

# Semantic Web und Multimedia Metadaten

*Sebastian Graeber*

Technische Universität Ilmenau  
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

# Semantic Web und Multimedia Metadaten

Hauptseminar im Fachgebiet Elektronische Medientechnik  
Sommersemester 2007

Name: Sebastian Graeber

Matrikel-Nr.: 34795

Studiengang: Medientechnologie

Betreuer: Dipl.-Kulturw. Patrick Aichroth (IDMT)

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Semantic Web</b>	<b>2</b>
2.1	Einführung . . . . .	2
2.2	Die Grenzen des WWW . . . . .	2
2.3	Schichtenmodell . . . . .	3
2.3.1	URIs und Unicode . . . . .	4
2.3.2	XML und XML-Schema (XML-S) . . . . .	4
2.3.3	RDF und RDF-Schema (RDF-S) . . . . .	5
2.3.4	Ontologien und OWL . . . . .	9
2.3.5	Rules . . . . .	12
2.3.6	SPARQL . . . . .	13
2.3.7	Logic Framework, Proof und Trust . . . . .	13
2.3.8	Encryption und Signature . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Semantic Web und Multimedia</b>	<b>15</b>
3.1	Überblick über Multimedia-Metadaten . . . . .	15
3.2	MPEG-7 . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>18</b>
<b>A</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>19</b>
<b>B</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>20</b>
<b>C</b>	<b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>23</b>

---

# 1 Einleitung

Seit der Erfindung des World Wide Webs im Jahre 1989 hat das Medium eine unglaubliche Entwicklung erfahren. Am Anfang lediglich für den einfachen Austausch von Forschungsarbeiten gedacht, ist das WWW heute eine weltweit genutzte Plattform, um neben Texten auch Bilder, Musik und andere dynamische Inhalte auszutauschen und abzufragen. Das World Wide Web ist innerhalb weniger Jahre zum weltgrößten Datenspeicher herangewachsen. So wird es in Zukunft immer bedeutender, die wachsende Informationsflut „intelligent“ zu verwalten, sodass ein Zugriff auf Dokumente und Dateien wesentlich einfacher, zuverlässiger und effizienter erfolgen kann.

In der folgenden Ausführung soll ein kurzer Abriss über Problematiken und der daraus resultierenden Notwendigkeit eines „Semantic Webs“ gegeben werden. Ein Überblick über bestehende Techniken und Standards für Metadaten bei Multimediadateien beendet diese Ausarbeitung.

---

# 2 Semantic Web

## 2.1 Einführung

Die Entwicklung des World Wide Webs basiert vor allem auf Markup Sprachen, wie z. B. die Hypertext Markup Language (*HTML*). Mit HTML kann ein Dokument grafisch ausgestaltet werden. Die Sprache ermöglicht es, das Dokument zu strukturieren (z. B. in Überschriften, Absätze und Tabellen) und bestimmte Teile des Dokumentes hervorzuheben (z. B. durch Veränderung des Schriftbildes). Es ist auch möglich auf andere Dokumente zu verweisen (sog. „Hyperlinks“), bzw. andere Dateien und Dokumente in das HTML-Dokument einzubinden (z. B. multimediale Inhalte, wie Videos, Animationen oder Audio-Dateien).

Die Entwicklung des Internets, bzw. die Nutzung von HTML-Dokumenten, ist jedoch v. a. geprägt durch die Nutzung des Menschen. HTML sagt nur aus, wie eine Information dargestellt und verknüpft ist, nicht jedoch, was die Information bedeutet.

Sir Tim Berners-Lee hatte bereits 1998 in der „Semantic Web Roadmap“ gefordert, das bisher bestehende World Wide Web so zu erweitern, dass an diesem Informationsraum sowohl Menschen, als auch Maschinen teilhaben können: „The Web was designed as an information space, with the goal that it should be useful not only for human-human communication, but also that machines would be able to participate and help.“ [BL01]

## 2.2 Die Grenzen des WWW

Um die Weiterentwicklung und Erweiterung des bisherigen WWWs zu einem Semantic Web beginnen zu können, müssen zunächst das Problem des heutigen Webs erkannt werden.

Die Zahl der verfügbaren Informationen im Internet wächst ständig an: Schätzungen zufolge sind allein in den gängigen Suchmaschinen wie Google, Windows Live und Yahoo ca. 14 Milliarden Seiten (Stand: Juni 2007) verzeichnet [dK07]. In dieser Schätzung sind allerdings Informationen aus dem DeepWeb noch nicht verzeichnet. Der Begriff „DeepWeb“ bezeichnet den Teil des Internets, der in herkömmlichen Suchmaschinen nicht aufgeführt ist. Beispielsweise Daten, die in Datenbanken gespeichert sind, Informationen in Intranets und aus den Bereichen, die erst nach Identifizierung zugänglich sind (z. B. wissenschaftliche Datenbanken). Einer Untersuchung von 2001 zufolge wurde damals bereits das DeepWeb auf etwa 550 Milliarden Seiten geschätzt. Diese Zahl dürfte bis heute noch deutlich angestiegen sein [Ber01].

Die Verwaltung und Informationssuche einer solch enormen Datenmenge bringt hin-

sichtlich der *Informationssuche*, *Informationsextraktion* und *Informationswartung* Probleme mit sich. Die keywordbasierte *Informationssuche* liefert entweder zu viele relevante Ergebnisse (wegen Äquivokation von Wörtern und Begriffen) oder zu wenige relevante Ergebnisse (wegen Synonymie verschiedener Ausdrücke). Die Frage, ob die gefundene Information überhaupt einen Sinn ergibt, setzt voraus, dass man über ein gewisses Maß an Kontext- bzw. Weltwissen verfügt. Die *Informationsextraktion* aus einer Vielzahl von Suchergebnissen kann daher bisher nur von Menschen vorgenommen werden. Die *Informationswartung* ist besonders für Webmaster und Suchmaschinenbetreiber hinsichtlich der Link-Konsistenz von Bedeutung. Verschobene oder gelöschte Ressourcen sind über Statuscodes relativ einfach automatisiert herauszufinden. Auch eine Aussage darüber, dass sich der Inhalt der verlinkten Ressource geändert hat, kann automatisiert getroffen werden. Um jedoch eine Aussage darüber zu treffen „wie“ sich der Inhalt geändert hat, bedarf es einer menschlichen Überprüfung des verknüpften Dokuments.

Wie ich in den nachfolgenden Kapiteln aufzeigen möchte, baut das Semantic Web auf einer Reihe von Technologien und Standards auf, um diese Probleme in den Griff zu bekommen.

## 2.3 Schichtenmodell

Ziel des Semantic Webs ist es, Standards und Technologien zu entwickeln, welche es Maschinen erlauben Informationen aus dem Web zu „verstehen“ und am Ende aus den bestehenden Informationen automatisch neues Wissen zu generieren. Die Idee des Semantic Webs greift dabei auf bereits existierende Standards und Entwicklungen zurück und erweitert diese um die Repräsentationssprache OWL. Demzufolge lassen sich die Architektur und die unterschiedlichen Ebenen des Semantic Webs in nachfolgendem Schichtenmodell veranschaulichen.

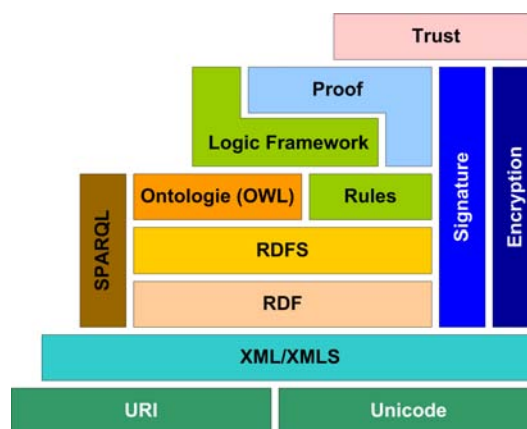


Abbildung 1: Schichtenmodell des Semantic Web

Im Folgenden möchte ich auf die einzelnen Ebenen dieses Schichtenmodells kurz eingehen und die jeweils zugrunde liegende Technologie erläutern.

### 2.3.1 URIs und Unicode

Die Basis des Schichtenmodells bildet eine Ebene mit bereits bekannten Technologien: *URI* und *Unicode*.

Der *URI* (Uniform Resource Identifier) wird bereits seit Beginn des World Wide Webs als eindeutiger Bezeichner für eine Ressource im Netz verwendet. Damit jedes einzelne Objekt genau angesprochen und gefunden werden kann, müssen Objekte eindeutig identifizierbar sein. Dies wird durch den *URI* ermöglicht. *URIs* ermöglichen dabei eine eindeutige und persistente Identifizierung jeder beliebigen weltweiten Ressource - auch von Objekten, die nicht im Internet erreichbar sind. Daher ist selbstverständlich, dass ein *URI* in der Regel keine Informationen über das Objekt selbst, noch über dessen Erreichbarkeit bietet. Im Grunde ist ein *URI* also lediglich ein Bezeichner für eine Ressource. Wobei eine Ressource auch durch mehrere *URIs* bezeichnet werden kann, da in den meisten Fällen jeder in der Lage ist, *URIs* für eine Ressource zu erstellen. Die wohl bekannteste Form der *URI* ist die *URL* (Unified Resource Locator). Sie ist das Schlüsselkonzept zur weltweit einheitlichen Identifikation von Informationsressourcen im World Wide Web. [Kap04]

Eine einheitliche Codierung für nahezu alle weltweit existierenden Zeichen leistet *Unicode* - ein 1992 eingeführter Standard, der in der Norm ISO 10646 standardisiert wurde. *Unicode* umfasst in der aktuellen Version vom Juli 2006 ca. 99.000 verschiedene Zeichen und wird ständig erweitert [Uni07].

Erst unter Verwendung einer Codierung, die alle nationalen Landesalphabete und Sonderzeichen unterstützt, macht die Entwicklung eines „Semantic Web“ Sinn.

### 2.3.2 XML und XML-Schema (XML-S)

Während HTML vor allem für die grafische Ausgestaltung von Dokumenten verwendet wird, bietet XML die Möglichkeit, Daten hierarchisch zu strukturieren und erlaubt so den Datenaustausch zwischen Programmen und Anwendung einer Domäne.

```
<adresse>
  <name>
    <vorname>John</vorname>
    <nachname>Doe</nachname>
  </name>
  <ort>München</ort>
  <land>Deutschland</land>
</adresse>
```

Dieses Beispiel zeigt eine **adresse**, die aus den Elementen **name**, **ort** und **land** besteht. **name** wiederum besteht aus den Elementen **vorname** und **nachname**. Diese Fakten wer-

den mithilfe einer bestimmten Dokumentenstruktur übertragen. [Beh04]

Diese Dokumentenstruktur kann durch das XML-Schema (XML-S) vorgegeben sein, jedoch lassen sich auch Strukturelemente für eine XML-Anwendung frei wählen. XML-Schema ist eine Empfehlung des World Wide Web Consortiums zur Definition von XML-Dokumentenstrukturen und erlaubt neben der Definition von Elementen, Attributen und Verarbeitungsanweisungen auch die Formulierung von Bedingungen und Beschränkungen. Die in XML-Schema vorgesehenen Klassen werden dann erst bei einer Verwendung in einem XML-Dokument instanziiert.

XML und XML-S sind jedoch nur bedingt geeignet, semantische Aussagen über Objekte zu formulieren. Zwar können Informationen hierarchisch strukturiert werden, doch sind Aussagen und Zusammenhänge daraus nur begrenzt möglich. Ein Datenaustausch ist so nur innerhalb einer bestimmten Domäne möglich. Außerdem setzt XML voraus, dass ein gemeinsamer Konsens auf verwendete Tags und Strukturelemente besteht. Ein weiteres Problem besteht darin, dass es keine eindeutige Art und Weise gibt, wie Strukturelemente verschachtelt werden. Für ein Semantic Web sind also weitere Werkzeuge nötig.

### 2.3.3 RDF und RDF-Schema (RDF-S)

#### *Resource Description Framework (RDF)*

Das World Wide Web Consortium hat 2004 mit dem Resource Description Framework (RDF) eine Infrastruktur zum Austausch von Metadaten geschaffen. RDF hat vor allem die Aufgabe, Beschreibungen von Ressourcen maschinenlesbar auszudrücken. Die Ressourcen werden dazu durch ihren URI identifiziert und mit bestimmten Eigenschaften und Werten beschrieben. Eine RDF-Aussage (sog. RDF-Tripel) besteht dabei aus drei Elementen: *Ressource*, *Property* und *Statement*.

Dies wird an einem einfachen Beispiel verdeutlicht: Die Aussage *Max Mustermann* (Ressource) *hat die Matrikelnummer* (Property) *12345* (Statement) sieht in einer grafischen RDF-Notation wie folgt aus:



Abbildung 2: grafische RDF-Notation

Im grafischen RDF-Datenmodell weist ein Pfeil (*Property*) einer *Ressource* einen Wert (*Statement*) zu.

Ressourcen	Ressourcen sind Objekte, über die eine Aussage gemacht wird. Ressourcen können über einen URI eindeutig identifiziert werden. In unserem Beispiel könnte der URI lauten: <code>http://stud.tu-ilmenau.de/~max_mustermann</code>
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Property	Properties definieren die Information, die über die Ressource gegeben werden soll. Im Normalfall wird auch die Information, die über die Ressource gegeben wird, wieder mit einem URI ausgedrückt. Z. B. <code>http://tu-ilmenau.de/aussagen#hatMatrikelNummer</code>
Statement	Die Aussage (oder <i>Statement</i> ) bezeichnet den zugehörigen Wert. Im Beispiel ist dies der Wert der Matrikelnummer - also <i>12345</i> . Das Statement kann sich dabei auf eine Zeichenfolge (Literal) oder eine andere Ressource beziehen, welche dann wiederum über einen URI identifiziert werden kann.

Ein RDF-Tripel gleicht also einem einfachen Satzbau mit *Subjekt*, *Prädikat* und *Objekt* und wird daher oft auch als *SPO-Notation* bezeichnet.

Die obige grafische Notation kann natürlich auch mithilfe von XML als RDF-Aussage formuliert werden:

```
<rdf:RDF>
  <rdf:Description
    rdf:about="http://stud.tu-ilmenau.de/~max_mustermann">
    <hatMatrikelNummer> 12345 </hatMatrikelNummer>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

`rdf:about` bezeichnet dabei immer die *Ressource*. Ferner wird vorausgesetzt, dass das Tag `hatMatrikelNummer` bereits vorher definiert wurde, da sonst die Aussage nicht verstanden werden kann. Um diese Problematik zu vermeiden, kann auf sogenannte Namensräume (*Namespaces*) zurückgegriffen werden. Namensräume bieten eine einfache Möglichkeit, um Element- und Attributnamen eindeutig zu benennen. Die Element- und Attributnamen werden mit Namensräumen verknüpft, die durch URI-Verweise identifiziert werden. [W3C99]

Im März 1995 fand in Dublin (Ohio) erstmals ein Workshop statt, der als Ergebnis 13 formalbibliografische und inhaltliche Elemente zur Beschreibung digitaler und digitalisierter Gegenstände definierte. Heute umfasst die Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) 15 Kernelemente zur Beschreibung bibliografischer Angaben. Die 15 Kernelemente sehen beispielsweise Elemente zur Beschreibung des Inhalts (z. B. *title*, *subject*, *description*), über Personen und Rechte (z. B. *creator*, *publisher*, *rights*) oder technischen Daten (z. B. *format*, *type*) einer Quelle vor. Dublin-Core-Metadaten können vielfältig eingesetzt werden: Sowohl als `<meta>`-Element im Dokumentenkopf von HTML-Seiten, als auch als Namensraum in RDF/XML. [Eck04]

Nachfolgendes Beispiel verdeutlicht die Anwendung eines Namespaces am Beispiel Dublin Core.

```
<rdf:RDF
  xmlns:DC="http://www.purl.org/dc/#">
  <rdf:Description
    about="http://aktuell.de.selfhtml.org/extras/buch.htm">
    <DC:Title>SELFHTML 8.1</DC:Title>
    <DC:Creator>Stefan Münz</DC:Creator>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Zunächst wird Dublin Core als Namensraum in das Dokument eingebunden (mittels `xmlns:DC="http://www.purl.org/dc/#"`). Im weiteren Verlauf kann mittels `DC:tag` auf die standardisierten Tags des Dublin Core Standards zurückgegriffen werden.

Im Wesentlichen verbergen sich hinter obigem Beispiel zwei Aussagen:

Die *Ressource* `http://aktuell.de.selfhtml.org/extras/buch.htm` hat den *Titel* (durch die *Properties*-Angabe `DC:Title`) „SELFHTML 8.1“ (*Aussage*).  
und

Die *Ressource* `http://aktuell.de.selfhtml.org/extras/buch.htm` hat den *Autor* (durch die *Properties*-Angabe `DC:Creator`) „Stefan Münz“ (*Aussage*).

### RDF-Schema (RDF-S)

RDF-Schema ist ansatzweise vergleichbar mit XML-Schema, welches bereits in Kapitel 2.3.2 behandelt wurde. RDF-Schema definiert eine Reihe von Eigenschaften und Klassen sowie deren Hierarchiebeziehungen. Die Definition der Klassen findet - ähnlich wie wir es bereits von XML-S kennen - im RDF-Schema statt, die tatsächliche Instanziierung geschieht dann in RDF.

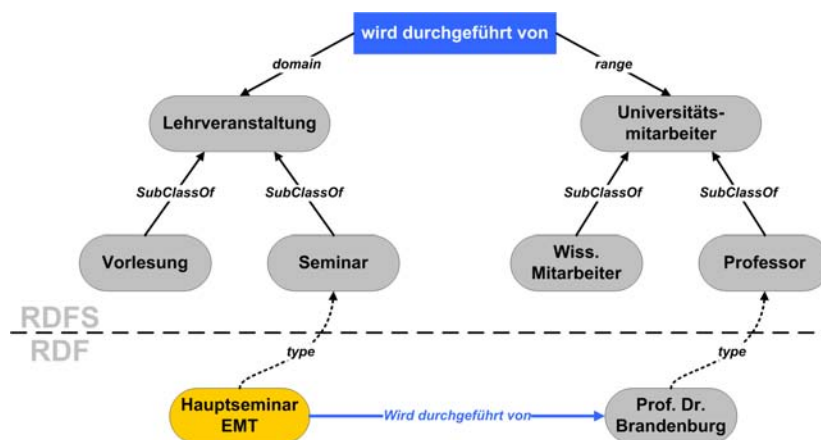


Abbildung 3: RDF und RDF-S

Das Beispiel in Abbildung 3 zeigt den Unterschied zwischen RDF und RDF-S. In diesem Beispiel sei definiert, dass *Vorlesung* und *Seminar* Unterklassen der Klasse *Lehrveranstaltung* sind. Außerdem sind *wiss. Mitarbeiter* und *Professor* Unterklassen von *Universitätsmitarbeiter*.

Wird nun in RDF die Aussage formuliert, dass das *Hauptseminar EMT* (vom Typ *Seminar*) von *Prof. Dr. Brandenburg* (vom Typ *Professor*) durchgeführt wird, so wird auch eine Aussage zwischen *Lehrveranstaltung* und *Universitätsmitarbeiter* in RDF-S erwirkt.

`rdfs:subClassOf` entspricht also dem Vererbungsmechanismus, wie er auch in objektorientierten Sprachen verwendet wird, und legt die hierarchischen Beziehungen zwischen den Klassen fest.

`rdfs:range` legt den Wertebereich einer Eigenschaft fest, `rdfs:domain` hingegen den Anwendungs- bzw. Definitionsbereich der Eigenschaft. Eine *Lehrveranstaltung* wird - in unserem Beispiel - von einem *Universitätsmitarbeiter* durchgeführt. Andersherum würde die Aussage keinen Sinn machen. Die „Richtung“ wird somit durch `rdfs:range` und `rdfs:domain` vorgegeben. [Ant04]

### Grenzen von RDF und RDF-S

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für das Semantic Web ist, Aussagen möglichst exakt zu formulieren. Mit RDF und RDF-S steht eine Technologie zur Verfügung, die eine Vielzahl von Aussagen zulässt. Dass nicht alle Aussagen in RDF und RDF-S möglich sind, zeigen nachfolgende Einschränkungen:

Lokalität von Eigenschaften      `rdfs:range` legt den Anwendungsbereich einer Eigenschaft für alle Klassen fest. Eine Aussage darüber, dass der Anwendungsbereich nur für ausgewählte Klassen gelten soll, ist in RDF-S nicht möglich.

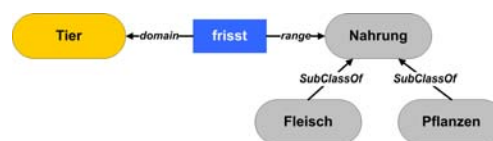


Abbildung 4: Beispiel zu Lokalität

Das dargestellte Beispiel zeigt, dass ein *Tier* *Nahrung* frisst. Diese *Nahrung* besteht aus *Fleisch* und *Pflanzen*.

Mit RDF-S kann jedoch nicht festgelegt werden, dass ein bestimmtes *Tier* nur *Fleisch*, oder nur *Pflanzen* frisst. Eine Kuh beispielsweise frisst *Nahrung*, davon aber nur *Pflanzen*. Solch eine Aussage ist mit RDF/RDF-S nicht möglich.

Disjunktheit	In RDF/RDF-S besteht keine Möglichkeit auszudrücken, wenn zwei Klassen elementfremd sind. Eine Aussage darüber, dass der Durchschnitt zweier Subklassen die leere Menge ergibt, kann mit RDF/RDF-S nicht ausgedrückt werden.
Kardinalitätsrestriktionen	können ebenfalls in RDF/RDF-S nicht ausgedrückt werden. Eine Aussage wie beispielsweise „Ein Mensch hat genau 2 Eltern“ ist bisher nicht möglich.
Spezielle Eigenschaften	und Zusammenhänge zwischen Klassen (z. B. <i>Inversität</i> oder <i>Transitivität</i> ) ist in RDF/RDF-S nicht vorgesehen.

Vorangegangene Beispiele verdeutlichen, dass ein Semantic Web mit RDF/RDF-S alleine nicht erreicht werden kann und dass für dieses Ziel ein weiteres, aussagekräftigeres „Werkzeug“ benötigt wird.

### 2.3.4 Ontologien und OWL

#### *Ontologien*

*Ontologien* verhelfen zwei Kommunikationspartnern mit gemeinsamer Sprache zu einem gemeinsamen Verständnis. Der Begriff stammt ursprünglich aus der Philosophie und bezeichnet dort den Versuch, die Grundstrukturen des Seienden zu erklären. Dabei wird der Ansatz verfolgt, die Wirklichkeit mittels Sprachanalyse zu erfassen und alle Begriffe der realen Welt in Kategorien zu ordnen. Ferner wird diskutiert, wie sich einzelne Kategorien zueinander verhalten. Eine Ontologie versucht somit zum einen Begriffe der realen Welt zu kategorisieren, zum anderen durch eine Menge von Regeln festzulegen, welche begrifflichen Vernetzungen zulässig sind und welche nicht. [Wik07]

Das Verständnis von Ontologie im Bereich Informatik ist ähnlich. Der Begriff Ontologie steht für ein Dokument, das die Beziehungen zwischen Ausdrücken beschreibt und so Beziehungen und Ableitungsregeln für einen Wissensbereich festlegt.

Eine übliche und am häufigsten benutzte Definition einer Ontologie wurde 1993 von Tom Gruber gegeben:

„An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualization.“

Gruber definiert also eine Ontologie als den Versuch, ein Phänomen der realen Welt auf eine abstrakte Weise darzustellen („conceptualization“). Wobei dabei die Bedeutung aller Begriffe („explicit“) maschinenverstehbar („formal“) definiert sein müssen. Außerdem muss natürlich auch ein Konsens auf eine Ontologie bestehen („shared“). [Gru]

Im Allgemeinen bestehen Ontologien aus drei Bausteinen [Dac03]:

1. Klassen, die durch bestimmte Attribute beschrieben werden
2. Beziehungen zwischen Klassen, um bestimmte Verhältnisse zwischen Klassen herzustellen
3. Einschränkungen und Regeln, die an Beziehungen zwischen Klassen geknüpft werden können

Ontologien können - ähnlich wie es bereits von RDF und RDF-S bekannt ist - grafisch dargestellt werden. Dadurch werden die Beziehungen und Zusammenhänge zwischen den Klassen besser verdeutlicht.

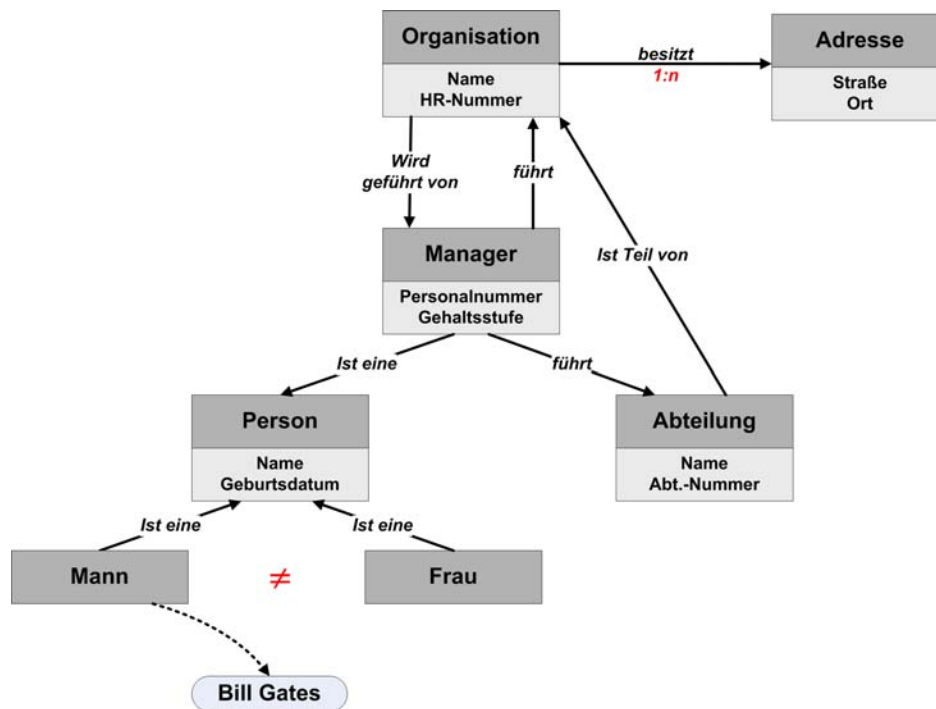


Abbildung 5: grafische Darstellung einer Beispiel-Ontologie

Abbildung 5 verdeutlicht ein beispielhaftes Modell einer Ontologie.

Klassen	Ressourcen werden unterteilt in verschiedene Klassen (z. B. „Organisation“), wobei die jeweiligen Klassen durch verschiedene Attribute und Eigenschaften individuell ausgestaltet sind. Eine Organisation beispielsweise zeichnet sich durch den Namen und die Handelsregisternummer aus.
Beziehungen	Die Klassenbeziehungen dienen dazu bestimmte Verhältnisse zwischen Klassen herzustellen. So ist in der Beispielontologie festgelegt, dass eine Organisation von einem Manager geführt wird. Auch die Inversität ist hier berücksichtigt: ein Manager führt eine Organisation.

Regeln	Mit Regeln können die Beziehungen zwischen Klassen spezifiziert werden. Beispielsweise wird hier ausgedrückt, dass eine Firma auch mehrere Adressen haben kann.
Instanzen	Besondere Individuen einer Ontologie werden als Instanzen bezeichnet. In obigem Beispiel ist Bill Gates eine Instanz der Klasse „Mann“.

### *Web Ontology Language (OWL)*

In Kapitel 2.3.3 wurde bereits aufgezeigt, dass RDF einige Einschränkungen hinsichtlich der Aussagekräftigkeit besitzt. Die *Web Ontology Group* des W3C hat daher eine Weiterentwicklung vorgenommen und eine vollständige Ontologie-Sprache geschaffen. Aus den bereits bestehenden Ontologie-Sprachen *DAML-ONT* (Darpa Agent Markup Language - Ontology) und *OIL* (Ontology Inference Layer) entstand Anfang 2000 *DAML+OIL*. Aus *DAML+OIL* entwickelte sich dann die Web Ontology Language OWL, die seit Februar 2004 vom W3C als Empfehlung vorliegt.

Verglichen mit RDF, besitzt OWL eine Vielzahl von zusätzlichen Ausdrucksmöglichkeiten. Beispielhaft möchte ich hier den Ausschnitt einer Aussage in OWL erläutern. [Ant04]

```
<owl:Class rdf:about="#Packung_Zucker">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#hatGewicht"/>
        <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger"/>
          1000
        </owl:cardinality>
      </owl:Restriction>
    <rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
```

Die Ressource, also das Objekt, über das eine Aussage getroffen wird, ist - wie wir es bereits von RDF kennen - mit `rdf:about` festgelegt (hier: *Packung\_Zucker*).

Eine Aussage über das Gewicht dieser Ressource war in RDF, aufgrund von Kardinalitätsrestriktionen, nicht möglich. Mit OWL kann jedoch mithilfe von `owl:cardinality` eine Aussage formuliert werden.

Obiges Beispiel trifft somit die Aussage, dass eine Packung Zucker ein Gewicht von *1000* (Gramm) hat.

Weitere Aussagen, die in RDF nicht möglich waren, können nun mit OWL formuliert werden. Zum Beispiel [Ant04]:

Disjunktivität	<code>disjointWith</code>
Vereinigung	<code>unionOf</code>
Komplement	<code>complementOf</code>
Aufzählung	<code>oneOf</code>
Durchschnitt	<code>intersectionOf</code>

Mit der Ontologie-Sprache OWL haben wir nun eine Stufe erreicht um Wissen sinnvoll zu verknüpfen und somit maschinenlesbar - und vor allem maschinenverstehbar - zu machen.

### ***OWL-Ontologien***

Eine bedeutende Anwendung von Ontologien besteht darin, anwendungsspezifische Relationen zwischen Begriffen zu definieren. So hatten sich in der vergangenen Zeit verschiedene OWL Ontologien entwickelt, die sich hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Anwendungen unterscheiden lassen. Es existieren beispielsweise OWL-Ontologien für die Kardiologie (*Cardiology.owl*), für Petrinetze (*Pr/T net Ontology*) oder für den Bereich GeoInformation (*Geographic Information Metadata - ISO 19115*). [Pro07]

Eine sehr umfassende - und vor allem im Bereich der natürlichen Sprachverarbeitung sehr wichtige - Ontologie leitet sich aus dem *WordNet* ab. *WordNet* wurde 1985 als lexikalisches Online-Wörterbuch von der Princeton-Universität entwickelt und umfasst heute ca. 200.000 Wort-Einträge. Das *WordNet* stellt dabei semantische Beziehungen (sog. Synsets) und lexikalische Relationen (sog. *Lexical Units*) zwischen den Wörtern her. [Gra06] [Wor07]

Aktuelle Untersuchungen entwickeln zunehmend Konzepte um *WordNet* in RDF oder OWL zu „konvertieren“ und damit die Technologien des Semantic Web nutzbar zu machen. Hierbei werden im Prinzip die Konzepte von *WordNet* als Klassen sowie die Eigenschaften und Relationen der Konzepte aus *WordNet* als Eigenschaften und Aussagen dargestellt. [W3C04-1]

Gerade für den Bereich der natürlichen Sprachverarbeitung als auch für die Entwicklung von intelligenten Suchagenten stellt die Entwicklung eines maschinenverständlichen Online-Lexikons einen enormen Vorteil dar.

#### **2.3.5 Rules**

Die Idee von Sir Tim Berners-Lee geht noch wesentlich weiter. Wissen soll nicht nur maschinenverstehbar aufbereitet werden, sondern es soll auch möglich sein, aus vorhandenem Wissen neues Wissen zu generieren.

Ein erster Ansatz ist, die bestehende Ontologie OWL um einfache Wenn-Dann-Regeln zu erweitern. Die *Semantic Web Rule Language* (SWRL) bietet eine Möglichkeit, OWL um diese Regeln zu erweitern.

`hasParent(?x1,?x2) ∧ hasBrother(?x2,?x3) ⇒ hasUncle(?x1,?x3)`

Die einzelnen Aussagen obigen Beispiels sind bisher mit RDF und OWL leicht möglich.

*X1 hat X2 zum Vater und X3 ist der Bruder von X2*

Neues Wissen daraus zu generieren war jedoch bisher nicht möglich. Mithilfe von SWRL kann nun eine Schlussfolgerung aus diesen beiden Aussagen getroffen werden, nämlich *X3 ist der Onkel von X1*. [W3C04]

### 2.3.6 SPARQL

Um das durch RDF und OWL repräsentierte Wissen abfragen zu können, wurde die Abfragesprache *SPARQL* (SPARQL Protocol and RDF Query Language) entwickelt. Bereits vor SPARQL, welche seit Juni 2007 als Candidate Recommendation des W3C vorliegt, gab es Bemühungen Abfragesprachen zu schaffen, um auf RDF-Daten zuzugreifen zu können. SPARQL ist der Nachfolger mehrerer Abfragesprachen (z. B. RDF Query Language RDQL).

Syntax und Anwendung können der W3C-Website <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> entnommen werden. [Ant04] [W3C07]

### 2.3.7 Logic Framework, Proof und Trust

Alles, was bisher behandelt wurde - von *Unicode* und *URI* bis zur *Ontologie (OWL)* und den *Regeln* - ist bereits weitgehend ausformuliert und untersucht.

Die letzten Ebenen - *Logic Framework*, *Proof*, und *Trust* - sind dabei Gegenstand der aktuellen wissenschaftlichen Bemühungen.

Ein Kernpunkt besteht dabei in der weiteren Ausbildung eines Regelwerks, um aus dem bereits enthaltenen Wissen neue Erkenntnisse generieren zu können.

Das *Logic Framework* versucht dabei mit Erkenntnissen aus der KI und Logik weitgreifende Möglichkeiten zu finden, neues Wissen zu generieren.

Der *Proof-Layer* - als vorletzte Schicht - soll die neu getroffene Aussage nachvollziehen und beweisen. Erst wenn eine Aussage nicht „zufällig“ getroffen wurde, sondern eindeutig nachvollzogen und bewiesen werden kann, ist diese Aussage glaubwürdig. Der Proof-Layer soll also die im Logic Framework getroffenen Aussagen hinsichtlich ihrer Beweisbarkeit überprüfen.

Die letzte Ebene ist der *Trust-Layer*. Seine Aufgabe besteht darin, eine Aussage darüber zu geben, inwieweit dem neu gewonnenen Wissen getraut werden kann. Anhand dieser

Aussage kann dann der Nutzer - als letzte Instanz - die Wertigkeit des neu gewonnenen Wissens abschätzen. [Ant04]

### **2.3.8 Encryption und Signature**

Eine besondere Bedeutung im Schichtenmodell des Semantic Webs tragen die Schichten *Encryption* und *Signature*.

Für die Richtigkeit und Zuverlässigkeit eines Semantic Webs sind Authentizität und Integrität der Daten und des gewonnen Wissens von großer Bedeutung. Der komplette Prozess der Wissensrepräsentation und dem automatisierten Generieren von neuem Wissen muss daher gegen Manipulation geschützt werden. Dies geschieht mit XML-Signature zur Sicherung der Authentizität und XML-Encryption zur Wahrung der Vertraulichkeit. [Ant04] XML-Signature schafft somit die Grundlage für ein Web of Trust, welches Interaktionen zwischen Menschen und Maschinen überhaupt erst ermöglicht und so die Vertraulichkeit der repräsentierten Informationen garantiert.

---

## 3 Semantic Web und Multimedia

Die Entwicklung des Semantic Webs ist nicht nur von der Idee geprägt, Textdokumente und textuelles Wissen leichter aufzufinden und zu verwalten. Besonders für Multimedia-Dateien ist das Semantic Web eine hervorragende Entwicklung.

Metadaten haben bereits heute vielfältige Anwendungen. Sie werden zur Optimierung von Komprimierungstechniken eingesetzt oder erklären Blinden grafische Diagramme. Zusammen mit der Entwicklung des Semantic Webs werden die Möglichkeiten von Metadaten um einen weiteren großen Bereich erweitert: es wird möglich, ausgefeiltere Suchanfragen für Mediendateien zu entwickeln. [Kos05] [W3C06]

### 3.1 Überblick über Multimedia-Metadaten

Zur Speicherung und Übertragung von Metadaten gibt es eine Reihe von Entwicklungen, die sich in verschiedenen Datenformaten und -Modellen niederschlugen.

- |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ID3      | 1996 wurden erstmals Metadaten für MP3-Dateien eingeführt. Die <i>ID3</i> -Tags (Abk. für <i>Identifier on MP3</i> ) sind vergleichbar mit den Einträgen eines Bibliotheksindex und erlauben Angaben zu Titel, Interpret, Genre oder BPM einer MP3-Datei. In der ersten Version <i>ID3v1</i> standen 7 statische Textfelder zur Verfügung. In der aktuellen Fassung <i>ID3v2.4.0</i> sind insgesamt 84 vordefinierte Felder vorhanden, welche jedoch noch anwendungsspezifisch erweitert werden können. Große Nachteile bestehen darin, dass diese Form von Metadaten nur auf MP3-Dateien beschränkt ist und dass die eigentliche Semantik dem Computer verborgen bleibt. [Sac04] [id306] |
| JPEG2000 | Der Standard <i>JPEG2000</i> wurde als ISO-Standard 15444 von der Joint Photographic Experts Group herausgegeben und sollte den älteren <i>JPEG</i> -Standard ablösen. Das Dateiformat erlaubt es, neben einer besseren Komprimierungsrate, auch Metadaten in der Bilddatei unterzubringen. Die vielfältigen Beschreibungsmöglichkeiten sind dem <i>MPEG-7</i> -Standard sehr ähnlich, dennoch nicht mit <i>MPEG-7</i> oder den Standards des Semantic Webs kompatibel. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass <i>JPEG2000</i> sich auf Bilddaten beschränkt. [Bol00] [Sac04]                                                                                                          |
| MPEG-7   | <i>MPEG-7</i> wurde 2002 als ISO-Standard von der Moving Picture Experts Group verabschiedet. Im Gegensatz zu anderen MPEG-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Standards (*MPEG-1*, *MPEG-2* oder *MPEG-4*) handelt es sich bei MPEG-7 nicht um einen Kompressionsstandard für Video- oder Audiodaten, sondern ausschließlich um einen Standard zur Beschreibung von multimedialen Daten mithilfe von Metainformationen. Vorteil von *MPEG-7* liegt dabei in der weitgehenden Medienunabhängigkeit. [Per02]

## 3.2 MPEG-7

MPEG-7 bietet mit 1182 Metadattentypen eine Vielzahl von Beschreibungsmöglichkeiten für Multimedia-Dateien.

Eine grundsätzliche Unterscheidung kann hier zwischen *Low-Level*- und *High-Level*-Deskriptoren vorgenommen werden.

Einfache Details, die grundlegende Eigenschaften einer Datei beschreiben, bezeichnet man als *Low-Level*-Deskriptoren. Diese Eigenschaften liegen auf einer niedrigen Abstraktionsebene und können daher automatisiert ermittelt werden. Der semantische Informationsgehalt ist dabei jedoch gering. Beispiele für *Low-Level*-Eigenschaften, die der MPEG-7-Standard vorsieht, sind Grundfrequenz (*AudioFundamentalFrequencyType*), Leistung (*AudioPowerType*), Anzahl der Nullstellen eines Spektrums (*TimeDomainZeroCrossing*), Histogramm eines Bildes, Texturen, Farben oder Formen.

*High-Level*-Eigenschaften liegen auf einer deutlich höheren Abstraktionsebene und haben daher einen größeren semantischen Informationsgehalt. Sie beinhalten Erkennung von Melodien, Instrumenten, Klangfarbe, Tonart, Spracherkennung bis hin zu semantischen „Erzählstrukturen“ einer Datei. *High-Level*-Deskriptoren können daher oft nur manuell gewonnen werden, wohingegen *Low-Level*-Eigenschaften relativ schnell und einfach aus der automatisierten Signalanalyse der Datei entstehen. [Gar06]

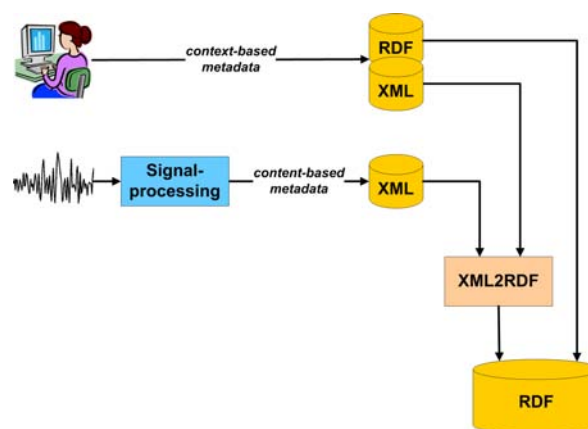


Abbildung 6: Annotation von Metadaten

Der MPEG-7 - Standard setzt sich dabei aus mehreren Teilen zusammen.

Grundlage ist zunächst die *Description Definition Language* (DDL), die - ähnlich RDF-S und XML-S - Syntax und Form der anderen Elemente definiert. Die DDL kann daher als „Template“ verstanden werden, um die darauf aufbauenden Deskriptoren und Deskriptionsschema zu beschreiben.

*Deskriptoren* beschreiben dabei die Eigenschaften einer Multimedia-Ressource. Sie können in die beiden Gruppen Low-Level- und High-Level-Deskriptoren eingeteilt werden. *Deskriptionsschemata* bilden dann die Beziehungen zwischen den Deskriptoren ab und spezifizieren so die Zusammenhänge zwischen Deskriptoren oder anderen Deskriptionsschemata. [Gar06] [Mar04]

Diese MPEG-7-Metadaten werden als XML-Dokumente abgespeichert. Eine Maschinenverständlichkeit ist allein durch die Annotation und die verwendete XML-Syntax jedoch noch nicht vorhanden. Eine Harmonisierung zwischen Semantic Web und MPEG-7 ist also nötig. Nach [Gar06] besteht ein wesentlicher Ansatz in der Überführung von XML-Schema in die Ontologiesprache OWL kombiniert mit einem *XML2RDF*-Konverter (vgl. Abbildung 7)

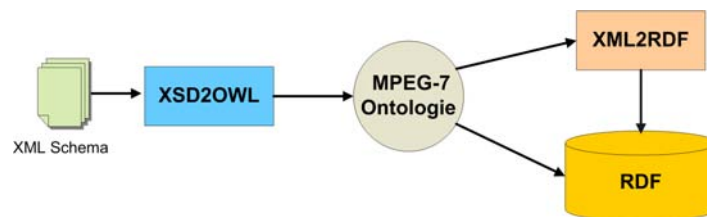


Abbildung 7: MPEG-7 und Semantic Web

Die vollständige Integration von MPEG-7 in Semantic Web ist allerdings noch nicht abgeschlossen und bedarf noch einiges an Forschungsarbeit bis tatsächlich maschinenverstehbare Semantik in diesem Bereich geschaffen werden kann.

---

## 4 Fazit und Ausblick

In der heutigen Form des World Wide Webs ist eine immer größere Herausforderung, Informationen so zu verwalten, dass sie leicht zugänglich und auffindbar sind. Die Fülle der Informationen benötigt eine Lösung, die weit über herkömmliche Suchmaschinen hinaus reicht. Mit der Entwicklung des Semantic Web können Möglichkeiten geschaffen werden, die intelligente Durchsuchbarkeit gewährleisten. Die weitere Ausgestaltung der noch fehlenden Schichten LogicFramework, Trust- und Proof-Layer erschließen sich so bisher ungeahnte Möglichkeiten der Informationsfindung.

Mit der Fülle der Informationen im WWW gewinnen auch multimediale Inhalte zunehmend an Bedeutung. Hierfür bietet MPEG-7 einen vollständigen und guten Ansatz, um diese Multimediadaten zu klassifizieren und zu annotieren. Der Fokus der Forschungsarbeiten liegt hier vor allem darin, weitgreifende Möglichkeiten zu evaluieren, Metadaten möglichst effizient und einheitlich aus den Dateien zu gewinnen.

Das Zusammenwirken von Semantic Web und MPEG-7 kann somit unglaubliche Möglichkeiten schaffen und die Informationsfindung revolutionieren. Eine vollständige Harmonisierung zwischen diesen beiden Themengebieten ist allerdings bisher noch nicht abzusehen.

Ob das tatsächlich gelingt, kann zu diesem Zeitpunkt nicht beurteilt werden und bleibt abzuwarten.

---

# A Abbildungsverzeichnis

1	Schichtenmodell des Semantic Web in Anlehnung an [BL03] . . . . .	3
2	grafische Notation eines RDF-Tripels in Anlehnung an [Dec00] . . . . .	5
3	RDF und RDF-S in Anlehnung an [Ant04] . . . . .	7
4	Beispiel zu Lokalität in Anlehnung an [Ant04] . . . . .	8
5	grafische Darstellung einer Beispiel-Ontologie in Anlehnung an [Dac03]	10
6	Annotation von Metadaten in Anlehnung an [Gar06] . . . . .	16
7	MPEG-7 und Semantic Web in Anlehnung an [Gar06] . . . . .	17

---

## B Literaturverzeichnis

- [Ant04] Antoniou, Grigoris; van Harmelen, Frank (2004)  
„*A Semantic Web Primer*“  
Massachusetts Institute of Technology
- [Beh04] Behme, Henning; Mintert, Stefan (2000)  
„*XML in der Praxis*“  
Addison-Wesley Verlag, 2. Auflage
- [Ber01] Bergman, Michael K.  
„*The Deep Web: Surfacing Hidden Value*“, 22. Juni 2007  
<http://www.press.umich.edu/jep/07-01/bergman.html>
- [BL01] Berners-Lee, Tim (2003)  
„*Semantic Web Road map*“, 22. Juni 2007  
<http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>
- [BL03] Berners-Lee, Tim (2005)  
„*Putting the Web back in Semantic Web*“, 22. Juni 2007  
<http://www.w3.org/2005/Talks/1110-iswc-tbl/>
- [Bol00] Boliek, Martin (2000)  
ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1  
„*JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0*“, 22. Juni 2007  
<http://www.jpeg.org/public/fcd15444-1.pdf>
- [Dac03] Daconta, Michael C.; Obrst, Leo J.; Smith, Kevin T. (2003)  
„*The Semantic Web*“  
Wiley Publishing Inc.
- [Dec00] Decker, S.; Melnik, S.; van Harmelen, F.; Fensel, D;  
Klein, M.; Broekstra, J.; Erdmann, M.; Horrocks, I. (2000)  
„*The Semantic Web: The Roles of XML and RDF*“, 22. Juni 2007  
IEEE Internet Computing, Sept.-Oct. 2000, S. 63 –73  
<http://www.cs.vu.nl/frankh/postscript/IEEE-IC00.pdf>
- [dK07] de Kunder, Maurice  
„*The size of the World Wide Web*“, 22. Juni 2007  
<http://www.worldwidewebsite.com/>
- [Eck04] Eckstein, Rainer; Eckstein, Silke (2004)  
„*XML und Datenmodellierung*“  
dpunkt Verlag, 1. Auflage
- [Fen03] Fensel, Dieter; Hendler, James; Lieberman, Henry; Wahlster, Wolfgang (2003)  
„*Spinning the Semantic Web*“  
Massachusetts Institute of Technology

- 
- [Gra06] Graves, Alvaro; Gutierrez, Claudio (2006)  
„*Data representations for WordNet: A case for RDF*“, 02. Juli 2007  
<http://www.ciw.cl/material/rdf-japon-2006.pdf>
- [Gar06] García, Roberto; Celma, Óscar (2006)  
„*Semantic Integration and Retrieval of Multimedia Metadata*“, 22. Juni 2007  
CEUR Workshop Proceedings, Vol. 185, pp. 69-80  
<http://rhizomik.net/content/roberto/papers/rgocsemannot2005.pdf>
- [Gru] Tom Gruber  
„*What is an Ontology?*“, 22. Juni 2007  
<http://www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>
- [id306] id3.org (2006)  
„*Low Tech History*“, 22. Juni 2007  
<http://www.id3.org/History>
- [Kap04] Kappel, Gerti; Pröll, Birgit; Reich, Siegfried; Retschitzegger, Werner (2004)  
„*Web Engineering: Systematische Entwicklung von Webanwendungen*“  
dpunkt Verlag, 1. Auflage
- [Kim05] Kim, Hyong-Gook; Moreau, Nicolas; Sikora, Thomas (2005)  
„*MPEG-7 Audio and Beyond*“  
Verlag John Wiley & Sons, Inc.
- [Kos05] Kosch, H.; Böszörményi, L.; Döller, M.;  
Libsle, M.; Schojer, P.; Kofler A. (2005)  
„*The Life Cycle of Multimedia Metadata*“  
IEEE Computer Society  
<http://www.dimis.fim.uni-passau.de/Papers/2005/2004-0089-HKLB.pdf>, 22. Juni 2007
- [Mar04] Martínez, José M. (2004)  
ISO/IEC JTC1/SC29/WG11  
„*MPEG-7 Overview*“, 22. Juni 2007  
<http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
- [Per02] Pereira, Fernando; Koenen, Rob (2002)  
„*Context, Goals and Procedures*“  
erschienen in  
„*Introduction to MPEG-7*“  
Verlag John Wiley & Sons, Inc.
- [Pro07] Protégé Community Repository  
„*ProtegeOntologiesLibrary*“, 02. Juli 2007  
<http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?ProtegeOntologiesLibrary>
- [Sac04] Sack, Harald; Meinel, Christoph (2004)  
„*WWW*“  
Springer-Verlag
- [Uni07] Unicode, Inc. (2007)  
„*Unicode 5.0.0*“, 22. Juni 2007  
<http://www.unicode.org/versions/Unicode5.0.0/>

- 
- [W3C99] World Wide Web Consortium (1999)  
„Namespaces in XML“  
<http://www.w3.org/TR/1999/REC-xml-names-19990114/>  
aus der deutschen Übersetzung von Schumacher, Stefan (2001)  
„Namensräume in XML“, 22. Juni 2007  
<http://www.schumacher-netz.de/TR/1999/REC-xml-names-19990114-de.html>
- [W3C04] World Wide Web Consortium (2004)  
„SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML“, 22. Juni 2007  
<http://www.w3.org/Submission/SWRL/>
- [W3C04-1] World Wide Web Consortium (2004)  
„Wordnet in RDFS and OWL“, 02. Juli 2007  
<http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/WNET/wordnet-sw-20040713.html>
- [W3C06] World Wide Web Consortium (2006)  
„Roadmap for Accessible Rich Internet Applications“, 22. Juni 2007  
<http://www.w3.org/TR/aria-roadmap/>
- [W3C07] World Wide Web Consortium (2007)  
„SPARQL Query Language for RDF“, 22. Juni 2007  
<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- [Wik07] Wikipedia  
„Ontologie“, 22. Juni 2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie>
- [Wor07] Princeton University Cognitive Science Laboratory  
„WordNet statistics“, 02. Juli 2007  
<http://wordnet.princeton.edu/man/wnstats.7WN>

---

# C Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorstehende Seminararbeit mit dem Titel „Semantic Web und Multimedia Metadaten“ selbstständig verfasst und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt habe.

Die Stellen, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, habe ich in jedem einzelnen Fall durch die Angabe der Quelle, auch der benutzten Sekundärliteratur, als Entlehnung kenntlich gemacht.

Es wurden von mir ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ilmenau, den 16. Juli 2007