

**Vergleich von Ansätzen zur Nachrichtenvermittlung im
Internet und Implementierung eines Systems in RDF**

Kathrin Dentler

2006



FernUniversität in Hagen

Lehrgebiet Praktische Informatik VIII
Wissensbasierte Systeme

Bachelorarbeit

Vergleich von Ansätzen zur Nachrichtenvermittlung im Internet und Implementierung eines Systems in RDF

Verfasst von
Kathrin Dentler

Erster Prüfer
Prof. Dr. Christoph Beierle

Zweiter Prüfer
Prof. Dr. Stephan Lukosch

2006

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	GLOBAL BRAIN	3
2.1	Das Gehirn	3
2.2	Die Vernetzung mehrerer Gehirne	5
3	OLI-IT	7
3.1	Kreislauf	7
3.1.1	Elemente	7
3.2	Wortraum	8
3.3	Vermittlungslogik	9
3.3.1	Markierung	9
3.3.2	Werte	10
3.3.3	Abgleich	11
3.4	Realisierung	12
3.5	Beurteilung	12
3.5.1	Nachteile	13
3.5.2	Vorteile	14
4	ANSÄTZE ZUR NACHRICHTENVERMITTLUNG IM INTERNET	15
4.1	Beschreibung der Ansätze	15
4.1.1	E-Mail	15
4.1.2	Mailinglists	16
4.1.3	Usenet	16
4.1.4	Chat	18
4.1.5	Marktplätze	19
4.1.6	Webforen	19
4.1.7	Wikis	24
4.1.8	Weblogs	26
4.1.9	CSCW	26
4.2	Vergleich der Ansätze	28
4.2.1	Gemeinsamkeiten	28
4.2.2	Unterschiede	29
5	SEMANTIC WEB	39
5.1	Vision	39
5.2	Extensible Markup Language	41
5.2.1	Sprache	42
5.2.2	Struktur	42
5.2.3	Namespaces	43
5.3	Resource Description Framework	43

5.3.1	Datenmodell	43
5.3.2	RDF/XML	45
5.3.3	RDF Schema	46
5.3.4	Semantik	49
5.3.5	SPARQL Query Language	51
5.4	Web Ontology Language	52
5.4.1	Taxonomien	52
5.4.2	Tagging	53
5.4.3	Ontologien	53
5.4.4	OWL Vokabular	54
5.4.5	Untersprachen von OWL	57
5.5	Logik, Regeln und Beweise	57
5.6	Vertrauen	59
6	RDF IMPLEMENTIERUNG VON OLI-IT	61
6.1	RDF Schema	61
6.2	RDF	63
6.3	Web Services	65
6.4	Anwendungen	66
6.4.1	UniSonus	67
6.4.2	OLIClient	67
	Google Answers	i
	Literaturverzeichnis	ii
	Glossar	iii
	Index	v
	Abbildungsverzeichnis	vi
	Erklärung	vii

1 Einleitung

Das Internet und insbesondere das World Wide Web haben in den letzten Jahrzehnten die Art und Weise, wie Menschen kommunizieren, zusammen arbeiten und Informationen austauschen, revolutioniert. Viele Visionen der Zusammenarbeit im Web beinhalten die Vorstellung, dass Menschen durch das Web ähnlich wie die Zellen in einem Gehirn miteinander vernetzt sind. In dieser Arbeit wird der Begriff des Globalen Gehirns wörtlich aufgefasst und es wird ein Konzept der Nachrichtenvermittlung im Web entwickelt, das analog zu den Funktionsweisen eines einzelnen Gehirns aufgebaut ist. Diese werden auf ein Globales Gehirn übertragen, in dem der einzelne Mensch wie ein Neuron im Gehirn in ein intelligentes Gesamtsystem eingebunden ist.

OLI-it basiert auf diesem Konzept des Globalen Gehirns und bietet eine Möglichkeit der gezielten Nachrichtenvermittlung zwischen Menschen. Nachrichten werden von ihrem Urheber in einem hierarchisch strukturierten Wortraum markiert. Dabei beschreibt der Urheber sich, den Inhalt der Nachricht und die Eigenschaften der gewünschten Empfänger. Auf der Suche nach Nachrichten werden Filterprofile erstellt, die mit komplementären Markierungen versehen sind. Durch den Abgleich beider Markierungen lässt sich eine hohe Trefferqualität erreichen.

Tim Berners-Lee, der Erfinder des World Wide Web, hat eine Vision für dessen Zukunft [BF00]. Der erste Teil dieser Vision beinhaltet verbesserte Möglichkeiten der Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Menschen, damit diese ihre Ideen und ihr Wissen ähnlich intuitiv wie in der realen Welt auch im Web austauschen können. Im zweiten Teil seiner Vision erweitert sich die Zusammenarbeit auf Rechner, die durch das Semantic Web dazu in der Lage sein werden, Daten im Web zu verarbeiten und ohne Bedeutungsverlust untereinander auszutauschen. Dadurch bringen Rechner in Zukunft ihre Kapazitäten besser ein und nehmen den Menschen Arbeit ab, so dass sich diese auf das konzentrieren können, was Rechner (noch) nicht leisten: mit Kreativität, Intuition und Inspiration fruchtbar zusammen zu arbeiten und Neues zu schaffen.

Analog zu dieser Vision werden zunächst die meistgenutzten Ansätze und Anwendungen für die Nachrichtenvermittlung im Internet beschrieben und anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften miteinander verglichen. Eine besondere Stellung nimmt die rechnerunterstützte kooperative Arbeit (CSCW) ein, da ihre Ziele nicht nur die Kommunikation, sondern auch die Koordination und insbesondere die Kooperation sind. Um die Zusammenarbeit zwischen Menschen zu ermöglichen und zu erleichtern, werden mehrere der vorgestellten Ansätze sowohl miteinander als auch mit weiterführenden Konzepten kombiniert.

In dem nächsten Kapitel wird das Semantic Web mit seinen einzelnen Technologien behandelt. Diese bereichern das World Wide Web mit neuem Potential, indem sie die Möglichkeit bieten, Daten zur Verfügung zu stellen, deren Semantik sich von unabhängigen Programmen verarbeiten lässt.

Das Semantic Web und OLI-it werden zusammengeführt, indem einige Technologien des Semantic Web für OLI-it genutzt werden. Die Elemente von OLI-it und ihre Beziehungen werden mit RDF Schema beschrieben. Anhand dieses Schemas werden die Datensätze von OLI-it als RDF Dokumente ausgegeben. Für den Datenaustausch mit anderen Programmen und den Abgleich zwischen Markierungen wurden Web Services implementiert. Das erzielte Ergebnis ist die Dezentralisierung von OLI-it durch die Möglichkeit, eigenständige Programme zu entwickeln, mit denen Datensätze dezentral erstellt und verteilt gehalten werden können. Zuletzt werden eine Webanwendung und ein Clientprogramm als prototypische Implementierungen vorgestellt, um diese Vorteile zu demonstrieren.

2 Global Brain

I've heard it suggested that the next revolution is the formation of a kind of global mind that results from enough people and enough interconnectedness.
Bruce Eckel

Ein Mensch interagiert von Geburt an mit seiner Umwelt. Er lernt die Bedeutung von Wörtern und bildet daraus erste Dreiwortsätze. Damit eröffnet sich die Möglichkeit des inhaltlichen Austauschs mit anderen Menschen. Ein Kind lernt Lesen und Schreiben, also die Techniken, die es erlauben, Inhalte über Raum und Zeit zu bewahren und zu übertragen. Es lernt, mit abstrakten Konzepten und Zusammenhängen umzugehen und dadurch, über sich selbst und sein Umfeld zu reflektieren. Durch den Gebrauch all dieser Fähigkeiten bilden sich im Laufe der Entwicklung Muster im Gehirn, die man als Wissen bezeichnen kann.

Menschen kennen in ihrem persönlichen Umfeld für unterschiedliche Themengebiete verschiedene Ansprechpartner. Im Internet können sie sich darüber hinaus auch an Unbekannte richten. Der Anreiz besteht darin, passende Menschen zusammenzubringen. Im Folgenden werden verschiedene Funktionsweisen eines einzelnen Gehirns auf ein Globales Gehirn übertragen, in dem der einzelne Mensch wie eine Zelle im Gehirn in ein intelligentes System eingebunden ist. Das Ziel ist die Kommunikation zwischen passenden Partnern durch strukturierte Verknüpfungen.

2.1 Das Gehirn

Lebewesen nehmen mit ihren Sinnen Informationen auf, verarbeiten diese und reagieren. Solche Reiz-Reaktions-Ketten sind essentiell für Selbst- und Arterhalt. Sinneszellen übersetzen einen empfangenen Reiz in eine Erregung, die von Neuronen weitergeleitet und verarbeitet wird. Muskel- oder Drüsenzellen sind die reagierenden Organe.

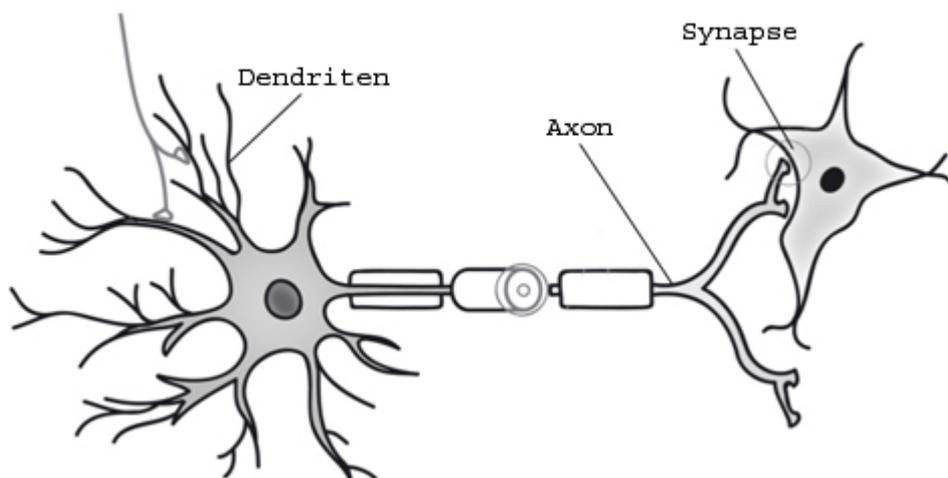


Abbildung 1: Verbindung zweier Neuronen¹

¹ Bildquelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Nervenzelle.png>

Neuronen sind für die Weiterleitung und Verarbeitung von Reizen zuständig. Sie empfangen Signale von Sinneszellen oder anderen Neuronen und leiten diese über ihr Axon weiter. Durch die Ausschüttung von Botenstoffen werden Signale an nachgeschaltete Zellen gesendet.

Neuronen sind elektrisch erregbar. Sind sie nicht erregt, befinden sie sich im Ruhepotential. Hier besteht ein Ladungsunterschied zwischen Zellinnerem und -äußerem. Wird ein ruhendes Neuron gereizt, verringert sich dieser Ladungsunterschied. Falls dabei ein Schwellwert überschritten wird, folgt darauf eine kurze Umpolung, ein Aktionspotential. Dieses wird über das Axon weitergeleitet, um nachgeschaltete Zellen zu informieren.

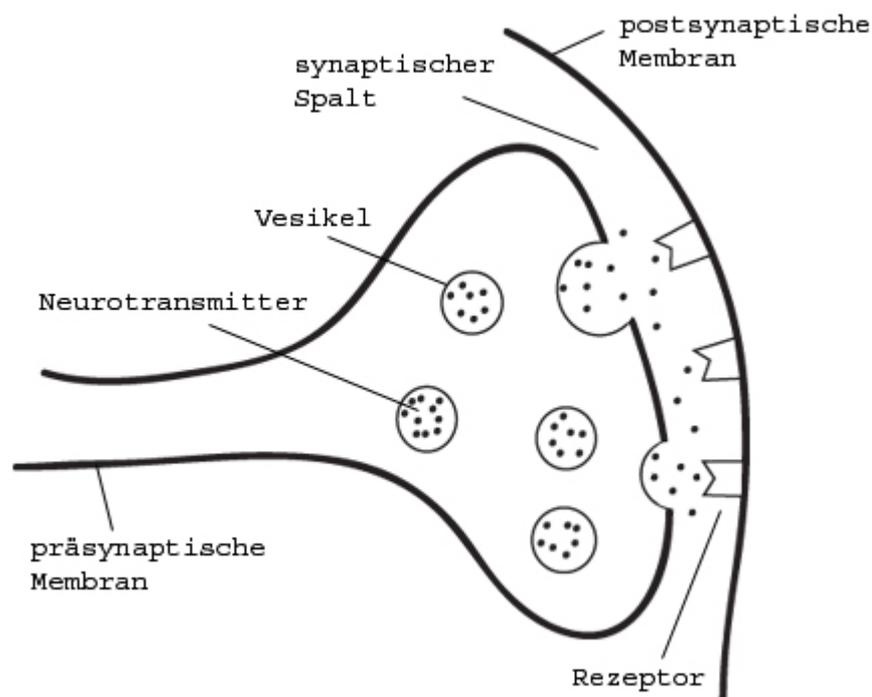


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Synapse

Die Schalt- und Verbindungsstellen zwischen Neuronen heißen Synapsen und dienen der Erregungsübertragung und Informationsverarbeitung. Zwischen dem axonalen Endknöpfchen und der Membran der benachbarten Zelle befindet sich ein schmaler Zwischenraum, der synaptische Spalt, den Aktionspotentiale nicht direkt überspringen können.

Die Erregungsübertragung erfolgt über chemische Botenstoffe, die Neurotransmitter genannt werden und in den synaptischen Vesikeln gespeichert sind. Ein am Endknöpfchen ankommendes Aktionspotential veranlasst das Verschmelzen der Vesikel mit der Zellmembran, so dass die Transmitter in den synaptischen Spalt diffundieren und die Rezeptoren der postsynaptischen Membran erreichen, an die sie sich binden. Erst eine gewisse Frequenz von Aktionspotentialen in der Präsynapse und damit die Ausschüttung von genügend Transmitterstoffen löst in der Postsynapse ein Aktionspotential aus. Es gibt auch hemmende Synapsen,

die die Auslösung eines Aktionspotentials erschweren. Im Gehirn senden oft mehrere Tausend Neuronen ihre Signale zu einem nachgeschalteten Neuron, das entsprechend der Gesamtsumme dieser Signale reagiert.

Das Gehirn ist ein riesiges Netzwerk aus Neuronen. Beispiele für einfache Schaltungen sind Reihen, Ringe, Divergenz und Konvergenz. Die Leistungsfähigkeit von Synapsen und Schaltungen wird durch häufige Nutzung gesteigert, da jedes Feuern (jede Erregungsübertragung) die betroffene Synapse festigt. Solche langfristigen Veränderungen am Neuronennetz scheinen die Basis des Langzeitgedächtnisses zu sein.

In der Großhirnrinde sind sensorische Felder für die Wahrnehmung, motorische Felder für die Steuerung von Bewegungen und wenig erforschte assoziative Felder zu erkennen.

Die Funktionsprinzipien des menschlichen Gehirns bieten dem Forschungsgebiet der Künstlichen Intelligenz eine Vorlage, um intelligentes Verhalten zu erzielen. Durch die Zusammenschaltung mehrerer neuronaler Einheiten entstehen neuronale Netze. Diese dienen der Mustererkennung und sollen durch wenige ausgewählte Eingabemuster lernen, eine beliebige Eingabe in das gewünschte Ausgabemuster zu überführen. Neuronale Einheiten werden mit gewichteten Eingängen modelliert, die sich zusammen zum Nettoinput summieren, der über eine Schwellwertfunktion zu einem Ausgabewert umgewandelt wird. Neuronale Netze unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Neuronenfunktion, Topologie (Struktur der Verbindungen) und der Veränderung der Gewichte zwischen den Neuronen, die durch Lernregeln gesteuert wird. Die einfachste Lernregel ist die Hebb'sche Regel, die die Tatsache beschreibt, dass die Änderung der Verbindungsstärke zwischen den sendenden und einem empfangenden Neuron von dem Input der sendenden Neuronen und der Aktivierung des empfangenden Neurons abhängt.

2.2 Die Vernetzung mehrerer Gehirne

We are forming cells within a global brain and we are excited that we might start to think collectively. What becomes of us still hangs crucially on how we think individually.²

Im Gegensatz zu neuronalen Netzen besteht das Global Brain aus Menschen, die durch den Austausch von Nachrichten individuell miteinander verbunden sind. Das Global Brain soll es Menschen ermöglichen, Nachrichten an Unbekannte zu versenden, die sich anhand ihrer gewünschten Eigenschaften und der Themen, für die sie sich interessieren, charakterisieren lassen. Damit entsteht ein Modell für die Kommunikation im Web.

Analoge Reize, die wir im wirklichen Leben erfahren, müssen in eine digitale Repräsentation transformiert werden. Dabei lassen sich alle multimedialen Formate wie Bild, Text, Ton und Video verwenden, die trotz ihrer Reduktion auf visuelle und akustische Signale "wirkliche Gefühle" vermitteln und Reaktionen auslösen können.

2 Realising the Full Potential of the Web: <http://www.w3.org/1998/02/Potential.html>

Es gibt verschiedene Motivationen, eine Nachricht zu verfassen, wie zum Beispiel eine Frage zu stellen oder ein Inserat aufzugeben. Nachrichten sind mit Zeit- und Kostenkoeffizienten verbunden. Die Gültigkeitsdauer einer Nachricht kann schnell ablaufen oder lange anhalten. Der Wert einer Nachricht kann positiv oder negativ sein. Entweder, der Urheber bezahlt dafür, dass jemand seine Nachricht wahrnimmt und beantwortet, wie bei der Werbung, oder der Empfänger bezahlt dafür, die Nachricht lesen zu dürfen, wie es zum Beispiel bei redaktionellen Inhalten der Fall ist. Der Empfänger selektiert eingehende Nachrichten, interpretiert sie und kann sie verwerfen oder beantworten.

Um Nachrichten beschreiben, adressieren und vermitteln zu können, ist eine semantische Abstraktion nötig. Die Beschreibung einer Nachricht umfasst mehrere Merkmale. Ob eine Nachricht vermittelt wird, hängt von der Gesamtheit der ausgewählten Merkmale sowohl auf der sendenden als auch auf der empfangsbereiten Seite ab.

Nachrichten sollen abhängig von ihrem Inhalt entweder sehr gezielt an passende Stellen übermittelt oder an einen weiten Empfängerkreis verteilt werden. Auf der anderen Seite muss es jedem Empfänger möglich sein, für sich passende Nachrichten herauszufiltern. Dies entspricht den Funktionsmechanismen von Synapsen und Dendriten.

So wie die Vermittlung von Signalen im Gehirn über die Synapsen durch chemische Neurotransmitter und Rezeptoren erfolgt, benötigt die globale Nachrichtenvermittlung einen Steuermechanismus für jedes einzelne Merkmal. Eine Möglichkeit, solche Mechanismen zu realisieren, bietet OLI-it. Auf der sendenden und empfangsbereiten Seite werden für jedes ausgewählte Merkmal Regeln verwendet. Dadurch ist es beispielsweise möglich, festzulegen, dass ein bestimmtes Merkmal sehr wichtig ist und dass die andere Seite es deshalb auch ausgewählt haben muss.

3 OLI-it

OLI-it ist eine Idee von Frederic Luchting aus dem Jahr 1994. Es handelt sich um eine Kommunikationsinfrastruktur, die es ermöglicht, Nachrichten zwischen Unbekannten zu vermitteln und das Konzept des Global Brain zu realisieren. Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten von OLI-it beschrieben.

3.1 Kreislauf

Der Kreislauf reicht von der Erzeugung einer Nachricht bis zu ihrer Beantwortung. Ein einfacher Ablauf der Kommunikation im Internet ist folgende Kette:

Urheber -> Nachricht -> Empfänger -> Antwort -> Bewertung -> Belohnung

3.1.1 Elemente

Bei OLI-it werden für Kernelemente des Kreislaufs eigene Namen verwendet:

- Stamm
Ein Stamm ist ein Anwender, also ein Mensch oder ein Agent, der Inhalte produziert. Dieser kann Urheber oder Empfänger einer Nachricht sein.
- PostIt
Ein PostIt ist eine Nachricht. Hierbei kann es sich um alles Erdenkliche handeln, wie beispielsweise um eine Frage, eine Kleinanzeige oder die Suche nach einem passenden Partner.
- TopLab
Ein TopLab ist die Antwort auf eine Nachricht. Es kann bewertet, wiederum beantwortet oder belohnt werden.

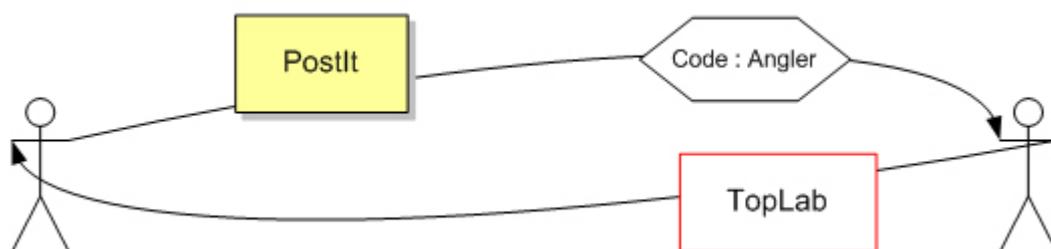


Abbildung 3: Der Kreislauf von OLI-it

Ein Stamm versendet sein PostIt an interessierte Empfänger, die möglicherweise mit einem TopLab antworten. In entgegengesetzter Richtung fließen Punkte als symbolisches Geld. Der Urheber versieht sein PostIt mit einem positiven oder negativen Betrag, der nach Ablauf einer von ihm gesetzten Frist unter den Urhebern der Antworten aufgeteilt wird. Damit wird OLI-it den Zeit- und Kostenkoeffizienten von Nachrichten gerecht.

Damit ein Postlt an passende Empfänger vermittelt werden kann, markiert es der Stamm in der Rolle des Urhebers in einem semantischen Wortraum mit einem so genannten Code. Ein Stamm in der Rolle eines potentiellen Empfängers markiert einen so genannten Angler, um ihn interessierende Postlts zu finden. Code und Angler werden abgeglichen; falls sie zueinander passen, wird das Postlt an den Empfänger vermittelt.

3.2 Wortraum

Die Beschreibung des Inhalts einer Nachricht, ihres Urhebers und der gewünschten Empfänger erfolgt in einem erweiterbaren Wortraum. Hier werden relevante Merkmale wie in einem Koordinatensystem markiert.

Der Wortraum ist eine hierarchische Struktur. Er besteht aus Netzen und Bäumen, die Hilfsstrukturen für Knoten und Zweige sind:

Netz mit Knoten

T Wortraum
 † 1. Urheber >
 † 2. Nachricht >
 † 3. Empfänger >

Ein Netz gruppiert unter einem Oberbegriff mehrere Bereiche, die als Knoten bezeichnet werden.

Baum mit Zweigen

T Geschlecht
 † männlich
 † weiblich

Ein Baum ist eine Sammlung disjunkter Elemente, die als Zweige bezeichnet werden.

Knoten und Zweige können wieder zu Netzen und Bäumen weiterführen. Die Beziehungen zwischen Netz und Knoten bzw. Baum und Zweig sind Kompositionen, das bedeutet, dass ein Knoten Teil genau eines Netzes und ein Zweig Teil genau eines Baumes ist. Ein Baum kann im Gegensatz zu einem Netz mehrfach verwendet werden.

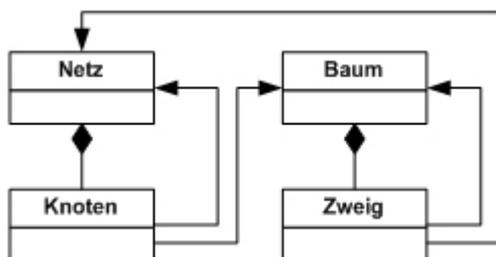


Abbildung 4: Elemente des Wortraums

Dadurch, dass die einzelnen Merkmale, also die Knoten und Zweige, in einer semantischen Wissensstruktur eingeordnet sind, erhalten sie einen eindeutigen Kontext.

3.3 Vermittlungslogik

Die Vermittlungslogik von OLI-it besteht aus den Markierungen von Code und Angler, die weitere Elemente des Kreislaufs sind, und deren Abgleich.

3.3.1 Markierung

Um Postlts zu beschreiben und damit eine gezielte Vermittlung zu ermöglichen, werden gewünschte Merkmale im Wortraum mit einem Code markiert. Analog dazu wird eine Suchanfrage mit einem Angler markiert. Jede dabei ausgewählte Koordinate wird mit zwei Werten versehen, die den Abgleich gegen die gegenüberliegende Seite steuern.

- Code

Ein Code ist eine Menge von Markierungen eindeutiger Merkmale aus dem Wortraum mit zwei Werten, die den Abgleich gegen Angler steuern. Jede Koordinate im Wortraum wird durch ein Quadrupel, bestehend aus Netz, Knoten, Baum und Zweig, identifiziert. Da auf dem Weg zu spezielleren, also tiefer liegenden Merkmalen im Wortraum weniger spezielle Merkmale auf höheren Ebenen markiert werden, ist ein Code ein Teilbaum des Wortraums, in dem jeder Knoten zusätzlich mit zwei Werten versehen ist.

- Angler

Ein Angler ist eine Menge von Markierungen eindeutiger Merkmale aus dem Wortraum mit zwei Werten, die den Abgleich gegen Codes steuern.

Codes und Angler werden von der Wurzel des Wortraums ausgehend markiert. Auf der obersten Ebene befinden sich drei Knoten: Urheber, Nachricht und Empfänger. Von diesen aus können immer spezieller und detaillierter weitere Markierungen vorgenommen werden.

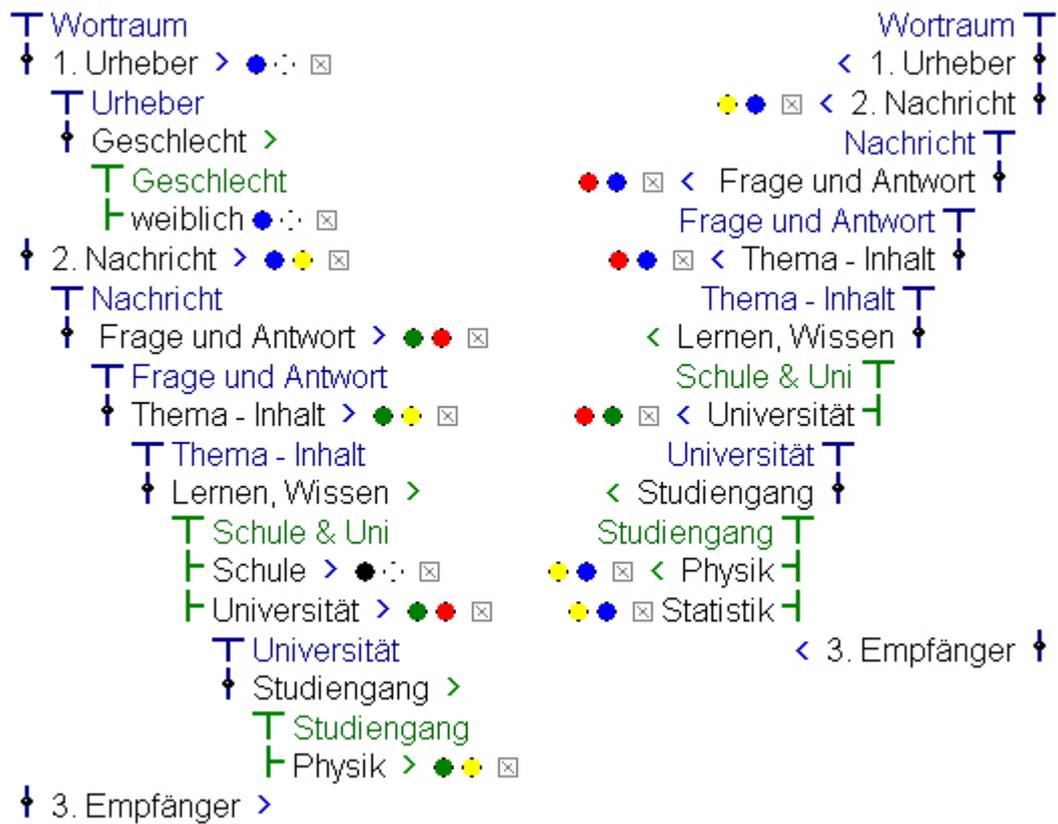


Abbildung 5: Ein Code mit passendem Angler

Abbildung 5 zeigt den Code einer Nachricht mit einem passenden Angler. Die Urheberin gibt an, dass es sich bei dem Inhalt ihrer Nachricht um eine Frage zum Thema Physik handelt. Der Empfänger der Nachricht interessiert sich für Fragen zum Thema Physik oder Statistik und kann die Frage eventuell beantworten.

3.3.2 Werte

Jede ausgewählte Koordinate eines Codes oder Anglers wird mit zwei Werten markiert. In einem Code heißen die beiden Werte OLIs und get, in einem Angler heißen sie ILOs und fit. Im Folgenden wird auf die beiden Werte der Codes eingegangen, die sich auf die ILOs der Angler beziehen. Die beiden Werte der Angler beziehen sich auf die OLIs der Codes und funktionieren genau gleich.

Mit den OLIs wird festgelegt, wie abgeglichen wird. Es stehen drei unterschiedliche Werte zur Verfügung:

- 3:

Der Wert 3 repräsentiert ein sehr strenges Kriterium. Beim Markieren darf der Wert 3 innerhalb einer Struktur, also innerhalb eines Netzes oder Baumes, nur einmal gewählt werden (Einfachauswahl). Wird dieser Wert gewählt, muss die Koordinate auf der gegenüberliegenden Seite die Bedingung des get erfüllen.

- 2:

Der Wert 2 repräsentiert ein weniger strenges Kriterium und darf deshalb innerhalb einer Struktur mehrfach verwendet werden (Mehrfachauswahl). Wird dieser Wert gewählt, muss für mindestens eine Koordinate pro Struktur gelten, dass auf der gegenüberliegenden Seite die Bedingung des get erfüllt wird.

- 1:

Der Wert 1 bedeutet, dass die Koordinate auf der gegenüberliegenden Seite nicht markiert sein darf und verhindert andernfalls eine Vermittlung.

Mit get wird bestimmt, wie die Markierung auf der gegenüberliegenden Seite aussehen soll. Es stehen die Werte 3, 2 und 0 zur Verfügung. Ein Angler wird bei der Vermittlung nur dann berücksichtigt, wenn der Wert des ILOs größer oder gleich dem Wert des get ist. Der Wert 0 steht für eine freiwillige Markierung, so dass die Koordinate auf der gegenüberliegenden Seite nicht markiert sein muss.

Damit ergeben sich folgende sinnvolle Kombinationen:

OLIs	get	Beispiel	Erklärung
3 	3 	† Frage und Antwort 	Die strengste Markierung wird für eigenständige Teilbereiche verwendet, um sie eindeutig von anderen Bereichen abzugrenzen.
3 	2 	† Physik 	Um auch Empfänger zuzulassen, die eine Mehrfachauswahl getroffen haben, hat get den Wert 2.
2 	2 	† Nachricht 	Mit dieser Markierung kann man selbst eine Mehrfachauswahl vornehmen, von der mindestens ein Merkmal erfüllt sein muss.
2 	0 	† weiblich 	Wenn jemand freiwillig ein Merkmal angibt, kann er dadurch gefunden werden, stellt aber keine Bedingungen an den Suchenden.
1 		† Schule 	Empfänger, die "Schule" markiert haben, werden ausgeschlossen.

3.3.3 Abgleich

Alle Koordinaten, die markiert wurden, ergeben zusammen den Code eines PostIt bzw. einen Angler. Der Abgleich der Codes mit den Anglern muss gewährleisten, dass die in der Markierung angegebenen Regeln für beide Seiten erfüllt werden.

Der ALGORITHMUS des Abgleichs prüft für jedes OLI mit dem Wert 3, ob auf der Anglerseite die entsprechende Koordinate mit einem Wert markiert wurde, der größer oder gleich dem get ist. Ist dies für eine Markierung nicht der Fall, wird der Algorithmus abgebrochen, da Code und Angler nicht zusammenpassen.

Danach werden alle OLIs mit dem Wert 2 überprüft. Hierbei genügt es, wenn für nur ein Element in seiner übergeordneten Struktur auf der Anglerseite eine Markierung gefunden wird, die die Bedingung des get erfüllt.

Zuletzt wird für jedes OLI mit dem Wert 1 sichergestellt, dass die entsprechende Koordinate auf der Anglerseite nicht markiert wurde.

Analog dazu wird der Angler gegen den Code abgeglichen. Sind auf beiden Seiten alle Bedingungen erfüllt, wird das PostIt vermittelt.

3.4 Realisierung

OLI-it³ wurde als datenbankgestützte Webanwendung entwickelt.

In der Datenbank gibt es für alle vorgestellten Komponenten Tabellen, die konkrete Instanzen enthalten. Die einzelnen Instanzen werden über GUIDs als Primärschlüssel identifiziert.

Der Datenzugriff, die Datenmanipulation und die Anwendungslogik sind in einer Mittelschicht gekapselt, die alle Funktionen auf einer abstrakten Ebene zur Verfügung stellt.

Es existiert eine Referenzimplementierung als Webanwendung. Diese bietet die Möglichkeit, konkrete Anwendungsfälle aus Jobbörsen, Frage- und Antwortsystemen sowie Partnervermittlungsportalen über den Nachrichtenaustausch zu realisieren. Dem Benutzer werden für Webanwendungen übliche Funktionen wie Personalisierung und automatische E-Mail Benachrichtigung angeboten. Zudem enthält die Anwendung wie andere Frage- und Antwortensysteme ein Bewertungs- und Belohnungssystem.

Neuigkeiten von OLI-it werden als RSS Feeds zur Verfügung gestellt, um Interessierten die Möglichkeit zu bieten, informiert zu bleiben, ohne die Webseite immer wieder direkt aufrufen zu müssen. Zum Beispiel liefert folgendes Feed die neuesten Einträge des MetaWeb Project⁴: <http://xml.oli-it.com/RSS/StammPostIt.aspx?sguid=479bbe9a-6bfb-4acb-b604-d9e34fa955f0>

3.5 Beurteilung

In diesem Kapitel werden die Vor- und Nachteile von OLI-it beschrieben.

3 OLI-it: <http://www.oli-it.com>

4 The MetaWeb Project, eine spezialisierte Anwendung von OLI-it, um URLs anzumelden, zu beschreiben und zu finden: <http://www.metaweb-project.net>

3.5.1 Nachteile

Einer der auffälligsten Nachteile von OLI-it ist die schwierige Terminologie. Deshalb ist der erste Verbesserungsvorschlag, diese vor dem Benutzer zu verbergen und die einzelnen Elemente mit eindeutigen, intuitiv erfassbaren Namen zu versehen. Beispielsweise könnte ein Stamm als User, ein Postlt als Nachricht, ein TopLab als Antwort, ein Code als Markierung und ein Angler als Filterprofil bezeichnet werden.

Die Namen der Strukturen Netz und Baum sind wiederum verwirrend, da sie mit den Datenstrukturen Graph und Baum assoziiert werden. Sie unterscheiden sich inhaltlich dadurch, dass Netze Sammlungen von Kriterien und Bäume Sammlungen sich einander ausschließender Alternativen sind. Technischer Unterschied ist, dass Bäume im Gegensatz zu Netzen mehrfach verwendet werden können. Auf der obersten Ebene des Wortraums befinden sich die beiden Netze Urheber und Empfänger, die beide die gleichen Knoten enthalten, die zum Teil wieder auf Netze verweisen. Möchte man hier ein Netz oder einen Knoten ändern, muss man das doppelt tun. Daher stellt sich die Frage, ob es nicht sinnvoll wäre, auch Netze mehrfach verwenden zu können. Das ist jedoch nicht möglich, da die einzelnen Merkmale eindeutig sein müssen.

Die beiden Werte für die Markierung sind ebenfalls schwer erfassbar. Da es nur fünf verschiedene Kombinationsmöglichkeiten gibt, könnte man diese durch die Ziffern 1 bis 5 oder durch einfache Begriffe wie beispielsweise muss, sollte, wäre, freiwillig und nicht bezeichnen. Da alle Merkmale des Wortraums mit sinnvollen Standardwerten vorbelegt sind, lassen sich die Werte der Markierungen komplett vor den Benutzern verbergen und sind nur im "Expertenmodus" sicht- und anpassbar.

Es stellt sich die Frage, ob eine Ontologie oder ein semantisches Netz besser geeignet wären, um Metabeschreibungen für Nachrichten zu erstellen. Der Wortraum ist durch seine baumartige Struktur eine Taxonomie und damit eine einfache Ontologie. In einer Ontologie oder einem semantischen Netz könnte man nicht ohne weiteres markieren, da sich die Markierungen nicht nur auf die einzelnen Merkmale, sondern auch auf ihre übergeordneten Strukturen beziehen.

Für eine komplexe Anwendung wie OLI-it ist eine einfach bedienbare Oberfläche sowie viel Unterstützung für den Benutzer erforderlich. So sind Werkzeuge wünschenswert, die dem Benutzer Arbeit abnehmen, wie zum Beispiel ein automatisches oder teilweise automatisiertes Markieren. Wenn ein Element, das tief in der Hierarchie liegt, markiert wird, sollte beispielsweise der Pfad zu diesem Element automatisch mitmarkiert werden. Wenn die Markierung eines Elements gelöscht wird, sollten alle weiterführenden Markierungen automatisch mitgelöscht werden. Ein einfacher Schritt wäre es, das Benutzerprofil beim Anmelden einmal abzufragen, um es dann immer wieder verwenden zu können.

3.5.2 Vorteile

Ansätze zur Nachrichtenvermittlung im Internet bieten einer großen Anzahl potentieller Empfänger eine Masse von Nachrichten, aus denen diese die für sie interessantesten selektieren müssen. Menschen, die sich für bestimmte Themen oder Nachrichten interessieren, stehen damit unter einem immensen Selektionsdruck. OLI-it hat den Vorteil, dass ein Benutzer nur einmal ein Filterprofil anlegen muss und daraufhin automatisch alle Nachrichten bekommt, deren Codes die angegebenen Bedingungen erfüllen. Das entspricht einer Suchanfrage, die mit einem Alert gekoppelt ist. Ein Alert informiert den Benutzer per E-Mail oder Newsfeed (siehe auch Kapitel 5.3.3 RDF Schema), falls neue Inhalte zuvor definierten Kriterien entsprechen. Suchmaschinen und Online-Marktplätze bieten vermehrt die Möglichkeit der prospektiven Recherche mittels Alerts.

Bei OLI-it werden Menschen mit ihren Eigenschaften wie beispielsweise Lokalität oder Beruf berücksichtigt, und nicht nur gemeinsame Themen oder Interessen, wie es bei anderen Anwendungen üblich ist. OLI-it bietet die Möglichkeit, Nachrichten an Empfänger mit gewünschten persönlichen Eigenschaften zu adressieren, die ihrerseits nach Nachrichten von Urhebern mit gewünschten Eigenschaften suchen können. Durch dieses Matchmaking zwischen Menschen lassen sich direkte Kommunikationskanäle aufbauen.

Die fünf verschiedenen Möglichkeiten der Markierung eines Kriteriums ermöglichen einen feineren Abgleich als übliche Verknüpfungen mittels und, oder und nicht. Die verschiedenen Markierungen und die Gesamtheit der markierten Kriterien ergeben einzigartige Beschreibungen, die gezielt abgefragt werden können. Die erzielten Treffer sind wertvoll, da die Interessen des Urhebers und Empfängers gleichermaßen berücksichtigt werden.

Ein weiterer Vorteil von OLI-it ist die Möglichkeit, eine sehr detaillierte und freiwillige Markierung, wie zum Beispiel die genaue Angabe einer Lokalität, die tief in die Hierarchie hinabreicht, auf beliebig höheren Ebenen abzufragen. Ist etwa Hagen markiert, kann auch jemand, der in Nordrhein-Westfalen sucht, die Nachricht bekommen, da auf dem Weg nach Hagen auch Nordrhein-Westfalen markiert wurde.

In Ansätzen wie Newsgroups und Webforen sind Nachrichten in hierarchische Kategorien einsortiert. Auch OLI-it nutzt einen hierarchischen Wortraum, um Nachrichten zu markieren. Die Nachrichten liegen jedoch nicht in ihrer Kategorie, sondern auf einem "Haufen" und sind durch Markierungen gekennzeichnet, die sich an eine eindeutige Kombination mehrerer Kategorien richten können. Das hat den Vorteil, dass Nachrichten individuell beschrieben und gesucht werden können.

Gegenüber Systemen wie Online-Marktplätzen, in denen die Kriterien und ihr Abgleich von Experten konzipiert und fest vorgegeben sind, hat OLI-it den Vorteil, dass jeder Nutzer die Kriterien und Regeln, nach denen diese abgeglichen werden, selbst festlegen kann.

4 Ansätze zur Nachrichtenvermittlung im Internet

Kommunikation basiert auf dem wechselseitigen Austausch von Nachrichten. Im Folgenden wird der Begriff Nachricht als eine Mitteilung von einem oder mehreren Urhebern an einen oder mehrere Empfänger verwendet. Mit einer Nachricht lassen sich beliebige Inhalte ausdrücken wie beispielsweise Informationen, Anfragen, Fragen, Antworten oder Aussagen. Damit werden auch Artikel in Wikis und Einträge in Weblogs als Nachrichten aufgefasst. Im Internet haben sich viele verschiedene Ansätze für die Vermittlung von Nachrichten und dementsprechend vielfältige Möglichkeiten der Kommunikation entwickelt. In diesem Kapitel werden zunächst die einzelnen Ansätze zur Nachrichtenvermittlung dargestellt und anschließend anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften miteinander verglichen.

4.1 Beschreibung der Ansätze

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Ansätze der Nachrichtenvermittlung im Internet in der Reihenfolge ihrer Entstehung beschrieben. Dabei fällt auf, dass viele Ansätze schon lange vor der Erfindung des World Wide Web entwickelt worden sind. Zuletzt wird die computerunterstützte Zusammenarbeit (CSCW) behandelt, für die mehrere Ansätze und weiterführende Konzepte miteinander kombiniert werden, um die Zusammenarbeit zwischen Menschen zu ermöglichen.

4.1.1 E-Mail

Nachdem das ARPANET 1969 erstmals realisiert wurde, war E-Mail 1971 die erste und ist bis heute die meistgenutzte Möglichkeit der computervermittelten Kommunikation. E-Mail wurde nicht gezielt von den Entwicklern des ARPANET geplant und eingeführt, sondern eroberte das Netz aufgrund des Benutzerverhaltens.

Der Begriff E-Mail bezeichnet sowohl einen Dienst des Internet als auch eine einzelne E-Mail. Er stammt von der englischen Bezeichnung Electronic Mail und steht damit für elektronische Post. Im Vergleich zu Briefen werden E-Mails ungleich schneller und günstiger übermittelt. Da E-Mails im Klartext übertragen werden, gleichen sie jedoch eher einer Postkarte als einem verschlossenen Brief. Durch Verschlüsselungsverfahren wie PGP⁵ (Pretty Good Privacy) kann jedoch vertrauliche und authentische Kommunikation erreicht werden.

E-Mail bietet eine Möglichkeit für die Nachrichtenübermittlung zwischen einem Absender und gegebenenfalls mehreren Empfängern über ein Netzwerk. Mittels CC (Carbon Copy) und BCC (Blind Carbon Copy) können Kopien einer E-Mail zur Kenntnisnahme an weitere Empfänger vermittelt werden, wobei diese bei der Blind Carbon Copy für die anderen Empfänger nicht sichtbar sind. Absender und Empfänger werden durch ihre E-Mail Adressen eindeutig identifiziert. Eine E-Mail Adresse, wie sie für den Transport mittels SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) verwendet wird, besteht aus einem lokalen Teil und einem globalen

5 PGP: <http://www.pgp.com>

Teil, der die Domain bezeichnet. Diese beiden Teile sind durch das @-Zeichen miteinander verbunden. E-Mails werden über ein E-Mail Programm oder eine Webschnittstelle (Webmail) geschrieben, gesendet, empfangen und gelesen.

E-Mails substituieren teilweise die Kommunikation mittels Telefon, Post und Telefax, werden jedoch wegen ihrer geringen Kosten, hohen Vermittlungsgeschwindigkeit und der Möglichkeit, digitale Dokumente als Anhang mitzuschicken, auch zusätzlich zu anderen Medien verwendet. Da dem Absender die E-Mail Adressen der gewünschten Empfänger bekannt sein müssen, ist E-Mail eine persönliche Form der Kommunikation, die vor allem für den privaten und geschäftlichen Informationsaustausch verwendet wird.

4.1.2 Mailinglists

Die erste große Mailinglist war 1975 die Liste SF-LOVERS im ARPANET, in der immer mehr Forscher über Science Fiction diskutierten. Die ARPA (Advanced Research Projects Agency) sperrte die Liste für einige Monate, da sie wenig mit Forschung zu tun hatte [Rhe94]. Mit dem Argument, SF-LOVERS sei ein wichtiges Projekt zur Erforschung des Betriebs großer Mailinglists, wurde die Liste wieder freigeschaltet. Tatsächlich musste das System wiederholt angepasst werden, um dem stark ansteigenden Nachrichtenaufkommen gerecht zu werden.

Eine Mailinglist ist eine Liste von E-Mail Adressen, die unter einer einzigen E-Mail Adresse zusammengefasst wird. Eine an die Listenadresse verschickte E-Mail wird an alle Mitglieder der Liste weitergeleitet. Da diese dem Absender nicht bekannt sein müssen, ist die Adressierung unpersönlicher als bei normalen E-Mails. Teilnehmer, die sich durch einen eigenen Beitrag zu erkennen geben, können von den anderen Teilnehmern durch die Verwendung der Absenderadresse direkt erreicht werden. Eine Mailinglist kann per E-Mail abonniert oder abbestellt werden. Normalerweise sind die Mitglieder einer Liste an einem gemeinsamen Thema interessiert, über das in der Mailinglist diskutiert wird. Mailinglists werden auch für Informationen und Bekanntmachungen zu dem betreffenden Thema verwendet. Ein Beispiel sind die Mailinglists des W3C⁶, die auch im WWW veröffentlicht werden.

4.1.3 Usenet

Das Usenet entstand 1979 als Telefonverbindung zweier Unixrechner an zwei Universitäten. Es besteht aus Newsgroups, die hierarchisch in thematische Kategorien geordnet sind. In einer Newsgroup werden Nachrichten, so genannte Postings, veröffentlicht. Jeder User kann neue Themen beginnen und auf alle Nachrichten antworten. Dadurch entstehen Diskussionsbäume, die Threads genannt werden und chronologisch geordnet sind. Der Sender eines Postings gibt seine E-Mail Adresse an und ermöglicht es damit dem Teilnehmerkreis, ihn zu Themen, die nicht die gesamte Newsgroup betreffen, direkt per E-Mail zu kontaktieren.

6 W3C Public Mailing List Archives: <http://lists.w3.org>

Postings werden meist über Newsreader gesendet und empfangen, einige Newsgroups lassen sich auch über Webschnittstellen bedienen. An öffentlichen Newsgroups kann man beispielsweise über Google Groups⁷ teilnehmen, das zudem ein durchsuchbares Archiv mit Postings ab dem Jahr 1981 bietet. Die Nachrichten werden auf Newsservern gespeichert, die sich untereinander abgleichen. Dadurch entsteht eine dezentrale Architektur ohne zentrale Regelungsinstanz. Das im Usenet verwendete Protokoll zur Übertragung von Nachrichten ist seit 1986 NNTP (Network News Transfer Protocol).

Newsgroups dienen der Veröffentlichung von Bekanntmachungen, der Verbreitung von Informationen oder Angeboten, dem kooperativen Lösen von Problemen, dem Stellen und Beantworten konkreter Fragen sowie der Hilfe und sozialen Unterstützung in besonderen Lebenslagen.

In der langen Zeit, in der Newsgroups bestehen, hat sich eine eigenständige Kultur mit Tradition herausgebildet, die sich in der so genannten Netiquette (Net-Etiquette) widerspiegelt. Über die Netiquette wird in der Gruppe de.soc.netzkultur.umgangsformen diskutiert. Sie enthält allgemeine Empfehlungen für korrekte Umgangsformen im Usenet, die von den meisten Teilnehmern als sinnvoll erachtet werden. Autoren, die auffällig gegen die Netiquette verstoßen, werden in der Regel von anderen Teilnehmern verwarnt und können, falls dies keine Wirkung zeigt, mit Unterstützung der meisten Newsreader in ein so genanntes Killfile eingetragen werden, so dass zukünftige Postings dieser Absender nicht mehr angezeigt werden. Die Bekanntgabe dieses Vorgangs in der betreffenden Newsgroup wird im Netzjargon als "plonken" bezeichnet.

Ein weiteres Beispiel für die basisdemokratische Selbstregulierung und Organisation in Newsgroups sind die Regeln für die Einrichtung neuer Newsgroups⁸ in der de.* Hierarchie. Diese sind nicht verpflichtend, werden aber allgemein befolgt. Eine Person, die eine neue Newsgroup einrichten möchte, muss zunächst per E-Mail ein RfD (Request for Discussion) an die Moderation der Newsgroup de.admin.news.announce schicken. Diese Aufforderung zur Diskussion wird nach Überprüfung durch die Moderation in die Newsgroup gepostet. Danach folgt eine Diskussionsphase in der Gruppe de.admin.news.groups, die solange andauert, bis Konsens erreicht ist. Dann wird per E-Mail ein CfV (Call for Vote) an die Moderation gesendet, der nach Überprüfung wiederum in die Gruppe de.admin.news.announce gepostet wird. Mit der Veröffentlichung des Aufrufs zur Abstimmung beginnt die Abstimmung, deren Dauer im Vorhinein festgelegt sein muss; üblich sind drei bis vier Wochen. Die Stimmen müssen per E-Mail an den aus dem CfV ersichtlichen Wahlleiter abgegeben werden. Eine Stimme ist nur dann gültig, wenn dabei der Realname der wählenden Person angegeben ist, der nach der Wahl veröffentlicht wird. Die Wahlen sind daher nicht geheim. Gewonnen ist eine Wahl, wenn nach der Abstimmung eine Zweidrittelmehrheit für die neue

7 Google Groups: <http://groups.google.de>

8 Einrichtung neuer Newsgroups: <http://www.kirchwitz.de/~amk/dai/einrichtung>

Newsgroup gestimmt hat, mindestens sechzig Ja-Stimmen abgegeben wurden und bis eine Woche nach dem Ende der Abstimmung keine Einsprüche eingegangen sind. Erst dann wird die neue Newsgroup eingerichtet.

4.1.4 Chat

Chat (engl. to chat: plaudern, schwatzen) ermöglicht die synchrone Kommunikation. Synchronität (syn: mit, gemeinsam; chronos: Zeit) bedeutet Gleichzeitigkeit. Die Nachrichten werden zeilenweise an den oder die Kommunikationspartner vermittelt. Im Gegensatz zum Chat werden in MUDs (Multi User Dungeons) die Kommunikate zeichenweise übermittelt, was auch als Talk bezeichnet wird [Bec06]. Ein Problem des Chat sind Überlappungen bis hin zu zusammenhanglosen Textströmen, die durch unterschiedliche Tipp- und Übertragungsgeschwindigkeiten, hohe Teilnehmerzahlen und sich überkreuzende Dialoge entstehen können.

Die älteste Form des Chat ist der Internet Relay Chat (IRC), der 1988 entwickelt wurde (das ARPANET wurde 1982 nach der Adaption von TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) zunehmend mit dem Namen Internet bezeichnet). Der IRC setzt sich aus mehreren parallelen Netzwerken zusammen, die wiederum aus dezentralen, weltweit verteilten Servern bestehen. Auf die Netzwerke kann mit Clientsoftware in Form eigenständiger Clientprogramme oder Webclients zugegriffen werden. Im IRC wird in so genannten Channels, die jeder Teilnehmer nach Belieben neu erstellen kann, öffentlich gechattet. Channels sind Gesprächskanäle, die durch ihren Namen das Gesprächsthema vorgeben. IRC Programme zeigen dem Benutzer alle anderen Teilnehmer an, die sich gerade im selben Channel befinden. Chatter können sich für andere Teilnehmer unsichtbare Nachrichten zukommen lassen oder direkte Client-to-Client Verbindungen für private Gespräche und die Übertragung von Dokumenten aufbauen. Der IRC bietet wie das Usenet Mechanismen für die Selbstregulierung. Normale Nutzer können sich gegenseitig ignorieren, Operatoren können gegen die Chatiquette (Chat-Etiquette) verstoßende Nutzer aus dem Chat ausschließen, sich gegenseitig zum Operator ernennen oder sich diesen Status nehmen. Der erste Operator ist immer derjenige, der den Channel eröffnet hat.

Der Webchat ist dem IRC nachempfunden und bietet deshalb oft ähnliche Funktionalitäten. Allerdings ist ein Webchat auf die zugehörige Webpräsenz beschränkt und hat deshalb einen kleineren Teilnehmerkreis. Statt in Channels findet die Kommunikation in Chatrooms statt. Neben rein textbasierten Systemen existieren auch Chatsysteme mit zwei- oder dreidimensionalen grafischen Benutzeroberflächen und so genannten Avataren als Repräsentanten für Personen. Das Wort Avatāra aus dem Sanskrit bedeutet der Herabsteigende und bezeichnet im Hinduismus einen Gott, der die Gestalt eines Lebewesens annimmt. Analog dazu nimmt ein Mensch durch einen Avatar eine virtuelle Gestalt an. Avatare können Bilder, Icons oder auch dreidimensionale Figuren sein, die sich in virtuellen Räumen bewegen.

Eine weitere Form des Chat ist das Instant Messaging, für das Messenger installiert werden müssen. Diese Programme bieten dem Benutzer oft Listen zur Anzeige bekannter Chatpartner, die gerade online und gesprächsbereit sind. Die Übertragung von Dokumenten ist wie im IRC eine übliche Funktion. Viele Messenger bieten darüber hinaus einen Audio Chat, der sich vor allem für private Diskussionen mit bekannten Personen in kleineren Gruppen eignet. Audio Chat über Messenger ist ein Vorläufer des Telefonierens über das Internet, auch Voice over IP genannt, das momentan dabei ist, die verbindungsorientierte Telefontechnik abzulösen.

Chat eignet sich für die Kommunikation sowohl mit unbekanntem als auch mit bekannten Menschen. Chatten kann eine Freizeitbeschäftigung und auch eine Form der synchronen Kommunikation während der Zusammenarbeit sein. Oft werden von Zeitschriften, dem Fernsehen oder Politikern Chat Events ins Leben gerufen, wobei feste Zeiten vorgegeben sind, zu denen mit bestimmten Persönlichkeiten gechattet werden kann. Hierbei handelt es sich meist um moderierte Webchats, das heißt, dass nicht alle Fragen oder Kommentare veröffentlicht werden.

4.1.5 Marktplätze

Das World Wide Web entstand im Jahr 1989 am CERN (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, früher Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire). Ab 1993 erhielt es durch den Browser Mosaic, der neben Text auch Graphiken anzeigen konnte, rasanten Auftrieb. Eine weitere wichtige Funktion von Browsern ist das Verfolgen von Hyperlinks, auch surfen genannt. Erste Anwendungen im Web waren private oder geschäftliche Homepages, Online-Versandhändler und seit 1995 Online-Marktplätze, auf denen Nutzer Angebote und Gesuche für Käufe, Verkäufe oder Partnervermittlung abgeben. Dem Benutzer stehen meist von Experten konzipierte Eingabemasken für die Angabe fest vorgegebener Kriterien zur Verfügung, nach denen gesucht und zwischen den Interessierten vermittelt werden kann.

4.1.6 Webforen

Webforen werden seit 1995 immer populärer. Ein Webforum ist die Diskussionsplattform einer Webpräsenz und damit die erste Möglichkeit für Nutzer ohne eigene Homepage, themenbezogene Fragen oder Informationen ins Web zu stellen. Wie in einer Newsgroup entstehen Themen und Threads, die in einer Baumansicht dargestellt werden. Eng damit verwandt sind Boards, in denen der erste Beitrag das Thema vorgibt und der Beitrag selbst sowie die Antworten und Reaktionen auf diesen sequentiell als Liste dargestellt werden. Oft findet man Mischformen aus Foren und Boards.⁹ Foren sind nicht wie Newsgroups global verteilt, sondern beziehen sich nur auf die zugehörige Webpräsenz und haben einen

⁹ Foren und Boards: <http://aktuell.de.selfhtml.org/artikel/gedanken/foren-boards/index.htm>

dementsprechend kleineren Benutzerkreis. Meist ist eine Anmeldung erforderlich, wenn man Nachrichten nicht nur lesen, sondern auch selbst verfassen, kommentieren oder beantworten möchte.

Exkurs: Beschreibung einiger Frage- und Antwortensysteme

Im Folgenden werden einige Webforen, die speziell der Beantwortung von Fragen dienen, beschrieben und anschließend miteinander verglichen.

*Lycos iQ*¹⁰ wird als "menschliche Suchmaschine" vermarktet und verbindet ein Fragen- und Antwortensystem mit einer Experten-Community. Beim Stellen einer Frage wird diese mit Bonuspunkten versehen, um die Community zu motivieren, Antworten abzugeben. Der Fragesteller bewertet die eingegangenen Antworten nach Ablauf einer von ihm gesetzten Frist. Dadurch werden die Bonuspunkte den Bewertungen entsprechend unter den Urhebern der Antworten aufgeteilt. Für das Stellen von Fragen und für hilfreiche Antworten werden Statuspunkte vergeben. Diese lassen sich nicht übertragen und legen die Ränge der Experten fest, die sich zwischen "Student" und "Einstein" bewegen. Experten mit hohen Rängen genießen in der Community ein größeres Ansehen. Lycos iQ beinhaltet zudem weitere Konzepte, die die Bildung und Entwicklung der Community unterstützen. So können sich Experten gegenseitig beobachten oder Freundschaft schließen. Sie können sich Bonuspunkte schenken und sich dabei persönliche Mitteilungen zukommen lassen. Ein Nutzer kann sehen, ob eine andere Person gerade online ist und wer auf sein Profil geklickt hat. Benutzer können Fragen kommentieren und Meinungen zu Antworten äußern.

Lycos iQ nutzt Tagging (siehe auch Kapitel 5.4.2 Tagging), um Fragen zwischen den Teilnehmern zu vermitteln. Diese geben zu ihren Fragen frei wählbare Themen mittels Tags (Schlagworten) an. Den Experten, die eine Frage beantworten, werden diese Tags zugeordnet. So kann das System den Benutzern Fragen vorschlagen, die ihren persönlichen Interessen entsprechen, und ihnen andere Experten mit ähnlichen Interessensgebieten vorstellen. Dieses Konzept ist interessant, da dem Benutzer ein Teil des Selektionsaufwands abgenommen wird, der durch die Masse der Nachrichten zwangsläufig entsteht. Die Tags wurden nachträglich in Kategorien geordnet, um Benutzern eine vertraute Struktur für die Suche zu bieten.

*Yahoo! Clever*¹¹ verfolgt einen ähnlichen Ansatz der sozialen Suche. Im Gegensatz zu Lycos iQ werden Fragen nicht mit frei wählbaren Schlagworten versehen, sondern von dem Fragesteller in fest vorgegebene hierarchische Kategorien einsortiert, die der Ordnung in Newsgroups entsprechen. Der Anreiz für die Community sind Punkte und davon abhängige Levels, die von 1 bis 7 gehen. Für die Beantwortung von Fragen und die Bewertung von Antworten werden Punkte vergeben. Eine Frage kostet eine fest vorgegebene Anzahl von

10 Lycos iQ: <http://iq.lycos.de>

11 Yahoo! Clever: <http://de.answers.yahoo.com>

Punkten und hat eine Woche lang den Status "offen". In dieser Zeit kann der Fragesteller eine beste Antwort auswählen und dabei einen Kommentar abgeben oder die Frage zur Abstimmung freigeben. Versäumt er dies, bewertet die Community nach Ablauf der Frist die Antworten, wobei jedes Mitglied eine beste Antwort wählen kann. Dabei werden die Namen der Urheber der Antworten entfernt, so dass die Wählenden ihre Stimmen nicht aufgrund persönlicher Sympathien abgeben, sondern sich auf den Inhalt der Antworten konzentrieren.

Auch *Google Answers*¹² dient der Beantwortung von in Kategorien geordneten Fragen. Ein charakteristischer Unterschied zu den anderen Anwendungen ist, dass Fragen nur gegen Bezahlung beantwortet werden. Der Fragesteller legt fest, wie viel ihm eine Antwort wert ist, wobei sich der Preis zwischen 2,00 und 200,00 US-Dollar bewegt und nur berechnet wird, wenn die Frage beantwortet wurde. Dazu haben die so genannten Researcher einen Monat lang Zeit. Zusätzlich fällt eine feste Bearbeitungsgebühr von 0,50 Dollar an. Die Researcher müssen den Anforderungen von Google entsprechen und verdienen auf freiberuflicher Basis 75 Prozent des Preises der von ihnen beantworteten Fragen. Bei einer zufrieden stellenden Antwort kann der Urheber der Frage dem Researcher ein Trinkgeld zwischen 1,00 und 100,00 Dollar zukommen lassen. Zusätzlich kann der Fragesteller die Antwort bewerten. Die Researcher werden anhand der durchschnittlichen Bewertung ihrer Antworten beurteilt. Die Community kann Kommentare zu Fragen abgeben und dadurch über die Frage diskutieren oder zu ihrer Beantwortung beitragen.

Da Google Answers keine Statistiken veröffentlicht, wurden für den folgenden Vergleich mit einem speziell entwickelten Programm die URLs mit den Fragen IDs von 1 bis 750.000 aufgerufen, um die Anzahl der abgegebenen Antworten zu ermitteln. Falls sich auf der entsprechenden Seite eine Frage befand, wurde diese geparsed und die gewonnenen Daten wurden für die weitere Analyse in einer SQL Datenbank abgelegt. Denselben Ansatz haben bereits Edelman¹³ sowie Rafaeli, Raban und Ravid¹⁴ verfolgt, wobei leider nur Daten bis zum Jahr 2003 bzw. 2004 berücksichtigt worden sind. Die Ergebnisse dieser Studien und der aktuellen Analyse befinden sich im Anhang.

Mit *OLI-it* ist es möglich, Fragen anhand des hierarchischen Wortraums in mehrere Kategorien einzuordnen. Die Fragen werden mit einer frei wählbaren Anzahl von Punkten frankiert, die KooK heißen. Die Anzahl der KooK kann auch negativ sein, so dass die Urheber bezahlt werden, wenn jemand ihre Nachricht beantwortet. Nach Ablauf der von ihnen gesetzten Fristen bewerten die Urheber der Frage die empfangenen Antworten. Dabei können sie Kommentare abgeben. Abhängig von diesen Bewertungen werden die KooK unter den Autoren der Antworten aufgeteilt, wobei 5 Prozent an OLI-it gehen. OLI-it basiert zwar auf einer

12 Google Answers: <http://answers.google.com>

13 Earnings and Ratings at Google Answers:
<http://cyber.law.harvard.edu/people/edelman/pubs/GoogleAnswers-011404.pdf>

14 Social and Economic Incentives in Google Answers:
<http://jellis.net/research/group2005/papers/RafaeliRabanRavidGoogleAnswersGroup05.pdf>

virtuellen Währung, diese kann jedoch in einem vom Markt bestimmten Kurs ausgezahlt oder eingekauft werden. Wie bei Google Answers werden die Mitglieder der Community nach der durchschnittlichen Bewertung ihrer Antworten beurteilt.

Exkurs: Vergleich der vorgestellten Frage- und Antwortensysteme

Google Answers ist nach OLI-it das älteste System, Lycos iQ kam nur einen Monat nach Yahoo! Answers, der englischen Originalversion von Yahoo! Clever, auf den Markt. Für alle Systeme bis auf Google Answers gibt es auch deutsche Versionen. Die einzige vergleichbare Zahl, die von Yahoo! veröffentlicht wurde, ist die Anzahl der Antworten, die mit 10 Millionen bei weitem die gröſste ist.

Die Systeme unterscheiden sich unter anderem darin, ob und wie die Fragen vermittelt werden. Lycos iQ ermittelt mit Hilfe von Tagging die Interessen der Benutzer und schlägt ihnen dazu passende Fragen vor. Yahoo! Clever macht Vorschläge, indem zu einer Frage weitere Fragen aus derselben Kategorie angezeigt werden. Bei Google Answers beobachten die Researcher aktiv die für sie interessanten Kategorien. Bei OLI-it können sich Benutzer anhand des Wortraums individuelle Filterprofile erstellen, um nach gewünschten Fragen zu suchen und in Zukunft benachrichtigt zu werden, falls eine den Kriterien entsprechende Frage hinzukommt. Das Erstellen eines solchen Filterprofils ist zunächst etwas zeitaufwändig, lohnt sich aber langfristig, wenn man bedenkt, dass sich der Benutzer die Zeit einspart, für ihn interessante Kategorien aktiv zu beobachten und Fragen zu selektieren.

Bei Lycos iQ, Yahoo! Clever und OLI-it werden Antworten in einer virtuellen Währung bezahlt, bei Google Answers in US-Dollar. Trotz der Modellierung der Bonuspunkte von Lycos iQ als virtuelle Währung wurden diese schon für 0,1 Cent pro Punkt bei ebay verkauft¹⁵, haben also einen realen Marktwert.

In Bezug auf die Anzahl der Punkte, die von dem Fragesteller für seine Frage vergeben werden, und auf den Zeitraum, in der die Frage beantwortet werden soll, lassen die verschiedenen Systeme ihren Benutzern mehr oder weniger Freiraum. Bei Lycos iQ kann der Fragesteller seine Frage mit einer beliebigen Anzahl von Bonuspunkten aus seinem Gesamtguthaben versehen. Der Zeitraum, in der die Frage beantwortet werden kann, beträgt bis zu einer Woche, wird vom Fragesteller festgelegt und kann einmalig um höchstens eine weitere Woche verlängert werden. Yahoo! Clever gibt sowohl die Anzahl der Punkte als auch den Zeitraum, in der die Frage beantwortet werden kann, vor. Dieser Zeitraum kann von dem Fragesteller einmal verlängert werden. Bei Google Answers kann der Benutzer den Wert einer Antwort innerhalb einer vorgegebenen Spanne selbst bestimmen, der Beantwortungszeitraum ist festgelegt. Bei OLI-it können die Benutzer alles selbst festlegen, wobei die Anzahl der KooK auch negativ sein kann.

15 Das Wiki-Prinzip: <http://www.welt.de/data/2006/06/19/922199.html>

In allen Systemen werden die Antworten von dem Fragesteller bewertet. Bei Lycos iQ gibt es dafür drei unterschiedliche Abstufungen: nicht hilfreich, hilfreich und Top. Die auf die Frage vergebenen Bonuspunkte werden unter den Urhebern der hilfreichen und Top Antworten aufgeteilt. Zudem erhalten diese abhängig von der Bewertung ihrer Antwort Statuspunkte. Bewertet der Fragesteller die Antworten nicht selbst, werden nach Ablauf einer Frist alle Antworten automatisch mit hilfreich bewertet. Bei Yahoo! Clever wählt entweder der Fragesteller oder die Community eine beste Antwort aus. Für diese bekommt der entsprechende Urheber Punkte. Bei Google Answers kann der Fragesteller die Antwort mit Werten von 0 bis 5 beurteilen. Bei OLI-it werden Antworten in Prozent bewertet. Verpasst es der Urheber der Frage, diese zu bewerten, werden die KooK automatisch unter den Verfassern der Antworten aufgeteilt, wobei keine Bewertung vorgenommen wird.

In allen Anwendungen wirkt sich die Bewertung der Antworten eines Teilnehmers auf sein Ansehen in der Community aus. Dabei unterscheiden sich die Anwendungen darin, ob sich die Bewertungen summieren, wie es bei Lycos iQ und Yahoo! Clever der Fall ist, oder ob die Mitglieder nach der durchschnittlichen Bewertung ihrer Antworten beurteilt werden. Bei Lycos iQ und Yahoo! Clever arbeiten sich Teilnehmer mit vielen Antworten schnell in der Hierarchie hoch. Bei Lycos iQ werden die Benutzer zusätzlich anhand der durchschnittlichen Bewertung ihrer Antworten beurteilt. Bei Yahoo! Clever werden für das Stellen von Fragen Punkte abgezogen, so dass die Mitglieder in den höchsten Levels vergleichsweise wenige Fragen gestellt haben.¹⁶ Im Gegensatz zu Lycos iQ und Yahoo! Clever gibt es bei Google Answers und OLI-it keine Hierarchien, die durch Ränge oder Levels entstehen und das Ansehen innerhalb der Community beeinflussen, sondern die Mitglieder werden nur anhand der durchschnittlichen Bewertung ihrer Antworten beurteilt.

Damit sich eine Community entwickeln kann, ist es wichtig, dass die einzelnen Mitglieder auch neben dem Stellen und Beantworten von Fragen miteinander kommunizieren können. Bei Lycos iQ können Kommentare zu Fragen und Meinungen zu Antworten abgegeben werden. Yahoo! Clever, Google Answers und OLI-it bieten die Möglichkeit, beim Bewerten einer Frage einen Kommentar abzugeben. Bei Google Answers können Kommentare zu Fragen abgegeben werden. Bei OLI-it können Antworten wiederum beantwortet werden, wodurch Antwortthreads entstehen können.

Die folgende Tabelle bietet einen zusammenfassenden Überblick der charakteristischen Eigenschaften und Unterschiede der einzelnen Anwendungen.

16 Yahoo! Clever Bestenliste: http://de.answers.yahoo.com/rank_total

Kriterium / System	Lycos iQ	Yahoo! Clever (Beta)	Google Answers	OLI-it
erstmals online	Januar 2006 (deutsch)	Dezember 2005 (Yahoo! Answers, englisch)	April 2002 (englisch)	März 2000 (deutsch)
in Deutschland online seit	Januar 2006	Juni 2006	bisher keine deutsche Version	März 2000
Anzahl der Antworten	76.412 (bis Juli 2006, Deutschland)	10 Millionen (bis Mai 2006, weltweit)	54.145 (bis Juli 2006)	1.460 (bis Juli 2006)
Tags	ja	nein	nein	nein
Kategorien	ja	ja	ja	Wortraum
Währung	Bonuspunkte	Punkte	US-Dollar	KooK
Anzahl der Punkte für eine Frage	0 Bonuspunkte bis Gesamtguthaben	5 Punkte	0,50 US-Dollar feste Gebühr; 2,00 bis 200,00 US-Dollar	frei wählbar, auch negative Werte möglich
Frist	1 bis 7 Tage, kann verlängert werden	7 Tage, kann verlängert werden	1 Monat	frei wählbar
Statuspunkte	ja	nein	nein	nein
Bewertung der Antworten	durch den Fragesteller, ansonsten automatisch, drei mögliche Abstufungen	durch den Fragesteller, ansonsten durch die Community, es wird eine beste Antwort gewählt	durch den Fragesteller, Werte von 0 bis 5	durch den Fragesteller, Werte in Prozent
Ansehen in der Community	79 Expertenränge, die von Statuspunkten abhängig sind	7 Levels, die von Punkten abhängig sind	durchschnittliche Bewertung der Antworten	durchschnittliche Bewertung der Antworten
Kommentare	Kommentare zu Fragen, Meinungen zu Antworten	Kommentar beim Bewerten einer Antwort	Kommentar beim Bewerten einer Antwort, Kommentare zu Fragen	Kommentar beim Bewerten einer Antwort, Antworten auf Antworten

4.1.7 Wikis

Wikis entstanden 1995 als Wissensmanagement-Tool. Der Name Wiki stammt von wikiwiki, dem hawaiianischen Wort für "schnell". Wikis sind kollaborative Systeme und bestehen aus Webseiten, die von jedem Nutzer ohne technisches Hintergrundwissen online erstellt und editiert werden können. Auf den zu den einzelnen Seiten gehörenden Diskussionsseiten wird idealerweise Konsens gefunden. Wikis realisieren damit eine ursprüngliche Idee von Tim Berners-Lee, im World Wide Web Seiten nicht nur lesen, sondern auch direkt editieren zu können [BF00]. Der stärkste Einwand gegen das Konzept, dass jeder alles editieren kann, ist die Möglichkeit des Missbrauchs. Die Praxis zeigt jedoch, dass Missbräuche und inhaltliche

Fehler schnell entdeckt und behoben werden. Bestand hat nur, was von der Gemeinschaft akzeptiert wird. Als zusätzliche Sicherheit werden für alle Änderungen Versionen gespeichert, so dass sich diese nachvollziehen lassen und kein großer Schaden entstehen kann. Neben offenen Wikis, in denen jeder alles editieren darf, gibt es auch geschlossene Wikis.

In Wikis können durch typische vereinfachte Beschreibungssprachen Links auf andere Seiten erstellt werden, indem der Name der verlinkten Seite angegeben wird. Existiert die entsprechende Seite noch nicht, wird sie automatisch neu erstellt. Durch diese einfache Funktionsweise sind die einzelnen Seiten eines Wikis stärker untereinander verlinkt als normale Webseiten. Die Links sind zugleich die wichtigste Struktur der Wikis. Daneben gibt es meist auch Kategorien und Unterkategorien sowie Themenportale, um gewünschte Seiten zu finden.

Das momentan bedeutendste Wiki ist die Wikipedia¹⁷, eine freie Enzyklopädie, deren Ziel es ist, die Gesamtheit des Wissens unserer Zeit zusammenzufassen und anzubieten. In der deutschen Version gibt es über 400.000 Artikel, die seit 2002 von einer unbekanntenen Anzahl freiwilliger Editoren und über 200.000 angemeldeten Benutzern verfasst wurden. Von diesen haben mehr als 200 Administratorenrechte.

Eine Schwierigkeit des Prinzips, dass jeder alles ändern darf, ist die Konsensfindung. Dazu gibt es in der Wikipedia einige unumstößliche Richtlinien, die besagen, dass das Ziel die Schaffung einer Enzyklopädie ist, dass Inhalte neutral verfasst und verifizierbar - also bereits an anderer Stelle publiziert - sein sollen, unter der GNU General Public License veröffentlicht werden und dass Mitglieder einen respektvollen Umgang ohne persönliche Angriffe pflegen sollen. Neben diesen Grundsätzen erfolgt die Erarbeitung der Inhalte durch die gegenseitige Kontrolle und Korrektur der Mitglieder, die im Fall von Konflikten in einem offenen Redaktionsprozess darüber entscheiden, welche Themen in welcher Form aufgenommen werden. Erscheint ein Thema beispielsweise als unangebracht, kann ein Löschantrag gestellt werden, über den offen diskutiert wird. Die Organisation der Wikipedia und ihrer Inhalte ist daher immer ein sozialer Prozess der Selbstorganisation, der langwierige Diskussionen nicht ausschließt. Angemeldete Teilnehmer können sich durch qualifizierte Beiträge und überzeugende Argumente innerhalb der Community einen guten Ruf und Vertrauen erwerben und dadurch mehr Einfluss auf laufende Diskussionen gewinnen. Besonders engagierte Teilnehmer können zu Administratoren mit erweiterten Rechten gewählt werden, die zum Beispiel die Löschung von Seiten oder das Verhängen von IP-Sperren beinhalten. Sie haben allein wegen ihrer geringen Anzahl besonderen Einfluss, den sie unter anderem dafür verwenden, ausufernde Diskussionen zu schlichten. Die oberste Instanz in der Wikipedia Hierarchie ist die Betreiberorganisation Wikimedia Foundation, eine fast ausschließlich durch Spenden finanzierte Stiftung.

17 Wikipedia: <http://wikipedia.org>

4.1.8 Weblogs

Weblogs haben sich aus Webseiten entwickelt, die regelmäßig aktualisiert wurden. Ein Weblog, auch Blog genannt, ist eine Webseite, die wie ein Tagebuch periodisch neue Einträge enthält. Seit 1996 haben Nutzer (Blogger) die Möglichkeit, eigene Weblogs zu erstellen und mit Einträgen zu füllen. Veröffentlicht werden Berichte, Interessantes aus Streifzügen im Web, Bilder und Meinungen. Blogs dienen vor allem der Unterhaltung und der persönlichen Selbstdarstellung im Web, zunehmend aber auch der öffentlichen Meinungsbildung und dem so genannten Graswurzel-Journalismus, wie es beispielsweise Blogs aus Krisengebieten zeigen. Weblogs unterstützen wie Wikis einfaches Publizieren ohne technische Vorkenntnisse. Jedoch arbeitet meist nur eine Person an den Inhalten. Diese können von den Lesern kommentiert werden, wobei die Kommentare wiederum veröffentlicht werden. Oft werden die Einträge automatisch als Newsfeed zur Verfügung gestellt.

4.1.9 CSCW

Der Begriff CSCW (Computer Supported Cooperative Work) bezeichnet ein interdisziplinäres Forschungsgebiet und fiel erstmals im Jahr 1984, um das Thema eines Workshops zu beschreiben. Die erste CSCW Konferenz fand im Jahr 1986 in den USA statt. Unter CSCW, das heißt rechnerunterstützter kooperativer Arbeit, versteht man den Einsatz von Software zur Unterstützung der Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen oder Teams.¹⁸

CSCW dient nicht der Vermittlung allgemeiner Nachrichten, sondern speziell der Unterstützung der Kooperation zwischen Menschen, die Kommunikation und Koordination voraussetzt. Werkzeuge für die Zusammenarbeit in Gruppen lassen sich daher in solche untergliedern, die die Kommunikation, die Koordination oder die Kooperation unterstützen. Diese kann man wiederum in synchrone und asynchrone Werkzeuge unterteilen [SSU01].

Systeme für die synchrone Kommunikation unterstützen die schriftliche Kommunikation durch die Vermittlung von Text und die mündliche Kommunikation durch die Vermittlung von Ton und bewegten Bildern. Audiovermittelte Kommunikation beinhaltet verbale und paraverbale Kommunikation wie Tonfall und Sprachtempo; videovermittelte Kommunikation beinhaltet darüber hinaus die nonverbale Kommunikation wie Mimik und Gestik. Schriftliche Kommunikation hat den Vorteil, dass kein technisches Zubehör wie Kopfhörer, Kameras oder Mikrofone benötigt wird. Werkzeuge zur Unterstützung der asynchronen Kommunikation sind beispielsweise E-Mail, Newsgroups und Webforen.

Koordination ist die Abstimmung verschiedener voneinander abhängiger Aktivitäten, um ein Ziel möglichst effizient zu erreichen. Komponenten, die die Koordination unterstützen, sind zum Beispiel Gruppenkalender, um gemeinsame Termine festzulegen, Workflowsysteme

18 GI Fachgruppe CSCW: <http://www.fgcsw.in.tum.de/index.html>

und Projektmanagementwerkzeuge, um strukturiert und unstrukturiert ablaufende Aktivitäten zentral zu koordinieren, To-Do Listen sowie Tagesordnungen und Agenden, um Sitzungen zu strukturieren.

Synchrone kooperative Werkzeuge unterstützen die Kommunikation und Koordination während der Zusammenarbeit. Die Kommunikation wird neben den oben genannten Werkzeugen durch Metainformationen wie beispielsweise Anmerkungen erleichtert. Die Koordination wird vor allem durch Awareness ermöglicht. Awareness unterstützt die Gruppenwahrnehmung, vermittelt ein Gruppenbewusstsein und liefert dem einzelnen Benutzer idealerweise Informationen darüber, wer in der Vergangenheit was gemacht hat, wer momentan an welchen Dokumenten arbeitet und wer in Zukunft welche Aufgaben hat. Die Kooperation umfasst die Bearbeitung gemeinsamer Dokumente wie beispielsweise Texte, Grafiken, Hypertexte oder Programmcode durch die gemeinsame Nutzung von Anwendungen. Die gemeinsame Arbeit wird durch die Versionierung von Dokumenten, individuelle und gemeinsame Sichten auf Dokumente, schnelle Rückmeldungen, Konsistenz und Fehlertoleranz unterstützt. Kooperationsorientierte asynchrone Werkzeuge zeichnen sich dadurch aus, dass die individuellen Arbeitsschritte der einzelnen Benutzer zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen. Dokumente und Werkzeuge, um Dokumente zu bearbeiten und zu strukturieren, liegen meist in gemeinsamen Arbeitsbereichen.

Die einzelnen Werkzeuge werden je nach Bedarf zu domänenunabhängigen oder domänenspezifischen Technologiebündeln zusammengefasst. Generische Technologiebündel dienen beispielsweise dem Workflowmanagement, domänenspezifische sind für ein bestimmtes Anwendungsgebiet wie die kooperative Softwareerstellung oder kooperatives Lehren und Lernen optimiert.

CURE

Für die Lehre und das gemeinsame Lernen eignet sich CURE¹⁹ (Collaborative Universal Remote Education), ein CSCL Portal (Computer Supported Cooperative Learning) der Fernuniversität in Hagen.

Das Hauptkonzept von CURE sind virtuelle Räume, die geschlossene Arbeitsbereiche für Gruppen modellieren und verschiedene Seitentypen enthalten. Inhaltsseiten bestehen aus Text, der mit einer wikiähnlichen Beschreibungssprache erstellt und editiert werden kann. Dadurch lassen sich beispielsweise sehr einfach Links auf andere Seiten angeben. Inhaltsseiten dienen dazu, Benutzern einen Überblick zu verschaffen oder konkrete Lerninhalte darzustellen. Mit Datenseiten werden externe Dateien, die als gemeinsames Material dienen, veröffentlicht. Eine weitere Seitenart sind gemeinsame Dokumente, die mit dem integrierten Werkzeug DyCE (Dynamic Collaboration Environment) synchron bearbeitet werden

19 CURE: <http://teamwork.fernuni-hagen.de/CURE>

können. DyCE beinhaltet einen gemeinsamen Text-Editor, ein gemeinsames Mind-Mapping Tool und ein gemeinsames Whiteboard. Bei jedem Speichern einer Seite wird eine Version erstellt, so dass alte Inhalte erhalten bleiben.

In einem Raum werden alle Benutzer angezeigt, die sich gerade dort befinden, was die Koordination zwischen den Mitgliedern der Gruppe erleichtert. Für die synchrone Kommunikation wird in jedem Raum ein persistenter Chat angeboten, der nachträglich editiert werden kann. Für die asynchrone Kommunikation der Gruppen hat jeder Raum einen Briefkasten, an den E-Mails geschickt werden können. Die Mitglieder des Raumes bekommen die E-Mails bei Interesse weitergeleitet. Die Mails werden dauerhaft gespeichert und können in der CURE Oberfläche editiert werden, was die Speicherung einer Version auslöst. Der Briefkasten ist damit eine Mischform aus einer Mailinglist und einem Webforum mit Versionierung, die wiederum für Wikis typisch ist.

Die virtuellen Räume von CURE stehen als intuitive Metapher für geschlossene Lernbereiche, die nur mit passenden Schlüsseln betreten werden dürfen. Ein Schlüssel in CURE beinhaltet drei Rechte: Schlüsselrecht, Raumrecht und Interaktionsrecht. Die einzelnen Rechte bestehen jeweils aus fünf inkrementellen Stufen, die durch Farbabstufungen von rot (keine Rechte) bis grün (alle Rechte) visualisiert werden.

Ein Schlüssel kann für einen bestimmten Benutzer oder für eine Benutzergruppe erstellt werden. Möchte jemand einen Schlüssel bekommen, kann er an der Tür des entsprechenden Raums anklopfen und einen Schlüssel anfordern. Zudem ist es möglich, einen Schlüssel an den Türklopfer zu hängen, den sich der erste Interessierte nehmen darf. Das Schlüsselkonzept von CURE dient damit auch der Gruppenbildung.²⁰

4.2 Vergleich der Ansätze

OLI-it und die weiteren vorgestellten Ansätze weisen viele Gemeinsamkeiten und einige Unterschiede auf, die im Folgenden beschrieben werden. Es liegt an jedem Benutzer selbst, je nach Bedarf und Situation die für ihn geeignete Form der Kommunikation zu wählen. Die verschiedenen Ansätze können sich dabei sehr gut ergänzen. Da die Zusammenarbeit durch die unterschiedlichsten Werkzeuge unterstützt werden und in vielfältigen Formen auftreten kann, wird auf einen Vergleich von CSCW mit den anderen Ansätzen verzichtet.

4.2.1 Gemeinsamkeiten

Die Kommunikation zwischen Menschen wurde durch das Internet um viele neue Möglichkeiten bereichert. Eine theoretisch unbegrenzte Anzahl von Nutzern kann unabhängig von Raum und Zeit in aller Welt bekannte oder fremde Menschen mit gemeinsamen Eigenschaften oder Interessen erreichen. Dabei sind mehrere Kommunikationspartner möglich und üblich. Weiterhin kann jeder Empfänger ohne Medienbruch eine Antwort, ein Feedback oder

²⁰ CURE Benutzungshandbuch: <http://teamwork.fernuni-hagen.de/CURE/doc/manual.html>

einen Kommentar abgeben, wodurch Interaktion und Interaktivität ermöglicht werden. Oft bilden sich im Laufe der Zeit innerhalb der einzelnen Ansätze so genannte Communities mit eigenen Kulturen und eigenem Jargon heraus, in denen es beispielsweise üblich ist, dass die Mitglieder sich duzen. Innerhalb einzelner Communities lässt sich eine große Hilfsbereitschaft erkennen, solange sich der Hilfesuchende an die Regeln der Gruppe hält.

Internettechnologie

Die Basis für die Kommunikation im Internet ist die einheitliche TCP/IP Protokollfamilie, die den paketbasierten Datenaustausch zwischen Computern und ihre Adressierung in Netzwerken standardisiert.

Schriftliche Kommunikation

Die Kommunikation verläuft bis auf den Audio Chat in allen Anwendungen schriftlich. Das bedeutet, dass Faktoren wie Mimik, Gestik, Lautstärke und Tonfall, die in der Kommunikation von Angesicht zu Angesicht eine große Rolle spielen, nicht vermittelt werden. Auch körperliche Anzeichen, die Rückschlüsse auf die soziale Identität, das Alter und Geschlecht der Kommunikationspartner zulassen, fehlen. Damit wird die Kommunikation anfällig für Missverständnisse. Diesen kann jedoch durch die Verwendung so genannter Emoticons (Emotional Icons) und eine angemessene Ausdrucksweise entgegengewirkt werden. Das Fehlen der Hinweise hat durch die Reduzierung von Status-, Hierarchie- und Geschlechtsunterschieden und damit durch den Abbau von Voreingenommenheiten auch positive Effekte, die sich durch die stärkere Fokussierung auf den Inhalt der Nachrichten bemerkbar machen.

Digitale Form

Weiterhin liegen in allen beschriebenen Systemen die Nachrichten in digitaler Form vor, wodurch sie einfach, schnell und verlustfrei gespeichert, archiviert, weitergeleitet, verteilt, kopiert und editiert werden können.

4.2.2 Unterschiede

Die vorgestellten Ansätze der Nachrichtenvermittlung zu vergleichen, ist nicht einfach, da jeder Ansatz je nach Bedarf in den unterschiedlichsten Varianten eingesetzt wird. So können Webforen und Wikis in Intranets völlig von der Außenwelt abgeschirmt sein, viele Menschen gleichzeitig an einem Blog arbeiten oder nur einer an einem Wiki. Im Zweifelsfall werden die Anwendungen deshalb so verglichen, wie sie oben beschrieben sind und hauptsächlich genutzt werden.

Die beiden häufigsten Kriterien, nach denen die verschiedenen Ansätze kategorisiert werden, sind die Einteilung in synchrone und asynchrone Kommunikation und die Anzahl der Urheber und Empfänger einer Nachricht. Bei genauerer Betrachtung lassen sich jedoch viele weitere Unterschiede und damit Kriterien für die Abgrenzung der einzelnen Ansätze feststellen.

Synchrone oder asynchrone Kommunikation

Von den vorgestellten Ansätzen der Nachrichtenvermittlung ermöglicht nur der Chat die synchrone Kommunikation. Durch schnelle Übertragungs-, Lauf-, Veröffentlichungs- und Zugriffszeiten kann die Kommunikation in den anderen Anwendungen quasi-synchron ablaufen, wenn die Beteiligten jeweils unmittelbar antworten.

Sowohl die synchronen als auch die asynchronen Formen der Kommunikation haben Vor- und Nachteile. Synchrone Kommunikation erhöht für den Urheber einer Nachricht die Wahrscheinlichkeit einer zeitnahen Antwort bzw. Reaktion, erfordert aber die gleichzeitige Kommunikation aller Beteiligten. Wenn die Anzahl der Teilnehmer groß ist und keine geeigneten Koordinationsmaßnahmen ergriffen werden, können sich konfuse Gesprächsverläufe ergeben. Bei der asynchronen Kommunikation müssen die Empfänger einer Nachricht zu dem Zeitpunkt des Versands nicht online sein, sondern können die Nachricht zu einem für sie passenden Zeitpunkt lesen. Die Gesprächspartner müssen weder einen Termin vereinbaren noch das Risiko eingehen, den anderen zu stören. Der Nachteil hierbei ist wiederum, dass der Urheber der Nachricht nicht von einer schnellen Antwort ausgehen kann.

Anzahl der Urheber und Empfänger einer Nachricht

Das zweite Kriterium ist die Anzahl der Urheber und Empfänger einer Nachricht. In vielen Systematisierungen wie beispielsweise [MO96] wird der Kommunikationsmodus per E-Mail als one-to-one und der in Mailinglists, Newsgroups oder Webforen als many-to-many kategorisiert, da bei diesen Kommunikationsformen viele Urheber viele Nachrichten verfassen. Global betrachtet verfassen jedoch auch viele Urheber viele E-Mails, weshalb im Folgenden ein nachrichtenzentrierter Ansatz zur Kategorisierung der Anwendungen verfolgt wird.

In Wikis ist es üblich, dass mehrere Urheber gemeinsam an einem Inhalt arbeiten. Bei OLI-it gibt es für eine Nachricht einen Urheber, der die Nachricht erzeugt. Interessierte Stämme können sich an diese "anwurzeln" und sie editieren, bewerten oder weitere Markierungen vornehmen. Damit kann ein Postit mehrere Urheber haben. In allen anderen Ansätzen arbeitet in der Regel nur eine Person an dem Inhalt der Nachricht. Bei den meisten Kommunikationsformen geht die Nachricht an mehrere Personen. Ausnahmen sind E-Mails und Chat. E-Mails werden normalerweise nur an eine Person gesendet, können aber auch weitergeleitet oder an mehrere Empfänger adressiert werden. Gechattet wird normalerweise in einer Gruppe mit mehreren Personen, es ist aber auch möglich, einen abgegrenzten Chat zu zweit einzurichten.

Wenn viele Urheber an einem Inhalt arbeiten, hat das den Vorteil, dass schneller und mehr Inhalt generiert werden kann, als es einer einzelnen Person möglich wäre. Auf der anderen Seite muss die Qualität des Inhalts sichergestellt und Konsens gefunden werden. Dass dies möglich ist, zeigt das Beispiel der Wikipedia. Im Gegensatz dazu ist ein einzelner Urheber alleine für seine Inhalte verantwortlich. Ein Empfänger weist auf persönliche Kommunikation hin, mehrere Empfänger auf eine Gruppe oder eine öffentliche Adressierung.

Zusammensetzung des Empfängerkreises

In allen Kommunikationsformen kann eine Nachricht an mehrere Empfänger adressiert sein. Dabei lässt sich unterscheiden, ob der Empfängerkreis bekannt, geschlossen oder offen ist.

Eine E-Mail kann nur an Empfänger vermittelt werden, deren E-Mail Adressen dem Absender bekannt sind. Einige Mailinglists sind gegenüber der Öffentlichkeit geschlossen, in andere darf sich jeder als Empfänger eintragen. Eine Nachricht an eine Mailinglist wird nur an eingetragene Mitglieder weitergeleitet, wodurch der Empfängerkreis relativ geschlossen ist. Daneben werden einige Mailinglists, wie beispielsweise die des W3C, im Web veröffentlicht und sind damit für jeden einsehbar. Obwohl es geschlossene Newsgroups gibt, die eine Authentifizierung erfordern oder deren Postings nur auf bestimmten Newsservern gehalten werden, ist das Usenet prinzipiell so angelegt, dass jeder alle Postings lesen kann. Ein Channel oder Chatraum kann entweder nur für bestimmte Personen oder für jeden zugänglich sein, so dass es Chat in geschlossener und offener Form gibt. Nachrichten aus Webforen, Wikis und Weblogs können in der Regel von allen gelesen werden. Auch Online-Marktplätze sind normalerweise so konzipiert, dass der Empfängerkreis möglichst groß ist und somit jeder alle Nachrichten lesen darf. Bei OLI-it ist der Empfängerkreis unbekannt und prinzipiell offen. Eine Nachricht darf von jedem gelesen und von eingeloggten Nutzern beantwortet werden. Möchte der Urheber einer Nachricht Empfänger mit bestimmten Eigenschaften oder gemeinsamen Interessen erreichen, kann er die Nachricht dementsprechend markieren. Auf der anderen Seite können potentielle Empfänger Filterprofile erstellen, um für sie interessante Nachrichten zu selektieren. Im Falle eines großen Nachrichtenaufkommens wird dadurch die Wahrscheinlichkeit erhöht, passende Empfänger zu erreichen.

Hand in Hand mit der Zusammensetzung des Empfängerkreises gehen die Kommunikationsformen der einzelnen Ansätze. E-Mail dient wegen der erforderlichen Bekanntheit der Empfänger der persönlichen Kommunikation. In Mailinglists, dem Usenet und in Webforen finden meist Diskussionen in geschlossenen oder offenen Gruppen statt, die ein gemeinsames Thema verbindet. Der Chat dient sowohl der privaten Kommunikation als auch der in Gruppen. Marktplätze, Wikis und Blogs haben durch ihr gemeinsames Ziel, Informationen an ein heterogenes Publikum zu verteilen, Ähnlichkeiten zu Print- und damit Massenmedien und dienen so der unpersönlichen Massenkommunikation. OLI-it weist Elemente aller Kommunikationsformen auf. Durch die Angabe der Eigenschaften des Urhebers und der gewünschten Empfänger kann eine Kommunikation anhand persönlicher Eigenschaften entstehen. Ebenso lassen sich in der Markierung gemeinsame Interessen auswählen, wodurch sich thematische Diskussionen in Gruppen entwickeln können. Durch die prinzipielle Offenheit des Empfängerkreises ist auch Massenkommunikation möglich.

Die offenen und damit öffentlichen Formen der Kommunikation finden mit, aber auch vor Fremden statt. So gibt es immer Empfänger, die sich nicht aktiv an der Kommunikation beteiligen, sondern die Nachrichten nur lesen. Diese werden im Netzjargon als Lurker (engl.

to lurk: lauern, herumschleichen) bezeichnet. Die negative Konnotation dieses Begriffs stammt daher, dass es unangenehm sein kann, vor Menschen, die nichts über sich selbst preisgeben, Nachrichten zu veröffentlichen. Dies passiert vor allem im Chat, wo die Gegenwart passiver Teilnehmer sichtbar ist. Im Gegensatz dazu erfährt der Urheber von Beiträgen in Mailinglists, Newsgroups und Webforen nichts von passiven Mitlesern, kann aber von ihrer Existenz ausgehen. In anderen Anwendungen wie Marktplätzen, Wikis und Weblogs, die gerade der Verbreitung von Informationen dienen, sind nur lesende Teilnehmer der Normalfall und explizit erwünscht.

Identifizierbarkeit des Urhebers durch die Kommunikationspartner

Jeder Rechner im Internet benötigt eine IP-Adresse, unter der er eindeutig identifizierbar ist. Dadurch kann der Rechner Datenpakete versenden und empfangen. Ein Server schickt Antworten auf HTTP-Anfragen von Clients an deren IP-Adressen und kann diese grundsätzlich mitprotokollieren. IP-Adressen lassen Rückschlüsse auf den Internet Service Provider zu, der seinen Kunden den Zugang zum Internet ermöglicht und die IP-Adressen vergibt. Speichert der Internet Service Provider die Zuordnung seiner Kunden zu ihren IP-Adressen, lässt sich über die IP-Adresse die Identität des Benutzers ermitteln.

Momentan gilt in der deutschen Rechtsprechung der Erforderlichkeitsgrundsatz, der besagt, dass personenbezogene Daten nur gespeichert werden dürfen, wenn dies zu einem bestimmten, gesetzlich zugelassenen Zweck (wie zum Beispiel für Abrechnungen) erforderlich ist. In der Praxis speichern jedoch viele Internet Service Provider die Verkehrsdaten und die Zuordnung zwischen Nutzern und ihren IP-Adressen für einige Zeit, auch wenn sie diese Daten nicht für Abrechnungszwecke benötigen. Im Ernstfall einer Straftat müssen sie den Ermittlungsbehörden die Identität des Benutzers nennen.

Durch die Richtlinie über die Vorratsdatenspeicherung der Europäischen Union vom 15. März 2006 werden ihre Mitgliedsstaaten dazu verpflichtet, nationale Gesetze zu erlassen, um sicherzustellen, dass zum Zweck der Ermittlung, Feststellung und Verfolgung von Straftaten Daten auf Vorrat gespeichert werden, die bei der Bereitstellung öffentlich zugänglicher elektronischer Kommunikationsdienste oder öffentlicher Kommunikationsnetze erzeugt oder verarbeitet werden.²¹ Diese Richtlinie ist spätestens bis zum 15. März 2009 in nationales Recht umzusetzen. Damit müssen in Zukunft Verkehrs- und Standortdaten (Inhalte sind ausdrücklich ausgenommen) für mindestens sechs Monate gespeichert werden. Darunter fallen beispielsweise Name und Anschrift von Benutzern, denen eine IP-Adresse zugewiesen wurde.

21 EU-Richtlinie zur Vorratsdatenspeicherung:
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2006/l_105/l_10520060413de00540063.pdf

Benutzer im Internet sind daher nie wirklich anonym. Um dennoch Anonymität herzustellen, eignen sich Anonymizer wie beispielsweise JAP²². Mit dieser Technologie teilen sich viele Benutzer eine IP-Adresse, die keine Rückschlüsse auf die Identität der Clients zulässt. Der JAP-Client fungiert als Proxy auf dem lokalen Rechner und baut eine verschlüsselte Verbindung zu einem Mix-Server auf, der die Anfrage über verschlüsselte Kommunikationsverbindungen und mehrere Zwischenstationen an den Ziel-Server und das Ergebnis der Anfrage auf dem gleichen Weg zurück liefert. Diese Zwischenstationen werden von unabhängigen, zum Teil im Ausland ansässigen Institutionen betrieben, die sich verpflichtet haben, weder Log-Files zu speichern noch Daten mit anderen Betreibern auszutauschen. Nachteil dieser Variante ist, dass das Surfen im Internet deutlich langsamer wird.

Für die Anonymisierung von E-Mails und Newsgroup Postings eignen sich Remailer, die E-Mails über eine oder mehrere Stationen verschlüsselt weiterleiten und dabei Informationen, die Rückschlüsse auf den Absender zulassen, entfernen. Nachteile dieses Verfahrens sind die zeitliche Verzögerung und sogar der mögliche Verlust der E-Mails.

Trotz der angewandten Praxis und der zukünftigen Rechtslage fühlen sich die meisten Benutzer im Internet relativ anonym und nur wenige verwenden die oben genannten Methoden zur Anonymisierung. Der Urheber einer Nachricht kann im Normalfall nicht von seinen Kommunikationspartnern identifiziert werden, es sei denn, er wird von diesen angezeigt und strafrechtlich verfolgt. Deshalb wird im Folgenden beschrieben, was der Urheber einer Nachricht freiwillig über sich preisgibt und ob er dadurch für seine Kommunikationspartner identifizierbar ist oder nicht.

Da E-Mail viel für die Kommunikation mit bekannten Personen verwendet wird, ist die Angabe der eigenen E-Mail Adresse schon wegen des Interesses an einer Antwort üblich. E-Mail Adressen von Organisationen oder Unternehmen lassen durch Schemen wie Vorname.Nachname@domain oft Rückschlüsse auf die Person zu, der die Adresse gehört. Dies ist für Mitarbeiter mit Außenfunktionen sinnvoll, da Externe durch dieses Schema E-Mail Adressen leicht zusammensetzen und so mit Personen aus der betreffenden Organisation in Kontakt treten können. Werden bestimmte Funktionen eines Unternehmens angesprochen, sind E-Mail Adressen wie info@domain oder support@domain üblich. Darüber hinaus wird in E-Mails oft der eigene Name in der Unterschrift oder Signatur mitgeteilt. Diese Angaben zur Kommunikation mittels E-Mail gelten auch für Mailinglists. Die Usenet Netiquette schlägt den Benutzern vor, ihre echten Namen anzugeben, soweit es sich nicht um sensible Themen handelt. Daneben gibt es in Newsgroups eifrige Verfechter der Anonymität, die falsche Absenderadressen oder fremde Namen befürworten, und daraus resultierende heftige Debatten. In allen anderen Ansätzen gibt der Benutzer normalerweise nur gegenüber dem Anbieter seine E-Mail Adresse an, die sich leicht bestätigen lässt. Weniger leicht überprüfbare Daten wie beispielsweise Name und Anschrift werden von Anbietern zwar gerne

22 JAP: <http://anon.inf.tu-dresden.de>

gefordert, können aber abhängig von der Art der Anwendung mehr oder weniger leicht abgeändert oder gefälscht werden. In Fällen wie Auktionshäusern, in denen für die Lieferung konkreter Ware eine korrekte Anschrift erforderlich ist, ist dies natürlich nicht sinnvoll. Empfänger der Nachrichten sehen zunächst nur den frei wählbaren Benutzernamen und haben dadurch keine Möglichkeit, den Urheber zu identifizieren. Im Falle einer Vertragsabwicklung werden den Beteiligten die benötigten Informationen über ihre Vertragspartner mitgeteilt.

Wie viel einzelne Benutzer über sich preisgeben, entscheiden sie letztlich (in Abhängigkeit von der gewählten Kommunikationsform) selbst. Einige Benutzer geben mehr von ihrer tatsächlichen Identität preis als nötig. Beispiele sind die Angabe des echten Namens als Benutzername oder die Erwähnung der persönlichen Homepage oder Anschrift in Signaturen. Benutzernamen und Pseudonyme dienen neben dem Wiedererkennungseffekt für die Kommunikationspartner auch der Selbstdarstellung. So gibt es Benutzer, die ihre Benutzernamen dazu verwenden, mit der eigenen Identität zu spielen oder eine virtuelle Identität aufzubauen. Beispielsweise ist es möglich, ein anderes Geschlecht vorzugeben (Gender Switching) oder die eigene Person zu beschönigen. Durch die Verwendung von Pseudonymen entsteht eine gewisse Unverbindlichkeit und Verringerung von Hemmungen, die sich auch in unsozialem Verhalten auswirken kann.

Eigenständiger Dienst oder Webanwendung

Ein weiterer Unterschied ist, dass einige Anwendungen eigenständige Dienste neben dem Web sind, während andere auf diesem aufsetzen. E-Mail ist ein eigenständiger Dienst, auf dem auch Mailinglists basieren. Auch das Usenet und der IRC sind eigenständige Dienste. Instant Messaging verwendet zum Teil proprietäre Protokolle, die untereinander nicht kompatibel sind. Der Webchat ist, wie der Name schon sagt, eine webbasierte Anwendung. Dasselbe gilt für Marktplätze, Webforen, Wikis, Weblogs und OLI-it. Für E-Mail, das Usenet und den IRC existieren Webschnittstellen.

Zentrale oder dezentrale Architektur

In einigen Anwendungen laufen die Nachrichten über einen zentralen Server, in anderen über dezentrale Netzwerke. E-Mails werden von dem Mailserver des Absenders an den Mailserver des Empfängers übermittelt. Beiträge für Mailinglists gehen zunächst an den zentralen Server der Verteiladresse und werden von dort an die einzelnen Mitglieder der Mailinglist weitergeleitet. Das Usenet besteht aus vielen Servern, die sich untereinander abgleichen. Dadurch hat das Usenet eine komplett dezentrale Architektur. Webchats laufen zentral über einen Server, der IRC läuft über ein dezentrales Netzwerk von Servern. Obwohl sich das World Wide Web durch seine dezentrale Architektur auszeichnet, laufen in konkreten Webanwendungen die Nachrichten zentral über einen entsprechenden Webserver. Diese Strukturen wirken sich darauf aus, wie demokratisch die Kommunikation im Allgemeinen abläuft, wie anfällig sie für Zensur ist und wie anonym die Teilnehmer sind.

Anwendungsmodell

Es gibt Anwendungsmodelle aus der realen Welt, die für das Internet übernommen wurden und neue Modelle, die durch das Internet erst möglich wurden. Eine E-Mail ist vergleichbar mit einem Brief. Audio Chats gleichen Telefonaten, Marktplätze ersetzen Flohmärkte und spezialisierte Händler. Auch früher haben, wie in Wikis üblich, mehrere Autoren an Inhalten gearbeitet. Blogger bezeichnen sich gerne als Journalisten, die ohne ihr Blog nicht die Möglichkeit hätten, Inhalte einfach, schnell und günstig zu publizieren. Beiträge in Mailinglists lassen sich zwar mit Briefen vergleichen, die an eine zentrale Stelle geschickt und von dort aus kopiert und verteilt werden, sind aber ein neues Anwendungsmodell, wenn man den Aufwand dieser Methode bedenkt. Modelle des Usenet, Chat und der Webforen sind in ihrer Form in der realen Welt nicht zu finden. Hier wird deutlich, dass sich die neuen Anwendungsmodelle durch die Möglichkeit der Kommunikation mit Fremden in Gruppen auszeichnen, die sich durch gemeinsame Themen definieren. Auch das Anwendungsmodell von OLI-it ist neu, besteht jedoch aus einer Kombination der anderen Modelle. OLI-it kann der thematischen Diskussion in Gruppen dienen, weist aber durch den offenen Inhalt der Nachrichten und die Möglichkeit der Nutzer, diesen frei zu markieren, Charakteristika von Weblogs und Marktplätzen auf. Dadurch, dass eine Nachricht mehrere Urheber haben kann, ist auch eine Parallelität zu Wikis zu erkennen.

Speicherung der Nachrichten auf dem eigenen Rechner

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit für die einzelnen Anwendungen ist, ob die Nachrichten automatisch auf dem eigenen Rechner gespeichert werden können, oder ob man die Anwendung besuchen muss, um neueste Nachrichten zu lesen. Es ist zu erkennen, dass nur E-Mails, Beiträge in Mailinglists und Newsgroup Postings durch die Verwendung von E-Mail Programmen und Newsreadern automatisch auf dem eigenen Rechner gespeichert werden. Newsgroup Postings verbleiben im Gegensatz zu E-Mails nach dem Speichern auf dem Server, da sie auch von vielen anderen Teilnehmern gelesen werden können. Mit Hilfe von IMAP (Internet Message Access Protocol) oder Webmail kann man jedoch auch auf E-Mails zugreifen, ohne diese auf dem eigenen Rechner zu speichern. Dasselbe gilt für Usenet Postings, die über Webschnittstellen gelesen werden können. Der Chat lässt sich per Protokoll auf dem eigenen Rechner speichern, das sich in der Regel nur in Echtzeit erstellen lässt. Das WWW ist grundsätzlich ein Pull-Medium. Das bedeutet, dass die Daten von Webanwendungen auf den zentralen Servern der Anwendungen liegen und man diese besuchen muss, um neue Nachrichten zu lesen. Um dies zu vermeiden, gibt es zwei Lösungsansätze, die für alle Webanwendungen eingesetzt werden können: E-Mail Benachrichtigungen und Newsfeeds. Webforen und Marktplätze informieren den Benutzer gerne per E-Mail über neueste Einträge. Wikis und Blogs bieten Newsfeeds, um Interessierte über Änderungen oder neue Beiträge auf dem Laufenden zu halten. Damit lassen sich alle Nachrichten auch offline lesen. Offline schreiben kann man wiederum mit Hilfe von E-Mail Programmen und Newsreadern nur E-Mails, Mailinglist Beiträge und Newsgroup Postings.

Hier wird deutlich, dass sich alle Nachrichten, die normalerweise gespeichert werden, auch online lesen lassen, und dass es für alle Nachrichten, die normalerweise nicht gespeichert werden, Möglichkeiten gibt, diese doch zu speichern. Das ist sinnvoll, da sowohl gespeicherte als auch nicht gespeicherte Nachrichten ihre Vorteile haben. Gespeicherte E-Mails sind beispielsweise in Unternehmen eine wichtige Quelle der Information, wenn es etwa darum geht, lang zurückliegende Kommunikation zu rekapitulieren oder früher empfangene Daten zu finden. Der Nachteil ist hierbei, dass die E-Mails nur auf dem Rechner vorliegen, auf dem sie gespeichert wurden. Im Gegensatz dazu können E-Mails, die auf Mailservern liegen, von jedem Rechner aus gelesen werden.

Inhalt der Nachrichten

Die Anwendungen unterscheiden sich in dem Inhalt ihrer Nachrichten. Mailinglists, das Usenet und Webforen dienen hauptsächlich der Diskussion in Gruppen. Inhalte von E-Mails, OLI-it und des Chat ergeben sich aus den individuellen Interessen der Benutzer und sind dementsprechend offen. Auf Marktplätzen findet man Angebote und Gesuche. Wikis bieten gesammeltes Wissen und Blogs subjektive Berichte.

Moderierbarkeit der Kommunikation

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit ist, ob die Kommunikation moderiert oder unmoderiert ist. Moderatoren sind dafür verantwortlich, lenkend in Diskussionen einzugreifen, auf Fragen zu antworten, Nachrichten vor ihrer Veröffentlichung zu überprüfen und freizuschalten oder bereits veröffentlichte Nachrichten zu kontrollieren und gegebenenfalls zu löschen. Moderatoren können von den Verantwortlichen der Anwendung bestimmt oder demokratisch von den Anwendern gewählt werden. Bis auf E-Mails lassen sich alle Systeme moderieren.

Nachträgliche Editierbarkeit der Nachrichten

In einigen Anwendungen lassen sich die Nachrichten von ihrem Urheber oder anderen Personen nachträglich editieren, in anderen sind sie endgültig. E-Mails, Beiträge in Mailinglists und Inhalte des Chat lassen sich nachträglich nicht korrigieren. Newsgroup Postings kann man nachträglich per Cancel Message löschen oder per Supersede Message überschreiben, was allerdings nicht alle Server unterstützen. Ein wirkungsvolles Löschen oder Überschreiben eines Postings sollte relativ schnell nach dem Absenden geschehen, bevor die Leser der Gruppe das Posting auf ihrer Festplatte gespeichert haben. Zudem ist es möglich, einen Fremdcancel oder ein Fremdsupersede zu verschicken, das ist eine Message, die nicht von dem Urheber des zu löschenden oder überschreibenden Postings stammt. Dies ist zwar offiziell nicht erlaubt, wird aber in einigen Fällen toleriert, wenn zum Beispiel die Message von dem Geschädigten eines Postings mit falschem Absender stammt. Im Gegensatz dazu ist es in Wikis geradezu erwünscht, dass Personen, die nicht der Urheber der Nachricht sind, diese editieren. In den meisten Webanwendungen lassen sich die Nachrichten nachträglich editieren.

Es folgt eine Tabelle für die Gesamtübersicht der Darlegungen in diesem Kapitel. Im Zweifelsfall werden die einzelnen Anwendungen so kategorisiert, wie sie konzeptioniert sind. In konkreten Fällen sind andere Kombinationen der Merkmale möglich.

Kriterium / Ansatz	E-Mail	Mailinglists	Usenet	Chat	Marktplätze	Webforen	Wikis	Weblogs	OLI-it
synchron / asynchron	asynchron	asynchron	asynchron	synchron	asynchron	asynchron	asynchron	asynchron	asynchron
Kommunikationspartner	one-to-one / one-to-many	one-to-many	one-to-many	one-to-one / one-to-many	one-to-many	one-to-many	many-to-many	one-to-many	one-to-many / many-to-many
Empfängerkreis	bekannt / geschlossen	geschlossen / offen	geschlossen / offen	bekannt / geschlossen / offen	offen	offen	offen	offen	offen
Identifizierbarkeit	E-Mail Adresse / Name	E-Mail Adresse / Name	E-Mail Adresse / Name	Benutzername	Benutzername / Identität	Benutzername	Benutzername	Benutzername	Benutzername
Dienst / Web	Dienst	auf E-Mail basierend	Dienst	Dienst / Web	Web	Web	Web	Web	Web
zentral / dezentral	dezentral	zentral	dezentral	zentral / dezentral	zentral	zentral	zentral	zentral	zentral
Anwendungsmodell	Brief	neu	neu	neu	Marktplatz / Händler	neu	Redaktion	Journalist	neu
Speicherung der Nachrichten	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Inhalt der Nachrichten	privat / geschäftlich	Diskussion	Diskussion	offen	Anzeigen	Diskussion	gesammeltes Wissen	subjektive Berichte	offen
moderierbare Kommunikation	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
nachträgliche Editierbarkeit	nein	nein	bedingt möglich	nein	ja	ja	ja	ja	ja

5 Semantic Web

*The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation.*²³

Das Semantic Web ist eine von vielen Aktivitäten des World Wide Web Consortium (W3C), dessen Mission es ist, interoperable Technologien zu entwickeln, um das Web zu seinem vollen Potential zu führen. Vorsitzender des W3C ist Tim Berners-Lee. Das W3C ist ein internationales Konsortium, in dem Organisationen, Angestellte und die Öffentlichkeit gemeinsam De-facto-Standards entwickeln, die auch als Recommendations bekannt sind.

Laut W3C wird das Web sein volles Potential erst dann erreichen, wenn dezentral erstellte Daten sowohl von unabhängig voneinander entworfenen Anwendungsprogrammen als auch von Menschen gemeinsam genutzt und verarbeitet werden können.²⁴ Dies kann nur über offene Standards ermöglicht werden. Das Semantic Web ist eine Vision: die Idee von Daten im Web, die so definiert und miteinander verlinkt sind, dass sie von Computern nicht nur dargestellt, sondern auch automatisiert verarbeitet, zusammengefasst und wieder verwendet werden können.

5.1 Vision

Heute werden Inhalte im Web von Menschen für Menschen dargestellt. Liegen in der Zukunft Daten in einer Form vor, in der sich ihre Bedeutung auch maschinell verarbeiten lässt, erleichtert das die Zusammenarbeit zwischen Computern und Menschen.

Ein Beispiel hierfür ist ein Softwareagent, den man sich als Schnittstelle zwischen dem Benutzer und dem Semantic Web vorstellen kann. Er übernimmt wie ein persönlicher Assistent diverse Aufgaben. Ein Beispiel ist die Planung einer Dienstreise: Flug, Hotel und Mietwagen sollen gebucht, Termine während der Reise vereinbart werden. Der Agent stellt mehrere Alternativen zusammen, aus denen der Benutzer die beste auswählen oder weitere Bedingungen stellen kann. Dabei lernt der Agent immer mehr über die persönlichen Interessen und Vorlieben seines Benutzers.

Auch bei der Suche im Web kann ein Agent behilflich sein: heute liefern Suchmaschinen Links als Treffer, die man selbst durchsuchen muss, um gewünschte Informationen zu finden. Ein Agent hingegen kann Antworten auf Suchanfragen aus mehreren Dokumenten ermitteln. Bei zu vielen oder zu wenigen Treffern kann die Suche automatisch angepasst werden.

²³ Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, The Semantic Web, Scientific American, Mai 2001: <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21>

²⁴ W3C Semantic Web Activity: <http://www.w3.org/2001/sw>

Um derartige Aufgaben zu erfüllen, müssen sich Agenten nicht nur mit dem Benutzer, sondern auch untereinander austauschen. Dazu werden Nachrichten mit Web Services übermittelt. Herausforderungen hierbei sind das Finden, Vermitteln und Zusammensetzen der benötigten Web Services. Für den Austausch von Nachrichten sollten Agenten von den Konzepten der entsprechenden Anwendungsdomäne zumindest teilweise das gleiche Modell besitzen. Hier haben Ontologien und deren Mapping, also ihre Abbildung aufeinander, eine große Bedeutung.

Der Ansatz des Semantic Web ist es, Sprachen zu entwickeln, mit denen Informationen in eine Form gebracht werden, die auch von Maschinen verarbeitet werden kann, und nicht, wie in der Künstlichen Intelligenz, Maschinen so zu programmieren, dass sie sich wie Menschen verhalten.²⁵

Um die Vision des Semantic Web zu realisieren, werden Daten und Metadaten im Web mit Sprachen wie XML, RDF/S (RDF und RDF Schema) und OWL, einer Ontologiesprache, beschrieben. Metadaten sind Daten über Daten, die dazu genutzt werden, Ressourcen zu identifizieren, zu beschreiben und zu lokalisieren.

Daten werden durch Semantik zu Informationen und Informationen werden durch Verknüpfungen zu Wissen, so dass das Internet durch das Semantic Web zu einer weltweiten Wissensbasis erweitert werden kann. Das Potential des Semantic Web liegt vielleicht gerade in dem, was wir uns heute noch nicht vorstellen können. Schon absehbar ist jedoch eine Evolution des menschlichen Wissens, wenn das Internet statt "Information at Your Fingertips" in Zukunft "Knowledge at Your Fingertips" bietet.

25 Semantic Web Road Map: <http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>

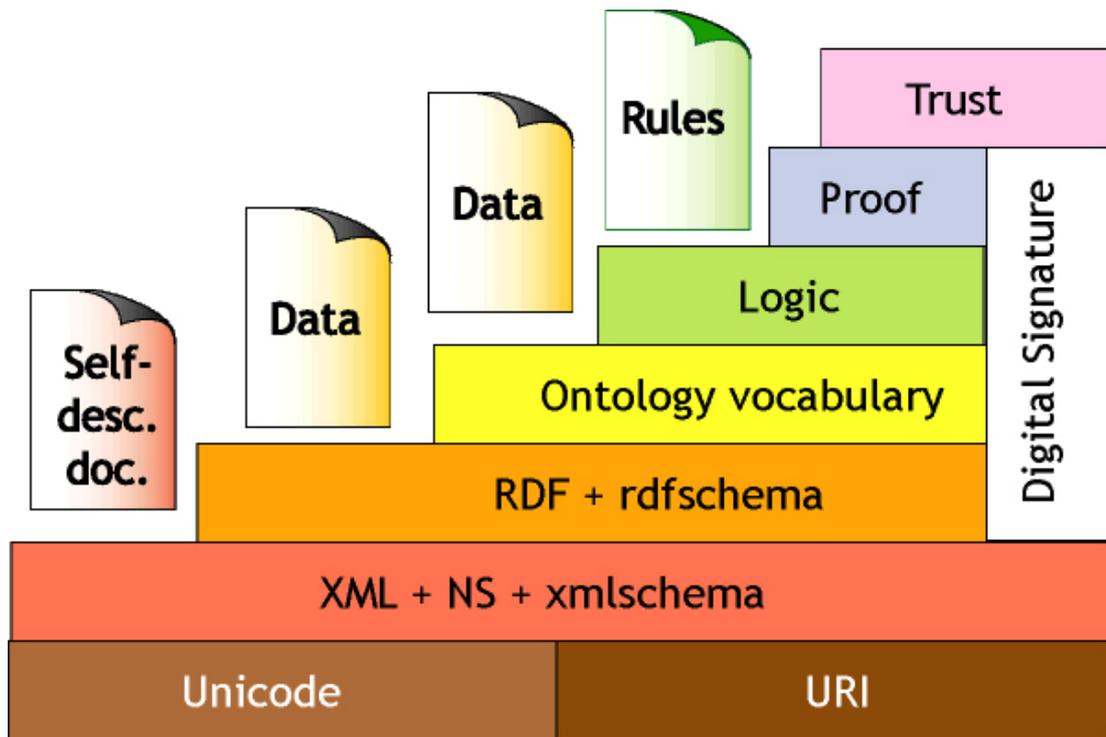


Abbildung 6: Die Schichten des Semantic Web²⁶

Abbildung 6 zeigt die Schichten des Semantic Web, wobei die höheren Schichten auf den tieferen basieren. Im Folgenden werden die einzelnen Schichten genauer beschrieben. Die oberen drei Schichten befinden sich noch in der Entwicklung und werden deshalb nur kurz dargestellt.

5.2 Extensible Markup Language

XML²⁷, die Extensible Markup Language, ist eine einfache und flexible Markup Sprache, die ihre Wurzeln in SGML, der Standard Generalized Markup Language, hat. Die SEMANTIK von XML Dokumenten kann von Programmen nicht automatisch erschlossen werden, sondern muss für jede Anwendungsdomäne sinngemäß implementiert werden. XML strukturiert Dokumente, wodurch syntaktische Interoperabilität unterstützt und die Zusammenarbeit mehrerer Systeme ermöglicht wird. So lassen sich Daten im Web beispielsweise über Web Services, die in B2B Anwendungen vermehrt eingesetzt werden, austauschen. Das ist ein großer Schritt in Richtung des Semantic Web, da XML die Grundlage für weitere Schichten wie RDF/S und OWL bildet.

Ein Web Service²⁸ ist ein Softwaresystem, das Interaktion mit anderen Programmen unterstützt. Die angebotenen Methoden eines Web Services und ihre Parameter werden in der Web Service Definition Language (WSDL) beschrieben. Andere Systeme interagieren

26 Architekturdiagramm von Tim Berners-Lee:
<http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>

27 Extensible Markup Language (XML): <http://www.w3.org/XML>

28 W3C Web Services Activity: <http://www.w3.org/2002/ws>

gemäß dieser Beschreibung über Simple Object Access Protocol (SOAP) Nachrichten mit dem Web Service. Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) ist ein Verzeichnisdienst für die Registrierung von Web Services, mit dem diese anhand von Taxonomien dynamisch gefunden werden können. Durch die Verwendung weit verbreiteter Internetstandards sind Web Services unabhängig von Plattformen, Programmiersprachen und Protokollen und ermöglichen eine offene und flexible Architektur für verteilte Anwendungen.

5.2.1 Sprache

XML ist eine Metasprache, die es erlaubt, eigene Auszeichnungssprachen zu entwickeln und Dokumente in diesen Sprachen zu erstellen. Solche Dokumente bestehen aus Daten und Markup in der Form von Tags, die es Programmen ermöglichen, Inhalte zu interpretieren.

Ein Element besteht aus einem öffnenden Tag, dem Inhalt und einem schließenden Tag:

```
<University>FernUniversität</University>
```

In einem öffnenden Tag können Attribute als Name-Wert-Paare angegeben werden:

```
<University Location="Hagen">FernUniversität</University>
```

XML enthält keine Angaben bezüglich der Darstellungsform der Inhalte. Durch die Verwendung verschiedener Stylesheets können XML Dokumente für unterschiedliche Anzeigemedien und Geräte beliebig transformiert und dargestellt werden.

5.2.2 Struktur

Ein XML Dokument ist wohlgeformt, wenn alle syntaktischen Bedingungen der XML Spezifikation erfüllt sind. Zum Beispiel muss zu jedem öffnenden Tag ein passendes schließendes Tag vorhanden sein und die Elemente müssen richtig, das heißt ohne Überschneidungen, ineinander geschachtelt sein.

Die Struktur eines XML Dokumentes kann durch einen Baum dargestellt werden.²⁹ Jedem Element des Dokuments und jedem Elementtext wird ein Knoten zugeordnet. Das Dokumentelement (das Element, das in keinem anderen enthalten ist) ist die Wurzel des XML Baumes. Ist ein Knoten mit einem Elementinhalt beschriftet, wird er als Textknoten bezeichnet. Alle anderen Knoten sind Elementknoten.

Für die Kommunikation und den Datenaustausch zwischen verschiedenen Programmen werden die Element- und Attributnamen, die verwendet werden können, als gemeinsames VOKABULAR definiert. Zudem wird die Dokumentstruktur festgelegt, indem bestimmt wird, welche Elemente und Attribute innerhalb anderer vorkommen können. Um die Struktur von XML Dokumenten festzulegen, gibt es zwei Möglichkeiten: die ältere DTD (Document Type Definition), die als erweiterte Backus-Naur-Form interpretiert werden kann, und XML Sche-

²⁹ XML:

http://electures.informatik.uni-freiburg.de/lectures/DBTheorie/2005SS/Slides/01_03_dbT_XML.pdf

ma. Der Vorteil von XML Schema im Vergleich zu DTD ist zum einen, dass die SYNTAX auf XML selbst basiert, und zum anderen, dass XML Schemata wieder verwendet und neu definiert werden können. XML Schema stellt eine Menge von integrierten Standarddatentypen zur Verfügung und bietet die Möglichkeit, neue Datentypen zu erstellen, indem existierende erweitert oder mit strengeren Bedingungen versehen werden.

Ein XML Dokument ist gültig, wenn es wohlgeformt ist und Information bezüglich seiner Struktur besitzt und erfüllt.

5.2.3 Namespaces

In einem XML Dokument lassen sich mehr als eine DTD oder ein XML Schema verwenden, wodurch Namenskonflikte auftreten können. Um diese zu vermeiden, werden die entsprechenden Quellen durch Präfixe unterschieden. Eine Namespace Deklaration hat die Form `xmlns:prefix="location"`. Namen aus diesem Namespace können in dem Dokument mit `prefix:name` bezeichnet werden, das ist ein XML qualified name, verkürzt QName. Ein Beispiel ist das Präfix `rdf`, das für das RDF Vokabular mit dem Namespace URI `http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#` steht.

URIs (Uniform Resource Identifiers) sind eindeutige Bezeichner für Ressourcen im Web. Im Gegensatz zu URLs (Uniform Resource Locators) beschränken sie sich nicht auf Ressourcen, die im Web abrufbar sind (z.B. Webseiten), sondern können auch abstrakte Ressourcen, die nicht physisch existieren (z.B. das Konzept "Autor") benennen.

5.3 Resource Description Framework

RDF ist ein Framework zur Repräsentation von Information im World Wide Web. Der Vorteil der Verwendung von RDF zur Bereitstellung von Daten und Metadaten liegt darin, dass Programme, wie zum Beispiel Softwareagenten, diese verarbeiten und ohne Bedeutungsverlust miteinander austauschen können. Dadurch wird der Wert der Informationen gesteigert und die Funktionalität sowie Interoperabilität des World Wide Web verbessert.³⁰

5.3.1 Datenmodell

RDF basiert auf einem graphbasierten Datenmodell.³¹ Ein RDF Graph ist eine Menge von Tripeln. Ein Tripel besteht aus Subjekt, Prädikat und Objekt. Subjekt und Objekt sind Knoten, das Prädikat ist eine zum Objekt gerichtete Kante, die eine Relation zwischen Subjekt und Objekt zum Ausdruck bringt. Solche expliziten Assoziationen zwischen ENTITÄTEN können in XML nicht ausgedrückt werden. Eine Menge von Tripeln ist ein gerichteter und beschrifteter RDF Graph. Die Aussage eines RDF Graphen ist die Konjunktion aller Tripel, die er enthält.

30 RDF Primer: <http://www.w3.org/TR/rdf-primer>

31 Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax: <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts>

Zur Veranschaulichung soll ein kleines Beispiel dienen:

Diese Arbeit, die durch den URI <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/Nachrichtenvermittlung> identifiziert wird, hat die Autorin Kathrin Dentler, die durch ihre E-Mail Adresse kathrin@nulllogic.de eindeutig bezeichnet ist.



Abbildung 7: Ein einfaches RDF Statement als Graph dargestellt³²

Diese Aussage kann, wie aus Abbildung 7 ersichtlich, als RDF Statement dargestellt werden und besteht aus:

- dem Subjekt <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/Nachrichtenvermittlung>,
- dem Prädikat <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>, das aus dem DUBLIN CORE stammt
- und dem Objekt kathrin@nulllogic.de, das ein Literal ist.

Eine Ressource ist durch eine URI reference eindeutig identifizierbar. Das ist ein URI mit optionalem, durch das Zeichen "#" getrennten Fragment Identifier. Ein Fragment Identifier verweist auf einen Teilbereich des Dokuments, das durch den URI bezeichnet wird. RDF URI references dürfen UNICODE Zeichen beinhalten, wodurch mehrere Sprachen verwendet werden können. Subjekte und Prädikate müssen RDF URI references, Objekte können auch Literale sein. Durch die Verwendung von URI references ist das Vokabular erweiterbar und jeder Anwender kann Aussagen über jede beliebige Ressource treffen.

Es gilt:

- Das Subjekt ist eine RDF URI reference oder ein blank node.
- Das Prädikat ist eine RDF URI reference.
- Das Objekt ist eine RDF URI reference, ein blank node oder ein Literal.

Ein blank node ist ein Knoten ohne URI reference, der innerhalb eines Graphs mit einem blank node identifier der Form `_:name` eindeutig bezeichnet wird. Blank nodes werden verwendet, um mehrstellige Relationen als Tripel auszudrücken.

³² Die Graphik wurde mit RDF Gravity (RDF Graph Visualization Tool) erstellt: <http://semweb.salzburgresearch.at/apps/rdf-gravity>

Literale sind Strings (Zeichenketten), die einfach oder typisiert sein können. An ein typisiertes Literal ist die URI reference eines Datentyps angehängt, wofür oft die vordefinierten Datentypen des XML Schemas verwendet werden. RDF hat nur einen integrierten Datentyp, XMLLiteral, der es erlaubt, XML in Literalen zu verwenden.

Zudem bietet RDF eine Technik, die als Reification (Vergegenständlichung) bezeichnet wird, um Aussagen über Aussagen zu treffen, wie zum Beispiel: die Fernuniversität glaubt, dass `kathrin@nulllogic.de` der Autor der Bachelorarbeit "Nachrichtenvermittlung" ist. Statements, über die Aussagen getroffen werden sollen, werden dazu als Ressourcen deklariert. Das ist besonders interessant für die oberste Schicht des Semantic Web, Trust (siehe Abbildung 6), da mit diesem Mechanismus Aussagen von unabhängigen Instanzen bewertet und weiter beschrieben werden können. Wenn Instanzen, denen man vertraut, beispielsweise einen Online-Shop als vertrauenswürdig einstufen, darf man je nach Ermessen selbst darauf vertrauen, dort ohne Risiko einkaufen zu können.

5.3.2 RDF/XML

RDF hat eine empfohlene XML basierte Syntax, mit der Graphen serialisiert werden können, um sie zu notieren und auszutauschen. Obiges Beispiel wird in RDF/XML folgenderweise serialisiert:

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

  <rdf:Description rdf:about="http://www.stud.fernuni-hagen.de/
    q6261035/Bachelorarbeit/Nachrichtenvermittlung">
    <dc:creator>kathrin@nulllogic.de</dc:creator>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>33
```

Ein RDF/XML Dokument besteht aus einem `rdf:RDF` Element, das `rdf:Description` Elemente enthält. Jede dieser Descriptions trifft Aussagen über ein Subjekt, das im `rdf:about` Attribut identifiziert wird.

Es sei bemerkt, dass RDF/XML nicht die einzige Möglichkeit ist, RDF zu serialisieren. Eine einfache Alternative bietet die von Tim Berners-Lee entworfene Notation 3:

³³ Dieses Beispiel ist unter <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/beispiel.rdf> zu finden und wurde mit dem W3C RDF Validation Service validiert: <http://www.w3.org/RDF/Validator>

```
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .

<http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/
  Nachrichtenvermittlung>
dc:creator "kathrin@nulllogic.de" .34
```

5.3.3 RDF Schema

RDF Schema, die RDF Vocabulary Description Language³⁵, basiert auf RDF und bietet die Möglichkeit, domänenspezifisches Vokabular zu definieren, um es in RDF Datenmodellen zu verwenden. Mit RDF Schema lassen sich Taxonomien und einfache Ontologien formalisieren. RDF Schema ist eine Erweiterung von RDF, mit der semantische Information für Anwendungen zugänglich gemacht wird.

Eine der bekanntesten Anwendungen von RDF Schema ist RSS 1.0³⁶ (RDF Site Summary). Viele Menschen besuchen viele Seiten im Web täglich, um sich über Neuigkeiten zu informieren. RSS ist ein RDF Vokabular, mit dem Inhalte für die Verteilung und Wiederverwendung angeboten werden. Diese Inhalte werden dabei als so genannte Newsfeeds zur Verfügung gestellt, so dass sie von unabhängigen Programmen, wie zum Beispiel Webseiten, die aktuelle Neuigkeiten zusammenstellen, verwendet werden können. Es gibt immer mehr eigenständige Programme (Feed Reader), mit denen Anwender Feeds abonnieren und damit eine Übersicht der für sie interessanten Seiten erlangen, ohne jede dieser Seiten einzeln aufzurufen.

Eine weitere bekannte Anwendung ist FOAF³⁷ (Friend of a Friend). Kernstück von FOAF ist das FOAF Vokabular, eine in RDF Schema geschriebene Ontologie. Mit diesem Vokabular kann man sich selbst und seine Freunde beschreiben und auf deren FOAF Dokumente verweisen. So entsteht ein Netz maschinenlesbarer Dokumente über Menschen und ihre Beziehungen. Es gibt verschiedene Tools, um FOAF Dokumente zu erstellen, anzuzeigen, zu durchsuchen und zu traversieren.

34 Dieses Beispiel liegt unter <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/beispieln3.txt> und wurde mit dem Mindswap RDF Converter konvertiert:
<http://www.mindswap.org/2002/rdfconvert>

35 RDF Vocabulary Description Language 1.0: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema>

36 RSS 1.0: <http://web.resource.org/rss/1.0/spec>

37 FOAF: <http://www.foaf-project.org>

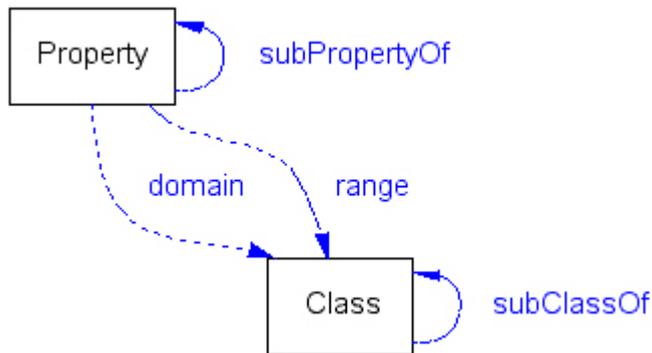


Abbildung 8: RDF Schema³⁸

Die grundlegenden Konzepte von RDFS sind, wie in Abbildung 8 dargestellt, Klassen und Eigenschaften sowie Klassen- und Eigenschaftshierarchien, wobei auch Mehrfachvererbung unterstützt wird. Mit `rdfs:domain` wird die Klasse des Anwendungsbereichs und mit `rdfs:range` die Klasse des Wertebereichs einer Eigenschaft festgelegt.

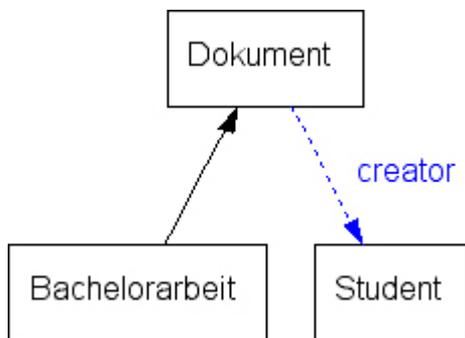


Abbildung 9: Ein einfaches RDF Schema³⁹

Anhand des obigen Beispiels soll jetzt die Anwendungsdomäne genauer beschrieben werden. Bachelorarbeit, Dokument und Student werden als Klassen deklariert. Zudem wird festgelegt, dass eine Bachelorarbeit eine Subklasse (`rdfs:subClassOf`) der Klasse Dokument ist. Damit ist jede Instanz der Klasse Bachelorarbeit auch eine Instanz der Klasse Dokument. Für das Prädikat creator aus dem Dublin Core wird festgelegt, dass es als Subjekt (`rdfs:domain`) ein Dokument und als Objekt (`rdfs:range`) einen Studenten haben muss. Dies zeigt die Erweiterbarkeit von RDF: ein Prädikat aus einem fremden Vokabular kann für eigene Zwecke individuell angepasst werden. Abbildung 9 zeigt das zugehörige RDF Schema.

Dieses wird in RDF/XML folgenderweise serialisiert:

38 Die Graphik wurde mit dem FRODO RDFSviz Tool erstellt: <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo/RDFSviz>

39 Die Graphik wurde mit dem FRODO RDFSviz Tool erstellt: <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo/RDFSviz>

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/
    stud.rdfs#">

  <rdfs:Class rdf:ID="Dokument"></rdfs:Class>
  <rdfs:Class rdf:ID="Student"></rdfs:Class>

  <rdfs:Class rdf:ID="Bachelorarbeit">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="Dokument"/>
  </rdfs:Class>

  <rdf:Property rdf:about="http://purl.org/dc/elements/1.1/creator">
    <rdfs:domain rdf:resource="Dokument"/>
    <rdfs:range rdf:resource="Student"/>
  </rdf:Property>
</rdf:RDF>40

```

Jetzt können in dem Beispiel konkrete Instanzen aus den Klassen des RDF Schemas konstruiert werden:

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:stud="http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/
    stud.rdfs#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xml:base="http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/">

  <stud:Bachelorarbeit rdf:about="Nachrichtenvermittlung">
    <dc:creator>
      <stud:Student rdf:about="kathrin@nulllogic.de"/>
    </dc:creator>
  </stud:Bachelorarbeit>
</rdf:RDF>41

```

"Nachrichtenvermittlung" ist nun eine Instanz der Klasse Bachelorarbeit und damit wegen der Subklassenbeziehung auch ein Dokument, dessen Autor konform mit dem verwendeten RDF Schema ein Student ist.

Die Angabe von Domain und Range im RDF Schema kann dazu dienen, Typen von Instanzen zu erschließen. Aus dem obigen RDF Dokument kann man beispielsweise folgern, dass die Ressource <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/>

40 Dieses RDF Schema liegt unter <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/stud.rdfs> und wurde mit dem W3C RDF Validation Service validiert: <http://www.w3.org/RDF/Validator>

41 Dieses RDF Dokument liegt unter <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/stud.rdf> und wurde mit dem ICS FORTH VRP validiert: <http://139.91.183.30:9090/RDF/VRP>

Nachrichtenvermittlung vom Typ Dokument ist, da als Domain der Eigenschaft creator die Klasse Dokument angegeben wurde.

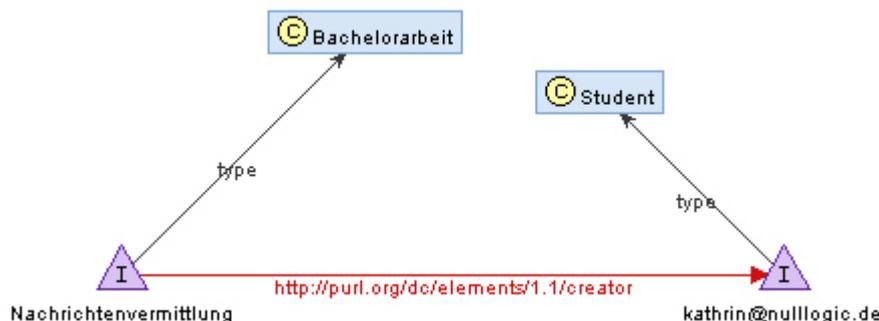


Abbildung 10: Verwendung von RDF Schema⁴²

5.3.4 Semantik

RDF/S hat eine formale Semantik und damit ein komplettes System von Inferenzregeln.⁴³ Diese formale Semantik wird mit Hilfe der Modelltheorie spezifiziert. Die Modelltheorie nimmt an, dass sich eine Sprache auf eine "Welt" bezieht und beschreibt die Mindestanforderungen, die eine Welt erfüllen muss, um jedem Ausdruck der Sprache eine angemessene Bedeutung zuzuweisen. Eine bestimmte Welt heißt Interpretation. Eine Aussage läuft auf die Behauptung hinaus, dass die Welt eine Interpretation ist, die die Aussage wahr sein lässt. Es wird eine abstrakte, mathematische Beschreibung der Eigenschaften zur Verfügung gestellt, die eine solche Interpretation haben muss. Damit lässt sich bestimmen, wann INFERENZEN gültig sind.

Eine einfache Interpretation I eines Vokabulars V ist durch die folgenden Elemente definiert (einfache Literale mit language tags, typisierte Literale und Graphen mit blank nodes werden bewusst ausgelassen):

1. IR: eine nicht leere Menge von Ressourcen, auch Domäne oder Universum von I genannt
2. IP: die Menge der Eigenschaften von I
3. IEXT: Abbildung von IP in die Potenzmenge von IR x IR
4. IS: Abbildung der URI references aus V in (IR U IP)
5. LV: Teilmenge aus IR, die alle einfachen Literale aus V enthält

IEXT(x), die EXTENSION von x, ist die Menge aller Paare derjenigen Argumente, für die eine Eigenschaft wahr ist.

⁴² Die Graphik wurde mit RDF Gravity (RDF Graph Visualization Tool) erstellt: <http://semweb.salzburgresearch.at/apps/rdf-gravity>

⁴³ RDF Semantics: <http://www.w3.org/TR/rdf-nt>

Eine Interpretation stellt genügend Information über eine mögliche Welt zur Verfügung, um jedem Tripel eines RDF Graphen und damit dem gesamten Graphen einen Wahrheitswert zuzuweisen. Die Bedeutung eines Graphen wird rekursiv aus seinen syntaktischen Bestandteilen gewonnen. Für Graphen gelten folgende semantische Bedingungen, wobei E für RDF Syntax steht:

- Wenn E ein einfaches Literal "aaa" aus V ist, dann gilt $I(E) = \text{aaa}$
- Wenn E eine URI reference aus V ist, dann gilt $I(E) = IS(E)$
- Wenn E ein Tripel (S, P, O) ist, dann gilt $I(E) = \text{wahr}$, wenn S, P und O aus V sind, $I(P)$ aus IP und das geordnete Paar $\langle I(S), I(O) \rangle$ aus $IEXT(I(P))$ ist; ansonsten gilt $I(E) = \text{falsch}$
- Wenn E ein RDF Graph ist, dann gilt $I(E) = \text{wahr}$, wenn $I(E') = \text{wahr}$ für alle Tripel E' in E gilt; ansonsten gilt $I(E) = \text{falsch}$

I erfüllt E, wenn $I(E) = \text{wahr}$, und aus einer Menge S von RDF Graphen folgt logisch der Graph E, wenn jede Interpretation, die jeden Graphen aus S erfüllt, auch E erfüllt. Damit ergeben sich einige einfache Ergebnisse über das logische Folgern und die gültige Inferenz. Das Hauptergebnis ist das Interpolation Lemma:

Aus S folgt logisch genau dann der Graph E, wenn ein Subgraph von S eine Instanz von E ist.

Das RDF Vokabular ist die Menge der URI references aus dem `rdf` Namespace. Eine RDF Interpretation ist eine einfache Interpretation, die zusätzliche semantische Bedingungen erfüllt. Semantische Bedingungen, die sich auf `rdf:XMLLiteral` beziehen, werden bewusst ausgelassen. Somit ist die verbleibende semantische Bedingung:

- x ist in IP genau dann, wenn $\langle x, I(\text{rdf:Property}) \rangle$ in $IEXT(I(\text{rdf:type}))$ ist.

Auch das RDFS Vokabular fügt den obigen semantischen Bedingungen weitere hinzu. Neu ist IC, die Menge aller Klassen einer Interpretation. Literale und Datentypen werden auch hier bewusst ausgelassen:

- x ist in $ICEXT(y)$ genau dann, wenn $\langle x, y \rangle$ in $IEXT(I(\text{rdf:type}))$ ist
- $IC = ICEXT(I(\text{rdfs:Class}))$
- $IR = ICEXT(I(\text{rdfs:Resource}))$
- Wenn $\langle x, y \rangle$ in $IEXT(I(\text{rdfs:domain}))$ und $\langle u, v \rangle$ in $IEXT(x)$ sind, dann ist u in $ICEXT(y)$
- Wenn $\langle x, y \rangle$ in $IEXT(I(\text{rdfs:range}))$ und $\langle u, v \rangle$ in $IEXT(x)$ sind, dann ist v in $ICEXT(y)$
- $IEXT(I(\text{rdfs:subPropertyOf}))$ ist transitiv und reflexiv bezüglich IP
- Wenn $\langle x, y \rangle$ in $IEXT(I(\text{rdfs:subPropertyOf}))$ ist, dann sind x und y in IP und $IEXT(x)$ ist eine Teilmenge von $IEXT(y)$
- Wenn x in IC ist, dann ist $\langle x, I(\text{rdfs:Resource}) \rangle$ in $IEXT(I(\text{rdfs:subClassOf}))$

- Wenn $\langle x,y \rangle$ in $IEXT(I(rdfs:subClassOf))$ ist, dann sind x und y in IC und $ICEXT(x)$ ist eine Teilmenge von $ICEXT(y)$
- $IEXT(I(rdfs:subClassOf))$ ist transitiv und reflexiv bezüglich IC

Zudem gibt es für das RDF und RDFS Vokabular AXIOMATISCHE Tripel, die in der Interpretation erfüllt sein müssen, zum Beispiel:

```
rdfs:domain rdfs:range rdfs:Class .
```

Damit ergeben sich einfache Regeln der Form:

"Füge einem Graph ein Tripel hinzu, wenn er Tripel enthält, die einem bestimmten Muster entsprechen."

Wenn E beispielsweise die Tripel `uuu rdfs:subPropertyOf vvv` und `vvv`

`rdfs:subPropertyOf www` enthält, dann füge das Tripel `uuu rdfs:subPropertyOf www` hinzu.

5.3.5 SPARQL Query Language

Das Semantic Web ist ein Netz aus verteilten und miteinander verknüpften Daten, das einer globalen Datenbank gleicht. SPARQL⁴⁴ als Abfragesprache für RDF Daten bietet die Möglichkeit, auf der semantischen Ebene Informationen aus dem Web abzufragen und die Ergebnisse miteinander zu kombinieren.

Im Gegensatz zu XML, RDF und OWL ist SPARQL noch keine Recommendation des W3C, sondern eine Candidate Recommendation, das ist eine Vorstufe im Entwicklungsprozess zur Recommendation. Deshalb sollen die folgenden Darstellungen nur als Konzept für eine RDF Abfragesprache, die für das Semantic Web von essentieller Bedeutung ist, verstanden werden.

Mit SPARQL lassen sich Informationen aus RDF Graphen abfragen. Es ist möglich, neue Graphen zu konstruieren, die auf den Informationen des abgefragten Graphen basieren. Die abzufragenden Tripel können dabei direkt aus RDF Dokumenten stammen, von anderen Tripeln abgeleitet oder aus weiteren Formaten extrahiert sein. Mit SPARQL lassen sich auch entfernte Abfragen durchführen, indem Web Services genutzt werden. Dabei werden die Abfragen zu einem Abfragen verarbeitenden Service geschickt, der seine Ergebnisse zurückgibt.⁴⁵

So lässt sich beispielsweise der Autor der Bachelorarbeit aus dem Graphen des obigen Beispiels ermitteln. Die SELECT Klausel bezeichnet die Variablen, die das Ergebnis liefern soll, und die WHERE Klausel beinhaltet ein Tripel als Muster für den Abgleich:

44 SPARQL Query Language for RDF: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>

45 SPARQL Protocol for RDF: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-protocol>

```
SELECT ?creator WHERE {  
  <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/  
    Nachrichtenvermittlung>  
  <http://purl.org/dc/elements/1.1/creator> ?creator .  
}
```

Das Ergebnis⁴⁶ dieser Abfrage ist "kathrin@nulllogic.de".

5.4 Web Ontology Language

OWL⁴⁷ wurde aus DAML+OIL (DARPA Agent Markup Language + Ontology Inference Layer) heraus entwickelt und ist die ausdrucksstärkste Ontologiesprache. OWL bietet die Möglichkeit, die Semantik der Terme eines Vokabulars und ihre Beziehungen explizit zu repräsentieren. Eine solche Repräsentation ist eine Ontologie, die die Bedeutung der Terminologie, die in Webdokumenten verwendet wird, formal beschreibt.

Die Web Ontology Language wird mit OWL und nicht mit ihrem eigentlichen Akronym WOL bezeichnet. Dies geschieht in Anlehnung an die Eule (OWL) in Winnie the Pooh, die als einzige im Wald ihren Namen buchstabieren konnte, allerdings mit einem Dreher: WOL. Die Web Ontology Language macht diesen Dreher genau anders herum: OWL.⁴⁸

OWL wurde für Anwendungen konzipiert, die den Inhalt von Informationen verarbeiten. OWL unterstützt durch zusätzliches Vokabular mit formaler Semantik eine stärkere maschinelle Interpretationsmöglichkeit von Inhalten im Web als die bisher vorgestellten Sprachen.

Eine konkrete Anwendung von OWL ist OWL Service⁴⁹, eine Ontologie für die Beschreibung der Eigenschaften und Fähigkeiten von Web Services in einer Form, die von Softwareagenten verarbeitet werden kann. OWL-S macht Web Services zu Semantic Web Services und ermöglicht die Automatisierung des Auffindens, der Ausführung, der Komposition und Interoperation von Web Services.

Im Folgenden wird zunächst auf Taxonomien und Ontologien eingegangen, die mit Hilfe von OWL beschrieben werden können.

5.4.1 Taxonomien

In der Biologie ist eine Taxonomie die Einordnung der Lebewesen in systematische Einheiten aufgrund ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen. In der Informatik spricht man von einer Taxonomie als "Klassifikation von Entitäten in Form einer Hierarchie" [DOS03]. Damit

46 Redland Rasqal RDF Query Demonstration: <http://librdf.org/query>

47 Web Ontology Language (OWL): <http://www.w3.org/2004/OWL>

48 Frequently Asked Questions on W3C's Web Ontology Language (OWL):
<http://www.w3.org/2003/08/owfaq.html.en>

49 OWL-S: <http://www.daml.org/services/owl-s/1.1>

können Subklassifizierungen und Subklassen ausgedrückt und die entsprechenden Entitäten mit Struktur und Semantik versehen werden. Taxonomien sind das Grundgerüst von Ontologien.

Taxonomien werden vor allem für die Ablage und Suche verwendet, wie zum Beispiel in Bibliotheken oder in dem von Netscape initiierten Open Directory Project, dessen Ziel die Erstellung eines umfangreichen Internet-Verzeichnisses mit Hilfe einer großen Gemeinschaft freiwilliger Editoren ist.⁵⁰

5.4.2 Tagging

Tagging wird im Englischen mit dem Neologismus Folksonomy⁵¹ (Folk und Taxonomy) bezeichnet. Es handelt sich um einen gemeinschaftlichen und einfachen Mechanismus, um Informationen im Web zu kategorisieren. Beim Tagging können Nutzer Informationen frei wählbare Schlagworte, so genannte Tags, zuordnen. Tagging wird in Anwendungen genutzt, in denen Bilder, Bookmarks oder Artikel publiziert werden. Auch in sozialen Anwendungen, die menschliche Kommunikation, Interaktion und Zusammenarbeit unterstützen, kommt Tagging zunehmend zum Einsatz.

Der Nachteil von Tagging im Vergleich zu kontrollierten Vokabularien liegt in der fehlenden Struktur der verwendeten Schlagworte, zwischen denen sich keine Beziehungen darstellen lassen. Dem gegenüber stehen, wie die Praxis zeigt, mehrere Vorteile. Tagging ist einfach zu verstehen und zu verwenden. Aus modernen Anwendungen, in denen Tagging genutzt wird, ist ersichtlich, dass die Akzeptanz der Nutzer groß ist. Beispiele sind Flickr⁵², eine Webanwendung zur Veröffentlichung von digitalen Bildern, Furl⁵³, eine Anwendung für soziale Bookmarks, oder Lycos iQ. Die Kategorien beim Tagging sind nicht wie in einer Taxonomie fest vorgegeben, sondern entwickeln sich im Laufe der Zeit dynamisch und demokratisch.

5.4.3 Ontologien

Ontologie ist eine philosophische Disziplin, die sich mit dem Sein und dem Seienden beschäftigt. Dieser Begriff wurde von der Informatik übernommen und mit einer technischen Bedeutung versehen. Statt von "Ontologie" spricht man von "einer Ontologie". Eine beliebte Definition ist die von T. R. Gruber⁵⁴, überarbeitet von R. Studer [AH04]:

An ontology is an explicit and formal specification of a conceptualization.

50 Open Directory Project: <http://dmoz.org/about.html>

51 Folksonomies - Cooperative Classification and Communication Through Shared Metadata: <http://www.adammathes.com/academic/computer-mediated-communication/folksonomies.html>

52 Flickr: <http://www.flickr.com>

53 Furl: <http://www.furl.net>

54 What is an Ontology: <http://www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>

Eine Ontologie ist demnach eine explizite formale Beschreibung von Konzepten einer bestimmten Anwendungsdomäne und ihren Beziehungen. Damit entsteht ein abstraktes Modell der Domäne. Heterogene und verteilte Programme, die dieselbe Ontologie verwenden, haben ein gemeinsames Vokabular sowie ein gemeinsames "Verständnis" von der beschriebenen Domäne, so dass sie sich gegenseitig Abfragen stellen und Aussagen treffen können, die mit der Ontologie konsistent sind. Ontologien sind im Semantic Web die konzeptuelle Basis, die es Maschinen ermöglicht, die Semantik von Metadaten zu interpretieren [SS04].

Verschiedene Terminologien können auf eine Ontologie und verschiedene Ontologien aufeinander abgebildet werden, wodurch semantische Interoperabilität ermöglicht wird.

5.4.4 OWL Vokabular

RDF Schema ist ein Vokabular, um Klassen und Eigenschaften sowie Klassen- und Eigenschaftshierarchien zu definieren und damit einfache Ontologien zu erstellen. OWL bietet darüber hinaus weiteres Vokabular, um Klassen und Eigenschaften zu beschreiben: unter anderem Beziehungen zwischen Klassen (z.B. DISJUNKTHEIT), KARDINALITÄT ("genau eins"), Äquivalenz oder Charakteristika von Eigenschaften (z.B. Transitivität und Symmetrie).⁵⁵

Eigenschaften

In OWL gibt es zwei Typen von Eigenschaften: Objekteigenschaften, die Objekte miteinander in Beziehung setzen, und Datentypeigenschaften, die Objekten Datentypen zuweisen. Eigenschaften können mehrere Domains oder Ranges haben. Falls das der Fall ist, wird deren Schnittmenge gebildet.

Für die weitere Spezifikation der Charakteristika von Eigenschaften stellt OWL folgende Mechanismen zur Verfügung:

- **TransitiveProperty**
Wenn eine Eigenschaft P transitiv ist, dann gilt für jedes x, y und z:
 $P(x, y) \text{ und } P(y, z) \text{ impliziert } P(x, z)$
- **SymmetricProperty**
Wenn eine Eigenschaft P symmetrisch ist, dann gilt für jedes x und y:
 $P(x, y) \text{ genau dann, wenn } P(y, x)$
- **FunctionalProperty**
Wenn eine Eigenschaft P funktional ist, dann gilt für alle x, y und z:
 $P(x, y) \text{ und } P(x, z) \text{ impliziert } y = z$

55 OWL Web Ontology Language Guide: <http://www.w3.org/TR/owl-guide>

- `inverseOf`
Ist eine Eigenschaft P1 invers zu einer Eigenschaft P2, dann gilt für alle x und y:
 $P1(x, y)$ genau dann, wenn $P2(y, x)$
- `InverseFunctionalProperty`
Ist eine Eigenschaft P invers funktional, dann gilt für alle x, y und z:
 $P(y, x)$ und $P(z, x)$ impliziert $y = z$

Restriktionen

Restriktionen definieren anonyme Klassen (blank nodes) und schränken im Kontext einer `owl:Restriction` die Verwendung von Eigenschaften (`owl:onProperty`) für diese Klassen in Bezug auf deren Range ein.

Die Restriktion `owl:allValuesFrom` legt den Typ des Wertebereichs einer Eigenschaft in Verbindung mit einer bestimmten Klasse fest. Dies entspricht einer universellen Quantifikation. Analog dazu wird mit der Restriktion `owl:someValuesFrom` für eine Eigenschaft in Verbindung mit einer Klasse festgelegt, dass mindestens ein Wert der entsprechenden Eigenschaft den angegebenen Typ haben muss. Dies entspricht einer existentiellen Quantifikation.

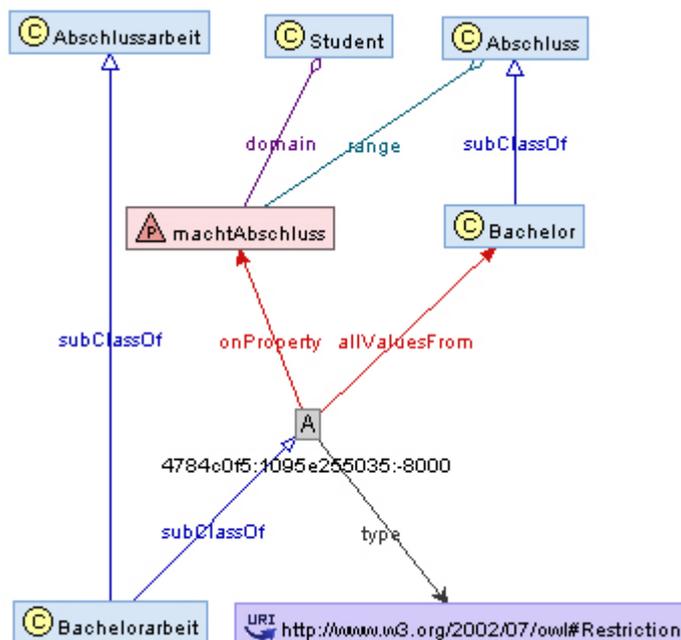


Abbildung 11: Eine einfache Restriktion⁵⁶

Mit einer Restriktion kann beispielsweise definiert werden, dass eine Bachelorarbeit Subklasse der Klasse Abschlussarbeit ist und von einem Studenten geschrieben werden muss, der als Abschluss den Bachelor macht.

⁵⁶ Diese Graphik wurde mit RDF Gravity (RDF Graph Visualization Tool) erstellt:
<http://semweb.salzburgresearch.at/apps/rdf-gravity>

Dieser Graph wird in OWL/XML folgenderweise serialisiert:

```
<owl:Class rdf:ID="Bachelorarbeit">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Abschlussarbeit"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="machtAbschluss"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="#Bachelor"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>57
```

Mit demselben Mechanismus werden auch Kardinalitäten definiert.

Im obigen RDF Schema Beispiel wurde für die Eigenschaft creator aus dem Dublin Core der Wertebereich (Range) Student festgelegt. Das ist eine globale Restriktion, da sie überall da gilt, wo dieses Schema verwendet wird. Im Gegensatz dazu sind OWL Restriktionen lokal: für die Klasse Bachelorarbeit muss der Autor ein Student sein, der als Abschluss den Bachelor macht. Für die Klasse Masterarbeit kann festgelegt werden, dass der Range der Eigenschaft machtAbschluss die Klasse Master ist.

Komplexe Klassen

OWL stellt Konstruktoren zur Verfügung, um so genannte Klassenausdrücke zu erstellen. OWL unterstützt die Mengenoperationen Vereinigung, Schnitt und Komplement. Auch die Disjunktion zwischen den Extensionen von Klassen kann ausgedrückt werden.

Mapping

Um Ontologien bestmöglich zu nutzen, müssen sie gemeinsam verwendet, wieder verwendet und zusammengesetzt werden können. Dazu bietet OWL eine Reihe von Möglichkeiten. So können Klassen und Eigenschaften als äquivalent und Individuen als identisch oder verschieden deklariert werden, um unterschiedliche Terminologien aus verschiedenen Ontologien aufeinander abzubilden und diese Ontologien damit zu vereinen. OWL geht dabei nicht von eindeutigen Namen aus, was bedeutet, dass zwei unterschiedliche Namen nicht notwendigerweise zwei unterschiedliche Individuen bezeichnen.

57 Die gesamte Ontologie ist unter <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/university.owl> zu finden, wurde mit Protégé erstellt: <http://protege.stanford.edu> und mit dem OWL Consistency Checker überprüft: <http://www.mindswap.org/2003/pellet/demo.shtml>

In ein OWL Dokument können weitere OWL Ontologien importiert und verwendet werden. OWL geht von der Open-World Assumption aus: Beschreibungen von Ressourcen beschränken sich nicht auf ein spezielles Dokument oder einen Geltungsbereich. OWL ist monoton, das heißt, dass Aussagen oder Schlussfolgerungen nur hinzukommen, nicht aber rückgängig gemacht werden können.

5.4.5 Untersprachen von OWL

Bei Ontologiesprachen gibt es einen Trade-off (negative wechselseitige Abhängigkeit zweier Aspekte) zwischen Ausdruckskraft und effizientem Folgern. Je mächtiger eine Sprache ist, desto weniger effizient können Schlussfolgerungen gezogen werden, wobei es möglich ist, die Grenzen der Berechenbarkeit zu überschreiten. Diesen Trade-off hat das W3C durch die Definition mehrerer Untersprachen mit zunehmender Ausdruckskraft gelöst:

- **OWL Lite**
OWL Lite beschränkt sich auf eine Teilmenge der OWL Konstruktoren, was die Sprache auf der einen Seite einfach zu handhaben und zu implementieren macht, auf der anderen Seite jedoch in ihrer Ausdruckskraft beschneidet.
- **OWL DL**
OWL Description Logic (entscheidbare Teilmenge der Prädikatenlogik) nutzt alle Elemente des OWL Vokabulars in einer eingeschränkten Form. So wird beispielsweise die Anwendung von OWL Konstruktoren aufeinander nicht ermöglicht, das heißt, eine Klasse kann nicht Instanz einer anderen Klasse sein. Dadurch kann jede gültige Schlussfolgerung in endlicher Zeit durchgeführt werden.
- **OWL Full**
OWL Full nutzt uneingeschränkt alle Elemente des OWL Vokabulars. Diese können mit RDF und RDFS kombiniert und aufeinander angewandt werden. OWL Full ist weder entscheidbar noch komplett implementierbar.

Jede dieser Untersprachen ist in Bezug auf korrekte Ausdrücke und gültige Schlussfolgerungen eine Erweiterung des einfacheren Vorgängers. OWL Full kann als Erweiterung von RDF betrachtet werden, während dies für OWL Lite und OWL DL nur eingeschränkt gilt. Jedes OWL Dokument ist ein RDF Dokument und jedes RDF Dokument ist ein OWL Full Dokument, jedoch nicht unbedingt ein gültiges OWL Lite oder OWL DL Dokument. Dies liegt an den Möglichkeiten zur METAMODELLIERUNG VON RDFS.

5.5 Logik, Regeln und Beweise

Logik, vor allem die Prädikatenlogik, ist eine wichtige Grundlage der Wissensrepräsentation. RDF und OWL (Lite und DL) können als Spezialisierungen der Prädikatenlogik betrachtet werden. Logik stellt formale Sprachen mit formaler Semantik zur Verfügung, um Wissen auszudrücken und aus diesem Wissen Schlussfolgerungen zu ziehen. So kann implizites

Wissen explizit gemacht und damit neues Wissen erschlossen werden. Das ist besonders interessant für Agenten, die durch Ontologien Wissen über den Inhalt von Ressourcen im Web und über die Konzepte von Anwendungsdomänen und deren Beziehungen gewinnen können, das über das hinausgeht, was tatsächlich in der Ontologie beschrieben ist.

Die Verwendung von Regeln im Semantic Web befindet sich noch im Aufbau. Agenten können nach festen Regeln Entscheidungen treffen und diese dem Benutzer gegenüber begründen, da sich die einzelnen Schritte, die zu der Entscheidung geführt haben, zurückverfolgen lassen. Auch für Interaktionen zwischen Agenten sind Begründungen und Beweise wichtig. So kann es für einen Agenten notwendig sein, zu überprüfen, ob der Schluss, zu dem ein anderer Agent gekommen ist, richtig ist. Dafür müssen Agenten ihre Schlüsse beweisen und diese Beweise derart repräsentieren können, dass sie für andere Agenten nachvollziehbar sind.

Eine einfache Regel hat die Form:

$A \rightarrow B,$

wobei A die Prämisse und B die Konklusion ist. Diese wird als deduktive Regel folgendermaßen interpretiert: wenn A wahr ist, ist auch B wahr.

Eine Teilmenge der Prädikatenlogik ist die Hornlogik. Eine Hornformel ist eine Formel in konjunktiver Normalform (Konjunktion von Disjunktionen), in der jedes Disjunktionsglied eine Hornklausel ist, das ist eine Klausel mit höchstens einem positiven Literal. Eine Hornklausel kann als Regel betrachtet werden, in der die negativen Literale die Prämisse und das positive Literal die Konklusion darstellen. Regeln mit leerer Prämissenmenge sind Fakten. Die Regeln und Fakten ergeben zusammen eine Wissensbasis, an die Abfragen gestellt werden können.

Aus Fakten in der Form

`mutter(X,Y)`

kann man anhand von Regeln auf verwandtschaftliche Beziehungen schließen.

So ist zum Beispiel eine Mutter ein Elternteil:

`mutter(X,Y) -> elternteil(X,Y)`

und eine Großmutter die Mutter eines Elternteils:

`mutter(X,E), elternteil(E,Y) -> großmutter(X,Y)`

Die Semantic Web Rule Language SWRL⁵⁸ ist eine W3C Member Submission und daher lediglich als Vorschlag für eine mögliche Regelsprache zu betrachten. SWRL basiert auf der Kombination von OWL Lite und OWL DL mit DATALOG RuleML, einer entscheidbaren Unter-

58 Semantic Web Rule Language: <http://www.w3.org/Submission/SWRL>

sprache der Rule Markup Language⁵⁹. SWRL ermöglicht die Kombination hornähnlicher Regeln mit einer OWL Wissensbasis. Dadurch wird die Ausdruckskraft von OWL erhöht, da OWL alleine keine Möglichkeit zur Verfügung stellt, Regeln zu formulieren. Eine Regel in SWRL ist eine Implikation zwischen den Prämissen und der Konklusion, die aus Atomen bestehen. Atome können OWL Descriptions, Eigenschaften, Individuen oder Datenwerte sein.

Die Prädikatenlogik ist monoton, das heißt, dass bisherige Folgerungen immer wahr bleiben. Auch nichtmonotone Regeln sind hilfreich, wenn verfügbare Informationen so wie im Semantic Web nicht komplett sind. Auftretende Konflikte können beispielsweise mit Prioritäten gelöst werden, die sich in RuleML ausdrücken lassen. RuleML ist eine Auszeichnungssprache für Regeln und dient deren Beschreibung und Austausch zwischen verschiedenen Anwendungen.

Ein Beispiel sind die folgenden Regeln:

```
Pinguin(X) -> Vogel(X)
Vogel(X) -> fliegen(X)
Pinguin(X) -> ¬fliegen(X)
```

Daraus lässt sich sowohl folgern, dass ein Pinguin fliegen kann, als auch, dass er nicht fliegen kann. Ein solcher Konflikt kann gelöst werden, indem die dritte Regel als Ausnahme mit einer höheren Priorität als die zweite Regel versehen wird.

5.6 Vertrauen

Vertrauen ist ein subjektives Gefühl, das nicht implementiert werden kann. Das Semantic Web muss jedoch wichtige Grundlagen bieten, um vertrauenswürdig zu sein. Menschen vertrauen durch Erfahrung, Empfehlungen und plausible Erklärungen. Erfahrungen muss jeder für sich sammeln und benötigt dazu eventuell einen Vertrauensvorschuss bzw. ein gewisses Grundvertrauen.

Vertrauen ist teilweise übertragbar, weshalb Menschen auch auf Empfehlung vertrauen. Das ist die Basis der digitalen Signaturen, mit denen ein Vertrauensnetz zwischen Menschen und damit ein "Web of Trust" entstehen soll. Das Semantic Web ermöglicht es Benutzern mit Hilfe von digitalen Signaturen, Verantwortung für Beiträge zu übernehmen, die sie im Web veröffentlichen. Mit digitalen Signaturen werden Integrität und Authentizität der signierten Daten sowie die Identität des Urhebers sichergestellt, das heißt, die Daten wurden während einer Vermittlung nicht verändert und können dem Urheber sicher zugeordnet werden.

59 RuleML: <http://www.ruleml.org>

Bei der Erstellung einer digitalen Signatur berechnet der Urheber mit Hilfe einer Hash-Funktion aus seinen Daten einen eindeutigen Hash-Wert fester Länge. Dieser Wert ist eine kryptographische Prüfsumme, die als "Fingerabdruck" der Daten dient. Ein Empfänger erhält die Daten mit der zugehörigen digitalen Signatur. Er wendet dieselbe Hash-Funktion auf die Daten an. Erhält er denselben Hash-Wert wie den aus der Signatur, ist sichergestellt, dass die Daten nicht verändert wurden.

Um zu gewährleisten, dass die Daten vom angegebenen Urheber stammen, werden zusätzlich Public Key Verschlüsselungsverfahren eingesetzt. Hier stehen ein geheimer und ein öffentlicher Schlüssel zur Verfügung, die beide dem Urheber gehören. Der geheime Schlüssel dient zum Verschlüsseln. Mit dem öffentlichen Schlüssel kann jeder die Daten entschlüsseln und damit sicherstellen, dass die Daten von der Person stammen, die den geheimen Schlüssel besitzt. Bei der Erzeugung einer digitalen Signatur wird der Hash-Wert der Daten mit dem geheimen Schlüssel des Urhebers verschlüsselt.

Wie aus Abbildung 6 ersichtlich ist, verlaufen digitale Signaturen orthogonal zu den Schichten des Semantic Web, da sie in jeder der Schichten verwendet werden können und sollen. So lassen sich RDF Aussagen, RDF, RDFS und OWL Dokumente sowie Regeln und Beweise signieren. Das ist gerade in einem weltweit verteilten System wie dem Semantic Web wichtig, in dem jeder Nutzer beliebige Aussagen treffen kann.

Es stellt sich die Frage, ob ein Schlüssel tatsächlich dem angegebenen Besitzer gehört und inwiefern man diesem vertrauen kann. Zur Lösung dieser Frage eignen sich verschiedene Vertrauensstufen, wie sie bei PGP verwendet werden. Damit wird ein "Web of Trust" aufgespannt: man vertraut nicht nur denjenigen, denen man direkt vertraut, sondern auch denjenigen, denen diese direkt vertrauen und so weiter.

Tim Berners-Lee wünscht sich für Agenten und Browser im Semantic Web einen "Oh, yeah" Button, der bei Zweifel und Unsicherheit angeklickt werden kann, um plausible Erklärungen zu liefern. Ist beispielsweise ein Agent durch Regeln und Inferenz zu einem Schluss gekommen, kann er diesen mittels Rückwärtsdeduktion beweisen und dem Anwender die einzelnen Schritte, die zu dem Schluss geführt haben, verständlich darlegen, so dass dieser den Schluss nachvollziehen kann. Zeigt der Browser Informationen aus dem Web, liefert er als Antwort auf den angeklickten Button den Grad, zu dem man der Information vertrauen kann und wie dieser zustande gekommen ist.

6 RDF Implementierung von OLI-it

Das Semantic Web bietet neue, interoperable Technologien, mit denen dezentral erstellte Daten von unabhängig voneinander entwickelten Anwendungsprogrammen gemeinsam genutzt und verarbeitet werden können. Im Folgenden wird beschrieben, wie OLI-it und das Semantic Web zusammengeführt werden, um Menschen über den Austausch von Nachrichten anhand einer globalen und individuellen Vermittlung, die auf Regeln basiert, miteinander zu verbinden.

Das Anwendungsmodell von OLI-it wird mit einer in RDF Schema beschriebenen Ontologie formalisiert, damit andere Anwendungen wie beispielsweise Softwareagenten oder spezialisierte Programme die Daten von OLI-it korrekt verarbeiten, interpretieren und ohne Bedeutungsverlust miteinander austauschen können. Konkrete Daten werden im RDF Format unter Verwendung dieses Schemas zur Verfügung gestellt. Die Daten können über Weboberflächen von Menschen und über Web Services von Clientprogrammen im- und exportiert werden. Auch der Abgleich zwischen Codes und Anglern wird über Web Services angeboten, damit unabhängige Anwendungen die Abgleichslogik von OLI-it nicht implementieren müssen, sondern die Möglichkeit haben, neue Inhalte gegen die zentrale Datenbasis abzugleichen. Zuletzt werden zwei prototypische Programme vorgestellt, die auf demselben API basieren. Eine spezialisierte Webanwendung bietet die Möglichkeit der Nachrichtenvermittlung zwischen Studenten. Ein Clientprogramm dient dazu, Inhalte dezentral zu bearbeiten, neu zu erstellen, auf dem eigenen Rechner zu speichern und mit anderen Inhalten abzugleichen.

6.1 RDF Schema

Damit unabhängige Programme die Daten von OLI-it interpretieren und miteinander austauschen können, wird ein gemeinsames RDF Schema benötigt, das die Struktur der Elemente des Kreislaufs, des Wortraums und der Vermittlungslogik beschreibt.⁶⁰ Dazu wurden die Tabellen der Datenbank als Klassen und die Beziehungen zwischen diesen als Eigenschaften modelliert.

60 Das vollständige RDF Schema liegt unter <http://nulllogicone.net/schema.rdfs>

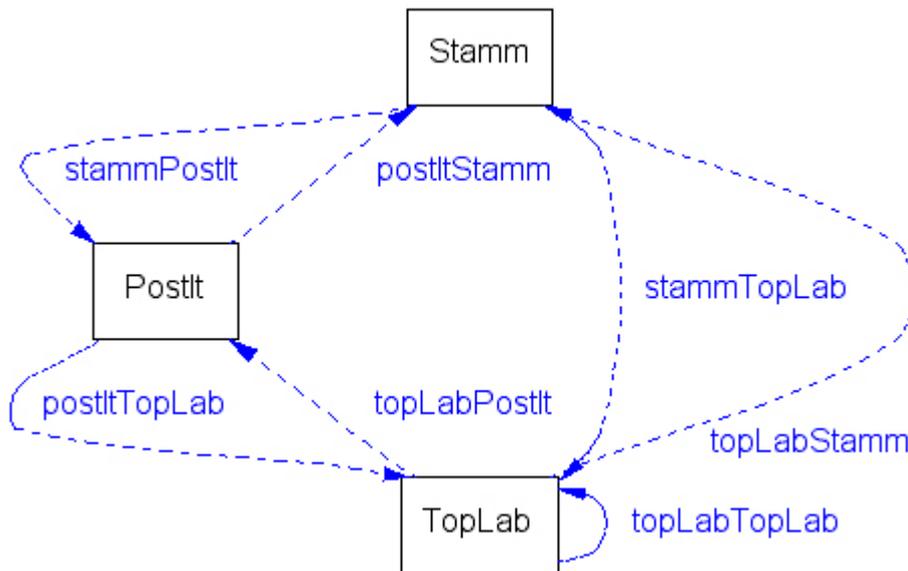


Abbildung 12: Beziehungen zwischen Klassen⁶¹

Abbildung 12 zeigt die Beziehungen zwischen drei ausgewählten Klassen des Kreislaufs. Auf ein PostIt kann es mehrere TopLabs geben. Ein Stamm kann mehrere PostIts schreiben und ein PostIt kann zu mehreren Stämmen gehören. Außerdem kann man TopLabs auf TopLabs abgeben. Diese Beziehungen werden in dem RDF Schema durch die Angabe von Domain und Range definiert.

Folgender Ausschnitt aus dem Schema zeigt nur die Klasse Stamm mit ihren Eigenschaften:

```
<rdf:RDF xml:lang="de"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://nulllogicone.net/schema.rdfs#">

<!-- Klasse Stamm -->
<rdfs:Class rdf:ID="Stamm"></rdfs:Class>

<!-- Stamm Eigenschaften -->
<rdf:Property rdf:ID="stammPostIt">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Stamm"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#PostIt"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="stammTopLab">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Stamm"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#TopLab"/>
</rdf:Property>

</rdf:RDF>62
```

61 Die Graphik wurde mit dem FRODO RDFSviz Tool erstellt: <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo/RDFSviz>

62 Das RDFS Dokument liegt unter <http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/SPT.rdfs>

Für die Abgleichslogik ist es wichtig, dass die Werte der Markierungen in Codes und Anglern nur definierte Zustände annehmen. Deshalb wurden sie im RDF Schema als Subklassen ihrer Typen modelliert:

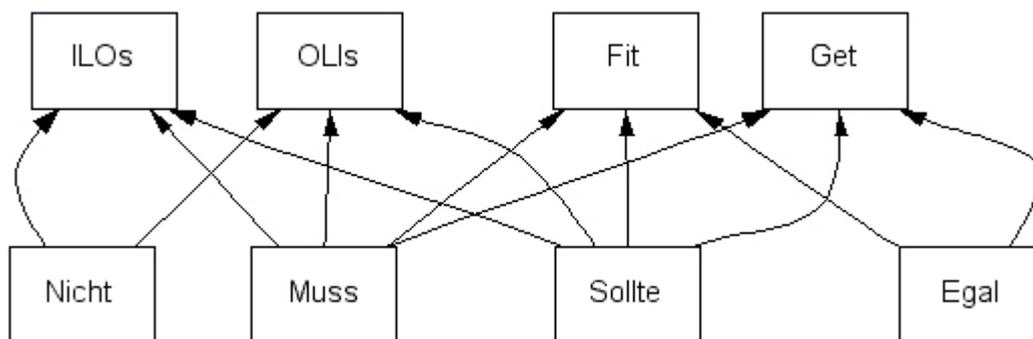


Abbildung 13: Werte für eine Markierung⁶³

Die Namen der Subklassen stehen für die verschiedenen Werte der Markierungen. Da Klassen nicht mit Ziffern benannt werden dürfen, steht "Muss" für den Wert 3, "Sollte" für den Wert 2, "Nicht" für den Wert 1 und "Egal" für den Wert 0.

6.2 RDF

Werden die Daten als RDF Statements mit zugehörigem RDF Schema formuliert, eröffnet sich die Möglichkeit, mit einer Abfragesprache wie SPARQL Anfragen an Aussagen zu stellen. Um diesen und weitere Vorteile von RDF zu nutzen, werden sämtliche Inhalte der Datenbank, also Stamm, Angler, PostIt, Code und TopLab, unter Verwendung des Schemas als RDF Dokumente ausgegeben.

Zu jedem einzelnen Datensatz gibt es ein RDF Dokument, das unter einem URL nach folgendem Muster aufgerufen werden kann:

`http://nulllogicone.net/Tabellenname/GUID.rdf`

Die Relationen zwischen den Datensätzen werden in Statements ausgedrückt, die zu weiteren Dokumenten führen. Damit lässt sich der Datenbestand traversieren.

Jedes dieser Dokumente hat den Datensatz, den es beschreibt, als Subjekt. Der URI des Subjekts hat folgende Form:

`http://nulllogicone.net/Tabellenname/?GUID`

Mit dieser URI als Adresse in einem Browser kann man den zugehörigen Datensatz sehen und zu weiterführenden Datensätzen navigieren.

Folgendes Beispiel zeigt ein PostIt mit einem seiner Urheber:

⁶³ Die Graphik wurde mit dem FRODO RDFSViz Tool erstellt: <http://www.dfki.uni-kl.de/frodo/RDFSViz>

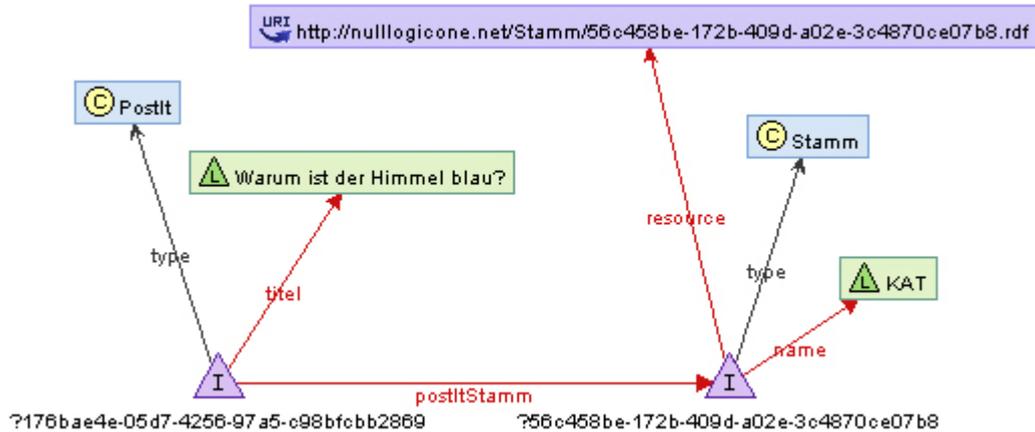


Abbildung 14: Ein PostIt mit seinem Stamm⁶⁴

Dieser Graph wird in RDF/XML folgenderweise serialisiert:

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:nlo="http://nulllogicone.net/schema.rdfs#"
  xml:base="http://nulllogicone.net/">

  <nlo:PostIt
    rdf:about="PostIt/?176bae4e-05d7-4256-97a5-c98bfcbb2869">
    <nlo:titel>Warum ist der Himmel blau?</nlo:titel>

    <nlo:postItStamm>
      <nlo:Stamm
        rdf:about="Stamm/?56c458be-172b-409d-a02e-3c4870ce07b8"
        nlo:name="KAT">
        <nlo:resource rdf:resource="http://nulllogicone.net/Stamm/
          56c458be-172b-409d-a02e-3c4870ce07b8.rdf"/>
      </nlo:Stamm>
    </nlo:postItStamm>

  </nlo:PostIt>
</rdf:RDF>65
```

Das PostIt wird mit dem URI

<http://nulllogicone.net/PostIt/?176bae4e-05d7-4256-97a5-c98bfcbb2869>

bezeichnet.

Die vollständige RDF Datei liegt unter:

<http://nulllogicone.net/PostIt/176bae4e-05d7-4256-97a5-c98bfcbb2869.rdf>

⁶⁴ Diese Graphik wurde mit RDF Gravity (RDF Graph Visualization Tool) erstellt:
<http://semweb.salzburgresearch.at/apps/rdf-gravity>

⁶⁵ Das verkürzte RDF Dokument liegt unter
<http://www.stud.fernuni-hagen.de/q6261035/Bachelorarbeit/PostItStamm.rdf> und wurde mit dem
 ICS FORTH VRP validiert: <http://139.91.183.30:9090/RDF/VRP>

Um RDF Dokumente mit der Datenbank von OLI-it auszutauschen, wurde eine Schnittstelle für den Im- und Export⁶⁶ programmiert. Zu den GUIDs von Datensätzen werden RDF Dokumente ausgegeben. Auch der komplette Wortraum lässt sich als RDF Dokument exportieren. RDF Dokumente können geparsed, validiert und in der Datenbank gespeichert werden. Für valide RDF Dokumente werden eine Tabellenansicht, eine Wortraumansicht und die passenden Angler bzw. Postlts angezeigt. Durch diesen Im- und Export wird eine dezentrale Datenerhaltung ermöglicht.

6.3 Web Services

Für den Austausch von Daten zwischen unabhängigen Anwendungen und OLI-it stehen Web Services⁶⁷ zur Verfügung. Stamm, Angler, Postlt, Code, TopLab und der Wortraum werden auf Anfrage im XML oder RDF Format ausgegeben und neue Elemente können in die Datenbank eingefügt werden.

Zudem gibt es einen Web Service, um zwischen Codes und Anglern zu vermitteln. Es besteht die Möglichkeit, einen Code gegen alle Angler, einen Angler gegen alle Codes oder einen Code gegen einen Angler abzugleichen.

Eine SOAP Nachricht als Anfrage an den Web Service, einen Code gegen einen Angler abzugleichen, enthält die GUID des Codes und die des Anglers:

```
POST /LogicService.asmx HTTP/1.1
Host: service.oli-it.com
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: length
SOAPAction: "http://nulllogicone.net/schemata/CodeAnglerMatch"

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<soap:Envelope
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">

  <soap:Body>
    <CodeAnglerMatch xmlns="http://nulllogicone.net/schemata/">
      <cguid>CodeGUID</cguid>
      <aguid>AnglerGUID</aguid>
    </CodeAnglerMatch>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
```

Die Antwort auf eine solche Anfrage ist wieder eine SOAP Nachricht, die eine Boolesche Variable als Rückgabewert enthält:

66 Im- und Export von RDF Dateien: <http://nulllogicone.net/RDF>

67 OLI-it Web Services: <http://service.oli-it.com>

```

HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: length

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<soap:Envelope
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">

  <soap:Body>
    <CodeAnglerMatchResponse xmlns="http://nulllogicone.net/schemata/">
      <CodeAnglerMatchResult>boolean</CodeAnglerMatchResult>
    </CodeAnglerMatchResponse>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>

```

6.4 Anwendungen

Im Folgenden werden eine Webanwendung und ein Clientprogramm vorgestellt, die unabhängig von OLI-it entwickelt wurden und nur über Web Services mit OLI-it kommunizieren. Ziel ist nicht die vollständige Implementierung sämtlicher Funktionalitäten von OLI-it, sondern die Entwicklung prototypischer Programme, die die Vorteile von RDF demonstrieren.

Für beide Anwendungen wurde die Terminologie von OLI-it angepasst, indem auf den Benutzeroberflächen nur intuitiv erfassbare Begriffe wie Nachricht, Filterprofil und Antwort verwendet werden.

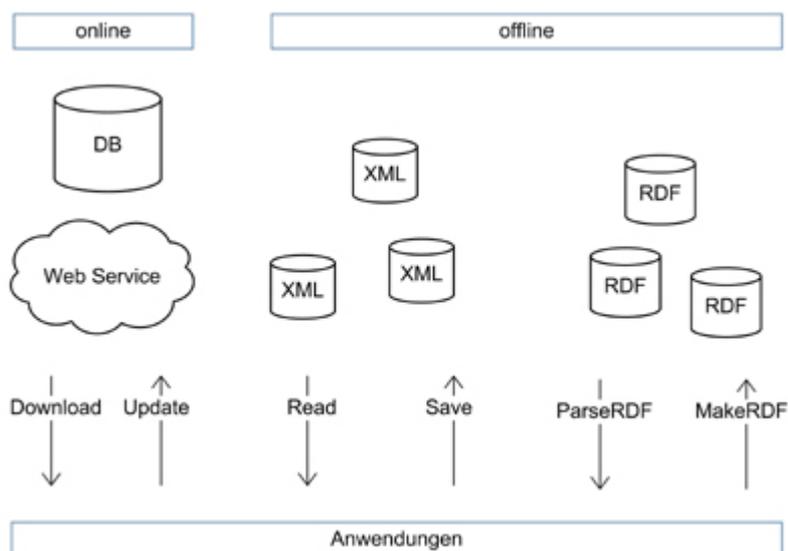


Abbildung 15: Datenaustausch mit Persistenzmedien

Die beiden Anwendungen basieren auf demselben API, verwenden also dasselbe Objektmodell mit seinen Methoden. Die Objekte sind nicht fest mit einer Datenquelle verbunden, so dass die Persistenzmedien zur Laufzeit ausgetauscht werden können. Das API wurde mit dem .NET Framework entwickelt und stellt seine Funktionalität verschiedenen Benutzeroberflächen wie der Webanwendung und dem Clientprogramm zur Verfügung.

Die Datensätze, mit denen die Anwendungen arbeiten, können über Web Services aus der Datenbank von OLI-it stammen, aus XML Dateien eingelesen oder aus RDF Dateien geparsed werden. Sie können über Web Services in die Datenbank und als XML und RDF Dokumente auf der Festplatte gespeichert werden.

Für den Zugriff auf die unterschiedlichen Datenquellen existieren Schnittstellen, die von den Klassen des Modells implementiert werden. Zudem gibt es für jedes Persistenzmedium einen Controller, der die Interfaces verwendet und die entsprechenden Methoden des Modells aufruft. Die Benutzeroberflächen arbeiten mit einem Hybridcontroller, der die verschiedenen Controller aggregiert.

6.4.1 UniSonus

UniSonus⁶⁸ ist eine eigenständige Webanwendung für Studenten der Fernuniversität in Hagen. Die Kommunikation zwischen Fernstudenten wird durch alle oben beschriebenen Ansätze der Nachrichtenvermittlung unterstützt. UniSonus soll eine weitere Möglichkeit des Austauschs zwischen Fernstudenten bieten. Anwendungsbeispiele sind das Stellen und Beantworten von Fragen, der Kauf und Verkauf von Kurstexten und die Möglichkeit, Kommilitonen anhand ihrer Eigenschaften zu suchen und zu finden.

Der Wortraum von UniSonus wurde von OLI-it kopiert und liegt als XML Datei vor, da XML vor allem für große Dateien performanter als RDF ist. Der Wortraum wurde speziell für die Anwendung angepasst, wobei ähnliche oder gleiche Elemente dieselbe GUID wie die aus dem Original behalten haben. Dadurch sind die Codes und Angler zu einem großen Teil mit den Markierungen aus der Hauptanwendung kompatibel. Die XML Datei lässt sich einfach versionieren, so dass sie von interessierten Benutzern bearbeitet oder erweitert werden kann.

6.4.2 OLIClient

Der OLIClient⁶⁹ ist eine Anwendung, die die wichtigsten Funktionalitäten von OLI-it und RDF demonstriert. Er bietet Benutzern eine einfache Übersicht ihrer Inhalte, die angezeigt und editiert werden können. Zudem können neue Nachrichten und Filterprofile erstellt werden. Die Inhalte können aus einem der dargestellten Persistenzmedien gelesen und in alle Medi-

68 UniSonus: <http://www.unisonus.net>

69 OLIClient: <http://client.oli-it.com>

en geschrieben werden. Dezentral auf der Festplatte gespeicherte Daten können mit der zentralen Datenbasis synchronisiert werden. Für den Austausch mit der Datenbank und den Abgleich zwischen Codes und Anglern nimmt das API Web Services in Anspruch.

Webanwendungen sind wie oben dargestellt typischerweise zentral und ihre Nachrichten lassen sich weder automatisch auf dem eigenen Rechner speichern noch verfassen. Mit einem Clientprogramm können durch die Implementierung von XML und RDF Schnittstellen und durch die Verwendung von Web Services Nachrichten dezentral auf dem eigenen Rechner gespeichert und offline bearbeitet oder erstellt werden.

Google Answers

Kriterium / Analyse	Edelman	Rafaeli, Raban und Ravid	aktuelle Analyse
Zeitraum	April 2002 bis November 2003	Juni 2002 bis Oktober 2004	April 2002 bis Juli 2006
Anzahl der Fragen	43.262	77.675	136.322
Anzahl der Antworten	24.290	37.971	54.145
prozentualer Anteil der beantworteten Fragen	56,1%	48,9%	39,7%
Anzahl unterschiedlicher Fragesteller	24.724	--	78.148
Anzahl unterschiedlicher Researcher	534	512	567
maximale Anzahl der Antworten eines einzelnen Researcher	960	--	3.173
durchschnittlicher Wert der Fragen	--	\$19,37	\$20,95
durchschnittlicher Wert der unbeantworteten Fragen	--	\$18,66	\$20,04
durchschnittlicher Wert der beantworteten Fragen	\$18,91	\$20,10	\$22,32
Gesamtwert der beantworteten Fragen	\$480.508,28	--	\$1.208.725,72
Anzahl der Antworten mit Trinkgeld	--	7.504	11.265
prozentualer Anteil der Antworten mit Trinkgeld	15,6%	--	20,8%
durchschnittliches Trinkgeld	\$8,77	\$8,86	\$9,14
Gesamtsumme der Trinkgelder	--	--	\$102.905,97
Anzahl der bewerteten Antworten	--	23.869	34.197
prozentualer Anteil der bewerteten Antworten	--	62,9%	63,2%
durchschnittliche Bewertung	4,33	4,60	4,63

Literaturverzeichnis

[AB04]	ANTONIOU, G. und H. BOLEY: <i>Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web</i> . Springer-Verlag, 2004.
[AH04]	ANTONIOU, G. und F. VAN HARMELEN: <i>A Semantic Web Primer</i> . The MIT Press, Cambridge, 2004.
[Bec06]	BECK, K.: <i>Computervermittelte Kommunikation im Internet</i> . Oldenbourg, 2006.
[BF00]	BERNERS-LEE, T. und M. FISCHETTI: <i>Weaving the Web</i> . Texere, 2000.
[BK03]	BEIERLE, C. und G. KERN-ISBERNER: <i>Methoden wissensbasierter Systeme</i> . Vieweg, 2003.
[BTF04]	BUSSLER, C., V. TANNEN und I. FUNDULAKI: <i>Semantic Web and Databases</i> . Springer-Verlag, 2004.
[DOS03]	DACONTA, M., J. OBRST und T. SMITH: <i>The Semantic Web</i> . Wiley, 2003.
[FS05]	FAGES, F. und S. SOLIMAN: <i>Principles and Practice of Semantic Web Reasoning</i> . Springer-Verlag, 2005.
[FHLW03]	FENSEL, D., J. HENDLER, H. LIEBERMAN und W. WAHLSTER: <i>Spinning the Semantic Web</i> . The MIT Press, Cambridge, 2003.
[GP00]	GOLDFARB, C. und P. PRESCOT: <i>Das XML-Handbuch</i> . Addison-Wesley, 2000.
[GS02]	GUMM, H. und M. SOMMER: <i>Einführung in die Informatik</i> . Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2002.
[Hel96]	HELBIG, H.: <i>Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung</i> . Verlag Technik, 1996.
[Hel04]	HELBIG, H.: <i>Grundlagen der Künstlichen Intelligenz</i> . FernUniversität in Hagen, 2004.
[HILS03]	HAAKE, J., C. ICKING, B. LANDGRAF und T. SCHÜMMER: <i>Verteilte Systeme</i> . FernUniversität in Hagen, 2003.
[Min02]	MINTERT, S.: <i>XML & Co</i> . Addison-Wesley, 2002.
[MO96]	MORRIS, M. und C. OGAN: <i>The Internet as Mass Medium</i> . Journal of Communication, 46. Jg., Nr.1, 1996.
[Pow03]	POWERS, S.: <i>Practical RDF</i> . O'Reilly, 2003.
[Rhe94]	RHEINGOLD, H.: <i>The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier</i> . Perennial, 1994.
[SS04]	STAAB, S. und R. STUDER: <i>Handbook on Ontologies</i> . Springer-Verlag, 2004.
[SSU01]	SCHWABE, G., N. STREITZ und R. UNLAND: <i>CSCW-Kompodium</i> . Springer-Verlag, 2001.
[Woh03]	WOHLFEIL, S.: <i>Sicherheit im Internet</i> . FernUniversität in Hagen, 2003.

Glossar

Algorithmus	Ein Algorithmus ist ein Verfahren zur Berechnung einer Funktion.
API	API steht für Application Programming Interface, also für eine Programmierschnittstelle, die Funktionsaufrufe ermöglicht.
Axiom	Ein als wahr angenommener Grundsatz, der innerhalb eines Systems nicht begründet werden kann und muss.
B2B	B2B ist die Abkürzung für Business to Business und steht für Beziehungen zwischen Unternehmen.
Datalog	Datalog ist eine Datenbank-Programmiersprache, eine Untersprache der Hornlogik und die Schnittmenge von SQL und PROLOG.
Disjunktheit	In der Mengenlehre heißen zwei Mengen A und B disjunkt oder elementfremd, wenn sie kein gemeinsames Element besitzen.
Dublin Core	Der Dublin Core ist eine Grundmenge von beschreibenden Termen für die Kategorisierung von Webressourcen. Da der Dublin Core in RDF Dokumenten häufig verwendet wird, sollten Terme aus dem Dublin Core selbst definierten vorgezogen werden.
Entität	Entitäten sind unterscheidbare, in der realen Welt eindeutig identifizierbare Objekte, die sowohl physischer als auch abstrakter Natur sein können.
Extension	Die Extension einer Klasse ist die Menge ihrer Instanzen.
GUID	Ein Globally Unique Identifier ist eine global eindeutige Zahl, die 128 Bit groß ist. Dadurch geht die Wahrscheinlichkeit, dass zwei gleiche GUIDs erzeugt werden, gegen Null. Wenn zusätzlich die global eindeutige MAC Adresse (Nummer der Netzwerkkarte) und der Zeitpunkt der Erstellung in die Berechnung einfließen, ist die Wahrscheinlichkeit gleich Null.
HTTP	Das Hypertext Transfer Protocol ist ein Protokoll zur Übertragung von Daten über ein Netzwerk.
Inferenz	Inferenz ist der Oberbegriff für alle Formen des Schlussfolgerns.
Kardinalität	Kardinalität ist die Anzahl der Elemente endlicher Mengen.
Metamodellierung	Metamodellierung ist die Definition der Elemente des Vokabulars, die in einer Modellierungssprache verwendet werden.
Prolog	Prolog ist eine deklarative logische Programmiersprache. Ein Prolog Programm ist eine Sammlung von Hornklauseln, die zusammen eine Datenbasis, bestehend aus Fakten und Regeln, bilden. An diese Datenbasis können Anfragen gestellt werden.
Semantik	Die Semantik einer Sprache bestimmt, auf welche Begriffe der zu repräsentierenden Welt sich die Sätze beziehen. Erst mit einer solchen semantischen Beziehung erlangen die Sätze der Repräsentationssprache eine Bedeutung, die zum Beispiel festlegt, ob ein Satz der Sprache in einer gegebenen Welt eine wahre Begebenheit bezeichnet oder nicht [BK03].
SQL	SQL, die Structured Query Language, ist eine deklarative Datenbanksprache für Relationale Datenbanken.
Syntax	Die Syntax einer Wissensrepräsentationssprache legt fest, wie die Sätze dieser Sprache aufgebaut sind [BK03].

Unicode	Unicode ist ein internationaler Standardzeichencode, der sich noch in der Entwicklung befindet. Langfristig wird für jedes Zeichen aller bekannten Schriftkulturen und Zeichensysteme ein digitaler Code festgelegt, wodurch das Problem verschiedener inkompatibler Kodierungen aus unterschiedlichen Ländern beseitigt werden soll.
Vokabular	Ein Vokabular ist eine Menge aus URI references.

Index

Chat	18	OWL	52
CSCW	26	Description Logic	57
CURE	27	Full	57
digitale Signatur	59	Lite	57
E-Mail	15	Mapping	56
Gehirn	3	Restriktionen	55
Neuron	3	Vokabular	54
Neurotransmitter	4	OWL Service	52
Synapse	4	Public Key Verschlüsselung	60
Global Brain	3	RDF	43
Interpretation	49	Datenmodell	43
Logik	57	Graph	43
Hornlogik	58	Inferenz	49
Prädikatenlogik	57	RDF Schema	46
Mailinglists	16	RDF/XML	45
Marktplätze	19	Reification	45
Metadaten	40	Ressource	44
Modelltheorie	49	Semantik	49
Namespace	43	Tripel	43
OLI-it	7	RSS	46
Abgleich	11	RuleML	59
Kreislauf	7	Semantic Web	39
Angler	9	Softwareagent	39
Code	9	SPARQL	51
PostIt	7	SWRL	58
Stamm	7	Tagging	53
TopLab	7	Taxonomie	52
Realisierung	12	URI	43
Vermittlungslogik	9	Usenet	16
Wortraum	8	Vertrauen	59
Baum	8	Web Service	41
Knoten	8	Webforen	19
Netz	8	Weblogs	26
Zweig	8	Wikis	24
Ontologie	53	Wissensrepräsentation	57
Open-World Assumption	57	XML	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbindung zweier Neuronen	3
Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Synapse	4
Abbildung 3: Der Kreislauf von OLI-it	7
Abbildung 4: Elemente des Wortraums	8
Abbildung 5: Ein Code mit passendem Angler	10
Abbildung 6: Die Schichten des Semantic Web	41
Abbildung 7: Ein einfaches RDF Statement als Graph dargestellt	44
Abbildung 8: RDF Schema	47
Abbildung 9: Ein einfaches RDF Schema	47
Abbildung 10: Verwendung von RDF Schema	49
Abbildung 11: Eine einfache Restriktion	55
Abbildung 12: Beziehungen zwischen Klassen	62
Abbildung 13: Werte für eine Markierung	63
Abbildung 14: Ein Posttit mit seinem Stamm	64
Abbildung 15: Datenaustausch mit Persistenzmedien	66

Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst sowie Zitate kenntlich gemacht zu haben.

München, August 2006

Kathrin Dentler