sind, fehlt ihnen jegliche Kontextualisierung untereinander.

Alternativ müssten diese Informationen in einem einheitlichen Datenformat in einer Anwendung gesammelt, gespeichert und ausgewertet werden, was nur im Rahmen eines teuren IT-Projekts realisierbar wäre. Die Implementierung von semantischen Technologien verspricht Organisationen vor allem folgende Vorteile:

Vorteile von semantischen Technologien.

- Effizienzvorteile durch schnellere Auffindung von relevanten Informationen in internen Ressourcen,
- Zentralisierte und personalisierte Präsentation von relevanten Informationen und dadurch besseres Verständnis für die Vorgänge in der eigenen Organisation,
- Die Entwicklungskosten für ontologiebasierte Wissensmodelle werden mit dem zukünftigen Einsatz von kollaborativen Annotations- und Modellierungsverfahren im Vergleich zu der relationalen Wissensmodellierung deutlich geringer aus.
- Die Integration von neuen Daten ist in einem erweiterbaren Wissensmodell (Ontologie) deutlich kostengünstiger als bei jetzigen, datenbankbasierten Systemen.

⁶⁴ Vgl. Pollock, J.: Semantic web for dummies S.48.

Es gibt zahlreiche Bestrebungen aus der angewandten Forschung und Industrie, eine semantische Schicht für die Organisationssoftware und IT-Architektur zu entwickeln. Zurzeit sind semantische Lösungen für Organisationen noch stark fragmentiert.

Die Anbieter semantischer Wissensrepräsentationstechnologien bieten ihren Kunden die gemeinsame Entwicklung von Organisationsontologien an und Anbieter von Business Intelligence Lösungen haben wiederum ihr Portfolio um semantische Extraktions- und Analyseverfahren ergänzt. Ganzheitliche Produkte, wie semantische Organisationssoftware oder semantische Service-Oriented-Architecture, befinden sich noch in der Entwicklungsphase und werden in Anwendungsszenarien des Forschungsprogramms THESEUS erprobt. Im THESEUS engagieren sich neben Forschungseinrichtungen Organisationen wie Ontoprise, Siemens, v.a. der führende Anbieter von ganzheitlichen Organisationslösungen SAP sowie der führende Anbieter von Business Intelligence Lösungen Empolis. SAP und Empolis legen bei ihren F&E Aktivitäten einen starken Fokus auf semantische Technologien und werden sich vermutlich auch früh im Bereich Semantic Enterprise positionieren. Im Folgenden wird das Anwendungsszenario PROCESSUS aus dem THESEUS Programm vorgestellt.

Fehlende ganzheitliche Semantic Enterprise Lösungen.

PROCESSUS⁶⁵

Im Rahmen des Anwendungsszenarios PROCESSUS wird eine prototypische Plattform entwickelt, die Ressourcenplanung und das Management von Geschäftsprozessen integriert und den 360°-Vergleich von Produkten, Lösungen und Geschäftspartnern erleichtert (vgl. Abb. 33). Ziel ist eine IT-gestützte Organisationssteuerung, die das Aufspüren von Problemwissen für wissensintensive Tätigkeiten ermöglicht und die richtigen Informationen bereitstellt, unabhängig davon, wo und wie sie abgelegt sind, jedoch abhängig davon in welchem Kontext und Prozessschritt man sich befindet.⁶⁶

Semantische Plattform für Geschäftsprozessintegrationen.

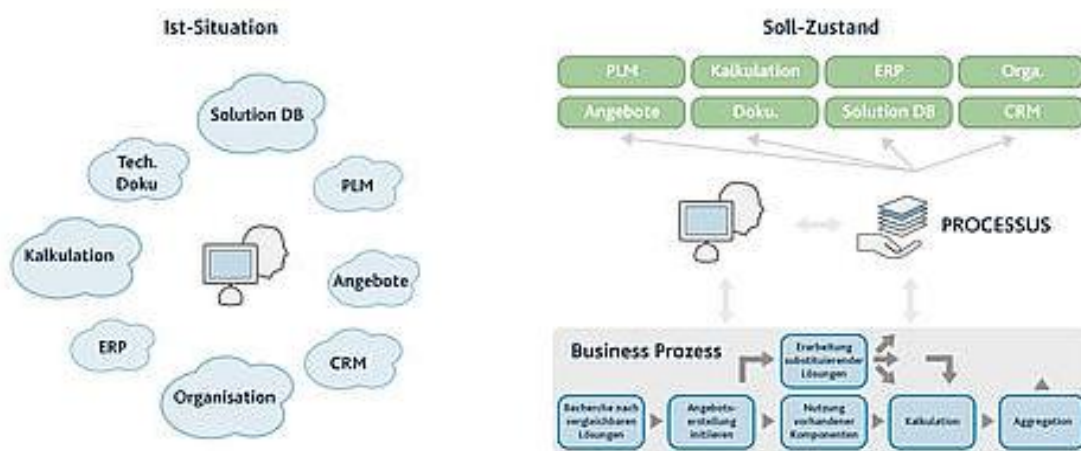


Abb. 33: PROCESSUS Plattform⁶⁷

Die semantische Plattform für Geschäftsprozessintegrationen soll einen zielgerichteten Zugang zu unstrukturierten Daten, die in E-Mails, Protokollen, Angeboten, etc. vorhanden sind, ermöglichen, um diese semantisch zu annotieren.

Diese strukturierten Inhalte können anschließend mit anderen Organisationsinformationen verknüpft und mittels Ontologien nutzbar gemacht werden. Beispielhaft werden zwei industriespezifische Ontologien erforscht. Während die erste den Fokus auf Lösungen und Anwendungen in der Domäne „Antriebs- und Automatisierungstechnik“ legt, befasst sich die zweite pilothafte Anwendung mit serviceorientierten Architekturen (SOA) in der Software-Industrie.

In der SOA-Anwendung wird im Rahmen von PROCESSUS zudem eine semantische SOA-Architektur entwickelt, die verschiedene Funktionalitäten als dezentrale Komponenten für verschiedene Domänen oder Branchen anbietet. Das ermöglicht deren Nutzung in diversen Anwendungsszenarien in verschiedenen Prozessen und Branchen.⁶⁷

⁶⁵ Vgl. <http://theseus-programm.de/anwendungsszenarien/processus/default.aspx>, <http://www.empolis.de/technologie/theseus/empolis-und-theseus/processus.html>.

⁶⁶ <http://www.empolis.de/technologie/theseus/empolis-und-theseus/processus.html>

⁶⁷ Vgl. ebenda.

Fazit: Semantic Enterprise

In vielen öffentlichen und industriellen F&E Aktivitäten werden im Ergebnis die Weichen für die weitere Entwicklung von Semantic Enterprise Lösungen gestellt. Im Bereich der Wissensrepräsentation werden zum einen intuitive Wissensmodellierungsedatoren erstellt, die eine kollaborative, computerunterstützte Ontologieerstellung in Organisationen ermöglichen. Zum anderen werden branchenspezifische Basisontologien entwickelt, die verschiedene Sichtweisen einheitlich modellieren und Schlussfolgerungsmechanismen in diese integrieren. Im Bereich des Datenmanagements und der Datenintegration werden semantische SOA-Lösungen und Middleware Anwendungen entwickelt. Mit marktreifen ganzheitlichen Lösungen ist wahrscheinlich erst ab 2012-2013 zu rechnen, da viele EU-Projekte sowie das THESEUS Programm erst in diesem Zeitraum abgeschlossen sein werden.

2.2.5 Semantic Desktop und Semantic E-Mail

Der Begriff Desktop bezeichnet im üblichen Sprachgebrauch einen Desktop-PC oder die grafische Benutzeroberfläche eines Computers. Auf dem Desktop befinden sich i.d.R. mehrere Symbole wie Arbeitsplatz, Wechseldatenträger, Papierkorb, außerdem beliebige Verknüpfungen zu Dateien und Ordnern oder auch Dateien und Ordner selbst.⁶⁸

Auf dem Desktop werden unterschiedliche Anwendungen und Inhalte in verschiedenen Datenformaten gespeichert. Texte, Tabellen und Präsentationen in vorgegebenen MS-Office Formaten und E-Mails und Adressen in eigenen Datenbanken. Zusammengehörende Informationen werden fragmentiert und unübersichtlich in verschiedenen Programmen und Dateiformaten gespeichert und dem Nutzer nicht zusammenhängend präsentiert. Es kommt erschwerend hinzu, dass in vielen Organisationen verschiedene Ablage- und Kategoriensysteme nebeneinander bestehen, und Querverweise in verschiedenen Anwendungen nicht auf eine einfache Weise gesetzt werden können, so dass wichtige Informationen von den Nutzern übersehen werden könnten. Der Nutzer muss z.B. genau wissen, wo er zu einem bestimmten Projekt ein vom Kollegen erstelltes Angebot findet, welche zusätzlichen Vereinbarungen per E-Mail getroffen wurden und was zu früheren Geschäftskontakten in der Kundendatenbank gespeichert ist.

⁶⁸ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag Desktop.

Das Konzept des Semantic Desktop hat zum Ziel, die individualisierte Sichtweise des Benutzers zu modellieren und in einer Ontologie darzustellen. Semantische Technologien werden zum festen Bestandteil des Betriebssystems und alle Informationen müssen so weit wie möglich in einem einheitlichen Datenformat (z.B. RDF) verfügbar gemacht werden, um sie in einem einheitlichen Ordnungssystem zu verwalten. Der Semantic Desktop übernimmt dann die strukturierende und ordnende Funktion auf dem Computer. Der Computer erkennt die aktuelle Tätigkeit des Benutzers und bietet dem Nutzer relevante Informationen aus anderen Quellen an. So kann der Nutzer direkt aus seiner gewohnten Arbeitsumgebung auf das gesamte und verteilte Wissen auf seinem Computer oder Organisationsserver zugreifen.

Modellierung der individualisierten Sichtweise des Benutzers.

Semantic Desktop Prototypen

Mittlerweile stehen erste Prototypen des **Semantic Desktop**⁶⁹ im gleichnamigen Projekt für verschiedene Plattformen (Windows, Linux, Macintosh, Mozilla) als OpenSource Download zur Verfügung. Das System zeichnet sich jedoch noch nicht durch hohe Benutzerfreundlichkeit aus und wird nur Nutzern mit Programmierkenntnissen empfohlen. Die Entwickler arbeiten zudem noch an der Behebung von „Bugs“. Die vielversprechenden Anwendungen werden im Nachfolgeprojekt NEPOMUK im Forschungsprogramm „THESEUS“ weiterentwickelt.

Ähnlich verhält es sich mit einem anderen OpenSource Forschungsprojekt: DeepaMehta⁷⁰. DeepaMehta ist eine webbasierte Software-Plattform für Wissensmanagement und die interdisziplinäre Forschung mit der Idee von Open Source verbindet. Die Benutzeroberfläche von DeepaMehta Plattform baut entsprechend auf Forschungserkenntnissen aus kognitiver Psychologie und Semantic Desktop Forschung auf und basiert vollständig auf Mind bzw. Topic Maps. Die Beziehungen zwischen verschiedenen Anwendungen werden direkt in einer Mind Map „gehirngerecht“ dargestellt (vgl. Abb. 34). Die Nutzer werden nicht länger mit Programmen und Dateien direkt konfrontiert, sondern können die Dokumente aus der Mind Map heraus editieren. Bei DeepaMehta liegt der Entwicklungsfokus stärker auf der gehirngerechten Visualisierung als auf der semantischen Wissensmodellierung. Daher sind in DeepaMehta noch keine unterstützenden Wissensmodellierungsfunktionen integriert und die semantische Auszeichnung und Verknüpfung der Daten wird vollständig manuell vorgenommen. DeepaMehta ist ebenfalls noch ein Forschungsprototyp und beim Download der Anwendung warnen die Entwickler vor Bugs und evtl. Komplikationen.

Forschungsprototypen: Semantic Desktop, DeepaMehta und Ubiquity.

⁶⁹ Vgl. <http://www.semanticdesktop.org>.

⁷⁰ Vgl. <http://www.deepamehta.de>.

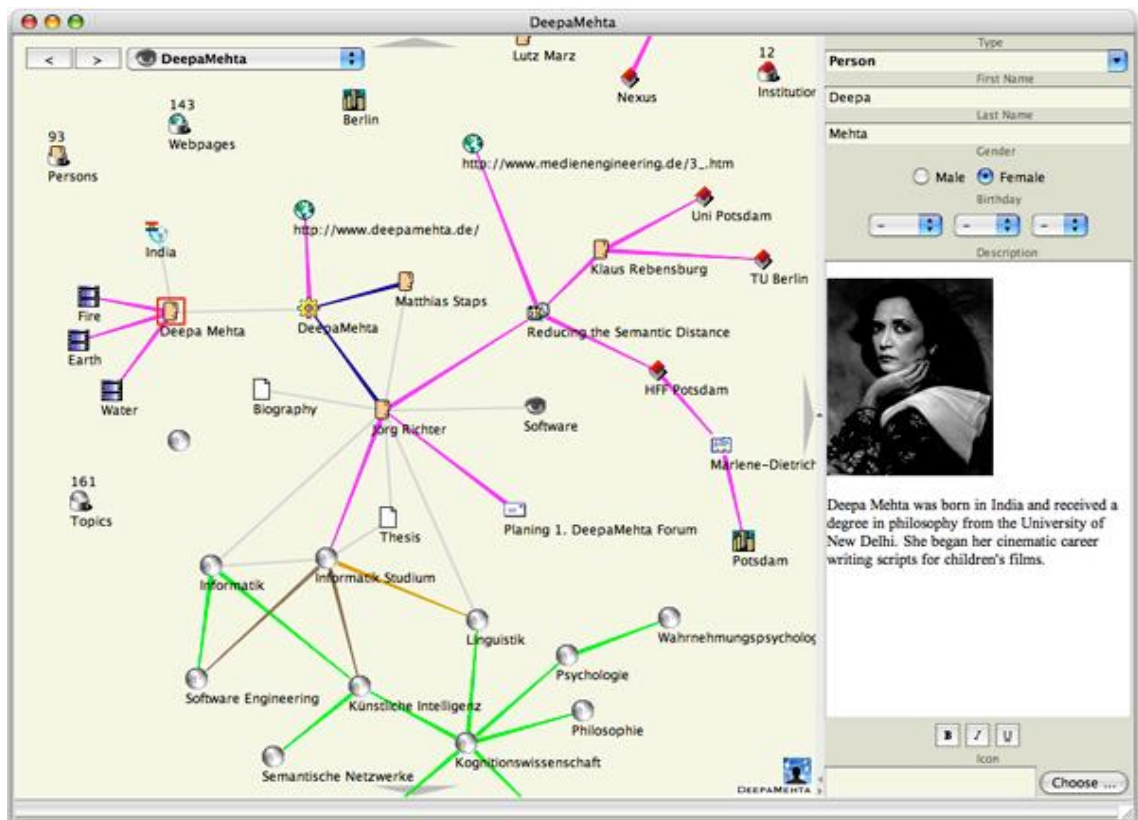


Abb. 34: DeepaMehta Desktop, Quelle: <http://www.deepamehta.de/>

Auch der Firefox Browser Hersteller *Mozilla Labs* entwickelt zurzeit einen „Ubiquity“ Plug-In, der sich jedoch noch in einer frühen Entwicklungsphase befindet. Ubiquity integriert Befehle in einem Computer in „natürlicher Sprache“. Funktionen wie Suchen, Rechnen, Bilder anzeigen und Links ans Mailprogramm senden werden bereits in einer kommenden Version von Firefox integriert. Die Befehle werden mittels Mashup-Kombinationen ausgeführt. So zeigt ein Befehl „Karte+Name des Restaurants“ im Ergebnis ein Karten-Mashup mit dem Standort des Restaurants, Öffnungszeiten usw. an. Das erlaubt jedem Nutzer, die Webdienste nach Bedarf und ohne große technische Vorkenntnisse beliebig zu kombinieren. In einem nächsten Schritt soll der Ubiquity Plug-In mittels semantischer Technologien die Eingabe des Nutzers „verstehen“ und ähnlich wie semantische Suchmaschinen kategorisieren.⁷¹

⁷¹ Vgl. <https://labs.mozilla.com/projects/ubiquity/>.

Semantic E-Mail

E-Mails gehören zu den wichtigsten Kommunikationsinstrumenten im Internet. Wichtige Inhalte, Angebote und Vereinbarungen werden oft nur per E-Mail ausgetauscht und bleiben nicht dokumentiert. Semantische Desktoptechnologien sowie Semantic Enterprise Lösungen beinhalten u.a. semantische Annotation und semantische Strukturierung von E-Mail-Inhalten, um wichtige Informationen in die Wissensbasis der jeweiligen Organisation zu integrieren. Einzellösungen stehen aber durchaus schon zur Verfügung. Zwei werden im Folgenden näher betrachtet.

Integration in die Wissensbasis.

SEMail

In einem aktuellen Forschungsprojekt der Stanford Universität „SEMail“ wird ein neues E-Mail-System getestet. „SEMail“ steht dabei für „semantische E-Mail-Adressierung“ und erlaubt es, Nachrichten an Menschen zu senden, die bestimmte Kriterien erfüllen, ohne dass man deren genaue E-Mail-Adressen oder gar Namen kennt.⁷² Für den Nutzer bedeutet dies, dass keine Recherche in Adressbüchern notwendig sein wird und E-Mails an Personen mit bestimmten Interessen, wie in der nachfolgenden Abbildung zu „Logical Spreadsheets“ dargestellt, verschickt werden könnten. Die dafür benötigten Informationen stammen aus mehreren Datenbanken, die semantisch annotiert sind. Die Qualität der Daten ist für das „SEMail“ Programm enorm wichtig, denn veraltete, nicht korrekt annotierte Daten erschweren eine sinnvolle Extraktion von Informationen. Bedenklich ist die Anwendung jedoch angesichts der Tatsache, dass 90% der E-Mails Spammails sind, daher besteht die Gefahr, dass „SEMail“ für semantisch basierten E-Mail-Spam-Versand missbraucht werden kann. Ein hohes Potential und das geringste Missbrauchsrisiko habe die Technologie für die Anwendung in Großorganisationen, so die Forscher der Universität Stanford.⁷³

OmniFind Personal Email Search

Bei IBMs „OmniFind Personal Email Search“ werden semantische Technologien verwendet, um die Suche in den eigenen E-Mails zu erleichtern. „OmniFind Personal Email Search“ ist ein kostenloses Plug-In für Microsoft Outlook und Lotus Notes E-Mail-Systeme. Das Instrument annotiert die ankommenden Mails anhand vorher festgelegter Konzepte (z. B. Personen, Telefonnummern, Adressen oder Termine) und der Beziehungen zwischen solchen Konzepten. So kann die Anwendung die Adresse oder die Telefonnummer einer Person heraussuchen, obwohl in den Mails beide Begriffe nicht explizit zusammenhängend erwähnt werden. Die Benutzer können eigene Kategorien und Schlagworte vorschlagen. Bei Unklarheiten interagiert die Anwendung mit dem Benutzer und stellt diesem Fragen, um die Verschlagwortung zu verbessern. Während die Kategorien allen Nutzern einer Gruppe, z.B. einer Abteilung oder einer Organisation zur Verfügung stehen und so die kollektive Wissensorganisation unterstützen, bleiben die Inhalte der Mails für die anderen Nutzer jedoch nicht einsehbar.⁷⁴

Kollektive Wissensorganisation bei Wahrung der Privatsphäre.

⁷² Vgl. <http://www.technologyreview.com/web/22008/page1>.

⁷³ Vgl. ebenda.

⁷⁴ Vgl. <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/emailsearch>.

Fazit: Semantic Desktop und Semantic E-Mail

Während semantische E-Mail Konzepte vermutlich in einheitliche Organisationslösungen integriert werden, stellt Semantic Desktop ein sehr umfassendes Konzept dar, welches semantische Technologien und künstliche Intelligenz miteinander kombiniert. Dadurch werden die Grenzen zwischen Browser und Desktopanwendung weitgehend verschwinden.

Das Konzept des Semantic Desktop erfordert die Mitarbeit des Nutzers, um dem Computer, z.B. durch Schlagworte, beizubringen, welcher Zusammenhang gemeint ist, und damit sinnvolle semantische Beziehungen zwischen den Informationen herstellen zu können. Die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine darf den Nutzer jedoch nicht belästigen und die Integration von neuen Informationen und deren Kontext in die Ontologie muss reibungslos und unsichtbar für den Nutzer ablaufen. Die bislang entwickelten Anwendungen integrieren jedoch die automatisierten Wissensmodellierungsfunktionen noch nicht im vollen Umfang, da auch diese noch in F&E Projekten weiterentwickelt werden.

Mit fortschreitender Automatisierung von Wissensrepräsentation und Weiterentwicklung von benutzerspezifischen Schnittstellen, die aus dem indirekten Verhalten des Nutzers Schlussfolgerungen ziehen, könnte das Semantic Desktop den Arbeitsplatz der Zukunft enorm verändern. Die ungeliebten, zeitfressenden Routine-Aufgaben wie das Ordnen von E-Mails, Dokumenten, Ordern, Koordinierung von Meetings und Projekten, Suche und Filterung von relevanten Informationen, Verknüpfung und Tracking von Informationen können dann gestrost dem Computer überlassen werden.

2.3 Semantische Suchdienste

Der Bestand an Webdokumenten im Internet verdoppelt sich alle sechs Monate. Wie sollen die richtigen und wichtigen Informationen aus zuverlässigen Informationsquellen in dieser Informationsflut gefunden werden? Die beliebten Suchdienste wie Google und Yahoo greifen auf Keyword-Suche in Webdokumenten zurück. Das bedeutet, dass ausschließlich Zeichenketten im Text abgeglichen werden, und eben Wortbedeutungen nicht erkannt werden können. Die Relevanz der Informationen wird nach Häufigkeit der Schlüsselwörter und der Verweise auf eine bestimmte Seite mit dem PageRank Verfahren bewertet. Die Standardsuche führt jedoch nicht immer zu relevanten Ergebnissen, da die Bedeutungsunterschiede und Homonyme nicht präzise erfasst werden. Es ist zwar i.d.R. möglich die Suchbegriffe mit ODER/OR zu verknüpfen. So können mit einer einzigen Suchanfrage alle Dokumente gesucht werden die z.B. „Betriebsleiter“, „Geschäftsführer“ oder „CEO“ im Text enthalten. Allerdings müssen alle Suchbegriffe dann vom Nutzer manuell verknüpft werden. Die Schwierigkeit besteht auch hauptsächlich darin, sich eigenständig alle in Frage kommenden Synonyme und Quasi-Synonyme zu überlegen. Das können Ontologien oder Thesauri, in denen die Synonyme bereits verknüpft hinterlegt sind, einem abnehmen. Erschwert wird die Suche, wenn der Nutzer nicht genau weiß, wonach er sucht.



Wie sollen die richtigen Informationen aus zuverlässigen Informationsquellen in der heutigen Informationsflut gefunden werden?⁷⁵

Typische Schwächen der Volltextsuche sind⁷⁶:

- Viele unpassende Ergebnisse, die nur bedingt den Suchkriterien entsprechen,
- Hoher Zeitaufwand, wenn viele Ergebnisse geprüft werden müssen,
- Unterschiedliche Ergebnisse bei inhaltlich gleichen Anfragen, z.B.: Betriebsleiter, Geschäftsführer, CEO. Die Suche muss mehrfach mit verwandten Begriffen manuell wiederholt werden,
- Keine Berücksichtigung von Homonymen, z.B.: Berliner, Hamburger, Amerikaner sind Teigwaren, bezeichnen aber auch die Einwohner bestimmter Städte oder eines Landes,
- Benutzer wissen oft nicht, wie die korrekte Bezeichnung des Suchbegriffs lautet, und drücken in natürlicher Sprache das Konzept, das sie im Kopf haben, z.B.: Rußpartikelfilter oder Dieselrußfilter, aus. Die korrekte Herstellerbezeichnung lautet jedoch „Dieselpartikelfilter“.

⁷⁵ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Presky Monkey.

⁷⁶ Vgl. <http://www.ontonym.de>.

Vorteile semantischer Suche

In einer von der Ontonym GmbH⁷⁷ durchgeführten quantitativen Analyse wurden die Ergebnisse einer Volltextsuche und einer ontologiebasierten Suche für 4.000 Begriffe in der Kategorie Beruf verglichen. Mit semantischer Suche konnte die Zeitersparnis für die Sichtung der ersten drei Ergebnisseiten um 9% verbessert werden, für alle Ergebnisse um rund 14%. Die Platzierung der relevanten Ergebnisse, die Treffsicherheit (alle relevanten Treffer wurden gefunden) und die Genauigkeit (nur relevante Treffer wurden gefunden) konnten mit der ontologiebasierten Suche erheblich verbessert werden.

Was ist der Unterschied zwischen Volltextsuche und semantischer Suche? Bei der Volltextsuche, wie z.B. bei Google, wird statistisch ausgewertet, wie oft ein Suchbegriff in einem Dokument vorkommt und wie oft auf das Dokument in anderen Dokumenten verwiesen wird. Der Computer kann hierbei jedoch nicht nachvollziehen, was genau gesucht wird, denn ihm fehlen das semantische Verständnis der Sprache und der gesunde Menschenverstand, um Brücken zwischen den Informationen bauen zu können.

Unterschied zwischen der Volltextsuche und semantischer Suche

Bei der semantischen Suche liegt eine manuell (vom Menschen) oder semi-automatisch erstellte Wissensdatenbank, z.B. eine Enzyklopädie wie Wikipedia oder ein Dienste-Verzeichnis wie Gelbe Seiten, zugrunde. Die Metadaten der Begriffe sowie die Beziehungen zwischen den verschiedenen Begriffen sind maschinell verständlich in einer Web-Auszeichnungssprache (wie RDF oder OWL) dargestellt und können visuell als Graph, Tabelle oder als eine Ontologie abgebildet werden. Die Formate RDF und OWL zeichnen sich durch eine hohe Interoperabilität aus und können daher zwischen verschiedenen internen und externen Anwendungen ausgetauscht werden. Mittels statistischer und linguistischer Analyseverfahren werden semantisch annotierte Konzepte extrahiert und für den Nutzer visuell aufbereitet, z.B. nach Kategorien, als eine Grafik oder als ein zusammengefasstes Ergebnis, präsentiert.

Semantische Wissensdatenbank

In Abb. 35 sind der Entwicklungsstand sowie ein perspektivischer Ausblick auf die aktuelle industrielle Produktentwicklung und öffentliche F&E-Aktivitäten im Bereich der semantischen Suchdienste dargestellt.

⁷⁷ Ontonym spezialisiert sich auf Suchdienste und Suchmaschinenvergleich für themenspezifische Internetportale und Unternehmen. (Vgl. <http://www.ontonym.de>).

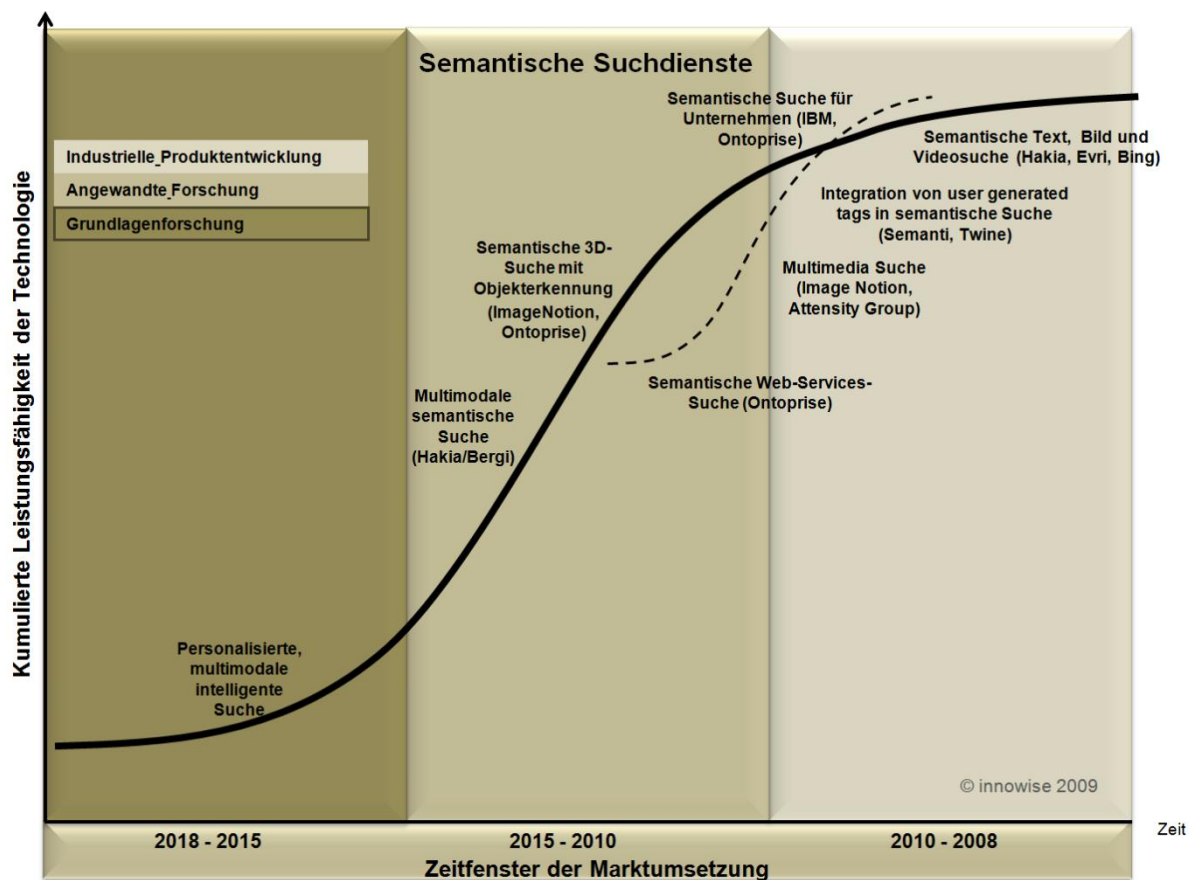


Abb. 35: Entwicklungsperspektiven von semantischen Suchdiensten (Für eine grundsätzliche Lesehilfe vgl. Abb. 5)

Im Fokus derzeitiger industrieller Produktentwicklung von semantischen Suchdiensten liegt die semantische Annotation von großen Datenbanken, um Qualität und Relevanz der Ergebnisse zu verbessern. Im Hinblick auf die F&E-Aktivitäten lassen sich folgende Trends festhalten, die die Entwicklung von semantischer Suche in den nächsten Jahren bestimmen werden:

Trends für semantische Suchdienste	
1. Trend Evolution von Suchmaschinen zu Antwortmaschinen	Automatisierte Metadaten-, Text-, Audio- und Bildextraktionsverfahren
2. Trend Multimedia Suche	Suche von semantisch annotierten Multimedia-Dateien
3. Trend Semantische Suche mit Objekt- und Szenerkennung	Suche von semantisch annotierten 3D Objekten, Bildern und Videosequenzen
4. Trend Multimodale semantische Suche	Semantische Suche mit mobilen Endgeräten
5. Trend Personalisierte, multimodale und intelligente Suche	Personalisierte semantische Agenten übernehmen die Suchaufgaben

© innowise 2009

Abb. 36: Trends für semantische Suchdienste

1. Trend: Semantische Suche in Texten, Bildern und Videos.

Basierend auf automatisierter Metadatenextraktion können aus semantisch annotierten Audio-, Text-, Video- und Bilddatenbanken Informationen und Konzepte extrahiert werden. Innovative linguistische und semantische Analysen von Dokumenten und Webseiten bieten eine „Summarising“-Funktion, welche die relevanten Ergebnisse zusammenfassend in wenigen Antwortsätzen darstellt. Als Beispiel sei an dieser Stelle die semantisch annotierte Musikdatenbank von BBC genannt sowie der Suchdienst Hakia (vgl. auch weiter unten die Praxisbeispiele).

Von der Suchmaschine zur Antwortmaschine.

2. Trend: Multimedia Suche

Basierend auf Metadatenextraktion aus multimedialen Inhalten werden verbesserte Verfahren zur Suche von Multimediainhalten entwickelt. Multimediale Inhalte werden dann den textuellen Suchergebnissen zugeführt. Dies wird zum Teil auch schon in der Praxis umgesetzt. In der Entwicklungsphase befinden sich noch Verfahren, um audiovisuelle Sequenzen aus Video und Film sowie aus Sensoren semantisch zu annotieren, um Sequenzen für die Suche und Wiederverwendung verfügbar zu machen (EU-Beispielprojekte: SEMEDIA, JUMAS, NOTUBE, APIDIS).

Semantische Annotation von Bildern, Audiodateien und multimedialen Inhalten.

3. Trend: Semantische Suche mit Objekt- und Szenenerkennung

Ein weiterer erkennbarer Trend für semantische Suchdienste ist die Suche nach 3D Objekten, Bildern oder Videoausschnitten. Die Verbesserung von Objekterkennungstechnologien erlaubt es, Bilder, die mit der Kamera des mobilen Geräts oder der Webcam aufgenommen wurden, zu analysieren, zu suchen und semantisch zu annotieren. Anwendungen wie ImageNotion⁷⁸ annotieren semi-automatisiert professionelle Bildarchive und Mediatheken mit semantischen Metadaten, um diese einerseits besser verwalten und wiederverwenden zu können, andererseits, um den Privatnutzern ein kontextsensitives Suchergebnis auch für Bilder und Videos zu ermöglichen. Die Anwendungsmöglichkeiten von semantischer Suche für 3D Objekte und Videos werden weiter unten an zwei Beispielen erläutert (EU-Beispielprojekte: VICTORY, IMAGINATION, AIM@SHAPE, FOKUS K3D).

Suche in Bildern und Videos.

⁷⁸ Vgl. <http://www.imagenotion.com>.

4. Trend: Multimodale semantische Suche

Da semantische Anwendungen unabhängig vom Ausgabegerät sind und Informationen sowie Formate getrennt werden, werden semantische Suchdienste nach der Etablierung im Internet auch im mobilen Internet verfügbar sein. Der Suchdienst Hakia stellt zusammen mit der Firma „Berggi“ eine begrenzte mobile Version des Suchdienstes über eine Schnittstelle für mobile Geräte zur Verfügung. Semantische Bedienungsflächen und Schnittstellen für mobile Geräte waren zudem eins der sechs Themen im sechsten europäischen Forschungsrahmenprogramm. Verwertbare Ergebnisse aus privaten und öffentlichen Forschungsprojekten werden in Kürze zur Verfügung stehen (EU-Beispielprojekte: MWEB, SIMS, AKOGRIMO, VICTORY).

Semantische Technologien im mobilen Internet.

5. Trend: Personalisierte, multimodale intelligente Suche

Dieser Trend lässt sich insbesondere aus der Forschung zur Agentensoftware sowie aus Forschungsprojekten zum „Internet der Dienste“ ableiten und wird im Kapitel 0 näher betrachtet. Das Ziel ist es, personalisierte, adaptive Software-Agenten zu entwickeln, die die Präferenzen der Nutzer erkennen und die Suchergebnisse entsprechend filtern (EU-Beispielprojekte: CASCOM, CASCADAS, EYE2IT). Eine Vielzahl von aktuellen Forschungsprojekten beschäftigt sich mit der Modellierung des direkten und indirekten Nutzerverhaltens und mit der Integration von adaptiven Schlussfolgerungsmechanismen in die Ontologien. Im Ergebnis sollen semantische Agenten, die den Nutzungs- und Nutzerkontext erfassen, die Nutzer entlasten, indem sie die Antworten auf die Suchanfragen filtern, nach bestimmten Kriterien ein Ranking erstellen (wie z.B. Preis/Leistungsverhältnis und Relevanz), in einem Satz zusammenfassen und die Ergebnisse auf dem PC, mobilen Gerät, TV usw. darstellen. Hierbei werden die verschiedenen Forschungsbereiche der künstlichen Intelligenz wie semantische Technologien, agentenbasierte Software und formale Logik sehr eng miteinander verzahnt. Mit der industriellen Verwertung von Forschungsergebnissen aus diesen Projekten ist jedoch nicht vor 2015 zu rechnen, da die entsprechenden Forschungsprogramme erst 2008-2009 gestartet sind.

Personalisierte Suchagenten, die sich an den Nutzer anpassen.

2.3.1 Vergleich von semantischen Suchdiensten in der Betaphase

Eine Vielzahl von semantischen Suchdiensten ist im Web öffentlich zugänglich. Diese Dienste sind bis jetzt überwiegend nur Experten bekannt, da sie noch von Entwicklern getestet und stetig nachgerüstet werden. Semantische Suchdienste versuchen bessere Suchergebnisse zu erzielen, indem die Identifikation des Bedeutungskontexts von Wörtern im Text vorgenommen wird. Die semantischen Suchdienste in der Betaphase sind i.d.R. englischsprachig und die zugrunde liegenden Ontologien berücksichtigen zunächst den Nutzungskontext von Nutzern aus dem angloamerikanischen Raum. Mit dem „Platzhirsch“ *Google*, der einen Marktanteil von über 90%⁷⁹ für sich beansprucht, kann noch keiner der aufkommenden Suchdienste mithalten.

Erkennung des Bedeutungskontexts

Die rasanten Qualitätsentwicklungen der semantischen Suche zwingen jedoch auch *Google* zum Handeln. Das Unternehmen geriet oft in die Kritik, mit „Keyword“-Suche und „PageRank“-Verfahren auf veraltete Lösungen zu setzen. Nun ergänzt *Google* laut *Google-Blog*⁸⁰ die algorithmische Suche mit semantischen Technologien und verspricht ein besseres Verständnis von verwandten Kategorien. So sollen Nutzer demnächst unterstützt werden, wenn sie z.B. nach feststehenden Konzepten suchen, z.B. „Grundlagen der Physik“, dann verstehen die Suchalgorithmen, dass Begriffe wie Relativitätstheorie oder Drehmoment auch zu dem gesuchten Konzept gehören. Die Suche mit zusammenhängenden Begriffen (ab drei Wörtern) soll auch zu konkreteren Suchergebnissen führen. Auch der zweitgrößte Anbieter *Yahoo* experimentiert mit semantischen Technologien. So werden Suchbegriffe beispielsweise schon mit der Autovervollständigungsfunktion und in der Navigationsleiste kategorisiert.

Semantische Technologien bei Google und Yahoo.

Im Folgenden werden ausgewählte, derzeit auf dem Markt verfügbare semantische Suchdienste betrachtet.

⁷⁹ Internet World Business 02/2009.

⁸⁰ Vgl. <http://googleblog.blogspot.com/2009/03/two-new-improvements-to-google-results.html>.

Ein beliebtes Beispiel für den Vergleich von Suchmaschinen ist der mehrdeutige Begriff „Golf“. Damit kann eine Sportart, eine Automarke, ein Golfball, eine größere Meeresbucht oder ein Programmierwettbewerb gemeint sein. Der klassische Suchdienst Google unterscheidet auf der ersten Ergebnisseite Golf als Sportart und Golf als VW Automarke. Yahoo liefert bessere Ergebnisse und kategorisiert mit Autovervollständigungsfunktion in fünf verschiedene Kategorien: Golfschläger, Golf Deutschland, VW Golf, Golfreisen und Golfurlaub (vgl. Abb. 37).

The image shows two search engine results for the query 'golf'. The top part is a screenshot of the Yahoo! search page. The search bar contains 'golf' and a dropdown menu shows suggestions: 'vw golf', 'golfschläger', 'golf plus', 'golf gti', and 'golfreisen'. Below the search bar, there are news snippets with small images and headlines, such as 'Behinderter Australier wunschgemäß verhungert' and 'Bär verletzt neun Menschen in Japan'. The bottom part of the image shows the Google search results for 'golf'. The search bar also contains 'golf'. The results list several links, including 'Das Golfportal | golf.de', 'Deutscher Golf Verband | golf.de', and 'Golf > Modelle > Volkswagen Deutschland'. The Google results are more text-based and less visually rich than the Yahoo! results.

Abb. 37: Suche nach „Golf bei Google und Yahoo“

Im Vergleich dazu erfassen die semantischen Suchdienste weitaus mehr Kategorien und stellen die Ergebnisse kontextualisiert dar. Das verdeutlichen die nachfolgenden Beispiele.

Cuil.com

Cuil ist eine semantische Suchmaschine mit einer sehr umfangreichen Wissensbasis. Nach eigenen Angaben durchsucht *Cuil* dreimal so viele Seiten wie Google und zehnmals so viele wie Microsoft. Dabei werden die Inhalte der Webseiten mit Data Mining und semantischer Textanalyse erschlossen und nach Relevanz für den jeweiligen Suchbegriff gerankt. Die Suche nach dem Schlagwort „Golf“ liefert folgendes Bild.

Die Ergebnisse sind in der oberen linken Leiste, in den Tabs, kategorisiert nach: „All results“, „Golf Equipment“, „Golf Balls“, „VW Golf“; unter der Kategorie „more“ kommen weitere verwandte Suchbegriffe. Die Ergebnisse sind in Webdokumente und Videos unterteilt. Rechts ist auf jeder Unterseite die Suche nach verschiedenen verwandten Kategorien möglich. Bei der Auswahl eines Schlagwortes kommen weitere, assoziierte Schlagworte auf, wiederum in Kategorien geordnet (vgl. Abb. 38). Ähnlich wie Yahoo bietet *Cuil.com* auch eine kategorisierende Autovervollständigungsfunktion. Mit der „Roll-over“-Funktion macht *Cuil* die Entscheidungsfindung zudem effizienter, d.h. beim Überrollen mit der Maus wird eine kurze Beschreibung des Inhalts eingeblendet. Bessere Ergebnisse liefert *cuil.com* in englischer Sprache, aber für eindeutig deutsche Begriffe werden die Suchergebnisse auch auf Deutsch angezeigt.

Ausgewählte semantische Suchdienste.

The screenshot shows the search interface of Cuil.com. At the top, there is a search bar with the word 'golf' entered, a 'Suche' button, and links for 'Einstellungen' and 'Deutsch'. Below the search bar, the results are categorized into several sections:

- Sponsored Links:** Includes '3D Online Golf Spiel' (a simulation), 'Golfschläger nach MASS' (golf clubs), and 'Golf spielen in Krefeld' (golf courses).
- Redirection:** Information for 'www.golfybrig.ch'.
- Ambrakischer Golf:** A Wikipedia entry about the Ambrakian Golf course in Greece, accompanied by a small image of a golf course.
- 1. Original Golf IG e.V. - Der Urgolf von VW im Originalzustand...:** Information about a VW Golf club, accompanied by an image of a red classic VW Golf car.
- Golf Sempachersee – Luzern, Switzerland:** Information about a golf club, accompanied by an image of a golf course building.
- Golf Club Buchholz-Nordheide e.V. der attraktive Heide Golfclub:** Information about another golf club, accompanied by an image of a golf course.

On the right side of the page, there is a '296 Streaming Results' section and a 'Nach Kategorien suchen' (Search by Category) section. The categories listed include:

- Golfer (Vereinigte Staaten):** Bobby Jones, Jack Nicklaus, Arnold Palmer, Ben Hogan, Tom Watson, Phil Mickelson, Sam Snead, Fred Couples, John Daly, Byron Nelson, Jim Furyk, Tiger Woods, Paula Creamer, Walter Hagen, Hale Irwin.
- Golfverband:** United States Golf Association, Professional Golfers Association, PGA of America.
- Geboren 1969:** Ernie Els, Retief Goosen, Ángel Cabrera.
- Golfer (Australien):** Greg Norman, Adam Scott, Geoff Ogilvy.
- Ort In Schottland:** Troon, Carnoustie, St Andrews.
- Geboren 1957:** Nick Faldo, Nick Price, Bernhard Langer, Severiano Ballesteros, David Leadbetter.
- Golf Tour:** Champions Tour, FedEx Cup, Nationwide Tour, Japan Golf Tour.
- Golfturnier:** PGA Championship, Ryder Cup, The Open Championship, Presidents Cup, Walker Cup, Solheim Cup, World Golf Championships.

At the bottom of the page, there are navigation links: 'Über Cuil', 'Deine Privatsphäre', 'Feedback', and 'Cuil zum Firefox hinzufügen'.

Abb. 38: Suche nach „Golf“ bei *cuil.com*

evri.com

„Search less, understand more“ ist das Motto der Suchmaschine *Evri*. Evri verbindet Informationen, Bilder und Videos aus offen verfügbaren Datenquellen wie Zeitungsartikeln, Wikipedia, Flickr, Youtube, Amazon, Freebase und visualisiert die Verbindungen zwischen dem gesuchten Schlagwort und relevanten Suchbegriffen in einer „Ontologie“. Zusätzliche Differenzierung der Ergebnisse bietet Evri mit Filterfunktionen: „top connection“, „category“ und „activity“ (vgl. Abb. 39).

Evri liegt einerseits eine Ontologie zugrunde, die das frei verfügbare Wissen über "Menschen, Produkte und Dinge" in Taxonomien ordnet und einfache Beziehungen zwischen den Begriffen extrahiert. Die semantische Analyse wird durch „natural language processing“ und „maschinelles Lernen“-Verfahren unterstützt. Ein Hauptanliegen der Evri Betreiber ist es, Widgets für Blogs und Websites bereit zu stellen, die die Besucher der Websites und Blogs mit verwandten Informationen versorgen. Folgende Anwendungen sind zurzeit verfügbar: „Evri Toolbar“ als Add-On für den Firefox Browser, „Evri Sidebar“ und „Evri Popover“ für Websites und Blogs sowie „Evri Twitter Widget“, das die neuesten Twitter Meldungen zu gesuchten Schlagwörtern zuliefert.

Helmut Schmidt Country Leader, Cabinet Member, and Politician

Helmut Heinrich Waldemar Schmidt (born 23 December 1918) is a German Social Democratic politician who served as Chancellor of West Germany from 1974 to 1982. Prior to becoming chancellor, he had served as Minister of Defence and Minister of Finance. He had also served briefly as Minister of Economics and as acting Foreign Minister. He is the oldest surviving German Chancellor and the last surviving person to have been solely Chancellor of West Germany (Helmut Kohl was Chancellor of both West Germany and reunified Germany).

Description from Wikipedia

Recent connections [?]

- Willy Brandt
- Germany
- Valery Giscard...
- Helmut Kohl
- Free Democrat...

Trends [?]

News [View all](#)

Japan to the U.S: 'We Don't Want to Exclude You, But...'
 ...them under the bus, but because the United States has become unberechenbar - incalculable, as former German Chancellor **Helmut Schmidt** used to say of **Ronald Reagan**. But **Reagan** was quite a calculable. No-one knows what **Obama** has in mind.
 5 days ago | Seeking Alpha | In this article: Japan, Yukio Hatoyama, United States, Hirohisa Fujii, Deflation, Democratic Party, Jimmy Carter, Ronald Reagan, and Inflation

Was Margaret Thatcher right to fear a united Germany?
 ...recognised that postwar Germany had evolved into a responsible, peace-loving democracy and she forged working relations with **Helmut Schmidt** and **Helmut Kohl**, though they were never particularly personally warm. By the end of Thatcher's...
 September 12, 2009 | Telegraph.co.uk - Expat | In this article: Margaret Thatcher, Germany, Europe, NATO, Mikhail Gorbachev, Helmut Kohl, Britain, George W. Bush, and Communism

See more articles about **Helmut Schmidt** and:
 Willy Brandt | Germany | Valery Giscard d'Estaing | Helmut Kohl | Free Democratic Party

Tweets [View all](#)

RT @marenchristin: ZEIT Magazin startet neue Interviewreihe m **Helmut Schmidt** "Verstehen Sie das, Herr Schmidt?" <http://bit.ly/o4AWM>.
 Kaau 3 hours ago retweet

Spannend. Fortsetzung der erfolgreichen Interviewreihe mit **Helmut Schmidt**, diesmal "Verstehen Sie das, Herr Schmidt?" <http://bit.ly/o4AWM>.

Abb. 39: Suche nach „Helmut Schmidt“ bei Evri, Quelle: www.evri.com

hakia.com

Hakia gehört zu den vielversprechendsten Suchanwendungen in der Betaphase. Gegründet in 2004, nutzt Hakia eine selbst entwickelte QDEX Infrastruktur (for Query Detection and Extraction) für die Satzanalyse, SemanticRank Algorithmus-Verfahren für die Suche und ontologische Semantik,⁸¹ um verwandte Suchbegriffe miteinander zu verknüpfen. Als Suchdatenbank nutzt Hakia eine lexikonbasierte englischsprachige Ontologie mit über 100.000 Einträgen. Weitere Ontologien, auch in anderen Sprachen, befinden sich in der Entwicklungspipeline.

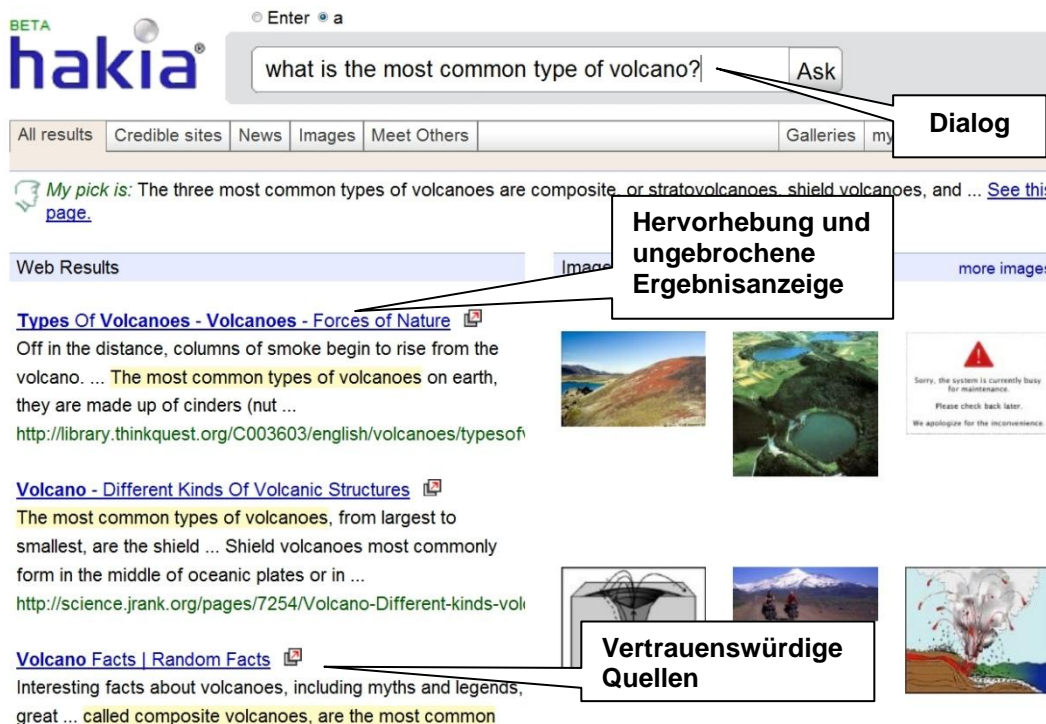


Abb. 40: Überblick über die Suchfunktionen bei Hakia, Quelle: www.hakia.com

Ein Vorstoß in die mobilen Internetanwendungen wird von Hakia zurzeit umgesetzt und steht schon begrenzt zur Verfügung. Die Suchanfrage kann bei Hakia als Frage formuliert werden, da der Suchdienst „natural language processing“ unterstützt. Im Vergleich zu anderen Suchdiensten bietet Hakia zusätzlich zu Kategorisierungsfunktionen folgende verbesserte Bedienungsfunktionen.

Mobile semantische Suche.

⁸¹ Vgl. <http://labs.hakia.com/hakia-lab-onto.html>.

- Dialogfunktion, die eine kurze Antwort auf die gestellte Frage liefert,
- Farbliche Hervorhebung von wichtigsten Inhalten,
- Parallele Suche von verwandten Begriffen wie z.B. „kill“=„murder“,
- Ununterbrochene Ergebnisanzeige, die ein angenehmeres Leseergebnis ermöglicht,
- Für Oberthemen wie „environment“ und „health“ Inhalte von geprüften und vertrauenswürdigen Webseiten.

Mit Mashups wie „ScoopBar“ und „Search Box“ bietet Hakia Nutzern und Webseitenbetreibern die Möglichkeit, die Suchdienste in die Browser Toolbar oder in die eigene Webseite einzubauen. Für Werbetreibende bietet Hakia zusätzlich das Modul „Semantic Advertising“, d.h. bedeutungserkennende und auf den Kontext zugeschnittene Werbemöglichkeiten, an.

Semantic advertising

Bing

Microsofts neue Suchmaschine verspricht dem Nutzer nicht nur schneller gewünschte Informationen zu liefern, sondern auch bei täglichen Entscheidungsfindungen rund um Themen wie Einkaufen oder Reiseplanung zu helfen. Bing bietet ähnlich wie Google die Möglichkeit, die Suchanfrage in den Kategorien Bilder, Videos, Nachrichten und Karten anzeigen zu lassen. Zusätzlich werden ähnlich wie bei Hakia und Evri verwandte Suchvorgänge und Kategorien angezeigt sowie die neuesten und die relevantesten Twitter Medlungen. Unter dem Punkt *shopping* wird in Deutschland das Bewertungsportal *ciao* eingebunden. Die semantische Kompetenz hat sich Microsoft mit der Übernahme des semantischen Start-Up Powerset im Jahr 2008 eingekauft. Mit einem großen Marketingaufwand wurde die US-Version im Juni 2009 in den USA gestartet. Die deutsche Seite *bing.de* wird zunächst in der Beta-Version verfügbar sein. In dieser Phase wird ein spezifisches Wissensmodell für Deutschland aufgebaut.

Semanti

Einen anderen Lösungsweg, um die Suche zu verbessern, geht *Semanti*. Semanti geht davon aus, dass maschinelle Verfahren wie „Natural Language Processing“ Verfahren sowie semi-automatisierte Annotationsverfahren, auf die die meisten Suchdienste setzen, noch nicht ausgereift sind, und dass Menschen die Ergebnisqualität besser beurteilen können. Dafür bindet Semanti die Nutzer mittels „social Tagging“ in die Bewertung der Ergebnisrelevanz ein. Das ist einer der ersten Versuche, kollaborative „User-Generated“-Annotationsverfahren aus Forschungsprojekten für privatwirtschaftliche Anwendungen weiterzuentwickeln.

Als ein Browser Plug-In verbessert Semanti die Suchergebnisse von bereits genutzten Suchmaschinen wie Google, Yahoo und Bing, indem Semanti neben einem Lesezeichendienst, ein Dropdown-Menü mit mehreren Definitionen bietet und die Suchempfehlungen und Lesezeichen von Facebook Kontakten einbindet. Dafür bietet Semanti eine „soziales Netzwerk“-Komponente, so können Nutzer Bookmarks und Suchbegriffe (mit gegenseitiger Erlaubnis) miteinander teilen oder auf Suchempfehlungen aus der Community zurückgreifen. Die Suchinformationen des eigenen Bekanntenkreises können bevorzugt dargestellt werden. Je größer das Netzwerk, desto differenzierter sind dabei die Ergebnisse.

„Soziale Suche“, die auf Vertrauen unter Freunden basiert.

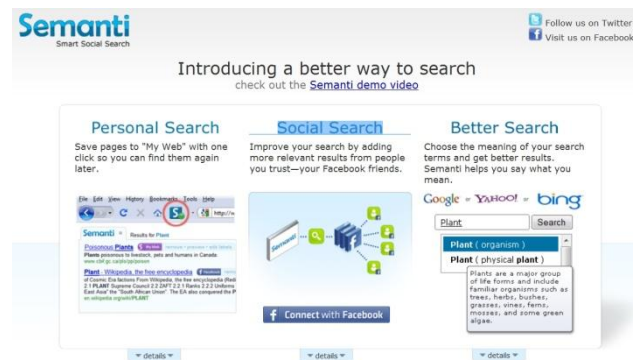


Abb. 41: Suchen mit Semanti, Quelle: www.semanti.com

Auf diese Weise können die Nutzer einerseits vertraute Suchoberflächen und mächtige Suchalgorithmen von z.B. Google nutzen und andererseits von einer höheren Ergebnisrelevanz und Treffsicherheit profitieren, da sie auf Ergebnisse der Menschen zugreifen, denen sie vertrauen.

Höhere Ergebnisrelevanz und Treffsicherheit

TrueKnowledge und Spock

Mit viel Öffentlichkeitsarbeit sind die Suchmaschinen *TrueKnowledge* und *Spock* gestartet. True Knowledge ist bis dato nur als Demoversion verfügbar. Die Entwickler versprechen, „Direct answers to human and machine questions“ zu liefern. Das bedeutet, dass der Suchdienst nicht nur auf relevante Webseiten verweist, sondern eine Antwort auf die gestellte Frage gibt und erläutert, wie der Suchagent zu dieser Antwort gekommen ist. Der Dienst soll sprachenunabhängig verfügbar sein und basiert laut Entwicklern auf einer Ontologie mit über 20.000 Kategorien.

Spock verspricht einen personenzentrierten Ansatz, um Menschen und die zentralen Informationen wie Geschlecht, Alter, Geburtsdatum, E-Mailadresse, Geburtsort, Beruf, Beziehungen zu anderen Personen usw. zu verbinden. Der vielleicht interessanteste Aspekt ist die Verwendung von Tags, die die Benutzer vergeben können und aus welchen das System ein Feedback bekommt. Für 19,95 \$⁸² monatlich kann die selbsternannte „The World's Top People Search Engine“ genutzt werden. Die kostenlose Version ergab für die Suche nach deutschen Politikern wie Helmut Schmidt und Angela Merkel nur dürftige Ergebnisse.

Weitere semantische Suchdienste, die hier aber aus Gründen der Redundanz nicht näher vorgestellt werden sollen, sind:

www.kosmix.com

Suche nach Konzepten und Kategorien.

www.exalead.com

Semantische Bildsuchmaschine.

www.sensebot.net

Automatisierte Zusammenfassung der Ergebnisse.

www.lexxe.com

Natural Language Processing Suchmaschine.

⁸² Angaben Mai 2009.

2.3.2 Semantische Annotation von Bildern und Videos

Stellen Sie sich vor, während einer Wanderung in Südfrankreich fliegt Ihnen dieses kleine, grüne UFO vor die Füße (vgl. Abb. 42). Mit Ihrem Mobiltelefon fotografieren Sie das unbekannte Objekt, da Sie gerne wissen möchten, was es nun ist. Mit einem semantischen Suchdienst könnten Sie innerhalb weniger Minuten erfahren, dass es sich um eine nichtessbare Frucht und genauer um eine Milchorange handelt. So können Sie auch etwas finden, wenn Sie gar nicht genau wissen, wonach Sie eigentlich suchen müssen.⁸³

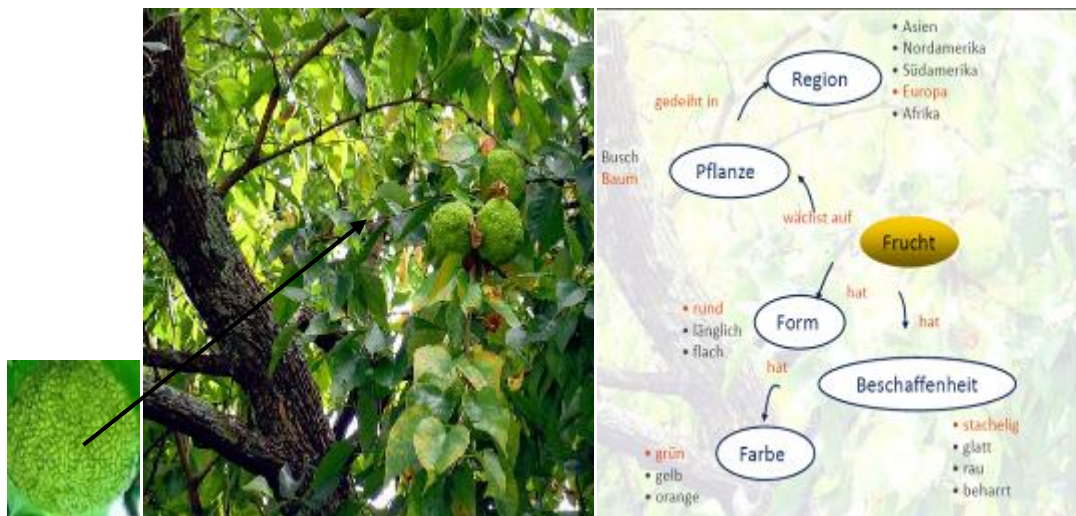


Abb. 42: Eine Ontologie zur Bestimmung der Fruchtherkunft

Technisch ermöglichen dies, Objekterkennungstechnologien und semantische Annotation von Multimedia und 3D Objekten. In den schon weitgehend abgeschlossenen F&E Projekten wurden zudem Grundlagen für multimodale Suche gelegt. Diese umfasst neben Textanfragen auch 3D- und Multimediaobjekte. In den aktuellen F&E Projekten werden zudem Annotations- und Extraktionsverfahren für Sensordaten sowie Videoszenen entwickelt, um sie in der Zukunft effizient finden und nutzen zu können.

Objekterkennungstechnologien und Annotation von Multimedia und 3D Objekten.

⁸³ Vgl. Nierlich, A.: Semantic Web im praktischen Einsatz, STI Industrietag 2009.

ImageNotion⁸⁴

ImageNotion ist ein Start-Up, das aus dem EU-Forschungsprojekt „Imagination“ hervorgegangen ist. ImageNotion verbindet semi-automatisierte Annotationsverfahren mit Objekt- und Szenenerkennungstechnologien und bietet eine semantische Bilddatenbank in der Betaphase. Mittels Objekterkennung werden Bildausschnitte erkannt und semantisch annotiert. Die semantisch hinterlegte Bilddatenbank liefert Zusatzinformationen zu den Bildern wie Schauspieler auf dem Bild, Film, Ort usw. Die Anwendung erlaubt es, in multimedialen Archiven mit Bildsuche zu navigieren und die bestehenden Ressourcen besser wiederzuverwenden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie wurde bekannt, dass ImageNotion in Kürze als Webapplikation oder als Plug-In für bestehende Bildarchivierungssysteme bereitgestellt (vgl. Abb. 43) wird.

Suche in Bildern und Videos.

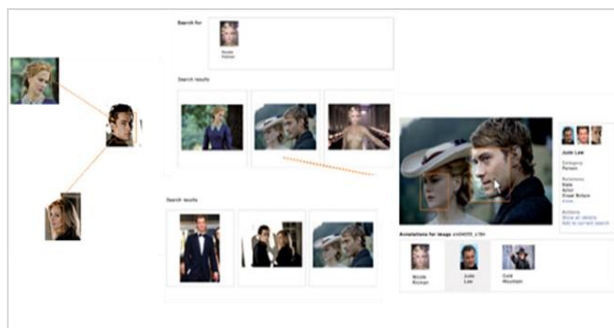


Abb. 43: Semantische Bilddatenbank von ImageNotion, Quelle: www.imagenotion.com

Fazit: Semantische Suchdienste

Semantische Suchdienste können noch nicht mit der Qualität von ausgereiften statistischen Analyse- und Extraktionsverfahren mithalten. Dennoch werden die Verfahren ständig weiterentwickelt und neue Konzepte wie die Präzisierung der Suchergebnisse durch die Einbeziehung von „user-generated content“ werden integriert. Im Hinblick auf die weitere Entwicklung von Suchmaschinen werden semantische Suchtechnologien bestehende statistische und linguistische Verfahren nicht ersetzen, sondern um die kontextuelle Ebene erweitern. Durch die Kontexterkenkung kann das Konzept, das der Nutzer im Kopf hat, präziser erkannt und gefunden werden. Auf diese Weise wird die Suche nach relevanten Informationen und Dokumenten effizienter. Der Suchdienst nimmt dem Nutzer die manuelle Filterung, die Relevanzprüfung sowie die Zusammenfassung der Ergebnisse ab und präsentiert keine unsortierte Liste von Links, sondern gibt eine Antwort auf die Suchanfrage.

Erweiterung um die kontextuelle Ebene.

⁸⁴ Vgl. <http://www.imagenotion.com>.

Die größte Herausforderung, stellen auch für die semantischen Suchdienste die Erstellung und die Wartung von zugrundeliegenden Wissensdatenbanken sowie die Weiterentwicklung von Inferenzverfahren. Denn die Ergebnisse der Suche als höhere Aufgaben des Semantic Web werden um so besser, je mächtiger und vollständiger die dahinterliegende Ontologie ist und je präziser die Inferenzregeln sind. Da für die Suchdienste kurze Reaktionszeiten auf Suchanfragen besonders wichtig sind, müssen die Entwickler i.d.R. jedoch die Ausdruckstärke der Modellierungssprache einschränken. Damit ist wiederum nur eine geringere Komplexität der Schlussfolgerung möglich.

Großes Potential für die Verbesserung semantischer Suchdienste liegt daher in der Automatisierung von Ontologie-Erstellungsprozessen, Annotationsverfahren von sehr großen Datenbeständen und in der Verbesserung von Schlussfolgerungs-mechanismen, woran zurzeit noch in zahlreichen F&E Projekten intensiv geforscht wird.

2.4 Internet der Dinge und der Dienste

Häuser, Autos, Geräte wie Fernseher, Kühlschränke, aber auch Lebensmittel wie z.B. Wein und Käse kommunizieren über eingebaute Sensoren miteinander über das Internet. Sie tauschen Informationen aus, analysieren sie und agieren proaktiv. Personalisierte Softwareagenten stellen selbstständig Reiseangebote anhand des Reiseziels und des Preislimits zusammen, reservieren Sitze im Kino, vereinbaren Termine beim Arzt, twittern selbstständig, wo Sie sich gerade befinden. Visionen, wie man sich das Internet der Dinge und der Dienste vorzustellen hat, gibt es viele, aber sind diese Zukunftsszenarien nur der Fantasie optimistischer Forscher und Visionäre entsprungen oder bald Realität?

Zukunftsvisionen oder doch bald Realität?

Das Internet der Dinge verknüpft **(semantische) Steuerungssysteme** mit **modernen Sensortechnologien** wie **RFID, Elektronik** und **Mikrosystemtechnik** sowie **Logistik** über das Internet (vgl. Abb. 44). Der Fokus dieses relativ neuen Forschungsfelds liegt auf dem automatisierten Informationsaustausch über eingebaute Sensoren zwischen Maschinen, Automaten, Produkten, Fahrzeugen untereinander und mit dezentralen Kontrollstellen. So entsteht ein Internet intelligenter Dinge, in dem semantische Technologien als eine der Basistechnologien und Innovationstreiber gelten.

Basistechnologien

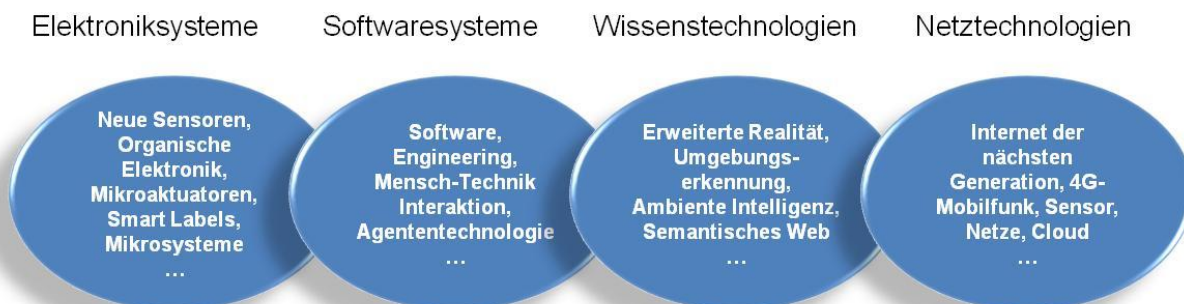


Abb. 44: Basistechnologien für das Internet der Dinge und der Dienste. Quelle: DFKI GmbH

Obwohl RFID- und Sensorsysteme auch heute schon vielfältig eingesetzt werden, verhindern die Datenheterogenität sowie die großen Datenmengen der gesammelten Sensorinformationen eine effiziente Integration und zeitnahe Verwertung der Informationen. Erst aktuelle Fortschritte im Bereich der semantischen Technologien schaffen formale Standards, um semantische Interoperabilität und effizientes Datenmanagement dafür herzustellen.

Neben der formalen Wissensrepräsentation und der Einführung von interoperablen Standards spielen semantische Technologien eine zentrale, koordinierende Rolle bei der Steuerung der Akteure im Internet der Dinge (vgl. Abb. 45). Während die Sensoren Informationen aus der physischen Welt aufnehmen und mittels RFID Technologien übertragen, wertet das semantische Wissensmodell die Sensorinformationen aus und leitet sie an das ontologiebasierte Schlussfolgerungsmodell weiter (Reasoning Engine in der Abb. 45). Dieses verarbeitet mittels Schlussfolgerungsregeln die situationsabhängigen Anfragen und löst regelabhängige Handlungen aus.

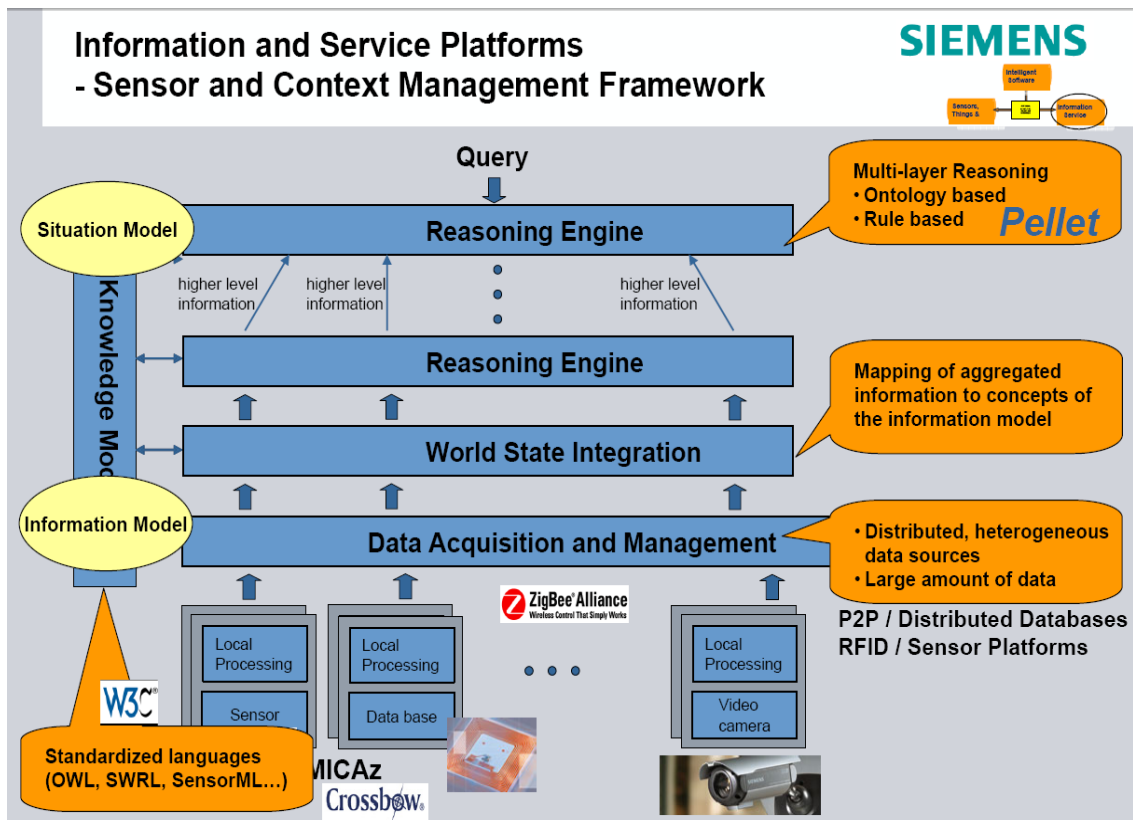


Abb. 45: „Siemens Sensor and Context Management Framework“ Plattform

Schlussfolgerungsmechanismen und deren Integration in Ontologien stellen eine entscheidende Voraussetzung für die Infrastruktur des Internets der Dinge und der Dienste dar. Erschwerend kommt beim Internet der Dinge und der Dienste hinzu, dass die Informationen und die Wissensmodelle verteilt vorliegen und oft nur unvollständig sind, z.B. wenn ein Sensor ausfällt. Trotzdem müssen die Kommunikation zwischen den vernetzten Objekten gewährleistet sowie falsche Schlüsse vermieden werden. Diesen Herausforderungen widmen sich zurzeit interdisziplinäre Forschungsprojekte wie z.B. LARKC, FAST, COMMIUS und THESEUS.

Infrastruktur des Internets der Dinge und der Dienste.

Semantische Schlussfolgerungsmechanismen können Muster und Analogien erkennen sowie zum Teil schon Wissen aus einer vorhandenen Wissensbasis ableiten. Für die regelbasierte Verarbeitung von dezentralen Kontextinformationen werden Methoden zum fallbasierten Schließen und auf Wahrscheinlichkeitsrechnung basierende Methoden für den Einsatz in Ontologien weiterentwickelt. Das fallbasierte Schließen ist vergleichbar mit der menschlichen

Erkennung von Mustern und Analogien.

Problemlösungsweise und geht von der Annahme aus: Ähnliche Probleme besitzen ähnliche Lösungen.⁸⁵ Dabei wird der aktuelle Fall mit den Fällen in der Wissensbasis anhand eines Ähnlichkeitsmaßes verglichen und die Lösungen ähnlicher Probleme werden dann zur Problemlösung herangezogen. Wahrscheinlichkeitsbasierte Schlussfolgerungsmethoden arbeiten unter den Annahmen des unvollständigen bzw. unsicheren Wissens. Um trotzdem rationale Entscheidungen zu ermöglichen, greifen diese Verfahren auf Wahrscheinlichkeitsberechnungen zurück.

Beide Verfahren eignen sich gut für den Einsatz im Internet der Dinge und der Dienste, weil es bei den großen und zum Teil unvollständigen Datenmengen schwierig ist, den kompletten Wissensbereich (Domänenwissen) zu modellieren. Daher ist es effizienter aus bereits verfügbaren Fällen Wissen bei Bedarf abzuleiten oder, wenn das Wissen zur Zeit der Problemlösung nur unvollständig zur Verfügung steht, eine Entscheidung basierend auf Erfahrungswerten zu treffen.⁸⁶ Die Kombination dieser Verfahren mit semantisch formalisierten interoperablen Wissensmodellen ermöglicht eine effizientere Entwicklung von leistungsfähigen Systemen und Anwendungen mit geringerem Zeitaufwand und zu geringeren Kosten als das mit Inferenzverfahren, die auf vollständigen Wissensmodellen basieren, möglich wäre.

Unvollständige bzw. unsichere Informationen.

Auf dem Internet der Dinge baut das Internet der Dienste auf. Während im Internet der Dinge Gegenstände miteinander vernetzt werden, ist das Ziel des Internets der Dienste, Dienstleistungen zu vernetzen. Technische Grundlagen bilden dafür neben der semantischen Wissensrepräsentation Sensortechnologien sowie interoperable serviceorientierte Architekturen und standardisierte Schnittstellen, die eine flexible Verbindung unterschiedlicher Softwareagenten und eine gemeinsame Nutzung von Daten und Services ermöglichen. Dafür werden derzeit Plattformen entwickelt, die Services aus unterschiedlichen Quellen mit Hilfe semantischer Wissensrepräsentation beschreiben und veröffentlichen.

Softwareagenten kombinieren verschiedene physische und virtuelle Dienstleistungen.

⁸⁵Vgl. <http://www.dfki.de/web/forschung/km/kompetenz/forschung/fallbasiertes-schliesen>.

⁸⁶ Vgl. <http://www.dfki.de/web/forschung/km/kompetenz/forschung/fallbasiertes-schliesen>.

Auf diese Plattform können Unternehmen auf Basis einer serviceorientierten Architektur und über kompatible Schnittstellen zugreifen, die es ihnen ermöglichen, die neuen Services nahtlos in ihre bestehenden Softwaresysteme zu integrieren.⁸⁷ Softwareagenten können dann als „Service-Broker“ verschiedene Services zu komplexen Dienstleistungen kombinieren. Dabei berücksichtigen sie die verfügbaren Informationen über den Nutzer sowie seine Nutzungssituation.

Als Software-Agent bezeichnet man ein Softwareprogramm, das zu gewissem eigenständigem Verhalten fähig ist. Software-Agenten zeichnen sich dabei nicht nur durch autonome Eigenschaften aus, sondern sie verhalten sich entweder reaktiv und reagieren auf die Umweltreize oder sie agieren proaktiv und interagieren zielgerichtet mit ihrer Umgebung.⁸⁹ Software-Agenten sind auch in der Lage mit anderen Agenten zu kommunizieren. Als Multiagenten-Systeme bezeichnet man hierbei ein System von interagierenden Software-Agenten, die kollektiv spezifisches Wissen, Ziele, Fähigkeiten und Pläne abstimmen, um koordiniert zu handeln oder Probleme zu lösen.⁹⁰ Auch für die Anwendungen des Internets der Dienste müssen die oben erwähnten Problemstellungen des unvollständigen, unsicheren und verteilten Wissens gelöst werden. Weiterhin werden derzeit Wissensrepräsentationsmethoden entwickelt, um Ontologien für verteilte Softwareagenten-Systeme zu entwickeln sowie webbasierte Dienstleistungen semantisch zu beschreiben.



Software-Agenten und Multiagentensysteme sind intelligente, selbstständig handelnde Softwareprogramme.⁸⁸

⁸⁷ Vgl. http://www.sap.info/de/experts/research/081008_web-basierte_Dienstleistungsgesellschaft_DE.html.

⁸⁸ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Henrik Jonsson.

⁸⁹ Vgl. www.wikipedia.de. Eintrag: Software Agent.

⁹⁰ Vgl. www.wikipedia.de. Eintrag: Multi-Agenten-System.

In der nachfolgenden Abbildung sind der derzeitige Entwicklungsstand sowie die erwartete Marktreife der Technologien im Zeitraum von 2010 bis 2018 dargestellt. (Für eine grundsätzliche Lesehilfe vgl. Abb. 5).

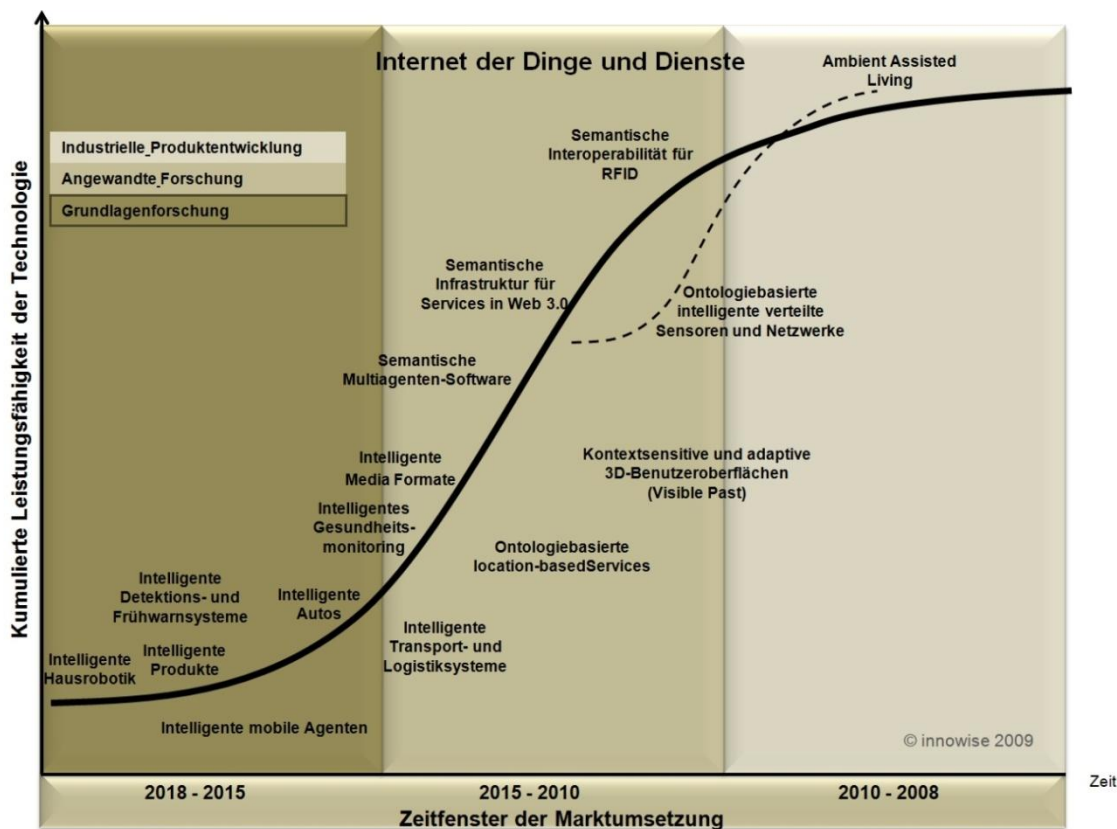


Abb. 46: Internet der Dinge und Dienste (Für eine grundsätzliche Lesehilfe vgl. Abb. 5)

RFID Technologien⁹¹ und eingebettete Sensoren kommen in vielen Branchen, allen voran in der Logistik, Transportsystemen sowie im Bereich des Ambient Assisted Living (Unterstützende Lebensumgebungen) zum Einsatz. Dabei übermitteln die Sensoren wie z.B. RFID Tags Informationen über deren Identität, Beschaffenheit und Änderung der äußeren Einflüsse wie z.B. Temperatur, Bewegungsintensität, Beleuchtung usw. In der Fertigungsindustrie und in der Warenwirtschaft verringern schon heute mit Sensoren und Funkchips ausgestattete intelligente Objekte deutlich die Produktionsfehler und erhöhen die Prozessgeschwindigkeit.⁹²

Einsatz von RFID Technologien und eingebetteten Sensoren.

Die Idee, diese untereinander sowie mit dem Web zu vernetzen und über Ontologien zu steuern, ist vergleichsweise neu. Dadurch können Informationen über beliebige Gegenstände von überall abgerufen werden und die Gegenstände können so aktiv und selbststeuernd an Prozessen teilnehmen.

⁹¹ Vgl. <http://www.sap.info/de/experts/research.html>.

⁹² Vgl. ebenda.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind folgende Trends erkennbar:

Trends für Internet der Dinge und der Dienste	
1.Trend Aufbau einer Infrastruktur für das Internet der Dinge und der Dienste	Webbasierte Dienstleistungen werden semantisch annotiert. Es werden Komponenten für dezentral autonome, situative Objektkommunikation und dynamisch lernende Software-Agenten entwickelt und über Ontologien gesteuert. Für die Herstellung von semantischer Interoperabilität für RFID, Sensoren und Netzwerke werden Ontologien und semantische Middleware entwickelt.
2.Trend Kontextsensitive und adaptive location-based Services	Es werden mobile Software-Agenten Anwendungen entwickelt, um „Location-based-Services“ mit anderen Anwendungen (z.B. sozialen Netzwerken, 3D-Plattformen, Dienstleisterplattformen) zu vernetzen.
3. Trend Intelligente Produkte	Vernetzte Autos, Transportsysteme, Produkte, die dezentral und regelbasiert gesteuert werden.
4. Trend Intelligente Media Formate	Semantisch annotierte Medienformate für PC, TV und mobile Anwendungen. Adaptives, personalisiertes TV Streaming und personalisierte Newsbroker.
5.Trend Intelligente Agenten	Entwicklung von Multiagentensoftware für intelligente, personalisierte mobile Agenten, die miteinander vernetzt sind.
6.Trend Intelligente Umgebungen	Vernetzte, proaktive, regelbasierte Sensoren und Netzwerke für die Prozessunterstützung in öffentlichen Einrichtungen, Krankenhäusern, Unternehmen, sensible Infrastruktur (Brücken, Hochhäuser usw.) und Hausrobotik.

© innowise 2009

Abb. 47: Trends für Internet der Dinge und Dienste

1.Trend: Aufbau einer Infrastruktur für das Internet der Dinge und der Dienste

In der Entwicklung der Infrastruktur für das Internet der Dinge und der Dienste werden semantische Wissensrepräsentation, formale Standards, Interoperabilitätslösungen, Schlussfolgerungsmechanismen der formalen Logik sowie Steuerungssoftware kombiniert, um Netzwerkplattformen, Wissensmodelle, dezentrale und regelbasierte Koordinationsmechanismen für eingebettete Sensoren, RFID-Tags und Softwareagenten zu entwickeln sowie Webservices semantisch zu beschreiben (EU-Beispielprojekte: SOCRADES, ONTOGRID, ISURF, S-TEN, ASPIC, WS-DIAMOND, SERVICE WEB 3.0, THESEUS: TEXO).

Technische Infrastruktur

2. Trend: Kontextsensitive intelligente location-based Services

Hierfür werden dezentrale, vernetzte Steuerungssysteme entwickelt, die den Standort, den Nutzungskontext und die Umweltsituation des Nutzers berücksichtigen. Als Grundlage für den Ortsbezug dienen geo-referenzierte Datenbanken, Wikis und Geo-Ontologien, semantisch annotierte Webverzeichnisse usw. Die Anwendungen sind plattformübergreifend (mobil und online) und umfassen auch die Interaktion in virtuellen Welten (Beispielprojekte: VISIBLE PAST⁹³, SWING, CASCADAS, WALKONWEB, TWO KNOWLEDGE VIKEF).

Kontextsensitive und ortsbezogene Steuerungssysteme für nahtlose Mobilität.

3. Trend: Intelligente Produkte

Dazu werden dezentral gesteuerte Sensoren in verschiedensten Produkten wie Autos, Kleidung, Haushaltsgeräte, Lebensmittel untereinander und mit dem Internet vernetzt und können Informationen untereinander austauschen (EU-Beispielprojekte: SMARTPRODUCTS, ROBOTS@HOME, THESEUS: SMARTFACTORY).

Vernetzung von Gegenständen des alltäglichen Gebrauchs.

4. Trend: Intelligente Media Formate

Basierend auf semantischer Annotation von Medieninhalten und semantischer Modellierung des Nutzerverhaltens werden semantische Agentenanwendungen entwickelt, die den Nutzungskontext sowie Nutzer-Präferenzen berücksichtigen und personalisierte Inhalte auf das jeweilige Ausgabemedium (TV, Mobil, PC, Auto) ausliefern (EU-Beispielprojekte: SEMANTIC IPTV, NOTUBE, APIDIS).

Personalisierung und Kontextualisierung von Medieninhalten.

5. Trend: Intelligente Agenten

Entwicklung von Multiagentensoftware für intelligente, personalisierte mobile Agenten, die miteinander vernetzt sind (EU-Beispielprojekte: ATHENA, CASCOM, CASCADAS, SERVICE WEB 3.0, SERVFACE).

Multiagentensoftware für vernetzte Dienstleistungen.

6. Trend: Intelligente Umgebungen

Entwicklung von vernetzten agentengesteuerten Sensordaten-Management-Systemen für lokale Sensornetzwerke in öffentlichen Gebäuden, Systeme für Intelligente Umgebungen sowie für häusliche Netzwerke (EU-Beispielprojekte: COVER, SM4ALL, PRONTO, PERSONA, THESEUS: SMART FACTORY, INHOUSE2).

Agentengesteuerte Sensordaten-Management-Systeme.

⁹³ Vgl. <http://visiblepast.net/home/>.

2.4.1 Anwendungsszenarien für das Internet der Dinge

Einige spannende Beispiele, wie das Internet der Dinge aussehen könnte, werden im Folgenden als Anwendungsszenarien dargestellt; vergleichbare Einsätze sind selbstverständlich auch in anderen Branchen möglich.

Verkehr und Mobilität⁹⁴

Sicherheitswarnung: Spielende Kinder tragen RFID-Tags, über das Internet wird eine Sicherheitswarnung an vorbeifahrende Autos übertragen, so dass der Fahrer rechtzeitig gewarnt wird, wenn Kinder auf die Fahrbahn laufen (vgl. Abb. 48).

Kommunikation von vernetzten Objekten im Verkehrssystem.

Unfallwarnung: Bei einem Unfall sendet der Sensor im Airbag eine Unfallwarnung an Autos im näheren Umkreis, in Abhängigkeit vom Schweregrad des Unfalls, in Abhängigkeit vom Schweregrad wird dabei im Wissensmodell des Unfallautos ausgehend von der Geschwindigkeit automatisch berechnet. Die Geschwindigkeit sowie andere relevante Informationen werden von den Sensoren gemessen und an das semantische Steuerungssystem übertragen. Daraus werden Handlungsregeln abgeleitet und der Unfall wird an andere Fahrzeuge kommuniziert.

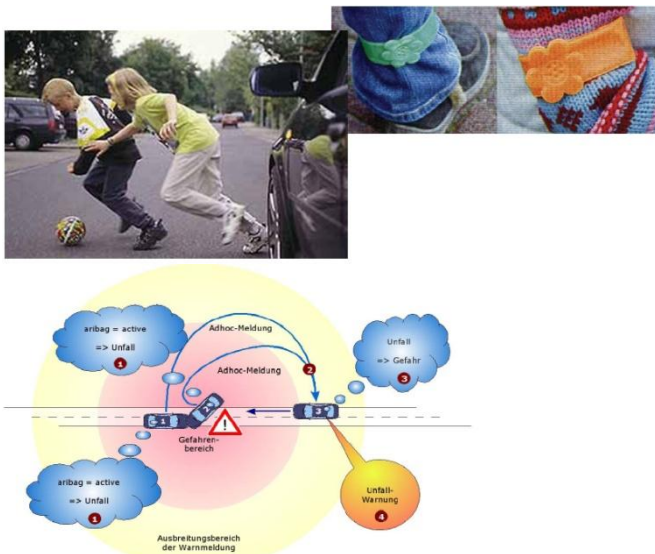


Abb. 48: Ontologiebasierte Warnungssysteme

Car-2-Home⁹⁵: Das intelligente Steuerungssystem des Autos kommuniziert mit dem Haus und reguliert während der Anfahrt die Temperatur und öffnet automatisch das Einfahrtstor.

Car-2-Infrastructure: Das Parkhaus kommuniziert mit dem Fahrzeug und leitet es zu einer freien Parklücke.

⁹⁴ Wahlster, Prof. W.: Beispiele aus dem Vortrag :Semantische Modellierung für das Internet der Dinge und der Dienste, DFKI.

⁹⁵ Steinberg, K.-E./Vögel, H.-J.: Beispiele aus dem Vortrag „Internet of Things and Automotive“, BMW Group.

Car-2-Internet: Das Navigationsportal dient auch als mobiles Internet-portal und kann intelligente Fragen beantworten. Z.B. wo der Fahrer in einem bestimmten Umkreis am günstigsten tanken kann.

Car-2-Enterprise: Die Sensoren erfassen, dass die Scheinwerferleuchten demnächst ersetzt werden müssen. Das semantische Steuerungssystem meldet es dem Fahrer und zeigt Vertragshändler in der Nähe an.

Car-2-Car: Ein eingebautes semantisches Sensorsystem teilt dem Fahrer sowie anderen Fahrzeugen mit, dass Aquaplaning-Gefahr auf der Strecke besteht.

Schienerverkehr: Sensoren an den Schienen registrieren Brüche und Korrosion, die für das menschliche Auge unsichtbar sind, und leiten Informationen über Auffälligkeiten an den zuständigen technischen Service weiter. Die Sensoren messen auch Unregelmäßigkeiten wie überladene Güterzüge oder überfüllte Züge usw. Die Informationen werden in das Wissensmodell mittels semantischer Technologien integriert, geprüft mit den Informationen von anderen Sensoren verglichen und nach bestimmten Kriterien ausgewertet (vgl. Abb. 49).

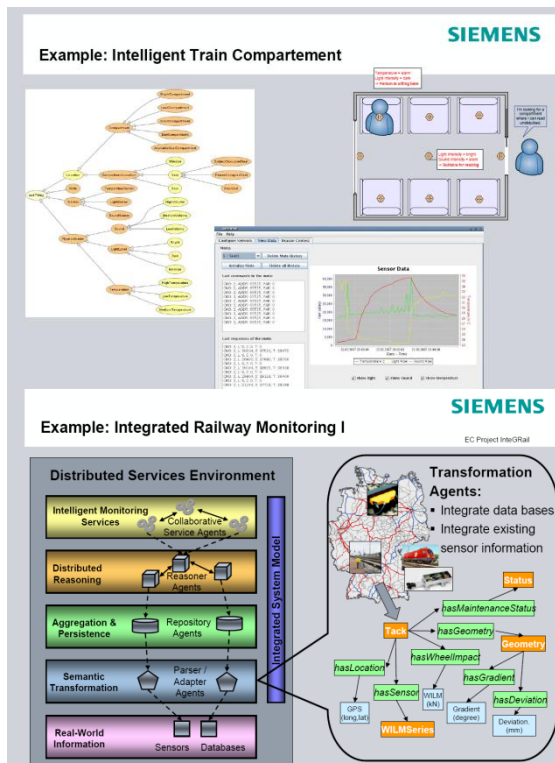


Abb. 49: Internet der Dinge für den Schienenverkehr, Zukunftsvision von Siemens

So können z.B. alle beschädigten Strecken auf einer Karte angezeigt werden und eine Liste mit benötigten Reparaturen erstellt werden. Die wartenden Bahnnutzer werden beim Anfahren des Zuges auf freie Plätze hingewiesen, so dass sie in die entsprechenden Zugwagen einsteigen können. Für die Bahnfahrer ist denkbar, dass das mobile Gerät beim Einsteigen in den Zug nicht nur das mobile Ticket erwirbt, sondern nach Angaben und Präferenzen des Nutzers, ihn auch zum freien Platz mit Licht leitet, damit der Nutzer in Ruhe lesen kann. Dafür messen die Sensoren in den Sitzen die Temperatur der Sitze und die Lichtintensität im Abteil und kommunizieren diese Informationen an das mobile Gerät des Bahnfahrers.

Internet der Dinge im Alltag

Einen Kühlschrank, der automatisch die Milch nachbestellt, braucht der eigenständige Mensch nicht, aber ein Kühlschrank, der Alarm gibt, wenn das Haltbarkeitsdatum der Milch abgelaufen ist oder vor Schimmel warnt, wäre wünschenswert. Oder ein Kühlschrank, der die Barcodes der Produkte abliest und aus dem Internet Rezepte von Jamie Oliver vorschlägt, was aus dem Inhalt gezaubert werden könnte. Natürlich speichert der Kühlschrank Informationen über den Nutzer, z.B. mittels Analyse der Produkt-Tags, und kann daraus ableiten, ob thailändisch oder italienisch bevorzugt wird oder ob der Nutzer zu hohe Mengen von cholesterinhaltigen Lebensmitteln verzehrt, und ihn warnen. Beim Kochen wird der Nutzer auch vom vernetzten Herd unterstützt. So werden die Temperaturvorgaben des Rezepts eingehalten. Das vernetzte Weinregal liest die Barcodes der Weine ab und gibt eine Weinempfehlung ab, für welche Gerichte welcher Wein sich besonders gut eignet. Die smarten Produkt-Tags dokumentieren auch den Produkt-Lebenszyklus und bieten durch die vollständige Dokumentation mehr Schutz vor Produktfälschungen.

Kommunikation von vernetzten Objekten im Alltag.

Als mögliche „Killerapplikationen“ gelten jedoch energieeffiziente Wohnungen und Häuser, die mit einer intelligenten Steuerung und Sensorik in Haushaltgeräten Strom- und Heizkostenverbrauch verringern.⁹⁶

⁹⁶ Vgl. <http://www.sap.info/de/experts/research.html>.

Smart Factory

Das „Smart Factory“ Szenario wird im Rahmen des THESEUS Forschungsprojekts verwirklicht (vgl. Abb. 50). In diesem Szenario sind mobile Geräte, Maschinen, Produktionslinien sowie der Firmenserver untereinander und mit dem Internet verbunden.

Vernetzte Objekte in der Produktion.

„Morgens genießt Jack, der Service-Mitarbeiter eines großen Konzerns, gerade seinen morgendlichen Kaffee und informiert sich über die Vorfälle der letzten Schicht als sein SmartPhone klingelt und sein persönlicher Avatar auf dem Display erscheint: "Guten Morgen Jack, wir haben ein ernsthaftes Problem in Reaktorreihe 75H01", sagt er. Daraufhin zieht Jack seinen aktiven Helm auf und geht zu seinem Auto. "Bring mich zum Reaktor 75H01" weist er das GPS Navigationssystem an. Ohne Umwege wird er zur Problemstelle geleitet. Vom Kontrollraum des Gebäudes aus nutzt er das lokale Ortungssystem auf seinem persönlichen PDA und wird so direkt zu dem Sensor geführt, der Auslöser des Alarms war. Jack fragt mit seinem PDA die Sensordaten und weitere korrelierende Parameter im System ab und erkennt, dass der Kontakt eines Schaltmoduls defekt ist. Zur Bestätigung kontrolliert er auch die Elektronik des Schaltmoduls unter Zuhilfenahme seines SmartPhones. Daraufhin beschließt er, das Schaltmodul auszutauschen.“

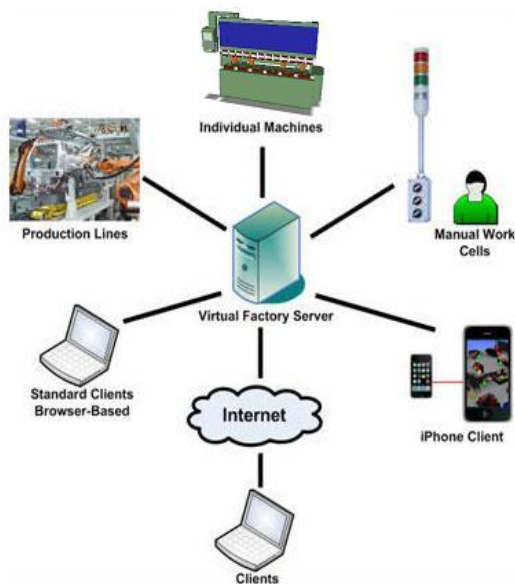


Abb. 50: Virtuell vernetzte Fabrik

Dazu weist er seinen virtuellen Agenten an, die Verfügbarkeit des Ersatzteils zu checken und möglichst direkt zu bestellen. Nach kurzer Zeit erhält Jack von seinem persönlichen Avatar die Antwort, dass leider kein baugleicher Sensor auf Lager ist. Das macht aber nichts, denn das Anlagenmanagementsystem schlägt einen Ersatztyp eines anderen Herstellers vor, der die Messaufgabe genauso erledigen kann. Jack bestellt diesen und beginnt mit dem Austausch. Direkt nach Abschluss der Arbeiten beginnt der smarte Sensor mit der Auto-Registrierung im WLAN der Anlage. Die notwendige Regelungssoftware wird herunter geladen und installiert. Zum Abschluss wird Jack, der Service-Assistent, über sein Smart Phone informiert, dass der Prozess erfolgreich abgeschlossen wurde. Jack nutzt nun seinen PDA, um sämtliche relevanten Systemdaten auf einem Bildschirm erfassen zu können. Nachdem sichergestellt ist, dass alle Daten korrekt sind und der Prozess normal läuft, gibt er dem zuständigen Agenten die Anweisung, den Prozess wieder zu übernehmen und neu zu starten.⁹⁷

2.4.2 Anwendungsszenarien für das Internet der Dienste

Das Internet der Dienste ist wie das Internet der Dinge zurzeit noch eine Zukunftsvision. Es basiert auf einer flexiblen Servicearchitektur, in der sich verschiedene interoperable Dienste und Inhalte kombinieren und in andere webbasierte Dienste einbinden lassen.

Personalisierte, adaptive Software-Agenten werden ihre Benutzer im Privatbereich bei wiederkehrenden, alltäglichen Aufgaben unterstützen und mit der Zeit die Präferenzen der Nutzer erkennen und ihre Dienstleistungen entsprechend anpassen. Viele Dienstleistungen lassen sich zudem bündeln und benötigte persönliche Angaben müssen nur einmal dem Agenten beigebracht werden, so dass eine Freigabe der Daten lediglich vom Nutzer bei Inanspruchnahme der Dienstleistung autorisiert werden muss. Über eingebaute Sensoren in täglichen Gegenständen und mobilen Geräten werden zusätzliche Informationen aus der Umwelt gesammelt und zwischen den Agenten kommuniziert.

Semantische Agenten werden den persönlichen Kalender verwalten, Termine und Aktivitäten mit Ärzten, Dienstleistern, Familie, Freunden usw. koordinieren und einfache Anfragen von anderen semantischen Agenten beantworten können. Nach Aufforderung des Nutzers prüft der Agent das Wetter und erinnert an den Regenschirm, lädt Neuerscheinungen auf den iPod des Nutzers und prüft über Sensoren im Park, ob und wenn ja wie viele Menschen gerade die Joggingstrecke nutzen. Einfache Aufgaben wie Terminabfrage beim Arzt, Friseur oder Lieblingsitaliener werden durchgeführt. Auch Preis- und Produktanfragen können vom Agenten durchgeführt werden, um eine Vorauswahl für den Besitzer zu treffen.



Das Internet der Dienste ist zurzeit noch eine Zukunftsvision.⁹⁸

Lernende Agenten

⁹⁷ Anwendungsszenario des Forschungsprojekts SMARTFACTORY (Quelle: www.smartfactory.de/).

⁹⁸ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Frank Ramspott.

Im Hintergrund wird das persönliche Profil des Nutzers als Ontologie modelliert, sowie ständig automatisch erweitert und angepasst. Der Agent verwaltet die knappe Ressource Zeit und die stetig wachsende Menge an Informationen. Die Qualität des lernenden Agenten wird mit der Nutzungsdauer immer besser, weil der Agent Informationen über den Nutzer speichert und kontinuierlich dazu lernt. Auf personalisierte Agenten hat nur ihr Besitzer Zugriff, so bleibt die Privatsphäre des Benutzers gewahrt.

Im beruflichen Umfeld werden semantische Agenten Routinetätigkeiten erleichtern. Dabei werden unterschiedliche Nutzungsrollen mit unterschiedlichen Nutzungsrechten definiert. Beim Betreten des Arbeitsplatzes (z.B. im Krankenhaus) verbindet sich das mobile Gerät mit dem semantischen Steuerungssystem; der Nutzer loggt sich ein und kann auf bedarfsgerechte Funktionen zugreifen. Die Krankenschwester wird benachrichtigt, ob Auffälligkeiten vorliegen oder welche Patienten noch nicht die Medizin eingenommen haben. Der Notarzt bekommt eine Übersicht über die ankommenden Notfahrzeuge. Eingebettete Sensoren übermitteln automatisch Notrufe an Pflegepersonal oder Ärzte bei Abweichungen (vgl. Abb. 51).

Unterschiedliche Nutzungsrollen

Example: Corporate Phone - RFID based Mobile Medical Assistant



Abb. 51: Geplanter mobiler medizinischer Assistent von Siemens

Sensoren, soziale Netzwerke und Semantic Web

Die Kombination von **sozialen Netzwerken** mit **Sensorinformationen** eröffnet eine Reihe von neuen Möglichkeiten für webbasierte Dienstleistungen. Durch Analysen sozialer Netzwerke konnten Informationen über Kommunikationsmuster und -verhalten zwischen Menschen im Internet gewonnen werden. Sensoren in täglichen Gegenständen ermöglichen die Einbindung dieser Erkenntnisse, die mittels semantischer Technologien ausgewertet und für andere Anwendungen verwendet werden können. Dies lässt das Web von einer technischen Infrastruktur zum *Social Semantic Web* werden, einer sozialen Plattform, die mit einem Wissensmodell hinterlegt ist.

Social Semantic Web

Dies setzt aber eine einheitliche Semantik und die Einhaltung der Privatsphäre voraus, damit heterogene und distributive Dienste für soziale Aktivitäten und Interaktionen, personalisiert und nach Bedarf, verfügbar gemacht werden können. So könnten beispielsweise Informationen von Sensoren in öffentlichen Gebäuden oder Straßenlaternen von mobilen Geräten abgerufen werden. Das mobile Gerät ermittelt anschließend die Locations, die eine erhöhte Aktivität aufweisen und kann eine Empfehlung für den Abend abgeben. Ist der Nutzer zudem in einem der sozialen Netzwerke mobil eingeloggt, kann der Agent eine Nachricht an Freunde übermitteln, wo man sich befindet, wenn man an einem Sensor vorbeikommt, und was man vorhat, denn es können Fotos und Notizen öffentlich gepostet werden. So können Freunde Neuigkeiten miteinander teilen und von Insiderwissen über Regionen, Plätze, Events, etc. profitieren und kontextsensitive Angebote von Restaurants, Geschäften, Kinos usw. empfangen. Die Aufgabe des semantischen Agenten ist es, die Informationen nach Präferenzen der Nutzer zu filtern und die Privatsphäre der Nutzer zu wahren. Die Sensorinformationen können aber auch von den Ordnungshütern, Gastronomie- und Entertainmentdienstleistern bedarfsgerecht verwertet werden.

Einheitliche Standards

So ermitteln z.B. Sensoren in Mobilfunkgeräten beim Experiment *NoiseTube* in Paris den Lärmpegel der Umgebung. Mittels eines semantischen Wissensmodells werden Ratings verschiedener Lokalitäten erstellt. Ein semantischer Agent, der sich in das System einloggt, kann seinem Nutzer dementsprechend ein ruhiges Lokal zum Arbeiten oder Entspannen empfehlen oder ihm zeigen, wo etwas los ist (vgl. Abb. 52).



Abb. 52: Anzeige der Lärmbelastigung auf dem mobilen Gerät.
Quelle: www.noisetube.net

2.4.3 Die Zukunft des Internets der Dinge und der Dienste

Im Internet der Dinge und der Dienste werden die virtuelle und die reale Welt miteinander vernetzt. Das Internet der Dinge wird präziseres Wissen aus vernetzten Produktionsprozessen, Kontroll- und Überwachungssystemen, Infrastrukturnetzen wie auch aus vernetzten Gegenständen des täglichen Gebrauchs sammeln, in regelbasierte Systeme integrieren und verwerten. Das Internet der Dienste wird eine dezentrale Architektur für automatisierte Dienstleistungen bereitstellen, die flexibel mit digitalen und nicht-digitalen Dienstleistungen kombiniert werden können. Über offene und kompatible Schnittstellen und semantische serviceorientierte Architekturen werden webbasierte und interoperable IT-Services bedarfsspezifisch nach dem Baukastenprinzip zusammengesetzt werden können, um so kontextsensitive und intelligente „Service-Broker“ Dienstleistungen anzubieten.



Die virtuelle und die reale Welt werden miteinander vernetzt.⁹⁹

Die Einsatzgebiete des Internet der Dinge und der Dienste, die erst in den nächsten Jahren entstehen werden, sind vielfältig. In der Zukunft werden wie bei allen innovativen Technologien neue Einsatzfelder hinzukommen, die sich im Moment gerade erst abzeichnen. Heutige Anwendungsszenarien umfassen folgende Bereiche¹⁰⁰:

- Automatisierung, Monitoring und Robotertechnik,
- Transport und Logistik,
- Umwelt- und Gebäudemonitoring,
- Gesundheit und Medizintechnik,
- Lebensmittel,
- Haushaltsgeräte,
- Medien,
- Webbasierte Dienstleistungen.

Besonders hoch sind die Erwartungen an die webbasierte Dienstleistungsgesellschaft, deren bestehende Wettbewerbsverhältnisse sich durch die neuen Technologien grundlegend verändern werden und dabei Chancen für neue innovative Dienstleistungen eröffnen, die erst Semantic Web Technologien ermöglichen. Es werden neue Organisations- und Kooperationsformen entstehen, die in einer hochvernetzten Welt weitgehend automatisiert und kostengünstig ihre Dienstleistungen anbieten werden. Auf die Unternehmen werden jedoch viele Fragestellungen zukommen. Um nur einige zu nennen: Welche Wettbewerber kommen hinzu, wie wird man sich positionieren müssen, mit welchen Partnern kann man den Kunden besseren Mehrwert bieten?

⁹⁹ Bildquelle: www.iStockphoto.com Urheber: Andrey Prokhorov.

¹⁰⁰ Vgl. <http://www.bmbf.de/de/9069.php>.

Visionen für das Internet der Dinge und der Dienste gibt es viele. Bevor aus den Anwendungsszenarien, die zum jetzigen Zeitpunkt nur vergleichsweise wagen skizziert werden können, Realität werden kann, muss noch eine Reihe von technischen Fragen gelöst werden, um die Grundlagen für die Vernetzung der alltäglichen Gegenstände und den Aufbau einer semantischen Servicearchitektur zu legen. Derzeitige F&E-Aktivitäten umfassen neben der Herstellung von technischer und semantischer Interoperabilität die formale Beschreibung von Webservices, die Weiterentwicklung von regelbasierten Ontologien und Schlussfolgerungsmechanismen für verteilte Systeme sowie die Entwicklung von intelligenten Multiagenten-Systemen und semantischer Service-Oriented-Architecture. Besonders vielversprechend sind die interdisziplinären Forschungsvorhaben in Kombination mit Sprach- und Objekterkennungstechnologien und semantischer Annotation von Objekten, Videosequenzen sowie von „natürlicher Sprache“, Gestik und Emotionen.¹⁰¹ Das wird die Computer in die Lage versetzen, nicht nur Texte zu „verstehen“ und zu verarbeiten, sondern sie werden auch lernen zu „sehen“ und zu „hören“.

Computer werden „hören“ und „sehen“ lernen.

¹⁰¹ Vgl. dazu z.B. den Emotionsradar von Fraunhofer IAIS sowie Projekte ACEMEDIA und IMAGENATION.

Das Web 3.0, das Semantic Web, das Datenweb, die semantischen Wissensrepräsentationstechnologien haben noch viele weitere Namen, doch eine eindeutige Definition hat sich noch nicht durchgesetzt. Allen Definitionen ist jedoch die Vernetzung von Daten und Wissen gemeinsam, um die Informationsflut zu ordnen und um daraus neue Zusammenhänge zu erschließen. Die nächste Evolutionsstufe des Internets wird eine zweidimensionale Erweiterung sein: Einerseits wird die Datenkonnektivität steigen, andererseits wird eine umfassende Datenvernetzung erst durch den Einsatz von kollaborativen Annotationsinstrumenten ermöglicht und so wird auch der Grad der sozialen Inklusion steigen. Der kollaborative Ansatz wird es auch Domänenexperten ohne Modellierungskompetenzen ermöglichen, mittels Wissensmodellierungseditoren umfangreiche Ontologien zu entwickeln. Das Web 2.0 wird mit dem Web 3.0 zu einem „Social Semantic Web“ verschmelzen.

Die Art der Informationsnutzung wird sich grundlegend verändern.

Mit dem steigenden Grad der Datenvernetzung und durch weitgehende Verbesserung von Wissensmodellierungsinstrumenten werden die Nutzer im Laufe der Zeit von der Annotation entlastet. Deren Aufgabe wird sich auf die Prüfung und Ergänzung von Annotationen beschränken. Die Evolution von Schlussfolgerungsverfahren sowie deren Integration in formal beschriebene Wissenssysteme und für die Modellierung nicht vollständiger Zusammenhänge, eröffnet ein enormes Potential für darauf aufbauende Anwendungen (vgl. die nachfolgende Tabelle).

Verbesserung von Wissensmodellierungsinstrumenten

Dabei wird sich die Art der Informationsnutzung grundlegend verändern. Wissen wird im Vergleich zu heute nicht mehr in Datenbanken, Berichten, Texten und Bildern verborgen bleiben, sondern wird automatisiert extrahiert und nutzbar gemacht. Die semantischen Wissensmanagement- und Suchtechnologien werden die Nutzer um die zeitraubenden Suchvorgänge entlasten, das Wissen konzeptionell organisieren und neue Beziehungen zwischen Informationen entdecken.

Mittels semantischer Mashups und interoperabler Software werden Informationen auch effizient in automatisierten Prozessen wiederverwertet oder für die Nutzer visuell und zentralisiert für weitere Verwendung aufbereitet. Semantische Business Process Management-Software wird Geschäftsprozesse und Ressourcenplanung auswerten, kontrollieren, koordinieren und die Entscheidungsträger mit zentralen Informationen unterstützen, um eine „Rundum-Sicht“ auf die Vorgänge zu ermöglichen.

360° Sicht auf entscheidungsrelevante Vorgänge.

Das ist auch das Ziel der Forschung im Bereich der semantischen Deskriptortechnologien sowie der Mensch-Maschine-Interaktionsforschung. In diesem Forschungsbereich werden personalisierte Agenten entwickelt, die die Daten geeignet filtern und die relevanten Information dem Menschen auf optimale Weise, situationsangepasst verständlich zur Verfügung stellen. Dabei soll auch der kognitive Aufwand zum Verstehen von computergenerierten Präsentationen explizit berücksichtigt und modelliert werden.¹⁰²

Mit dem Internet der Dinge und der Dienste wird ein noch nie dagewesener Grad an allgegenwärtiger Vernetzung und Verschmelzung von digitaler und realer Welt erreicht. Dabei geht die Vision des Internet der Dinge und der Dienste weit über die reine Vernetzung von smarten RFID-Tags für Infrastruktur, Häuser, Autos, Produkte und Lebensmittel hinaus. Semantische Wissensrepräsentation wird in Kombination mit agentenbasierten Technologien und Sensorik Eingang in viele Bereiche finden, in denen Kontextsensitivität und Personalisierung einen spürbaren Mehrwert bringen. Dazu gehören u.a. mobile Anwendungen, location-based Services, personalisierte Medienformate, Hausrobotik und infrastrukturelle Einrichtungen, die miteinander vernetzt sein werden.

Mehrwert von Kontext und Personalisierung.

Das Internet der Zukunft wird vernetzte Objekte und dezentrale Netzwerke über das Internet nahtlos miteinander verbinden. Darauf aufbauend wird im Internet der Dienste eine Vielzahl von physischen und virtuellen Dienstleistungen entstehen. Die flexible und offene Architektur des Internet der Dienste wird es ermöglichen, über virtuelle Plattformen mittels automatisierter Service-Broker je nach Bedarf, Kontext und Präferenzen des Nutzers verschiedene interoperable Dienste zu kombinieren. Die semantischen Technologien dienen in diesem Zusammenhang der interoperablen Beschreibung und Erschließung von Inhalten, sei es Text, Multimedia oder Webdienste, so dass sich die Inhalte beliebig zusammenstellen und in verschiedene webbasierte Applikationen einbinden lassen.

Komplexe personalisierte Dienstleistungen.

Die Tabelle auf der nachfolgenden Seite gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Technologietrends des Semantic Web.

¹⁰² Vgl. www.dfki.de/web/kompetenz/hcv.

Trend	2008 - 2010	2010 - 2015	2015 - 2018
Trends in der Wissensrepräsentation			
Editoren	Manuell	Kollaborativ	Computergestützt. D.h. der Rechner kann das Ergebnis nicht vollautomatisch erstellen, entlastet den Ontologiedesigner aber weitgehend, so dass dieser v.a. die Prüfungs- und Korrekturfunktion inne hat.
Semantische Extraktionsverfahren und Metadatengenerierung	Semi-automatisiert	Automatisiert	Automatisiert
Annotation und Wissensmodellierung	Kollaborativ	Kollaborativ	Computergestützt
Modellierung von umfangreichen Ressourcenbeständen	Semi-automatisiert	Automatisiert	Automatisiert
Schlussfolgerungsverfahren	Schlussfolgern in vollständigen Wissensmodellen	Wahrscheinlichkeitsbasiertes Schlussfolgern in unvollständigen Wissensmodellen	Schlussfolgern in adaptiven Wissensmodellen
Modellierung der Mensch-Maschine-Interaktion	Sprach- und Objekterkennungs-technologien	Modellierung von „natürlicher Sprache“, Gestik, Emotionen und Nutzerverhalten	„Natürliche Interaktion“ mit dem Computer
Trends in den semantischen Wissensmanagementtechnologien			
Semantische Wikis	Semantische Erweiterungen für Wikis	Semantische Wikis mit umfangreichen Schlussfolgerungsfunktionen	Interoperabilität mit Organisationssoftware
Semantische Interoperabilität	Entwicklung offener und kompatibler Standards	Technische und semantische Interoperabilität	
Semantische CMS und Mashups	Kompatible Schnittstellen Kontextsensitive Extraktionsverfahren	Interoperable und automatisierte semantische CMS und Mashups	Integration in Service-Plattformen (Internet der Dienste)
Semantic Enterprise	Entwicklung offener und kompatibler Standards	Integration semantischer Technologien in Organisationssoftware	Vernetzte semantische ERP- und BPM-Systeme
Semantic Desktop	Sprach- und Objekterkennungstechnologien	Modellierung von „natürlicher Sprache“, Gestik, Emotionen und Nutzerverhalten	Personalisierte, adaptive Benutzeroberfläche als zentraler Zugangspunkt in einem intelligenten Informationssystem © innowise 2009

Trends für semantische Suchdienste			
Semantische Suchdienste	Automatisierte Text, Audio- und Bildextraktionsverfahren	Evolution von Suchmaschinen zu Antwortmaschinen	Personalisierte Suchagenten
Multimodale Suche	Entwicklung interoperabler Standards für multimodale Schnittstellen	Multimodale Suche und mediumabhängige Präsentation	Personalisierte Suchagenten
Semantische Suche nach 3D- Objekten und Multimedia	Objekterkennungstechnologien für 3D und Multimedia	Semantische Suche nach 3D- Objekten und Multimedia	Personalisierte Suchagenten
Trend	2008 - 2010	2010 - 2015	2015 - 2018
Trends für Internet der Dinge und der Dienste			
Infrastruktur	Ontologien, verteilte Schlussfolgerungsmechanismen und semantische Middleware für das Internet der Dinge und der Dienste	Interoperabilität für RFID, Sensoren und Netzwerke mittels Ontologien und semantischer Middleware	Vernetzte Objekte, Netzwerke und Service-Plattformen für das Internet der Dienste
Semantische location-based Services	Komponenten für dezentral autonome, situative Sensoren/Agenten Kommunikation	Mobile, kontextsensitive location-based-Services Integration von sozialen Netzwerken	Personalisierte Agentenanwendungen übernehmen Routineorganisationsaufgaben (Internet der Dienste)
Semantische Intelligente Media Formate	Semantische Modellierung von Multimedia-Inhalten und Sensordaten	Kontextsensitive, personalisierte Medienformate für PC, TV, Gaming und mobile Anwendungen.	Adaptives, personalisiertes TV Streaming, Gaming, soziale Netzwerke und personalisierte Newsbroker
Semantische intelligente Produkte	Ontologien und Schlussfolgerungsmechanismen für dezentrale Netzwerke	Vernetzte Autos, Transportsysteme, Haushaltsgeräte und Lebensmittel	Allgegenwärtige Vernetzung (Ubiquitous Computing)
Semantische intelligente Umgebungen	Sensordaten-Integration- und Management	Vernetzung von proaktiven, regelbasierten Sensoren und Netzwerken	Intelligente, regelbasierte Prozessunterstützung für öffentliche Einrichtungen, Infrastruktur, Krankenhäuser und Haushalte
Semantische intelligente Agenten	Formale Beschreibung von webbasierten Dienstleistungen und semantischer SOA	Entwicklung von ontologiebasierter Multiagentensoftware und Plattformen für intelligente, vernetzte Agenten	Vernetzte, personalisierte Agenten und Service-Broker, die Service-Angebote personalisiert und bedarfsspezifisch zusammenstellen © innowise 2009

Abb. 53: Trends für das Web 3.0

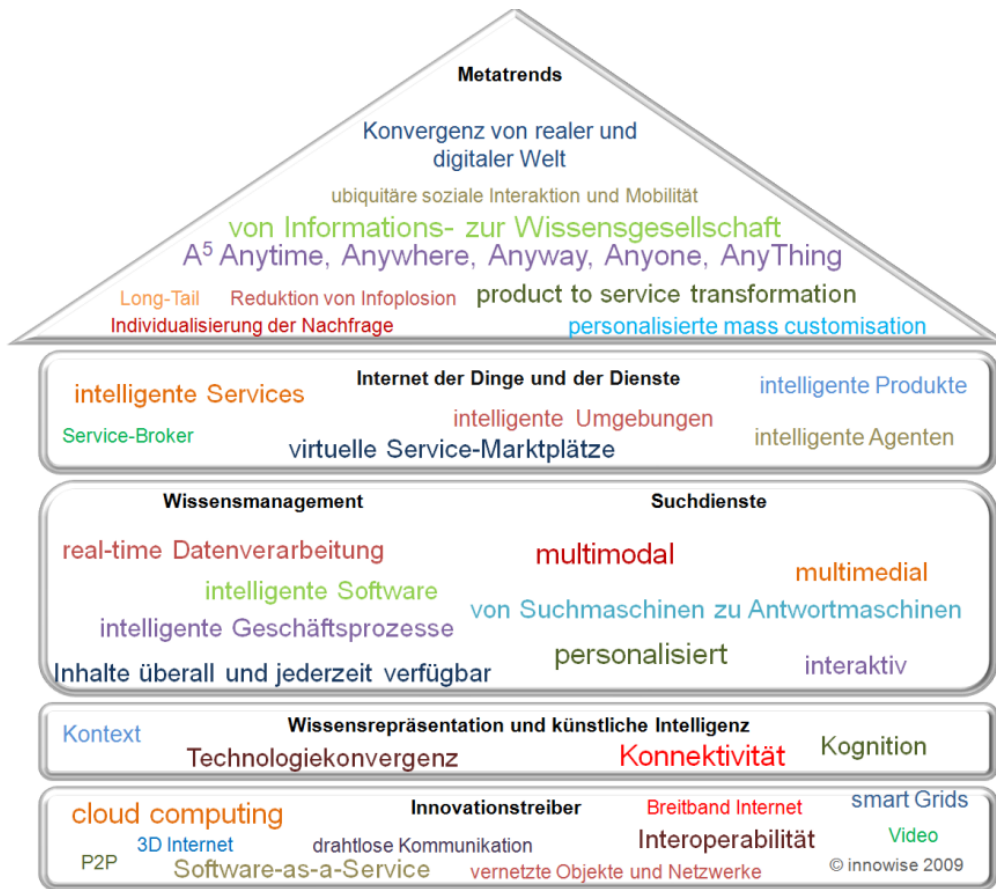


Abb. 54: Internet der Zukunft - Technologien und Metatrends

Im Ergebnis können daraus folgende übergreifende Trends abgeleitet werden, die die Evolution der zukünftigen Internettechnologien beschreiben:

Das Internet der Zukunft wird von der Konvergenz der Technologien gekennzeichnet sein: Semantische Technologien und künstliche Intelligenz werden als Basistechnologien für die Informationsverarbeitung, Formalisierung von Wissen und Herstellung von Interoperabilität dienen und Eingang in nahezu alle vielversprechende „neue Technologien“ wie RFID, 3D Internet, mobile Dienste, Mensch-Maschine-Interaktion usw. finden. Interoperable Informationen, Wissen, Objekte und Netzwerke werden durch die allgegenwärtige Vernetzung nahtlos ineinander integriert, so dass Übertragungs- und Formatverluste der Vergangenheit angehören werden. Die benötigten Informationen und Inhalte werden überall und jederzeit, geräteunabhängig, jeder Person und jedem Objekt (A⁵: Anytime, anywhere, anyway, anyone, anyThing) zur Verfügung stehen.

Metatrends

A⁵: Anytime, anywhere, anyway, anyone, anyThing.

Die semantisch annotierten, interoperablen Inhalte werden nutzer- und situationsspezifisch aufbereitet und können formatunabhängig auf mehreren Ausspielkanälen wiedergegeben werden. Wissen aus verschiedenen Wissenssystemen wird verknüpft und neue, bislang verborgene Zusammenhänge können automatisiert entdeckt werden. Semantische Technologien in Software und Geschäftsprozessmanagement werden die Geschäftsprozesse intelligent unterstützen und der Reduktion von Komplexität in vielen Bereichen dienen, indem Echtzeitdaten, wie z.B. Sensordaten oder externe Informationsquellen, automatisiert analysiert, aufbereitet und weiterverwendet werden. Intelligente Software wird aus diesen Informationen nur die relevanten Ergebnisse zentral, in einem Konzept, jedoch mit wichtigen Zusatzinformationen angereichert, nutzerspezifisch darstellen. Semantische Technologien in Suchmaschinen werden diese zu Antwortmaschinen weiterentwickeln.

Bislang verborgene Zusammenhänge werden automatisiert entdeckt.

Mit der Weiterentwicklung von Agententechnologien werden diese nicht nur den Nutzungskontext berücksichtigen, sondern auch die Präferenzen und das direkte und indirekte Verhalten des Nutzers einbeziehen und sich mittels sprachlicher oder visueller Interaktion mit dem Nutzer steuern lassen. Die unstrukturierte Informationsflut wird so zu Wissen und die Informationsgesellschaft wird auf diese Weise zu einer Wissensgesellschaft.

Von Informationsgesellschaft zu Wissensgesellschaft.

Das Internet der Dinge und der Dienste wird von immer günstiger werdenden RFID-Tags profitieren, die in den nächsten Jahren schon im einstelligen Centbereich verfügbar sein werden. In vielen Anwendungsfeldern werden die dezentrale Vernetzung von Objekten und die intelligenten Wissenssysteme signifikante Effizienzvorteile ermöglichen, aber auch die Produktionsverfahren und Wertschöpfungsketten enorm beeinflussen. Für die Bereitstellung der webbasierten Dienste über virtuelle Marktplätze wird insbesondere das vergleichsweise neue Modell „Software-as-a-Service“ weiterhin an Bedeutung gewinnen und auch vielen kleinen und mittelgroßen Anbietern einen kostengünstigen Zugang zu den Plattformen ermöglichen, um ihre innovativen Dienstleistungen in komplementäre digitale und reale Produkte und Dienstleistungen zu integrieren. Dadurch erhält der Nutzer komplexe, personalisierte Dienstleistungen, die automatisiert mittels semantischer Service-Broker bedarfsspezifisch zusammengestellt werden.

Virtuelle Marktplätze für Dienstleistungen.

Die Personalisierung der Dienstleistungen durch die kostengünstige Berücksichtigung der Nutzerpräferenzen und des Nutzungskontexts wird die traditionellen Produktionsverfahren im Zeitalter des Internet der Dienste grundlegend verändern. Die Veränderungen, denen die Verlags- und die Medienbranche durch die zunehmende Verlagerung des Inhaltekonsums ins Internet und dem zunehmenden Wunsch nach individuell zusammengestellten Inhalten ausgesetzt ist, wird sich auch auf traditionelle Konsumgüterbranchen ausweiten. Intelligente Produkte wie Autos, Kleidung, Unterhaltungselektronik usw. werden uneingeschränkt mit nutzerspezifischen Funktionen und zusätzlichen Services ausgestaltet werden. So wird z.B. die Waschmaschine, ähnlich wie derzeitige Call-by-Call Dienste, den Strompreis und Wasserpreis beim Anbieter automatisch abfragen und nur dann waschen, wenn die Preise gerade günstig sind. Der Fernseher wird die Nachrichten zusammenfassen, je nachdem welche Themen den Nutzer interessieren und passende On-Demand Inhalte vorschlagen.

Wandel von traditionellen Produktionsverfahren.

Im Ergebnis werden Produkte und Gegenstände des alltäglichen Gebrauchs in komplexe Dienstleistungen transformiert, an denen viele Wertschöpfungspartner beteiligt sind. Dafür müssen sich jedoch insbesondere traditionelle Unternehmen öffnen und nicht nur offene Standards und Schnittstellen einführen, sondern v.a. ihre Wertschöpfungsketten gegenüber Kooperationen öffnen. Der Zugang zu virtuellen Marktplätzen sowie die Servicevermittlung mittels automatisierter Systeme werden v.a. kleinen und mittleren Unternehmen weiterhin vorteilhafte Chancen eröffnen, spezialisierte Nischenprodukte und Dienstleistungen einem globalen Nutzerkreis anzubieten.

Komplexe Dienstleistungen

Die Interaktion mittels aufkommender sozialer Netzwerke und Microblogging-Dienste wird ortsunabhängig, video- und sprachunterstützt die räumlichen Distanzen überwinden und v.a. die Entertainment-Branche, Medien-Inhalte, Spiele, aber auch den Arbeitsplatz zu einem interaktiven Erlebnis ausbauen und die Grenzen zwischen der realen und digitalen Welt weitgehend verwischen. Dabei werden die Bedienoberflächen der Ausgabegeräte wie PC, TV und mobiler Endgeräte dank der Mensch-Maschine-Interaktionsforschung eine intuitive Nutzung ermöglichen und somit immer noch bestehende Nutzungsbarrieren abbauen. Insbesondere die Kombination von semantischer Wissensrepräsentation mit Sprach- und Objekterkennungstechnologien wird den Computern das „hören“ und „sehen“ beibringen.



Die soziale Interaktion wird ortsunabhängig, video- und sprachunterstützt.¹⁰³

Als Innovationstreiber dienen im Grunde genommen alle aktuellen und entstehenden Informations- und Kommunikationstechnologien, wie das Breitband-Internet, drahtlose Kommunikationstechnologien, Grid- und P2P-Technologien, Video und 3D, aber v.a. das Bestreben der Menschen, die Informationsexplosion zu reduzieren und die unnatürlichen Grenzen zwischen der realen und der virtuellen Welt abzubauen.

¹⁰³ Quelle: www.iStockphoto.com Urheber: Jason Walton.

URI – Uniform Resource Identifier ist ein vom World Wide Web Consortium (W3C) festgelegter Standard, um identifizierbare Ressourcen wie Webseiten, Webservices, Dokumente, Bilder, Personen, Begriffe, E-Mail Empfänger, aber auch abstrakte Begriffe eindeutig zu beschreiben. Eine vom W3C erstellte Zusammenfassung der URI-Schemata findet man unter der URL <http://www.iana.org/assignments/uri-schemes.html>. URL Uniform Resource Locator ist die bekannteste Unterform von URI. Sie beschreibt, wo und über welches Netzprotokoll (http, https oder ftp) eine Ressource im Web zu finden ist.

Im Sinne des semantischen Webs muss jede Information durch ein URI eindeutig identifiziert werden, so dass es zu keiner Verwechslung zwischen gleichen Bezeichnungen mit unterschiedlichen Bedeutungen, z.B. Golf (Automodell) und Golf (Sport), kommen kann. Es gibt jedoch kein standardisiertes URI-Schema, um Objekte der realen Welt zu beschreiben.

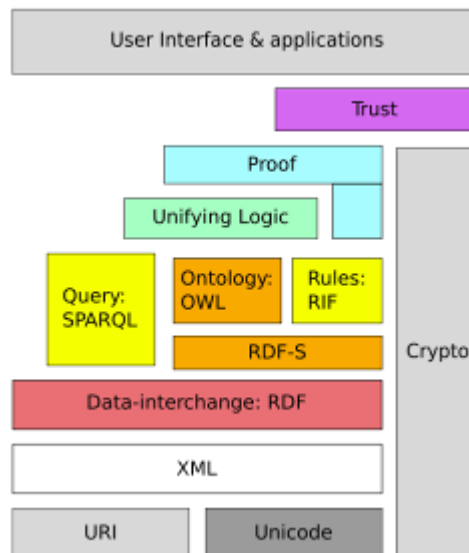


Abb. 55: Semantic Web Darstellung des W3C Konsortiums

XML¹⁰⁴ - Extensible Markup Language ist eine erweiterbare, maschinenlesbare Auszeichnungssprache. XML hat im Vergleich zu anderen Auszeichnungssprachen eine relativ einfache Syntax, die nur auf 26 Seiten definiert ist. XML Syntax bildet die Grundlage für weitere formale Sprachen wie z.B. XHTML, RDF, RSS und eignet sich gut, um Inhalte sowie ihre Repräsentation zu trennen.

Golf ist nicht gleich Golf? Ein Anwendungsbeispiel

Wie kann eine Suchmaschine unterscheiden, welche Bedeutung ein Nutzer dem Begriff Golf zuordnet? Gemeint sein kann unter anderem ein 80 PS starker VW-Golf des Baujahres 2005 oder der Sieger des Golf US-Masters Turnieres vom 13.04.2009.

¹⁰⁴ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag XML.

Wie das folgende Beispiel zeigt, erfolgt der erste Schritt durch die semantische Annotation im einfachsten Fall mit Hilfe der XML-Auszeichnungssprache. In unserem Beispiel unterscheiden wir zwischen Golf als Autotypenbezeichnung und der Sportart. Im zweiten Schritt wird ein RDF-Modell erstellt, das auch als Graph dargestellt werden kann. Die Informationen werden im RDF-Modell als Tripel dargestellt, nach dem Schema „Subjekt-Prädikat-Objekt“. Die Zuordnung der Attribute erfolgt durch den Ersteller des Schemas. Das RDF-Modell ist maschinenlesbar und so kann der Computer dem Nutzer sinnvolle Suchvorschläge unterbreiten oder gleich eine Antwort liefern. Für den zweiten Anwendungsfall z.B., dass Angel Cabrera das Golfturnier „US-Masters“ gewonnen hat.

In den folgenden zwei Beispielen werden den Entitäten „Turnier“ und „Auto“ mittels der Beschreibungssprache XML Metadaten hinzugefügt.

```
<?xml version="1.0"?>
<Turnier>
  <Sportart>Golf</Sportart>
  <Name>US-Masters</Name>
  <Datum>13.04.2009</Datum>
  <Sieger>A. Cabrera</Sieger>
</Turnier>
```

```
<?xml version="1.0"?>
<Auto>
  <Marke>VW</Marke>
  <Typ>Golf</Typ>
  <Baujahr>2005</Baujahr>
  <PS>80</PS>
</Auto>
```

RDF – Resource Description Framework wird eingesetzt, um Metadaten in Webinhalten und Bilddateien anzureichern, zu erfassen und zu beschreiben. Es dient als ein grundlegendes Austauschformat im semantischen Web, baut auf URI und XML auf und ist maschinell auswertbar. RDF besteht aus Triple-Aussagen: Ressource-Eigenschaft-Wert, die als Graph (vgl. Abb. 56) oder im XML-Format beschrieben werden können.

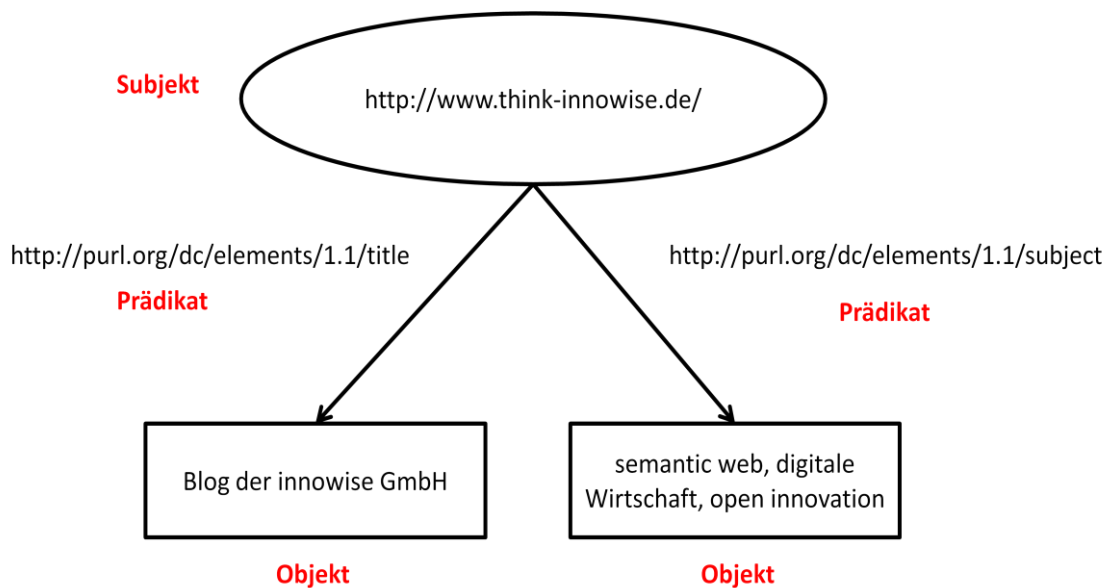


Abb. 56: RDF/Modell

Mit RDF können verschiedenste Inhalte beschrieben werden, solange diesen eine URI/IRI zugewiesen werden kann. RDF-Schema-Erweiterungen erlauben zusätzliche Definitionen von Typklassen, Klassen- und Eigenschaftshierarchien sowie Angaben zu Definitionen- und Wertmengen für Eigenschaften, um Begriffe und deren Eigenschaften semantisch miteinander in Beziehung zu setzen. Zahlreiche Entwicklergruppen entwickeln dezentralisiert RDF-Schema-Modelle wie z.B. die Dublin Core¹⁰⁵ Gruppe, da es kein standardisiertes, allgemeingültiges RDF-Schema gibt. Obwohl mit RDF/RDFS schon bemerkenswerte Vorteile bei der Wissensmodellierung erzielt werden können, sind komplexere Sprachen wie OWL mit erweiterten Funktionen notwendig, da sich mit ihr im Gegensatz zu RDF/RDFS Konzepte deutlicher spezifizieren lassen. Im Informationsmanagementsystem eines Unternehmens kann RDF in Data Warehouse und in Business Intelligence Applikationen eingesetzt werden. Mit RDF kann z.B. eine semantische Suche der Unternehmensdaten vorgenommen werden, die Daten aus verschiedenen Datenquellen können aggregiert und nach bestimmten Regeln ausgewertet werden.

¹⁰⁵ Vgl. <http://dublincore.org/>.

Erweiterung um RDFS:

RDF-Schema¹⁰⁶ (RDFS) definiert das Vokabular für eine bestimmte Domäne. Das RDF-Modell legt nur eine Syntax für den gemeinsamen Datenaustausch fest. Zur Interpretation von in RDF formulierten Aussagen bedarf es eines gemeinsamen Vokabulars wie zum Beispiel das Element Set von Dublin Core. Ein solches Vokabular wird auch Ontologie genannt, wenn es gleichzeitig Regeln für die richtige Verwendung der in ihm definierten Ressourcen enthält.

Beispiel für RDF und SPARQL anhand der Webseite <http://www.think-innowise.de/> mithilfe des RDFS Dublin Core (DC):

Das **Subjekt** „<http://www.think-innowise.de>“ ist mit den **Objekten** „**Blog der innowise GmbH**“ und „**Semantic web, digitale Wirtschaft, open innovation**“ über die **Prädikate** „**title**“ und „**subject**“ verbunden. Es handelt sich in diesem Fall um 2 Tripel mit demselben Subjekt.

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.think-innowise.de/">
<dc:title>Blog der innowise GmbH</dc:title>
<dc:subject>Semantic web, digitale Wirtschaft, open innova-
tion</dc:subject>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

¹⁰⁶ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag RDF-Schema.

SPARQL¹⁰⁷ - Protocol and RDF Query Language ist eine Abfragesprache für RDF-Formate mit ähnlicher Syntax wie SQL. Mittels SPARQL können komplexe Suchabfragen in mehreren (internen und externen) Datenquellen gleichzeitig durchgeführt werden. Die Ergebnisse können nach festgelegten Vorgaben der Anwender gefiltert und sortiert werden und als Liste oder als RDF-Graph ausgegeben werden. SPARQL ist der Nachfolger mehrerer Abfragesprachen (beispielsweise RDF Query Language) und wurde vom W3C im Januar 2008 als empfohlene Standardabfragesprache freigegeben. Für Nutzer ohne tiefere Informatik-Kenntnisse eignet sich die Suche mit SPARQL nicht, da diese weder einfach noch visuell darstellbar ist. In Forschungsprojekten werden erste erfolgversprechende Prototypen für benutzerfreundliche Abfragesprachen entwickelt; so wurden z.B. an der LMU München die Prototypen¹⁰⁸ Xcert (textuelle Abfragesprache) und visXcert (visuelle Abfragesprache) entwickelt.

Beispiel für die Suche nach dem „title“ der Webseite „<http://www.think-innowise.de/>“ mit Hilfe von SPARQL:

```
SELECT ?title
WHERE
{
  <http://www.think-innowise.de/> <http://purl.org/dc/elements/1.1/title> ?title .
}
```

Resultat der Abfrage:

title
Blog der innowise GmbH

¹⁰⁹**OWL - Web Ontology Language** - ist eine Spezifikation des W3C, um Ontologien anhand einer formalen Beschreibungssprache erstellen, publizieren und verteilen zu können. OWL baut auf RDF und RDFS auf. Die Ontologien können als Modell dargestellt werden, wodurch sich auch komplexe und umfangreiche Sachverhalte abbilden lassen. Im Vergleich zu RDF/RDFS bietet OWL komplexere Funktionen zur Erstellung von logischen Konstrukten. Um Ontologien zu erstellen, steht z.B. ein Open Source Editor der Universität Stanford, **Protégé OWL¹¹⁰**, zur Verfügung. Das Konzept von Ontologie Editoren zielt darauf ab, eine Ontologie-Erstellung auch Fachfremden nach einer schnellen Einarbeitung zu ermöglichen.

¹⁰⁷ Vgl. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.

¹⁰⁸ Der Prototyp steht als Download zur Verfügung unter <http://reuseware.sourceforge.net/examples/modularxcerpt.zip>.

¹⁰⁹ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag OWL.

¹¹⁰ Vgl. <http://protege.stanford.edu/>.

Bei OWL existieren drei verschiedene Sprachebenen: OWL Lite, OWL DL und OWL Full. In OWL Lite und OWL DL wurden Einschränkungen definiert, um das Verständnis und die Bearbeitung von Ontologien zu erleichtern und somit die Entwicklung von semantischen Tools zu beschleunigen. Mit Hilfe von Reasonern (programmierte Algorithmen) können in OWL bessere logische Schlussfolgerungen aus RDF-Formaten und OWL-Ontologien geschlossen werden als mit RDFS. In OWL Full nimmt der Reasoner jedoch an, dass etwas existiert, solange es nicht explizit definiert wurde, dass es nicht existiert. Da der Reasoner davon ausgeht, dass das Wissen noch nicht zu der Wissensbasis hinzugefügt besteht die Gefahr, dass der Reasoner keine Ergebnisse liefern kann und Rechenoperationen unendlich lange durchgeführt werden.

RIF - Rule Interchange Format ist ein vom World Wide Web Consortium entwickeltes und empfohlenes Format zum Austausch von Regeln in regelbasierten Systemen im semantischen Web. RIF beschreibt, wie man aus Ontologien logische Schlussfolgerungen ableiten und gewonnene Informationen kombinieren kann.

Digitale Sicherheit - Der Aspekt der digitalen Sicherheit ist auch im semantischen Web von großer Bedeutung. Die Vertrauenswürdigkeit der Informationen wird im „Web of Data“ durch verschiedene kryptographische Verfahren sichergestellt. Um z.B. zu überprüfen, ob die Informationen tatsächlich von einem bestimmten Autor stammen, können RDF-Modelle und Ontologien digital signiert werden. Alternativ kann die Vertrauenswürdigkeit der Informationsquelle explizit durch den Informationsanbieter, z.B. Betreiber eines semantischen Suchdienstes, festgelegt werden. Ontologien können zudem anhand formaler Logik Regeln (RIF) auf Widersprüche geprüft werden, z.B. kann eine Person in einem Netzwerk nicht gleichzeitig Geschäftsführer und Mitarbeiter im Marketing sein.

¹¹¹**UML - Unified Modeling Language** (zu deutsch „Vereinheitlichte Modellierungssprache“), ist eine von der Object Management Group (OMG) entwickelte und standardisierte Sprache für die Modellierung von Software und anderen Systemen. UML ist heute eine der dominierenden Sprachen für die Modellierung von betrieblichen Anwendungs- bzw. Softwaresystemen. Sie ist auch über ISO standardisiert (ISO/IEC 19501). Im Sinne einer Sprache definiert UML dabei Bezeichnungen für die meisten für die Modellierung wichtigen Begriffe und legt mögliche Beziehungen zwischen diesen Begriffen fest. UML definiert weiter graphische Notationen für diese Begriffe und für Modelle von statischen Strukturen und von dynamischen Abläufen, die man mit diesen Begriffen formulieren kann.

¹¹¹ Vgl. <http://www.wikipedia.de>, Eintrag UML.

- Auer, S., Lehman, J., Bizer, C. (2009): Semantische Mashups auf Basis vernetzter Daten, in: Blumauer, A., Pellegrini, T. (Hrsg.), Social Semantic Web, Berlin und Heidelberg.
- Braun, S., u.a. (2007): SOBOLEO: Vom kollaborativen Tagging zur leichtgewichtigen Ontologie, Karlsruhe.
- Gams, E., Mitterdorfer, D.(2009): Semantische Content Management Systeme, in: Blumauer, A., Pellegrini, T. (Hrsg.): Social Semantic Web, Berlin und Heidelberg.
- Hitzler, P. et al. (2008): Semantic Web, Berlin und Heidelberg.
- Internet World Business 02/2009.
- Krötzsch, M., Vrandečić, D. (2009): Semantic Wikipedia, in: Blumauer, A., Pellegrini, T. (Hrsg.), Social Semantic Web, Berlin und Heidelberg.
- Mills, D. (2008): Semantic Wave 2008 Report: Industry Roadmap to Web 3.0 & Multibillion Dollar Market Opportunities”.
- Nelson, R., Winter, S. (1982): An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge/Mass.
- Pellegrini, T. (2009): Grundlagen des Semantic Web, in: t3n, Ausgabe 14/2009.
- Pollock, J. (2009): Semantic web for dummies, Indianapolis, USA.
- Sauerman, L. (2009): Semantic Desktop, in: Blumauer, A., Pellegrini, T. (Hrsg.): Social Semantic Web, Berlin und Heidelberg.
- Schaffert, S., Bry, F. (2009), u.a.: Semantische Wikis, in: Blumauer, A., Pellegrini, T. (Hrsg.): Social Semantic Web, Berlin und Heidelberg.
- Siorpaes, K., Hepp, M. (2007): OntoGame: Towards Overcoming the Incentive Bottleneck in Ontology Building, in Proceedings of the 3rd International IFIP Workshop On Semantic Web & Web Semantics (SWWS '07) co-located with OTM Federated Conferences. Springer LNCS: Vilamoura, Portugal, November 29-30, 2007.

- ABI Research (2006), RFID Market Update.
- Berger, M., Siemens (2008): Intelligent Solutions for Smart Environments – From Consumer to Industrial Applications.
- Berners-Lee, T. (09/1998): Semantic Web Roadmap, URL: <http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>.
- Deci, E. L., Koestner, R., Ryan, R. M. (1999): Meta-analytic review of experiments: Examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation, in: Psychological Bulletin 125(6), S. 627-668.
- Dengler, F. (2009): Kollaborative Prozesserstellung mit Semantic MediaWiki, STI Industrietag 2009, URL: http://sti.fzi.de/Vortraege/STI%20Industrietag_2_FZI_Zacharias.pdf.
- European Commission (2004): State-of-the-art technologies in the Electronics Industry Innovation System, Interim Report for the European Commission in the Framework of ECOLIFE – Thematic Network ECO-efficient LIFE cycle Technologies. From Products to Service Systems, Vienna.
- Nierlich, A. (2009): Semantic Web im praktischen Einsatz, STI Industrietag 2009, URL: http://www.stigermany.de/images/b/b1/STI_Industrietag_7_Ontoprise_Nierlich.pdf.
- Paschke, A. (2009): Interview Corporate Semantic Web also addresses the pragmatic aspects of using Semantic Web technologies; <http://www.Semantic-web.at>.
- Pollock, J. (2008): A Semantic Web Business Case, URL: <http://www.w3.org/2001/sw/sweo/public/BusinessCase/BusinessCase.pdf>.
- Steinberg K. E., Vögel, H. J. (2008): Internet of Things and Automotive, BMW Group, URL: <http://www.the-internet-of-things.org/prg/slides/voegel.pdf>.
- Wahlster, Prof. W. (2008): Semantische Modellierung für das Internet der Dinge und der Dienste, DFKI, URL: http://www.iwi.uni-sb.de/forschung/mobis2008/Keynote_Wahlster_Semantische_Modellierung_fuer_da_s_Internet_der_Dinge_und_Dienste.pdf.

- <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/emailsearch>
- <http://www.alphaworks.ibm.com/topics/Semantics>
- <http://www.bmbf.de/de/9069.php>
- <http://code.google.com/p/swoop/>
- <http://dublincore.org/>
- <http://www.empolis.de/technologie/theseus/empolis-und-theseus/processus.html>
- <http://googleblog.blogspot.com/2009/03/two-new-improvements-to-google-results.html>
- <http://ibm-slrp.sourceforge.net/>
- http://ibm-slrp.sourceforge.net/files/Semantic_Technologies_in_the_stack-ibm-slrp.pdf
- <http://www.ibm.com/developerworks/data/library/techarticle/dm-0804nicola/>
- <http://www-01.ibm.com/software/data/enterprise-search/omnifind-enterprise/>
- <http://jobtweet.de/>
- <http://labs.hakia.com/hakia-lab-onto.html>
- <http://pipes.yahoo.com>
- <http://protege.stanford.edu/>
- <http://reuseware.sourceforge.net/examples/modularxcerpt.zip>
- <http://tagaroo.opencalais.com>
- <http://theseus-programm.de/anwendungsszenarien/processus/default.aspx>
- <http://thinkbase.cs.auckland.ac.nz/>
- <http://visiblepast.net/home/>
- <http://wiki.ontoprise.com/wiki>
- <http://www.deepamehta.de>
- <http://www.dfki.de/web/kompetenz/hcv>
- <http://www.dfki.de/web/forschung/km/kompetenz/forschung/fallbasiertes-schliesen>
- <http://www.evri.com>
- <http://www.freebase.com>
- <http://www.geneontology.org>
- <http://www.imagenotion.com>
- <http://www.kiwi-project.eu>
- <http://www.linkeddata.org>
- <http://www.loomp.org>
- <http://www.ontonym.de>
- <http://www.ontoprise.de>
- <http://www.opencalais.com>
- <http://www.rewerse.org>
- http://www.sap.info/de/experts/research/081008_web-basierte_Dienstleistungsgesellschaft_DE.html
- <http://www.sap.info/de/experts/research.html>
- <http://www.semanti.com>
- <http://www.Semanticdesktop.org>

- <http://www.Semantic-web.at>
- <http://www.swirrl.com>
- <http://www.technologyreview.com/web/22008/page1>
- <http://www.tripit.com>
- <http://www.w3.org/>
- <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- <http://www.wikipedia.org/desktop>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Internet_der_Dinge
- http://de.wikipedia.org/wiki/Machine_to_Machine
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Mashup_\(Internet\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Mashup_(Internet))
- http://de.wikipedia.org/wiki/Master_Data_Management
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Middleware>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikroformat>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Multiagentensystem>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/RDF-Schema>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Software-Agent>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/UML>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language
- <http://www.wikipedia.org/wiki/Xml>
- <http://www.zemanta.com>

Semantische Grundlagen (Semantic foundations):

Projektname	Ende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
METOKIS	31.10.2005	Semantic-based knowledge systems	Methodology and tools infrastructure for the creation of knowledge units	FP6	http://metokis.salzburgresearch.at/index.html
MWEB	31.12.2005	Multimodal interfaces	Multimodal Web Interaction	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&RCN=74607
CONTENT4ALL	30.11.2006	Cross-platform tools for community content publishing	Cross Platform Tools for Community Content Publishing	FP6	http://www.content4all.org/
WS2	31.12.2006	Open development platforms for software and services	Web services and Semantics	FP6	http://www.w3.org/2004/ws2/
SEKT	01.01.2007	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Semantic Knowledge Technologies	FP6	http://www.sekt-project.com/
ASG	28.02.2007	Open development platforms for software and services	Adaptive services grid	FP6	http://asg-platform.org/cgi-bin/twiki/view/public
ATHENA	31.03.2007	Networked business and governments	The Next Generation Grid	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=12&CAT=PROJ&QUERY=01207b4a8c16:2e24:03ce35e4&RCN=72762
INTELIGRID	30.04.2007	Grid based systems for complex problem solving	Interoperability of virtual organisations on complex Semantic grid	FP6	http://inteligrid.eu-project.info/
HUBUSKA	31.07.2007	Semantic-based knowledge systems	Networking Centres of High Quality Research on Knowledge Technologies and Applications	FP6	http://www.ist-world.org/ProjectDetails.aspx?ProjectId=5fd712ba45624687aad742155f0f999c&SourceDatabaseId=7cff9226e582440894200b751bab883f
NEXTGRID	31.08.2007	Grid based systems for complex problem solving	GRID und P2P Architekturen	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=107&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71847
ONTOGRID	31.08.2007	Grid based systems for complex problem solving	OntoGrid: Paving the way for knowledgeable grid services and systems	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=110&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71843
BENTOWEB	30.09.2007	e-inclusion	Benchmarking tools for the Web	FP6	http://bentoweb.org/
ASPIC	30.09.2007	Semantic-based knowledge systems	Argumentation service platform with integrated components	FP6	http://www.argumentation.org/
KNOWLEDGE WEB	31.12.2007	Semantic-based knowledge systems	Realizing the Semantic web	FP6	http://knowledgeweb.Semanticweb.org/
REVERSE	29.02.2008	Semantic-based knowledge systems	Reasoning on the Web with rules and Semantics	FP6	http://reverse.net/
WS-DIAMOND	29.02.2008	FET - Open	Web Services - DIAGNOSABILITY, MONITORING and Diagnosis	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=176&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=75846
PATEXPERT	31.07.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Advanced patent document processing techniques	FP6	http://www.patexpert.org

LUISA	31.08.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Learning content management system using innovative Semantic web services architecture	FP6	http://www.luisa-project.eu
TONES	31.08.2008	FET - Open	Thinking ONtologiES	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=164&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=75945
S-TEN	30.09.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Intelligent Self-describing Technical and Environmental Networks	FP6	http://www.s-ten.eu/
OPENKNOWLEDGE	31.12.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	P2P-FUSION	FP6	http://www.openk.org/
TAO	28.02.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Transitioning applications to ontologies	FP6	http://www.tao-project.eu
SWING	28.02.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Semantic web services interoperability for geospatial decision making	FP6	http://www.swing-project.org
TRIPCOM	31.03.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Triple space communication	FP6	http://www.tripcom.org/
BOOTSTREP	31.03.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Bootstrapping Of Ontologies and Terminologies STRategic REsearch Project	FP6	http://www.bootstrep.eu
P2P-FUSION	31.05.2009	Access to and preservation of cultural and scientific resources	Supporting highly adaptive Network enterprise collaboration through Semantically enabled knowledge services	FP6	http://arki.uiah.fi/p2p-fusion
STASIS	31.08.2009	Software and Services	Software for ambient Semantic interoperable services	FP6	http://www.stasis-project.net/
SOCRADES	31.08.2009	Embedded systems	Service-oriented cross-layer infrastructure for distributed smart embedded systems	FP6	http://www.socrates.eu/Home/default.html
LUNA	03.09.2009	Multimodal interfaces	Spoken language understanding in multilingual communication systems	FP6	http://www.ist-luna.eu/project_description.htm
ROMULUS	31.12.2009	Service and Software Architectures, Infrastructures and Engineering	Domain driven design and mashup oriented development based on open source Java Metaframework for pragmatic, reliable and secure Web Development	FP7	http://www.ict-romulus.eu/home
NEON	28.02.2010	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Lifecycle support for networked ontologies	FP6	http://www.neon-project.org
SHAPE	31.05.2010	Service and Software Architectures, Infrastructures and Engineering	Semantically-enabled heterogeneous service architecture and platforms engineering	FP7	http://www.shape-project.eu/
OKKAM	30.06.2010	Intelligent content and Semantics	Enabling the Web of Entities. A scalable and sustainable solution for systematic and global identifier reuse in decentra-	FP7	http://www.okkam.org/

			lized information environments		
MOMENT	30.06.2010	The network of the future	Monitoring and measurement in the next generation technologies	FP7	http://www.fp7-moment.eu/
SPIKE	31.12.2010	ICT in support of the networked enterprise	Secure process-oriented integrative service infrastructure for networked enterprises	FP7	http://www.spike-project.eu/project/project-summary.html
SYNERGY	31.01.2011	ICT in support of the networked enterprise	Community-based Interoperability utility for SMEs	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=159&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85320
COMMIUS	31.01.2011	ICT in support of the networked enterprise		FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=37&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85234
FAST	28.02.2011	Service and Software Architectures, Infrastructures and Engineering	Fast and advanced storyboard tools	FP7	http://forge.morfeo-project.org/wiki_en/index.php/FAST
PLUGIT	31.08.2011	Intelligent content and Semantics	Business and IT alignment using a model-based plug-in framework	FP7	http://plug-it-project.eu/site/
SERSCIS	30.09.2011	Critical infrastructure protection	Semantically enhanced resilient and secure critical infrastructure services	FP7	http://www.serscis.eu/
LARKC	30.09.2011	Intelligent content and Semantics	Large scale Semantic computing Semantic Web technologies distributed reasoning probabilistic reasoning web- scale inference information retrieval	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=83&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85416
COIN	31.12.2011	ICT in support of the networked enterprise	Collaboration and interoperability for networked enterprises	FP7	http://www.coin-ip.eu/the-project/use-cases
ONTORULE	31.12.2011	Intelligent content and Semantics	Ontologies meet business rules	FP7	http://ontorule-project.eu/
INSEMTIVES	31.03.2012	Intelligent content and Semantics	Incentives for Semantics	FP7	http://www.insemtives.eu/
CONNECT	31.07.2012	ICT forever yours	Emergent connectors for eternal software intensive networked systems	FP7	http://www.ist-connect.eu/

Suchdienste:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
ALVIS	31.12.2006	Semantic-based knowledge systems	Super-peer Semantic search engine	FP6	http://ec.europa.eu/information_society/istevent/2006/cf/exhib-detail.cfm?id=789
REVEAL THIS	30.04.2007	Cross-media content for leisure and entertainment	Retrieval of video and language for the home user in an information society	FP6	http://www.reveal-this.org/
MULTIMATCH	31.10.2008	Access to and preservation of cultural and scientific resources	Multilingual/Multimedia access to cultural heritage	FP6	Project web site: http://www.multimatch.eu/
CLASS	31.12.2008	Cognitive Systems	Cognitive-level annotation using latent statistical structure	FP6	http://class.inrialpes.fr/
DIVAS	31.12.2008	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Direct Video & Audio content search Engine	FP6	http://www.ist-divas.eu/

IMAGINATION	30.04.2009	Access to and preservation of cultural and scientific resources	Image-based navigation in multimedia Archives	FP6	http://www.imagination-project.org/
MEMORIES	31.05.2009	Access to and preservation of cultural and scientific resources	Design of an audio Semantic indexation system allowing information retrieval for the access to archive content	FP6	http://www.memories-project.eu/index.html
VICTORY	30.06.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Audio-Visual Content search and retrieval in a distributed P2P repository	FP6	http://www.victory-eu.org/
SEMEDIA	30.06.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Search Environments for Media	FP6	http://www.semmedia.org
RUSHES	31.07.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Retrieval of multimedia Semantic units for enhanced reusability	FP6	http://www.rushes-project.eu
PHAROS	31.12.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Platform for searching of Audiovisual resources across online spaces	FP6	http://www.pharos-audiovisual-search.eu/
TRIPOD	31.12.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	TRI-Partite multimedia Object description	FP6	http://tripod.shef.ac.uk/index.html
SERVICE-FINDER	31.12.2009	Intelligent content and Semantics	Realizing Web service discovery at Web scale	FP7	http://www.service-finder.eu/
VITALAS	31.12.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	image indexing and retrieval in the large scale	FP6	http://cordis.europa.eu/ist/kct/vitalas-synopsis.htm
VIDI-VIDEO	31.01.2010	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Interactive Semantic video search with a large thesaurus of machine-learned audio-visual concepts	FP6	http://www.vividvideo.info/results/results.html
IMP	30.06.2011	Intelligent content and Semantics	Intelligent metadata-driven processing and distribution of audiovisual media	FP7	http://imp-project.eu/

Multimedia:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
DIRECT-INFO	31.12.2005	Semantic-based knowledge systems	Media monitoring and multimodal analysis for time critical decisions	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=44&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71211
SIMAC	31.03.2006	Semantic-based knowledge systems	Semantic Interaction with Music Audio Contents	FP6	http://www.Semanticaudio.org/
NM2	31.08.2007	New Media for a New Millennium	The Future of Media Production	FP6	http://www.ist-nm2.org/production_tools.html
MUSCLE	29.02.2008	Semantic-based knowledge systems	Multimedia understanding through Semantics, computation and learning	FP6	http://www.muscle-noe.org/
IP-RACINE	31.03.2008	Cross-media content for leisure and entertainment	Integrated Project - Research Area CINE	FP6	http://www.ipracine.org/
K-SPACE	31.12.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Knowledge space of Semantic inference for automatic annotation and retrieval of multimedia content	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=33&CAT=PROJ&QUERY=01207b4a8c16:2e24:03ce35e4&RCN=79376
BOEMIE	28.02.2009	Semantic-based Knowledge and	Bootstrapping ontology evolution	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&AC

		Content Systems	with multimedia information extraction		TION=D&DOC=23&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=79386
MESH	28.02.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Multimedia Semantic syndication for enhanced news services	FP6	http://www.mesh-ip.eu/?page=project
SEMEDIA	30.06.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Search Environments for Media	FP6	http://www.semedia.org
LIVE	30.09.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Live staging of Media Events - LIVE	FP6	http://www.ist-live.org/
JUMAS	31.07.2010	Intelligent content and Semantics	Judicial management by digital libraries Semantics	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP7_PROJ_EN&ACTION=D&DOC=295&CAT=PROJ&QUERY=011aa1a06291.fcc6:49a6e05d&RCN=85783
ANSWER	31.12.2010	Intelligent content and Semantics	Artistic-notation-based software engineering for film, animation and computer games	FP7	http://www.answer-project.org/
LIWA	31.01.2011	Digital libraries and technology-enhanced learning	Living web archives	FP7	http://www.liwa-project.eu/
CASAM	31.03.2011	Intelligent content and Semantics	Computer-aided Semantic annotation of multimedia	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=30&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85475
NOTUBE	31.01.2012	Intelligent content and Semantics	Networks and ontologies for the transformation and unification of broadcasting and the Internet	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=109&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=89494
APIDIS	31.12.2012	Intelligent content and Semantics	Autonomous production of images based on distributed sensing	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=9&CAT=PROJ&QUERY=01207b4a8c16:2e24:03ce35e4&RCN=85433

Mobile Semantik (Semantics in Mobile):

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
MWEB	31.12.2005	Multimodal interfaces	Multimodal Web Interaction	FP6	http://www.w3.org/2004/MWeb/
AKOGRIMO	30.11.2007	Grid based systems for complex problem solving	Access to knowledge through the grid in a mobile world	FP6	http://www.mobilegrids.org/
SIMS	30.06.2008	Mobile and Wireless Systems and Platforms Beyond 3G	Semantic interfaces for mobile services	FP6	http://www.ist-sims.org/
VICTORY	30.06.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Audio-Visual Content search and retrieval in a distributed P2P repository	FP6	http://www.victory-eu.org:8080/victory

Spiele (Gaming):

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
INSCAPE	31.08.2008	Cross-media content for leisure and entertainment	Interactive storytelling for creative people	FP6	http://www.inscapers.com/
VICTORY	30.06.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Audio-Visual Content search and retrieval in a distributed P2P repository	FP6	http://www.victory-eu.org/
ANSWER	31.12.2010	Intelligent content and Semantics	Artistic-notation-based software engineering for film, animation and computer games	FP7	http://www.answer-project.org/
IRIS	31.12.2011	Intelligent content and Semantics	Integrating research in interactive storytelling	FP7	http://www.ai.fh-erfurt.de/start/forschung-praxis/forschungsprojekte/iris.html?Layout=Kontrast

3D:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
AIM@SHAPE	31.12.2007	Semantic-based knowledge systems	Advanced and innovative models and tools for the development of Semantic-based systems for handling, acquiring, and processing knowledge embedded in multidimensional digital objects	FP6	http://www.aimatshape.net/
SEVENPRO	31.10.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	SEVENPRO - Semantic Virtual Engineering Environment for Product Design	FP6	http://www.sevenpro.org/
VICTORY	30.06.2009	Advanced search technologies for digital audio-visual content	Audio-Visual Content search and retrieval in a distributed P2P repository	FP6	http://www.victory-eu.org/
FOCUS K 3D	28.02.2010	Intelligent content and Semantics	3D media content in consolidate and emerging application communities	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=188&CAT=PROJ&QUERY=0120c7a76a08:4c21:44db9857&RCN=85379
I3DPOST	31.12.2010	Intelligent content and Semantics	Intelligent 3D content extraction and manipulation for film and games	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=61&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85264

Internet der Dinge:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
COVER	28.02.2009	eSafety Co-operative Systems for Road Transport	Semantic-driven cooperative vehicle infrastructure systems for advanced e-safety applications	FP6	http://www.ist-cover.org
AMI-4-SME	30.09.2008	Integrating Technologies for the Fast and Flexible Manufacturing Enterprise	Revolution in Industrial Environment: Ambient Intelligence Technology for Systemic Innovation in Manufacturing SMEs	FP6	http://ami4sme.org/
CATER	31.08.2009	ICT for Networked Businesses	Computerized Automotive Technology Reconfiguration System for mass customization	FP6	http://www.cater-ist.org/
SPEEDS	30.04.2010	Embedded systems	Speculative and exploratory design in systems engineering	FP6	http://www.speeds.eu.com/
SOPRANO	30.04.2010	Ambient Assisted Living (AAL) in the Ageing Society	Service Oriented Programmable smart environments for older Europeans	FP6	http://www.soprano-ip.org/
ROBOTS@HOME	30.04.2010	Advanced Robotics	An open platform for home robotics	FP6	http://robots-at-home.acin.tuwien.ac.at/
PERSONA	30.06.2010	Ambient Assisted Living (AAL) in the Ageing Society	Perceptive spaces promoting independent aging	FP6	http://www.aal-persona.org/
ISURF	31.07.2010	ICT in support of the networked enterprise	An interoperability service utility for collaborative supply chain planning across multiple domains supported by RFID devices	FP7	http://www.srdc.com.tr/isurf/index.php?option=com_content&task=view&id=32
EURIDICE	31.12.2010	ICT for Intelligent Vehicles and Mobility Services		FP7	http://www.euridice-project.eu/
SM4ALL	31.08.2011	Network embedded and control systems	Smart homes for all; an embedded middleware platform for pervasive and immersive environments for-all	FP7	http://www.sm4all-project.eu/
SMARTPRODUCTS	31.01.2012	Intelligent content and Semantics	Proactive knowledge for smart products	FP7	http://www.smartproducts-project.eu/
PRONTO	29.02.2012	Intelligent content and Semantics	Event recognition for intelligent resource management	FP7	Noch keine Info

HMI und Agenten:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
IM@GINE IT	30.06.2006	eSafety of road and air transports	Intelligent mobility agents, integration interoperable multimodal, location based services	FP6	http://www.imagineit-eu.com/
INFRAWEBBS	16.02.2007	Open development platforms for software and services	Framework for Development Platforms for Semantic Web Technologies, Distributed Decision Support Units and Multi-Agent	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=69&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71862
CASCOM	31.08.2007	Applications and services for the mobile user and worker	Context-Aware Business Application Service Coordination in Mobile Computing Environments	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=32&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71857
ABILITIES	31.01.2008	Strengthening the Integration of the ICT research effort in an Enlarged Europe	Application bus for Interoperability in enlarged Europe SMEs	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=2&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=79358
CONNECT	31.05.2008	Towards a global dependability and security framework	Semantic-enabled context-sensitive privacy technologies for ambient intelligence applications	FP6	http://www.connect-project.net/
SAPHIRE	30.06.2008	Strengthening the Integration of the ICT research effort in an Enlarged Europe	Intelligent healthcare monitoring based on a Semantic interoperability platform	FP6	http://www.saphir-project.eu/
AMI-4-SME	01.09.2008	Integrating Technologies for the Fast and Flexible Manufacturing Enterprise	Revolution in Industrial Environment: Ambient Intelligence Technology for Systemic Innovation in Manufacturing SMEs	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=11&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=74954
ASK-IT	30.09.2008	e-inclusion	Ambient intelligence system of agents for knowledge-based and integrated services for mobility impaired users	FP6	http://www.ask-it.org/
TOWL	30.09.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Time-determined ontology based information system for real time stock	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=165&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=79374
NEPOMUK	31.12.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Networked environment for personal ontology-based management of unified knowledge	FP6	http://www.l3s.de/web/page54g.do?rcond15g.att2=16
CASCADAS	31.12.2008	FET Proactive Initiatives	Componentware for auto-	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&AC

			nomic, situation-aware communications and dynamically adaptable services		TION=D&DOC=31&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=80644
EYE-TO-IT	31.12.2008	FET - Open	Development of human-computer monitoring and feedback systems for the purposes of studying cognition and translation	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=54&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=86408
TRENDS	31.12.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Trends research enabler for design specifications	FP6	http://www.trendsproject.org/
ARGUGRID	31.05.2009	Advanced Grid Technologies, Systems and Services	Argumentation as a foundation for the Semantic grid	FP6	http://www.argugrid.eu/
SUDDEN	31.08.2009	ICT for Networked Businesses	SMEs undertaking design of dynamic Ecosystem Networks	FP6	http://www.sudden.org.uk/
SALERO	31.12.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Semantic audio-visual entertainment reusable objects	FP6	http://www.salero.info/
SERVICE WEB 3.0	31.12.2009	Service and Software Architectures, Infrastructures and Engineering	Service Web 3.0	FP7	http://www.serviceweb30.eu/cms/
SERVFACE	31.07.2010	Service and Software Architectures, Infrastructures and Engineering	Service annotations for user interface composition	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=60&CAT=PROJ&QUERY=01207b4a8c16:2e24:03ce35e4&RCN=85557
SAFIR	01.09.2010	Networked business and governments	Speech Automatic Friendly Interface Research 2 any devices and transactions	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=129&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71398
MY-E-DIRECTOR 2012	28.02.2011	Networked media	Real-time context-aware and personalized media streaming environments for large scale broadcasting applications	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=102&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85728
PUPPYIR	31.03.2012	Intelligent content and Semantics	An open source environment to construct information services for children	FP7	http://hmi.ewi.utwente.nl/project/PuppyIR

Wissenssysteme Unternehmen:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
KB20	31.12.2006	Semantic-based knowledge systems	The European knowledge space	FP6	http://www.knowledgeboard.com/index.html

DIP	31.12.2006	Semantic-based knowledge systems	Data, Information, and Process Integration with Semantic Web Services	FP6	http://dip.Semanticweb.org/
K-WF GRID	10.02.2007	Grid based systems for complex problem solving	Knowledge-based Workflow System for Grid Applications	FP6	http://www.kwfgrid.eu/
WALKONWEB	31.03.2007	Cross-media content for leisure and entertainment	Interactive roadmap for long distance rambling	FP6	http://www.walkonweb.org/
TWO KNOWLEDGE VIKEF	31.05.2007	Semantic-based knowledge systems	Virtual information and knowledge environment Framework	FP6	http://www.vikef.net/
EU-DOMAIN	31.12.2007	Applications and services for the mobile user and worker	Organizational mobility using ambient intelligence service networks	FP6	http://www.eu-domain.eu.com/pn/index.php
ACEMEDIA	30.06.2008	Semantic-based knowledge systems	Integrating knowledge, Semantics and content for user-centred intelligent media services	FP6	http://www.acemedia.org/acemedia/
FUSION	30.08.2008	Strengthening the Integration of the ICT research effort in an Enlarged Europe	Business process FUSION based on Semantically-enabled service-oriented business applications	FP6	http://www.fusionweb.org/fusion/
INAMI	31.08.2008	Integrating Technologies for the Fast and Flexible Manufacturing Enterprise	Innovative ambient intelligence based services to support life-cycle management of flexible assembly and manufacturing systems	FP6	http://www.uninova.pt/inami/
SWOP	31.08.2008	Integrating Technologies for the Fast and Flexible Manufacturing Enterprise	Semantic Web-based Open engineering Platform	FP6	http://www.swop-project.eu/
MEDIACAMPAIGN	30.09.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Discovering, inter-relating and navigating cross-media campaign knowledge	FP6	http://cordis.europa.eu/ist/kct/mediacampaign_synopsis.htm
SEVENPRO	31.10.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Semantic Virtual Engineering Environment for Product Design	FP6	http://www.sevenpro.org
CARETAKER	31.12.2008	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Content analysis and retrieval technologies to apply knowledge extraction to massive recording	FP6	http://www.ist-caretaker.org

E-NVISION	28.02.2009	Strengthening the Integration of the ICT research effort in an Enlarged Europe	A new vision for the participation of European SMEs in the future e-Business scenario	FP6	http://www.e-nvision.org
TEAM	31.03.2009	Software and Services	Tightening knowledge sharing in distributed software communities by applying Semantic technologies	FP6	http://www.team-project.eu/
ASISKNOWN	31.03.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	A Semantic-based knowledge flow system for the European home textiles industry	FP6	http://www.asisknown.org/
SUPER	31.03.2009	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Semantics Utilised for Process management within and between Enterprises	FP6	http://www.ip-super.org
GREDIA	30.04.2009	Advanced Grid Technologies, Systems and Services	Grid enabled access to rich mEDIA content	FP6	http://www.gredia.eu
ECOSPACE	30.06.2009	Collaborative Working Environments	eProfessional Collaboration Space	FP6	http://www.ip-ecospace.org
IMPORTNET	31.08.2009	ICT for Networked Businesses	Intelligent modular open source Platform for intercultural and cross-domain SME Networks	FP6	http://www.importnet-project.org
BREIN	28.02.2010	Advanced Grid Technologies, Systems and Services	Business objective driven reliable and intelligent Grids for real Business	FP6	http://www.gridsforsbusiness.eu
X_MEDIA	31.03.2010	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Knowledge sharing and reuse across Media	FP6	http://www.x-media-project.org
MUSING	30.04.2010	Semantic-based Knowledge and Content Systems	Multi-Industry, Semantic-based Next Generation Business INtelliGence	FP6	http://musing.metaware.it
VALUE-IT	28.02.2011	Intelligent content and Semantics	Adding value to RTD: Accelerating take-up of Semantic technologies for the enterprise	FP7	http://www.value-it.eu/web/guest/home
KIWI	28.02.2011	Intelligent content and Semantics	Knowledge in a Wiki	FP7	http://www.kiwi-project.eu/
KYOTO	28.02.2011	Intelligent content and Semantics	Knowledge yielding ontologies for transition-based organization	FP7	http://www.kyoto-project.eu/

ACTIVE	31.03.2011	Intelligent content and Semantics	ACTIVE: Enabling the knowledge powered enterprise	FP7	http://www.active-project.eu/
E-LICO	31.01.2012	Intelligent content and Semantics	e-Laboratory for interdisciplinary collaborative research in data mining and data-intensive sciences	FP7	http://www.e-lico.eu/
MATURE	31.03.2012	Digital libraries and technology-enhanced learning	Continuous social learning in knowledge networks	FP7	http://www.mature-project.eu/
WEKNOWIT	31.12.2012	Intelligent content and Semantics	Emerging, collective intelligence for personal, organizational and social use	FP7	http://www.weknowit.eu/
IKS	31.12.2012	Intelligent content and Semantics	Interactive knowledge stack for small to medium CMS/KMS providers	FP7	http://www.iks-project.eu/

Wissenssysteme Forschung:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	Titel	FP	Projektseite
DAISY	14.09.2005	Bio-inspired Intelligent Information Systems	Neocortical Daisy Architectures and Graphical Models for context-dependent Processing	FP6	http://daisy.ini.unizh.ch/index.php?id=24
ARTEMIS	30.06.2006	eHealth	A Semantic web service-based P2P Infrastructure for the interoperability of medical information systems	FP6	https://www.artemis-association.org/
PALLIANET	30.06.2006	eHealth	Decision support and knowledge driven collaborative practices in Palliative care	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=47&CAT=PROJ&QUERY=01207b4a8c16:2e24:03ce35e4&RCN=71150
CARE-PATHS	28.02.2007	eHealth	Support environment to improve the quality of decision processes in health communities	FP6	http://www.carepaths.eupm.net/my_spip/index.php
NOESIS	31.03.2007	eHealth	Platform for wide scale integration and visual representation of medical intelligence	FP6	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=108&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=71143
BRICKS	30.06.2007	Technology-enhanced learning and access to cultural heritage	Building Resources for Integrated Cultural Knowledge Services	FP6	http://www.brickscommunity.org/

SEMANTICMINING	30.06.2007	eHealth	Semantic Interoperability and Data Mining in Biomedicine	FP6	http://www.ehealthnews.eu/content/view/898/66/
RIDE	31.12.2007	Integrated biomedical information for better health	A roadmap for interoperability of eHealth systems in support of COM 356 with special emphasis on Semantic interoperability	FP6	http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/projects/ride/modules.php?name=Participants&part_op=p2
SEMANTICHEALTH	30.06.2008	Integrated biomedical information for better health	Sharing knowledge in e-Health Information Systems - a Semantic interoperability RTD roadmap	FP6	http://www.Semantichhealth.org/
NEUROWEB	31.07.2008	Integrated biomedical information for better health	NEUROWEB: Integration and sharing of information and knowledge in neurology and neurosciences	FP6	http://nuke.neurowebkc.eu/
RIGHT	30.09.2008	Strengthening the Integration of the ICT research effort in an Enlarged Europe	Reducing diagnosis and treatment risks by leveraging knowledge and practices of health care professionals	FP6	
ASSIST	31.12.2008	Integrated biomedical information for better health	Association studies assisted by inference and Semantic technologies	FP6	http://assist.iti.gr
REACT	28.02.2009	ICT for Environmental Risk Management	Reaction to Emergency Alerts using voice and Clustering Technologies	FP6	http://www.react-ist.net/wordpress/
SEALIFE	31.03.2009	Integrated biomedical information for better health	A Semantic grid browser for the life sciences applied to the study of infectious diseases	FP6	http://www.biotec.tu-dresden.de/sealife/
@NEURIST	31.12.2009	Integrated biomedical information for better health	Integrated biomedical informatics for the management of cerebral aneurysms	FP6	http://spie.org/x14755.xml?ArticleID=x14755
ACGT	31.01.2010	Integrated biomedical information for better health	Advancing Clinico-genomic trials on cancer: Open Grid services for improving medical knowledge discovery	FP6	http://www.eu-acgt.org/
SMARTMUSEUM	28.02.2010	Intelligent content and Semantics	Cultural heritage knowledge exchange platform	FP7	http://smartmuseum.eu/

PAPYRUS	31.08.2010	Digital libraries and technology-enhanced learning	Cultural and historical digital libraries dynamically mined from news archives	FP7	http://www.ict-papyrus.eu/default.aspx?page=home
EPILEPSIAE	31.12.2010	Advanced ICT for risk assessment and patient safety	Evolving platform for improving living expectation of patients suffering from Ictal events	FP7	http://www.epilepsiae.eu/
KP-LAB	31.01.2011	Technology-enhanced Learning	Developing knowledge practices - laboratory	FP6	http://www.kp-lab.org/
PSIP	30.04.2011	Advanced ICT for risk assessment and patient safety	Patient safety through intelligent procedures in medication	FP7	http://www.psip-project.eu/psip/index.php
CALBC	30.06.2011	Intelligent content and Semantics	Collaborative annotation of a large biomedical corpus	FP7	http://cordis.europa.eu/fp7/ict/content-knowledge/projects_en.html
ALERT	31.07.2011	Advanced ICT for risk assessment and patient safety	Early detection of adverse drug events by integrative mining of clinical records and biomedical knowledge	FP7	http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT&ACTION=D&DOC=9&CAT=PROJ&QUERY=01207b4d6882:a116:68d84a40&RCN=85424

Deutsche Leuchtturmprojekte:

Projektname	Projektende	Forschungsthema	FP	Projektseite
SmartWeb	01.06.2007	Mit dem mobilen, intuitiven Zugriff auf das Semantische Web steht die Leitinnovation SmartWeb für die Integration der Ansätze des Leitprojektes (1. Die Generierung und Analyse semantisch annotierter Webseiten, 2. Ein ubiquitärer und intuitiver Zugang zum Semantische Netz für den Nutzer & 3. Fragebeantwortung im offenen Themenbereich) in der Mensch-Technik-Interaktion SmartKom (insbesondere SmartKom-Mobile) und der Expertise des Kompetenzzentrums Semantisches Web.	BMBF	http://www.smartweb-projekt.de/start_de.html
GNEWSIS	01.01.2009	gnowsis.com vernetzt die bestehende Information eines Arbeitsplatzes und stellt sie in einem einheitlichen, übergreifenden persönlichem Informationsmodell dem Benutzer zur Verfügung. E-Mails, Dateien, und Web-Seiten können so einfacher und schneller wiedergefunden werden.	NEPOMUK	http://www.gnowsis.com
Emotions-Radar (Fraunhofer IAIS) mit Integration von 3D Technologien	01.01.2010	Online-EmotionsRadar basiert auf Ansätzen der automatischen Text-Analyse mit maschinellen Lernverfahren, die mit neuesten marktforscherischen Auswertungskonzepten gekoppelt wurden.	Theseus	http://www.heise.de/newsticker/Wie-das-Internet-der-Dinge-aussieht--/meldung/133942
Frühwarn- und Intrusion Detection System (FIDES)	31.08.2011	Auswertung von Sensordaten klassischer Intrusion-Detection-Systeme (IDS) mit den Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI)	BMBF	http://www.informatik.uni-bremen.de/~sohr/FIDES/index_d.htm

Digitales Produktgedächtnis	01.01.2020	Die Forschungs- und Entwicklungsinitiative soll die nächste Generation von mobilen, eingebetteten und funkbasierten Elementen für die semantische Internetkommunikation zwischen Alltagsobjekten untersuchen.	BMBF-Förderprogramm IKT 2020	http://www.semprom.org/
Theseus	31.12.2012	Semantische Technologien, die bei Inhalten (Wörter, Bilder, Töne) die inhaltliche Bedeutung der Informationen erkennen und einordnen können. Mit diesen Technologien können Computerprogramme intelligent nachvollziehen, in welchem Kontext Daten abgespeichert wurden. Darüber hinaus können Computer aus den Inhalten logische Schlüsse ziehen und selbständig Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Informationen aus mehreren Quellen erkennen und herstellen.	Theseus	http://theseus-programm.de