

# **Metadaten für Multimedia im Überblick**

Seminararbeit

vorgelegt am

Lehrstuhl für Praktische Informatik IV

**Prof. Dr.-Ing. W. Effelsberg**

Universität Mannheim

im

Mai 2006

im Rahmen des

Seminars Bridging the Semantic Gap im SS 2006

unter der Leitung von

Prof. Dr. W. Effelsberg

Betreuer

Prof. Dr. Heiner Stuckenschmidt

von

**Florian Hoffmann**

# Inhalt

Inhalt.....	2
Abbildungsverzeichnis .....	3
Abkürzungsverzeichnis .....	4
1 Einleitung .....	5
2 Die Überbrückung des Semantischen Grabens .....	6
3 Metadaten allgemein .....	7
3.1 Vorbilder .....	7
3.2 Arten.....	7
3.3 Lebenszyklus .....	8
3.4 Auswahl.....	9
3.5 Ontologien.....	9
3.6 Aufbewahrung.....	10
3.7 Kritik .....	10
4 Metadaten für Multimedia.....	11
4.1 Entwicklungen der Multimediatechnik .....	11
4.1.1 ID3.....	11
4.1.2 JPEG 2000.....	11
4.1.3 MPEG-7 .....	12
4.1.4 MPEG-21 .....	14
4.1.5 TV-Anytime, NewsML, SportsML und Co. ....	14
4.1.6 Weitere Formate .....	15
4.2 Entwicklungen im Umfeld des Semantischen Netzes.....	15
4.2.1 DCMI .....	15
4.2.2 LOM .....	15
4.2.3 RDF .....	16
4.2.4 RDF Schema .....	17
4.2.5 OWL.....	17
4.2.6 SMIL .....	18
5 Kritische Würdigung .....	19
Literaturverzeichnis.....	20

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Lebenszyklus eines typischen Multimedia-Industrieprodukts. ....	8
Abb. 2. Metadaten über eine Person in einer JPX-Datei.....	12
Abb. 3. Bestandteile von MPEG-7.....	13
Abb. 4. Beispiel für MPEG-7-Metadaten eines Videos in XML-Darstellung. ....	13
Abb. 5. Ausschnitt aus dem TV-Anytime Inhalts-Klassifikationsschema.....	14
Abb. 6. Integration von Dublin Core in HTML über <meta>-Tags.....	15
Abb. 7. LOM bietet Metadaten in neun Kategorien (hier „Klassifikation“). ....	16
Abb. 8. RDF-Beschreibung in der Darstellung als Graph.....	16
Abb. 9. RDF-Beschreibung in XML-Notation.....	17
Abb. 10. SMIL erlaubt die Einbindung von Metadaten über RDFsyntax.....	18

## **Abkürzungsverzeichnis**

DC	<i>Dublin Core (Standard)</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
ID3	<i>Identifier on MP3</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
LOM	<i>Learning Objects Metadata</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
SMIL	<i>Synchronized Multimedia Integration Language</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

# 1 Einleitung

Diagramme, Cliparts, Fotos, Weltkarten, Klingeltöne, Musik, Urlaubsvideos und Kinofilme – die Menge an verfügbaren Multimediadaten wächst jedes Jahr um mehrere Petabytes [1]. Je größer diese Datenmenge wird, desto dringender werden mächtige Suchwerkzeuge benötigt. Der semantische Graben jedoch schränkt das Potenzial heutiger Suchmaschinen deutlich ein. Metadaten erscheinen als viel versprechender Ansatz, den semantischen Graben zu überbrücken, doch obwohl seit mehreren Jahren einsatzbereite Standards in den Startlöchern stehen, werden sie nach wie vor stiefmütterlich behandelt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Überblick über bestehende Techniken und Standards für Metadaten im Multimediabereich zu geben. Nach einer kurzen Einführung in die Problematik des Semantischen Grabens folgt eine allgemeine Betrachtung des Metadaten-Ansatzes. Danach werden die Metadatenformate ID3, JPEG 2000, MPEG-7, MPEG-21, TV-Anytime, NewsML und SportsML der Multimediatechnik sowie die Formate DCMI, LOM, RDF, RDF Schema, OWL und SMIL aus dem Umfeld des Semantischen Netzes vorgestellt und verglichen. Eine kritische Würdigung rundet die Arbeit ab.

## 2 Die Überbrückung des Semantischen Grabens

*Semantisch* bedeutet „den Inhalt eines sprachlichen Zeichens betreffend“ [2], wird aber oft synonym zu „Bedeutungsgehalt“ verwendet.

Der Begriff *Semantischer Graben* (engl. *semantic gap*) wurde nie einheitlich festgelegt, so dass er heute in jedem Wissensgebiet etwas anders ausgelegt wird. Anschaulich bezeichnet er die Unfähigkeit von Computern, eine Verbindung zwischen der realen Welt und der abstrakten Sicht der Benutzer auf die Welt herzustellen; d. h. der Computer kann zwar Daten verarbeiten, versteht aber ihre Bedeutung nicht. Die Verständigung zwischen Mensch und Maschine wird dadurch erschwert oder sogar unmöglich.

Ziel ist es daher, den Semantischen Graben zu „überbrücken“. Künstliche Intelligenz wäre zwar für diese Vermittlerrolle wie geschaffen, ist aber noch lange nicht ausgereift. Daher wird heute der Ansatz verfolgt, dem Computer die Denkarbeit abzunehmen und mit Hilfe von Metadaten direkt zu erklären, wie die Dinge zusammenhängen.

Beispiel:

Ein Kunde sucht auf einem Multimedia-Server „einen Rocksong“. Hat das System nur reine Musikdaten gespeichert, so bleibt diese einfache Anfrage ergebnislos. Erst wenn zusätzlich zu den Audiodaten Metadaten über Genre und Stilrichtung verfügbar sind, kann die Suche bearbeitet werden.

### 3 Metadaten allgemein

*Metadaten* sind Daten über andere Daten. Sie dienen dem Zweck, Inhalt, Funktion, Struktur, Zusammenhang usw. anderer Daten zu beschreiben. In der Informatik beschreibt ein Satz von Metadaten in der Regel eine einzelne *Ressource* (i. A. eine Datei).

Eine scharfe Trennung zwischen Daten und Metadaten ist nicht möglich, je nach Standpunkt können Daten sowohl „Rohdaten“ als auch Metadaten sein. So sind beispielsweise die Strophen eines Gedichts Daten, wenn sie in einem Textdokument vorliegen, aber Metadaten, wenn sie per ID3 (s. u.) als Liedtext an eine Musikdatei angehängt werden.

Da Metadaten laut Definition selbst wieder Daten sind, können auch Metadaten über Metadaten, Metadaten über Metadaten über Metadaten usw. gebildet werden.

#### 3.1 Vorbilder

Die Idee hinter den Metadaten ist nicht neu. So nutzen etwa die „Gelben Seiten“, Bibliotheksverzeichnisse oder der Katalog einer Videothek das selbe Prinzip [3]; dort werden lediglich Objekte durch Daten beschrieben statt Daten durch Metadaten. Aber auch echte Metadaten sind so verbreitet, dass sie oft gar nicht mehr als solche erkannt werden: Zusatzinformationen eines Dateisystems, digitale Signaturen und Änderugshistorien in Textdokumenten sind Beispiele dafür.

#### 3.2 Arten

Metadaten lassen sich nach drei verschiedenen Kriterien unterscheiden:

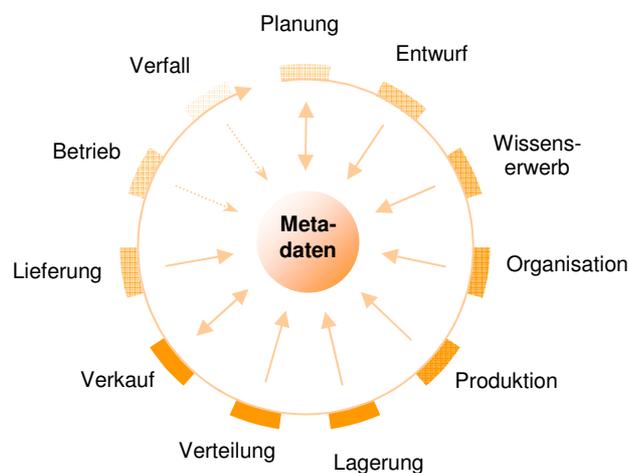
- Bei der Unterscheidung nach der **logischen Funktion** unterscheidet man die *subsymbolischen* Daten (die Ressource selbst) von den *symbolischen* Metadaten, die Inhalt und Struktur beschreiben, und den *logischen* Metadaten, die zur logischen Schlussfolgerung dienen [4].
- Bei der Unterscheidung nach **Veränderlichkeit** unterscheidet man *unveränderliche* Metadaten wie „Autor“, die über die gesamte Ressource hinweg gleich bleiben, von veränderlichen Metadaten wie „Szeneninhalt“ [1].
- Bei der Unterscheidung nach **Inhalt** unterscheidet man die Metadaten nach dem, was sie beschreiben. Generell kann man *Ressourcen beschreibende* Metadaten, die die Ressource „von außen“ beschreiben (z. B. Dateiname), von *Inhalt beschreibenden* Metadaten (z. B. „das Bild zeigt eine Frau“) trennen. Beide Gruppen lassen sich beliebig verfeinern; so kennt etwa LOM (s. u.) insgesamt neun Kategorien.

### 3.3 Lebenszyklus

Der Lebenszyklus von Metadaten lässt sich in drei Phasen unterteilen:

- **Erzeugung.** Metadaten können zwar auch noch zu einer fertigen Ressource hinzugefügt werden, in den meisten Fällen ist es jedoch deutlich effizienter, ihre Erzeugung fest in den Produktionsprozess der Ressource zu integrieren [1]. Es ist z. B. unsinnig, Daten über Kameraeinstellungen erst im Nachhinein hinzuzufügen, wenn diese gleich beim Filmdreh übernommen werden können. Abb. 1 verdeutlicht, dass in praktisch jedem Lebensabschnitt einer Ressource Metadaten anfallen; einige Phasen wie Planung und Verkauf können sogar von bereits erzeugten Metadaten profitieren.

Abb. 1. Lebenszyklus eines typischen Multimedia-Industrieprodukts.



Quelle: Selbst erstellt auf Basis eines Diagramms aus [1].

- **Veränderung.** Wird eine Ressource mit einer anderen kombiniert, werden Teile einer Ressource entfernt oder ändert sich der Inhalt einer Ressource, so ist es nötig, die dazugehörigen Metadaten zu aktualisieren. Zwar wird dies von Standards in der Regel angesprochen, aber eher selten von Anwendungen umgesetzt. So ist es beispielsweise nicht ungewöhnlich, dass die Metadaten eines Bildes bei der Bildbearbeitung nicht aktualisiert werden [5].
- **Zerstörung.** In der Literatur kaum erwähnt, soll hier auch kurz die Zerstörung von Metadaten angesprochen werden. Es kann sinnvoll sein, Metadaten zusammen mit ihren Referenz-Daten zu zerstören – z. B. wenn ein Objekt aus einem Bild gelöscht wird –, es kann aber auch sinnvoll sein, die Metadaten weiter bestehen zu lassen – z. B. um eine Änderungs-Historie anzulegen.

### 3.4 Auswahl

Die Frage, welche Metadaten zu einer Ressource gesammelt werden sollten und welche nicht, ist alles andere als trivial, denn im Prinzip ist es notwendig, bereits im Voraus zu wissen, wozu die Metadaten später verwendet werden sollen [1]. Wünschenswert sind daher vor allem Metadatenformate, die sich später ohne Änderungen der Standards flexibel anpassen lassen.

Wünschenswert ist auch, dass alle Metadaten optional sind. Dadurch wird vor allem die Anwendbarkeit in verschiedenen Domänen unterstützt, denn nicht alle Metadaten sind überall verfügbar. Die Optionalität soll auch der allmählichen Etablierung von Metadaten förderlich sein.

### 3.5 Ontologien

Für Inhalt beschreibende Metadaten ist ein zentraler Punkt die Verwendung von Ontologien. Eine Ontologie stellt dar, welche Fachbegriffe es in einem Wissensgebiet gibt („Vokabular“) und wie sie zusammenhängen. Dies ermöglicht die Klassifizierung einzelner Ressourcen. Im Allgemeinen kann man drei Komplexitätsstufen von Ontologien beobachten:

- **Primitive** Ontologien enthalten lediglich einige disjunkte Kategorien. In ID3 kann z. B. ein Musikstück entweder „Rock 'n' Roll“ oder „Rock“ sein, aber nicht beides.
- **Erweiterte** Ontologien bieten die Möglichkeit, eine Kategorie als echte Teilmenge einer anderen Kategorie festzulegen. In RDF-Schema kann z. B. ein Bild gleichzeitig „Bilddatei“ und „JPEG-Bilddatei“ sein.
- **Komplexe** Ontologien setzen alle mengentheoretischen Operationen um. In OWL kann z. B. die Kategorie „Maultier“ als Durchschnitt der Kategorien „Pferd“ und „Esel“ festgelegt werden.

Die Kategorienbildung über eine Ontologie kann zur logischen Schlussfolgerung („Inferenz“) verwendet werden. Dadurch kann z. B. eine Suchanfrage über der Kategorie „Spanische Maler“ ein Ergebnis aus deren Unterkategorie „Picasso“ liefern.

Während einige Metadatenformate auf ein einzelnes Wissensgebiet ausgerichtet sind und ihre Ontologie gleich mitbringen bieten andere zwar die Werkzeuge zur Erstellung, überlassen die eigentliche Definition aber den Benutzern. Letztere sind deutlich flexibler, bringen aber die Fragen auf, wer die Spezifikationen erstellt und wie man das „das richtige“ Vokabular findet. Zur Überbrückung des semantischen Grabens wünschenswert sind Ontologien, die *explizite Semantik* verwenden, also die Beziehungen zwischen den Fachbegriffen in einer maschinell auswertbaren Form beschreiben. Von Nachteil ist die *implizite Semantik*, bei der der Zusammenhang nur in Textform in den Spezifikationsdokumenten beschrieben wird.

### 3.6 Aufbewahrung

Metadaten können entweder zusammen mit den Daten, die sie beschreiben, aufbewahrt werden (in einer gemeinsamen Datei), oder getrennt von diesen (in einer eigenen Datei). Es gilt allgemein als vorteilhaft, die Metadaten separat aufzubewahren, da sie so in für Suchaktionen optimierten Metadaten-Indexen zusammengeführt werden können.

Die meisten Formate bedienen sich in diesem Fall der *Uniform Resource Identifiers* (URIs) des *World Wide Web* (WWW). Dies wirft jedoch einige Fragen auf: Was, wenn die Ressource keinen URI hat, z. B. lokal vorliegt oder von einem *Content Management System on-the-fly* erstellt wird? Was, wenn die Ressource umzieht, d. h. einen neuen URI bekommt? Was, wenn man offline arbeitet, das Format jedoch weitere Ressourcen aus dem WWW benötigt, z. B. zur Prädikatsdefinition in RDF (s. u.)?

### 3.7 Kritik

Die Verwendung von Metadaten, insbesondere Inhalt beschreibender Metadaten, wird von einigen Autoren scharf kritisiert. Im Allgemeinen lassen sich drei große Kritikpunkte ausmachen:

- **Zu teuer und zeitaufwändig.** Metadaten von Hand zu erzeugen dauert zu lange und ist zu teuer. Die Zukunft muss daher in Tools und Workflows liegen, die Metadaten halbautomatisch oder automatisch erzeugen. Aber auch diese Anwendungen und Prozesse wollen entwickelt, gekauft, erlernt und gewartet sein. So oder so schlägt sich die Erzeugung von Metadaten in Zeit- und Kostenaufwand nieder, den Unternehmen erst auf sich nehmen, wenn ihre Kunden danach verlangen.
- **Zu kompliziert.** Aktuelle Metadaten-Standards wie MPEG-7 und RDF bestechen zwar durch ihre Vielseitigkeit, bezahlen diese aber teuer mit hoher Komplexität. Dazu kommen Inkompatibilitäten zwischen verschiedenen Standards, die die Wahl des richtigen Formats erschweren. Es ist daher nicht verwunderlich, dass sich private Nutzer überfordert fühlen und Unternehmen befürchten, der ausgewählte Standard könne sich als unbrauchbar erweisen.
- **Überflüssig.** Viele Metadaten sind so speziell, dass sie schlicht überflüssig sind. Die Blendeneinstellung einer Digitalkamera etwa dürfte nur in äußerst exotischen Szenarien von Interesse sein. Dazu kommt, dass die momentan praktizierte Volltextsuche ein mächtiges Werkzeug ist, das manche Metadaten überflüssig macht. Wozu beispielsweise Schlagwörter als Metadaten festlegen, wenn die Schlagwörter ohnehin mehrfach im Text auftauchen? [4][5]

## 4 Metadaten für Multimedia

Metadaten für Multimedia haben vielfältige Anwendungen. Sie ermöglichen nicht nur ausgefeiltere Suchanfragen in *Information Retrieval* Systemen, sondern können u. a. auch zur Optimierung von Komprimierungstechniken eingesetzt werden [6], automatische Datenanalysen steuern [7] oder Blinden grafische Diagramme erklären [8].

Die Entwicklung von Metadatenformaten für Multimediaressourcen wird aus zwei Richtungen vorangetrieben: Die Vertreter der Multimediatechnik beschäftigen sich ausschließlich mit Multimediaressourcen, während sich die Vertreter des Semantischen Netzes mit allen Arten von Ressourcen innerhalb des WWW auseinander setzen.

### 4.1 Entwicklungen der Multimediatechnik

#### 4.1.1 ID3

ID3-Tags, Abk. für *Identifier on MP3*, sind ein Beispiel gut funktionierender Multimedia-Metadaten. Diese 1996 eingeführten „Etiketten“ für MP3-Dateien entsprechen in ihrer Funktion den Einträgen eines Bibliotheksindexes: Angaben wie Titel, Interpret, Genre und Geschwindigkeit eines Musikstücks werden zusammen mit den Musikdaten in einer Datei abgelegt. Standen am Anfang nur einige wenige, statische Textfelder zur Verfügung, sind im aktuellen Standard ID3v2.4 umfangreichere, optionale und sprachenunabhängige Angaben möglich [9].

ID3-Tags erlauben die automatische Zusammenstellung von Spiellisten, da auf ihren Feldern einfache aussagenlogische Abfragen durchgeführt werden können. Sie wurden von Benutzern allgemein akzeptiert, weil die Erzeugung der Metadaten einfach ist und der eigenen Person hohen Nutzen bringt.

Große Mankos sind die primitive Ontologie und dass die Semantik dem Computer verborgen bleibt. Markant ist auch, dass selbst dieser erfolgreiche und einfache Standard in den wenigsten Anwendungen vollständig umgesetzt ist.

#### 4.1.2 JPEG 2000

Der Standard JPEG 2000 der *Joint Photographic Experts Group* der *International Standards Organization* (ISO) sollte den älteren Standard JPEG für Bilder ablösen. Das Dateiformat *JPEG 2000 Extended* (JPX) erlaubt es, neben den Bilddaten Metadaten in einer Datei unterzubringen. In XML-Notation (s. Abb. 2) können so Zusatzinformationen über Erzeugung, Besitzrechte, Inhalt des Bildes und Lebenszyklus der Metadaten angelegt werden [10].

Die Beschreibungsmöglichkeiten sind vielfältig, die Beschreibungen des Bildinhalts ähneln dem Standard MPEG-7 (s. u.). So ist es z. B. möglich anzugeben, wo im Bild Personen zu sehen sind, was nicht nur der automatischen Indexerstellung zu Gute kommt.

JPEG 2000 ist ein eigenes Format und weder mit MPEG-7 noch den Standards des Semantischen Netzes direkt kompatibel. Negativ wirkt sich aus, dass JPEG 2000 sein Vorgängerformat auch sechs Jahre nach seiner Einführung noch nicht verdrängen konnte und ein Schattendasein führt. Fragwürdig schließlich ist die Verwendung von JPEG 2000 Metadaten vor dem Hintergrund, dass MPEG-7 die gleichen Möglichkeiten (und noch viel mehr) bietet.

**Abb. 2.** Metadaten über eine Person in einer JPX-Datei.

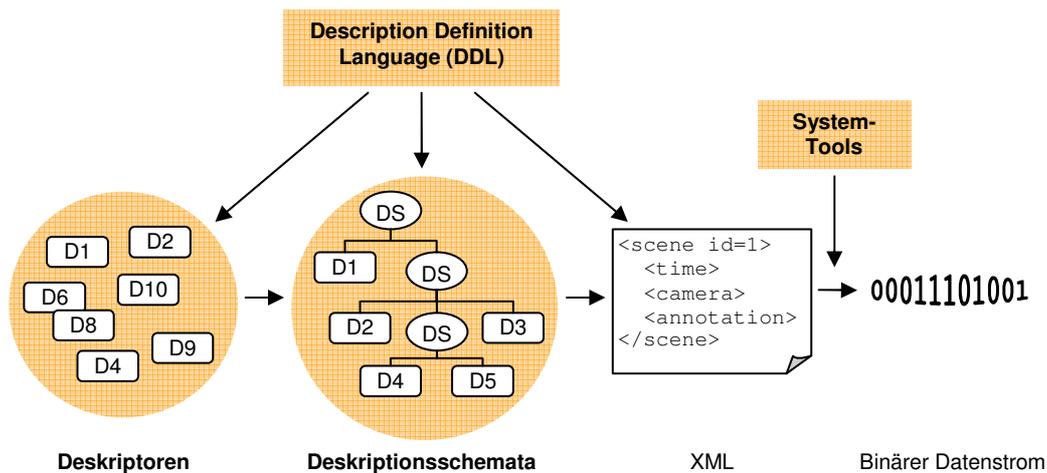
```
<xsd:element name="PERSON">
  <xsd:complexType>
    <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="jp2:tPerson">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element name="POSITION" type="jp2:tPosition" minOccurs="0"/>
          <xsd:element name="LOCATION" type="jp2:tLocation" minOccurs="0"/>
          <xsd:element ref="PROPERTY" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
        </xsd:sequence>
      </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Quelle: [10]

### 4.1.3 MPEG-7

MPEG-7 ist ein Metadaten-Standard der Gruppe *Moving Picture Experts Group* der ISO. Er behandelt Multimediaressourcen aller Art und setzt sich aus mehreren Teilen zusammen (s. Abb. 3): Grundlage ist die *Description Definition Language* (DDL), die die XML-Syntax und Form (s. Abb. 4) der anderen Elemente definiert. *Deskriptoren* beschreiben Eigenschaften und Inhalt einer Multimediaressource, *Deskriptionsschemata* bilden die Beziehungen zwischen Deskriptoren und anderen Deskriptionsschemata ab. Ergänzt wird das Ganze um Techniken wie *Binary Format for MPEG-7* (BiM), die Aspekte wie Komprimierung der XML-Daten und Streaming der Metadaten synchron zu den Multimediadaten abdecken. MPEG-7-Metadaten können getrennt von der Ressource aufbewahrt und mittels URI mit dieser verknüpft werden [11].

Abb. 3. Bestandteile von MPEG-7.



Quelle: Selbst erstellt nach [11]

MPEG-7 bietet mit ca. 450 Metadattentypen [1] ein ganzes Arsenal an Metadaten, angefangen bei einfachen Details wie dem Histogramm eines Bildes über strukturierte Informationen wie der Melodie eines Musikstücks bis hin zu semantischen „Erzählstrukturen“ für den Inhalt einer Videoszene. Damit geht MPEG-7 auf die Bedürfnisse vieler verschiedener Anwendungsgebiete ein, z. B. Spracherkennung durch phonetische Codierung und Komprimierungsoptimierung durch Metadaten [6]. Durch die flexiblen Deskriptionsschemata scheint MPEG-7 auch gerüstet zur Verwendung mit zukünftigen Techniken.

Abb. 4. Beispiel für MPEG-7-Metadaten eines Videos in XML-Darstellung.

```

<Mpeg7>
  ...
  <TemporalDecomposition>
    <AudioVisualSegment id="Sue-firstphone-unwrapping">
      <Semantic><Label><Name>surprise</Name></Label></Semantic>
      <PointOfView viewpoint="martin">
        <Importance><Value>0.7</Value></Importance>
      </PointOfView>
      <PointOfView viewpoint="sue"/>
      <MediaTime>
        <MediaTimePoint>T00:00:48</MediaTimePoint>
        <MediaDuration>PT0H16M42S</MediaDuration>
      </MediaTime>
    </AudioVisualSegment>
  </TemporalDecomposition>
  ...
</TemporalDecomposition>
...
</AudioVisual>
</MultimediaContent>
</Description>
</Mpeg7>

```

Quelle: Nach [12]

Als großes Manko von MPEG-7 gilt, dass der Bedeutungsgehalt einer Beziehung zwischen Schema und Deskriptor zwar dem Leser der Spezifikation erklärt wird, nicht jedoch dem Computer. Damit hinkt MPEG-7 RDF (s. u.) bei der Überbrückung des Semantischen

Grabens einen großen Schritt hinterher [12]. Die Tatsache, dass MPEG-7 auch Jahre nach seiner Fertigstellung nicht nennenswert verwendet wird, spricht nach Meinung einiger Autoren dafür, dass der Standard zu umfangreich und kompliziert ist, um praktisch einsetzbar zu sein [5].

#### 4.1.4 MPEG-21

Der Standard MPEG-21 der MPEG stellt einzelne Aspekte wie digitale Rechteverwaltung und Identifikation von Multimediainhalten zu einer einheitlichen Infrastruktur zusammen. Dies soll die Kommunikation zwischen Produzenten, Händlern und Konsumenten vereinfachen. MPEG-21 bietet Richtlinien, wie Metadaten zur Identifikation digitaler Inhalte zu verwenden sind (Teil 3), wie Metadaten über Nutzungsrechte mit dem *Rights Data Dictionary* transformiert werden (Teil 6) und wie Metadaten zwischen verschiedenen Systemen transportiert werden (Teil 7) [13]. Damit legt der Standard fest, wie Metadaten über den Lebenszyklus einer Multimediaressource verwaltet werden sollten [14].

#### 4.1.5 TV-Anytime, NewsML, SportsML und Co.

TV-Anytime ist ein Forum mehrerer Unternehmen, dessen Ziel marktfähige Dienste auf Basis großer Multimediaarchive sind. TV-Anytime verwendet einen eigenen Metadaten-Standard, der zur Beschreibung von Ressourcen, ihrem Inhalt und dem Verhalten ihrer Konsumenten (zur Personalisierung) dient und z. B. effizientes Suchen nach TV-Programmen auf Multimediaservern ermöglichen soll [15]. NewsML ist ein XML-Metadaten-Format zur Übertragung von Nachrichten [16], SportsML ein entsprechendes Unterformat zur Übertragung von Sportergebnissen [17].

Diese und vergleichbare Formate verfolgen die Idee von ID3 und DCMI (s. u.): Durch Einordnung der Ressourcen in eine primitive Ontologie (s. Abb. 5) werden einfache logische Abfragen ermöglicht. Sie haben den Vorteil, dass sie leicht verständlich und sofort anwendbar sind.

**Abb. 5.** Ausschnitt aus dem TV-Anytime Inhalts-Klassifikationsschema.

```
<Term termID="3.1.1.9">
  <Name xml:lang="en">Sports</Name>
</Term>
<Term termID="3.1.1.10">
  <Name xml:lang="en">Cultural</Name>
</Term>
```

Quelle: [15]

Die Nachteile dieser Formate sind, dass sie auf ein Anwendungsgebiet beschränkt bleiben und nicht erweiterbar sind.

#### 4.1.6 Weitere Formate

Neben diesen großen, gebräuchlichen Standards gibt es zahlreiche kleinere Formate für Metadaten, die entweder auf einzelne Firmen oder Produktgruppen (z. B. Digitalkameras) beschränkt sind oder „tote“ Metadaten erzeugen, also solche, die später niemals ausgewertet werden. Diese Formate sind von relativ geringer Bedeutung und werden daher hier nicht näher betrachtet.

## 4.2 Entwicklungen im Umfeld des Semantischen Netzes

### 4.2.1 DCMI

Die *Dublin Core Metadata Initiative* (DCMI) war die erste Initiative zur Einführung von Metadaten ins WWW. Ziel war es, Ressourcen wie die Medien einer Bibliothek zu beschreiben. Das Ergebnis ist der Standard *Dublin Core* (DC) mit 15 Textangaben wie Titel, Autor usw., die über die `<meta>`-Tags auch in HTML integriert wurden (s. Abb. 6) [18].

DC-Metadaten sind unkompliziert und lassen sich schnell von Hand oder automatisch erzeugen. DC gilt allgemein als erfolgreicher Standard und wurde auch in neuere Formate, z. B. RDF (s. u.), eingearbeitet.

Die wenigsten HTML-Autoren machen allerdings ausführlichen Gebrauch dieser Metadaten. Automatische Erstellung durch Editoren und „Suchmaschinen-Optimierung“ trugen zwar zur Verbreitung der Tags für Schlagwörter bei, nicht jedoch der für „Lizenz“, „Rechteinhaber“ oder „Lehrmethode“. Die primitive Ontologie, die dem Modell zugrunde liegt, stellt ihre Semantik nicht explizit dar. Der Standard geht nicht speziell auf Multimediaressourcen ein.

**Abb. 6.** Integration von Dublin Core in HTML über `<meta>`-Tags.

```
<meta name="DC.format"          scheme="DCTERMS.IMT"          content="text/html">
<meta name="DC.type"           scheme="DCTERMS.DCMIType"    content="Text">
<meta name="DC.publisher"      content="Jimmy Whales">
<meta name="DC.subject"        content="Dublin Core Metadaten-Elemente, Anwendungen">
<meta name="DC.creator"        content="Björn G. Kulms">
```

Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Dublin\\_Core](http://de.wikipedia.org/wiki/Dublin_Core)

### 4.2.2 LOM

Der Standard *Learning Object Metadata* (LOM) der IEEE soll Lernobjekte, die kleinsten Teile von E-Learning-Anwendungen, mit Metadaten versehen [19]. LOM orientiert sich stark

am *Dublin Core*, ermöglicht aber mit ca. 60 Elementen, die in neun Kategorien von „Technisch“ über „Lebenszyklus“ bis hin zum eigentlichen Ziel „Erzieherisch“ gegliedert sind, detailliertere Beschreibungen [20].

**Abb. 7.** LOM bietet Metadaten in neun Kategorien (hier „Klassifikation“).

```

<lom>
...
<classification>
  <purpose>
    <source><langstring xml:lang="x-none">LOMv1.0</langstring></source>
    <value><langstring xml:lang="x-none">Discipline</langstring></value>
  </purpose>
  <taxonpath>
    <source>Chemistry:iLumina Modified Library of Congress ...</source>
    <taxon>Chemistry/General/</taxon>
  </taxonpath>
  <description>iLumina Classification Structure</description>
</classification>
</lom>

```

Quelle: [20]

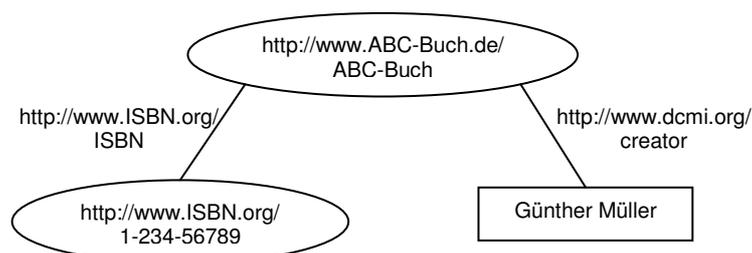
LOM eignet sich zur Beschreibung von Multimediaressourcen, die als Lehrmaterial verwendet werden, hat allerdings ähnliche Probleme wie Dublin Core: Die verwendeten Ontologien müssen von Hand gepflegt werden und sind nicht maschinell auswertbar.

### 4.2.3 RDF

Das *Resource Description Framework* (RDF), entwickelt vom *World Wide Web Consortium* (W3C), dient der Darstellung von Metadaten im WWW. RDF modelliert Metadaten als Tripel *Subjekt – Prädikat – Objekt* (auch *Ressource – Eigenschaft – Wert* genannt), z. B. „Das Buch *ABC* (Subjekt) hat als *Autor* (Prädikat) *Günther Müller* (Objekt)“.

Die große Besonderheit dieses Konzepts ist, dass die Prädikate nicht fest vorgegeben sind, sondern nach Bedarf definiert werden, wodurch RDF sehr flexibel wird. RDF ist als abstraktes Modell unabhängig von der Darstellungsart. So kann eine Beschreibung als Graph aufgezeichnet („RDFmodel“, s. Abb. 8), als XML-Hypertext notiert („RDFsyntax“, s. Abb. 9) oder in eine relationale Datenbank übertragen werden. RDF-Metadaten werden stets getrennt von der Ressource aufbewahrt [21].

**Abb. 8.** RDF-Beschreibung in der Darstellung als Graph.



Quelle: Selbst erstellt. Entsprechend den Beispielen von [21].

**Abb. 9.** RDF-Beschreibung in XML-Notation.

```
<rdf:Description rdf:about="http://www.ABC-Buch.de/ABC-Buch">
  <ex:ISBN>
    <rdf:Description rdf:about="http://www.ISBN.org/1-234-56789">
    </rdf:Description>
  </ex:ISBN>
</rdf:Description>

<rdf:Description rdf:about="http://www.ABC-Buch.de/ABC-Buch">
  <dc:creator>Günther Müller</dc:creator>
</rdf:Description>
```

Quelle: Selbst erstellt. Entsprechend den Beispielen von [21].

RDF alleine ist ungenügend, um den semantischen Zusammenhang der Ressourcen in maschinell verarbeitbarer Form darzustellen, und wird daher von Sprachen wie RDF-Schema und OWL ergänzt.

Sofern eine Multimediaressource Teil des WWW ist, ist RDF zur Beschreibung geeignet. Prinzipiell ist es möglich, mit RDF – zusammen RDF-Schema (s. u.) oder OWL (s. u.) – beliebige Metadaten zu erzeugen.

#### **4.2.4 RDF Schema**

RDF Schema dient dazu, das „Vokabular“ bereit zu stellen, mit dem RDF arbeitet [22].

RDF Schema ermöglicht die Festlegung einer erweiterten Ontologie mit Unterklassen und Untereigenschaften. Durch diese aus der Objektorientierten Programmierung bekannte Erweiterung können komplexere Klassensysteme konstruiert werden, als sie etwa durch ID3 oder TV-Anytime bekannt sind. So kann z. B. ausgedrückt werden, dass jeder „Porsche“ auch ein „Kraftfahrzeug“ ist und jede „Autorin“ auch eine „Frau“.

RDF Schema macht zwar einen wichtigen Schritt in Richtung Überbrückung des Semantischen Grabens, erreicht aber lange nicht die Ausdruckskraft echter Ontologiesprachen wie OWL (s. u.).

#### **4.2.5 OWL**

Die *Web Ontology Language* (OWL) wurde vom W3C entwickelt, um komplexe Ontologien zu beschreiben.

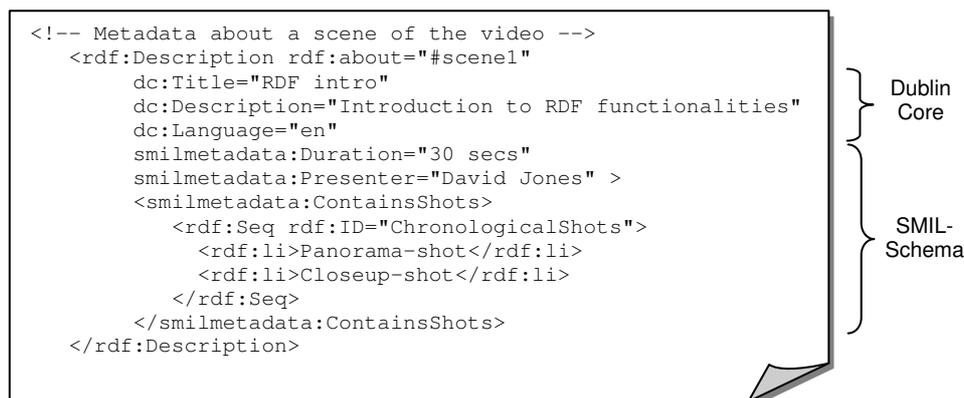
Im Gegensatz zu RDF Schema können mit OWL detaillierte Klassensysteme für Ressourcen und Eigenschaften erzeugt werden, die auch mengentheoretische Konzepte wie Vereinigung und Durchschnittmenge beinhalten [23]. So könnte z. B. ausgedrückt werden, dass die Menge der „Autorinnen“ der Durchschnitt der Mengen „Frau“ und „Schriftsteller“ ist.

OWL ist geeignet, um komplexe Ontologien in einem einheitlichen Format auszudrücken, ist dadurch aber zwangsweise auch selbst komplex und dürfte für unbedarfte Benutzer zu kompliziert sein.

#### 4.2.6 SMIL

Die *Synchronized Multimedia Integration Language* (SMIL) wurde vom W3C zur Einbindung von Multimedia-Präsentationen in Webseiten entwickelt. Der aktuelle Standard SMIL 2.1 bietet die Möglichkeit, Metadaten auf Basis von RDF in den Code einzubinden (s. Abb. 10). Das W3C empfiehlt die Verwendung von RDFschema, Dublin Core und einem speziellen SMIL RDF-Schema [24], wodurch vielfältige Multimedia-spezifische Metadaten wie Synchronisation, Übertragungsbandbreite, Sprache, Auflösung und Farbtiefe möglich sind. Es ist jedoch auch möglich, ein eigenes RDF-Schema zu verwenden.

**Abb. 10.** SMIL erlaubt die Einbindung von Metadaten über RDFsyntax.



Quelle: [24]

Durch die Verwendung von RDF-Schema können in SMIL-Präsentationen beliebige Metadaten eingebunden werden. Damit weist SMIL aber auch dieselben Vor- und Nachteile auf wie RDF / RDF-Schema.

## 5 Kritische Würdigung

Die Frage, ob Metadaten „the greatest thing since sliced bread“ (vgl. [5]) sind, ist nicht leicht zu beantworten:

Auf der einen Seite gibt es *Resource Description* Formate wie ID3, die sich nach realen Vorbildern richten und ohne Weiteres in großem Rahmen eingesetzt werden können. Diese Formate bestechen durch ihre Einfachheit und haben sich bereits vielfach in der Praxis bewährt; dass sie nützlich sind, steht somit außer Frage.

Auf der anderen Seite gibt es *Knowledge Representation* Formate wie RDF / RDF-Schema / OWL, die sich das hehre Ziel gesetzt haben, dem Computer den Zusammenhang der Welt zu erklären. Diese Allround-Talente passen sich zwar jedem Wissensgebiet an, fordern aber Benutzer durch ihre Komplexität heraus.

Um die breite Bevölkerung zur Unterstützung von Metadaten anzuregen, ist zunächst einmal ein Angebot von Diensten nötig, die diese auch auswerten: Wozu sollte ich RDF benutzen, wenn Google die Zusatzinformationen ignoriert? Wieso sollte ich Metadaten an Bilder anhängen, wenn Photoshop sie einfach löscht? Das erste Nahziel muss also sein, die Softwareentwicklung anzuregen. Das W3C reizt dazu die Web-Gemeinde mit Wettbewerben, während MPEG-7-Vertreter auf kleine aber feine Angebote setzen, z. B. die Suche nach einem Lied durch Summen der Melodie. Erfahrungsgemäß kann eine einzige *Killer-Application* genüge, um eine Technologie an die Marktspitze zu katapultieren [25].

Scheinbar schreckt der Graben zwischen MPEG-7 und dem Semantischen Netz besonders große Firmen ab. Es wäre daher wünschenswert, die beiden Standards – zum Beispiel durch Veröffentlichung einer Kompatibilitäts-Ontologie – einander näher zu bringen.

Ob der Semantische Graben letztendlich wirklich durch Metadaten überbrückt werden wird, kann zu diesem Zeitpunkt nicht beurteilt werden und bleibt abzuwarten.

## Literaturverzeichnis

- [1] J. R. Smith, P. Schirling. **Metadata Standards Roundup.** *IEEE MultiMedia*, 13(2):84-88, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca, USA, April 2006
- [2] Eintrag „semantisch“ in W. Scholze-Stubenrecht, B. Eickhoff, D. Mang. **Duden 05. Das Fremdwörterbuch.** 8. Auflage, Bibliogr. Institut, Mannheim, ISBN 3411040580
- [3] T. Bray. **RDF and Metadata.** 9. Juni 1998. Artikel auf XML.com, <http://www.xml.com/pub/a/98/06/rdf.html> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [4] G. Stamou, J. v. Ossenbruggen, J. Pan, G. Schreiber. **Multimedia Annotations on the Semantic Web.** *IEEE MultiMedia*, 13(1):86-90, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca, USA, Januar-März 2006
- [5] D. C. A. Bultermann. **Is It Time for a Moratorium on Metadata?** *IEEE Multimedia*, 11(4):10-17, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca, USA, Oktober-Dezember 2004
- [6] H. Kosch, L. Böszörményi, M. Döller, M. Libsie, P. Schojer, A. Kofler. **The Life Cycle of Multimedia Metadata.** *IEEE MultiMedia*, 12(1), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca, USA, Januar 2005
- [7] C. Wroe, C. Goble, M. Greenwood, P. Lord, S. Miles, J. Papay, T. Payne, L. Moreau. **Automating Experiments Using Semantic Data on a Bioinformatics Grid.** *IEEE Intelligent Systems*, 19(1):48-55, Januar/Februar 2004
- [8] M. Horstmann, M. Lorenz, A. Watkowski, et al. **Automated interpretation and accessible presentation of technical diagrams for blind people.** *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 10(29):141-163, Taylor & Francis Inc., Pa, USA, 2004
- [9] Aktuelle ID3v2.4.0 Spezifikationsdokumente auf ID3.org, <http://www.id3.org/develop.html> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [10] M. Boliek (Editor) et al. **JPEG 2000 Part II Final Committee Draft.** ISO / IEC JTC 1 / SC 29 / WG 1, JPEG 2000, 7. Dezember 2000. Verfügbar als PDF-Dokument über JPEG.org, <http://www.jpeg.org/public/fcd15444-2.pdf> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [11] J. M. Martínez (Editor). **MPEG-7 Overview (version 10).** ISO / IEC JTC 1 / SC 29 / WG 11, Oktober 2004. Verfügbar über MPEG-Website, <http://www.chiariglione.org/MPEG/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [12] J. van Ossenbruggen, F. Nack, L. Hardman. **That Obscure Object of Desire: Multimedia Metadata on the Web (part II).** *IEEE MultiMedia*, 12(1):54-63, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca. USA, 2005
- [13] J. Bormans, K. Hill (Editoren). **MPEG-21 Overview v.5.** ISO / IEC JTC 1 / SC 29 / WG 11, Shanghai, Oktober 2002. Verfügbar über MPEG-Website, <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-21/mpeg-21.htm> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006

- [14] J. van Ossenbruggen, F. Nack, L. Hardman. **That Obscure Object of Desire: Multimedia Metadata on the Web (part I)**. *IEEE MultiMedia*, 11(4):38-48, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca. USA, Oktober 2004
- [15] The TV-Anytime Forum. **Specification Series: S-3. On: Metadata (Normative). Part A: Metadata Schemas**. 15. Dezember 2002. Verfügbar über TV-Anytime.org, <ftp://ftp.bbc.co.uk/Specifications/SP003v13-withWORD.zip> FTP-Server, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [16] Dokumentation NewsML 1.2 Guidelines V 1.0 auf NewsML.org, [http://www.newsml.org/IPTC/NewsML/1.2/documentation/NewsML\\_1.2-doc-Guidelines\\_1.00.pdf](http://www.newsml.org/IPTC/NewsML/1.2/documentation/NewsML_1.2-doc-Guidelines_1.00.pdf) PDF-Dokument, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [17] Standard-Dokumentation auf SportsML.com, <http://www.sportsml.com/IPTC/SportsML/1.6/documentation/sportsml-comments.html> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [18] Verschiedene Dokumente auf DublinCore.org, <http://dublincore.org/> http, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [19] W. Hodgins (Vorsitz), E. Duval (techn. Editor) et al. **Draft Standard for Learning Object Metadata**. IEEE Standards Department, 15. Juli 2002. Verfügbar über [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf) PDF-Dokument, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [20] M. McClelland. **Metadata Standards for Educational Resources**. *Computer*, 36(11):107-109, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Ca, USA, November 2003
- [21] D. Becket (Editor). **RDF/XML Syntax Specification (Revised)**. W3C Recommendation, 10. Februar 2004. Verfügbar über W3.org, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-syntax-grammar-20040210/> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [22] D. Brickley, R. V. Guha (Editoren). **RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema**. W3C Recommendation, 10. Februar 2004. Verfügbar über W3.org, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-schema-20040210/> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [23] S. Bechhofer, F. v. Harmelen, J. Hendler, I. Horrocks, D. L. McGuinness, P. F. Patel-Schneider, L. A. Stein. **OWL Web Ontology Language Reference**. W3C Recommendation, 10. Februar 2004. Verfügbar über W3.org, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-ref-20040210/> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [24] D. Bultermann, G. Grassel (Editoren) et al. **Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.1)**. W3C Recommendation, 13. Dezember 2005. Verfügbar über W3.org, <http://www.w3.org/TR/2005/REC-SMIL2-20051213/> WWW, ausgewertet am 18. Mai 2006
- [25] A. Jaimes, M. Christel, S. Gilles, R. Sarukkai, W.-Y. Ma. **Multimedia Information Retrieval: What is it, and why isn't anyone using it?** The MIR 2005 Panel.