

Vorlesung Netzbasierte Informationssysteme (WS 2004/05) Semantic Web Technologien

Robert Tolksdorf
Freie Universität Berlin
Institut für Informatik
Netzbasierte Informationssysteme
mailto:tolk@inf.fu-berlin.de
http://www.robert-tolksdorf.de
http://nbi.inf.fu-berlin.de

[1] © Robert Tolksdorf, Berlin

Überblick

[2] © Robert Tolksdorf, Berlin

Überblick

- Metadaten im Web / Dublin Core
- Semantic Web
 - RDF
 - RDF Schema
 - Ontologien / OWL
- Topic Maps

[3] © Robert Tolksdorf, Berlin

Metadaten im Web

[4] © Robert Tolksdorf, Berlin

Ermittlung der Semantik von Dokumenten

- Ermittlung der Bedeutung von Dokumenten:
 - Manuelles Indexing: Manuelle Termvergabe
 - Automatisches Indexing: Automatische Termvergabe auf statistischer Basis
 - Filtering: Indirekt durch Einschätzung der Bedeutung für Nutzer
 - Textverstehen: Computerlinguistische Verfahren
- Explizite Bekanntgabe der Bedeutung von Dokumenten
 - Inhaltsinformationen: Textueller Inhalt
 - Objektive Metainformationen: Datum, Größe...
 - Inhaltliche Metainformationen: Term
- Durch vorgefundene Metainformationen erübrigt sich die Ermittlung von Metainformationen
- Dezentrale Bereitstellung

[5] © Robert Tolksdorf, Berlin

Syntaktische und semantische Verweise in HTML

- Syntaktisch:
`Berlin`
- Beziehung durch Link gegeben, aber:
 - Welche inhaltliche Beziehung besteht zwischen Quell- und Zielanker?
 - Was ist die Bedeutung des Verweis?
- Semantische Information:
`<p>Ich wohne in Berlin.</p>`
- Schema zum gemeinsamen Verständnis ist nötig

[6] © Robert Tolksdorf, Berlin

Metadaten in HTML: Dublin Core

- "Dublin Core" (http://purl.org/metadata/dublin_core) ist der Versuch, ein verbreitetes Schema für Metadaten zu etablieren:

"The Dublin Core Metadata Initiative is an open forum engaged in the development of interoperable online metadata standards that support a broad range of purposes and business models. DCMI's activities include consensus-driven working groups, global workshops, conferences, standards liaison, and educational efforts to promote widespread acceptance of metadata standards and practices."

- Dublin Core Metadata Element Set, 1.1: Reference Description
 - Quelle: <http://dublincore.org/documents/1999/07/02/dces/>
 - Status: DCMI Recommendation 1999-07-02
- Dublin Core Metadata for Resource Discovery
 - Status: IETF RFC 2413, September 1998
- Encoding Dublin Core Metadata in HTML
 - Status: IETF RFC 2731, December 1999

[7] © Robert Tolksdorf, Berlin

meta und link

- Semantische Informationen in HTML/XHTML:
 - meta Tag: Beschreibung eines Aspekts eines Dokuments
`<meta name="DC.Creator" content="Tolksdorf, Robert">`
 - link Tag: Verweis auf Beschreibung des verwendeten Schemas der Aspekte
`<link rel="schema.DC" href="http://purl.org/DC/elements/1.0/">`
- Dublin Core legt mögliche Namen und Werte von Metainformationen für Verwendung in meta fest

[8] © Robert Tolksdorf, Berlin

Dublin Core Elemente

- **Title:** Titel des Dokuments
<meta name="DC.Title" lang="es"
content="La Mesa Verde y la Silla Roja" />
- **Creator:** Erzeuger des Dokuments
<meta name="DC.Creator"
content="Gogh, Vincent van" />
- **Contributor:** Jemand, der beigetragen hat
<meta name="DC.Contributor"
content="Curie, Marie">
- **Publisher:** Der die Resource verfügbar macht
<meta name="DC.Publisher" content="O'Reilly">

[9] © Robert Tolksdorf, Berlin

Dublin Core Elemente

- **Subject:** Thema des Dokuments
<meta name="DC.Subject"
scheme="MESH" content=
"Myocardial Infarction; Pericardial Effusion" />
- **Description:** Inhaltsbeschreibung
<meta name="DC.Description" content=
"A tutorial and reference manual for Java.">
- **Type:** Art des Dokuments
<meta name="DC.Type" content="web home page">
<meta name="DC.Type" scheme="DCT1"
content="dataset">
- **Coverage:** Gültigkeitsbereich des Dokuments
<meta name="DC.Coverage" content=
"Columbus, Ohio, USA; Lat: 39 57 N Long: 082 59 W">

[10] © Robert Tolksdorf, Berlin

Dublin Core Elemente

- **Date:** Ein für das Dokument wichtiges Datum
<meta name="DC.Date.Created"
content="1998-05-14">
<meta name="DC.Date.Available"
content="1998-05-21">
<meta name="DC.Date.Valid"
content="1998-05-28">
- **Format:** Repräsentation des Dokuments
<meta name="DC.Format" scheme="IMT"
content="image/jpeg">
- **Rights:** Aussage über Rechte
<meta name="DC.Rights" content=
"Copyright Acme 1999 - All rights reserved.">

[11] © Robert Tolksdorf, Berlin

Dublin Core Elemente

- **Identifier:** Bezeichner des Dokuments
<meta name="DC.Identifier"
content="http://foo.bar.org/zaf">
<meta name="DC.Identifier"
content="urn:ietf:rfc:1766">
<meta name="DC.Identifier"
scheme="ISBN"
content="1-56592-149-6">
- **Source:** Quelle der Information
<meta name="DC.Source" content=
"Shakespeare's Romeo and Juliet">

[12] © Robert Tolksdorf, Berlin

Dublin Core Elemente

- Language: Sprache des Dokuments
`<meta name="DC. Language" scheme="rfc1766" content="en">`
- Relation: Beziehung zu anderen Dokumenten
`<meta name="DC. Relation. IsPartOf" content="http://foo.bar.org/abc/proceedings/1998/">`
`<meta name="DC. Relation. IsVersionOf" content="http://foo.bar.org/draft9.4.4.2">`
`<meta name="DC. Relation. References" content="urn:isbn:1-56592-149-6">`
`<meta name="DC. Relation. IsBasedOn" content="Shakespeare's Romeo and Juliet">`

[13] © Robert Tolksdorf, Berlin

Semantic Web

[14] © Robert Tolksdorf, Berlin

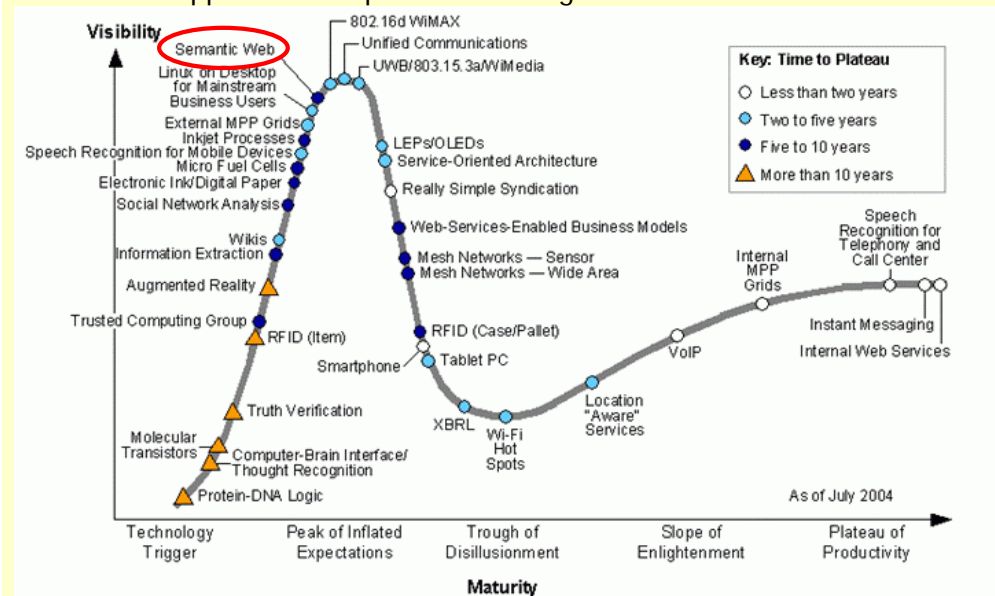
Semantic Web

- "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"
 [Tim Berners-Lee, James Hendler und Ora Lassila: The Semantic Web - A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities, Scientific American, May 17, 2001]
- Explizite Repräsentation von Semantik mit Sprachen
- Genauer:
Weniger Missverständnisse wegen besserem Kontextbezug
- M2M vs. M2H Kommunikation

[15] © Robert Tolksdorf, Berlin

Gartner Group Hypecycle

- „A Hype Cycle is a graphic representation of the maturity, adoption and business application of specific technologies“



[16] © Robert Tolksdorf, Berlin

Herausforderungen

- Wo kann Semantic Web angewandt werden?
 - Semantic Web in der Pathologie
 - Reisewissen
 - KnowledgeWeb case studies
- Welche Technologien sind noch notwendig?
 - Semantic Web Spaces
- Was ist der nützliche Effekt von Semantic Web
 - Wissensnetze

[17] © Robert Tolksdorf, Berlin

Web Sprachen

- XML und XML Schema
 - DTD definiert Vokabular
 - Rein syntaktische Festlegung, keine Semantik
- RDF
 - Modelliert Daten nach E/R, Objekt/Attribut
 - Keine semantischen Festlegungen
- RDF Schema
 - Festlegungen durch Typisierung (Subklassen, Domain, Range), erweiterbar
 - Keine spezifizierte Semantik, kein Ableitungsmodell
- OWL
 - Erweiterte Beschreibungsmöglichkeiten
 - In unterschiedlichen Mächtigkeiten/Komplexitäten (OWL-Lite, OWL-DL, OWL-Full)
- Alle Sprachen sind Standards des W3C
- + Regelsprachen (ORL, SWRL, RuleML,...)
- + Prozessbeschreibungssprachen (OWL-S, WSMO,...)

[18] © Robert Tolksdorf, Berlin

RDF

[19] © Robert Tolksdorf, Berlin

RDF

- ... Technologien zur Wissensrepräsentation
(Quelle: <http://www.w3.org/RDF/>)
- Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification
 - Ziel: Grundlage für RDF Modellierungssprache
 - Status: W3C Recommendation 22 February 1999
 - Quelle: <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>
- Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0
 - Ziel: Strukturierte RDF Modellierungsaussagen
 - Status: W3C Candidate Recommendation 27 March 2000
 - Quelle: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema>

[20] © Robert Tolksdorf, Berlin

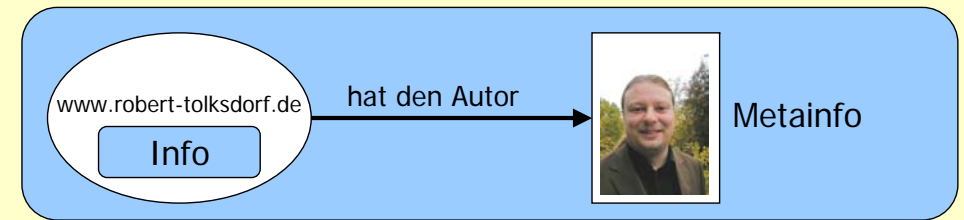
RDF

- RDF Model Theory
 - Ziel: Semantik für RDF / RDF-Schema
 - Status: W3C Working Draft 25 September 2001
 - Quelle: <http://www.w3.org/TR/rdf-mt/>
- RDF Test Cases
 - Ziel: Testanwendungen
 - Status: W3C Working Draft 15 November 2001
 - Quelle: <http://www.w3.org/TR/rdf-testcases/>
- Refactoring RDF/XML Syntax
 - Ziel: Anpassung der RDF Grammatik nach Kommentaren
 - Status: W3C Working Draft 06 September 2001
 - Quelle: <http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>

[21] © Robert Tolksdorf, Berlin

RDF Sätze

- Informationen und Metainformationen:



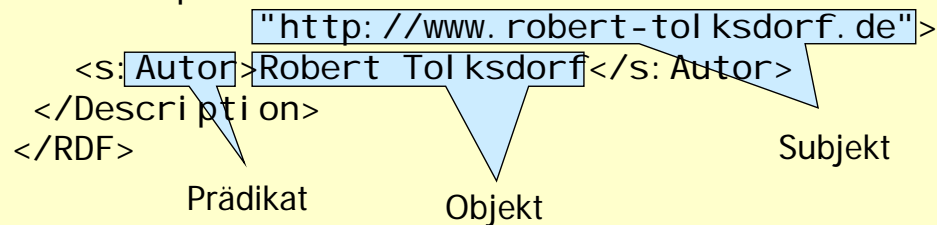
- In RDF als Satz ausgedrückt:

"www.robert-tolksdorf.de"	Subjekt
hat den Autor	Prädikat
Robert Tolksdorf"	Objekt

[22] © Robert Tolksdorf, Berlin

In RDF definiert

- ```
<?xml version="1.0"?>
<RDF xmlns=
"http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns"
xmlns:s="http://description.de/schema/" >
<Description about=
```



- Aus so explizit gemachten und maschinenverständlich repräsentierten Aussagen können Tools und Dienste inhaltliche Schlüsse ziehen

[23] © Robert Tolksdorf, Berlin

## Abkürzung

- In Autor können keine weiteren Elemente stehen, also auch als XML-Attribut repräsentierbar:

```
<?xml version="1.0"?>
<RDF xmlns=
"http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns"
xmlns:s="http://description.de/schema/" >
<Description
about="http://www.robert-tolksdorf.de"
s:Autor="Robert Tolksdorf"
s:Erzeugt="10.11.2001" />
</RDF>
```

[24] © Robert Tolksdorf, Berlin

## Verweise auf Ressourcen als Objekte

- Objekte können selber auch Subjekte sein:

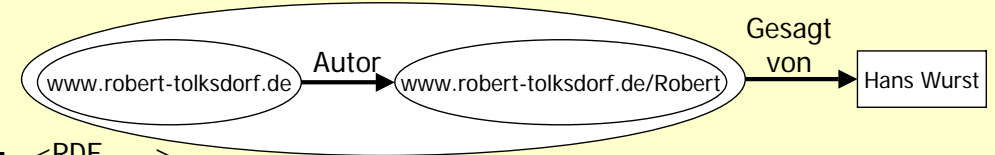


- <RDF ... >  
 <Description about=  
   "http://www.robert-tolksdorf.de/Robert"  
   s:Name="Robert Tolksdorf"  
   s:email="mail@robert-tolksdorf.de"/>  
 <Description  
   about="http://www.robert-tolksdorf.de">  
   <s:Autor resource=  
     "http://www.robert-tolksdorf.de/Robert"/>  
 </Description>  
 </RDF>

[25] © Robert Tolksdorf, Berlin

## Aussagen über Aussagen

- "Hans Wurst sagt „Robert Tolksdorf ist der Autor seiner Homepage“"

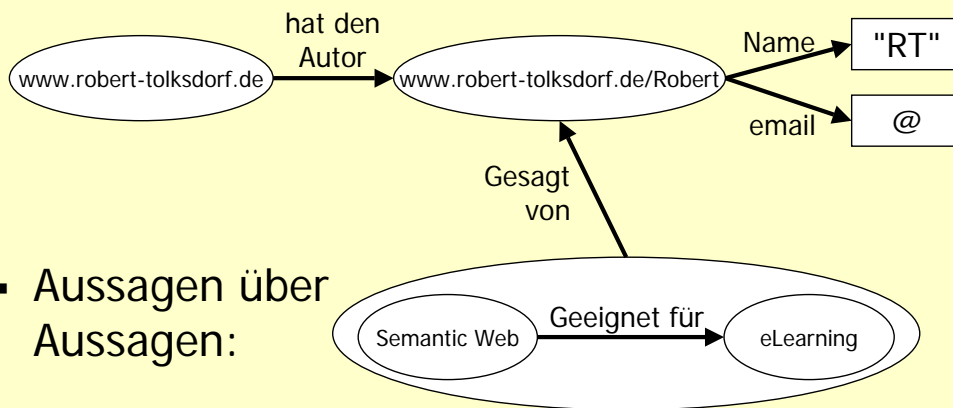


- <RDF ... >  
 <Description  
   <subject resource=  
     "http://www.robert-tolksdorf.de"/>  
   <predicate resource=  
     "http://description.de/schema/Autor"/>  
   <object>Robert Tolksdorf</rdf:object>  
   <type resource=  
     "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Statement"/>  
   <s:gesagtVon>Hans Wurst</s:gesagtVon>  
 </Description>  
 </rdf:RDF>

[26] © Robert Tolksdorf, Berlin

## Verweise auf Ressourcen als Objekte

- Objekte können selber auch Subjekte sein:



- Aussagen über Aussagen:

- Semantic Web: Geflecht aus getypten Beziehungen zwischen Konzepten

[27] © Robert Tolksdorf, Berlin

## Multimengen (Bags)

- Ungeordnete Liste von Werten, Duplikate möglich
- Eigenschaft hat mehrere Werte, die Elemente der Menge

- <RDF ... >  
 <Description  
   about="http://iv.cs.tu-berlin.de">  
   <s:Autor>  
   <Bag>  
   <li resource=  
     "http://www.robert-tolksdorf.de/Robert"/>  
   <li resource=  
     "http://iv.cs.tu-berlin.de/Webmaster"/>  
   </Bag>  
   </s:Autor>  
 </Description>  
 </RDF>

[28] © Robert Tolksdorf, Berlin



## Liste (Sequence)

- Geordnete Liste von Werten, Duplikate möglich
- Eigenschaft hat mehrere Werte, die Elemente der Menge, deren Reihenfolge wichtig ist
- `<RDF ... >`

```
<Description
 about="http://www.tu-berlin.de">
 <s:Fakultaeten>
 <Seq ID="fakultaeten">
 <li resource=
 "http://www.tu-berlin.de/fak1/index.html"/>
 <li resource=
 "http://www.math.tu-berlin.de/FakII"/>
 ...
 </Seq>
 </s:Fakultaeten >
</Description>
</RDF>
```

[29] © Robert Tolksdorf, Berlin

## Auswahl (Alternative)

- Liste von Werten
- Eigenschaft hat einen Wert, der aus der Auswahl stammt
- `<RDF ...>`

```
<Description
 about="http://x.org/packages/X11">
 <s:DistributionSite>
 <Alt>
 <li resource="ftp://ftp.x.org"/>
 <li resource="ftp://ftp.cs.purdue.edu"/>
 </Alt>
 </s:DistributionSite>
</Description>
</RDF>
```

[30] © Robert Tolksdorf, Berlin

## RDF Model Theory

- Definiert ein Modell, in dem RDF Aussagen interpretiert werden
- Basis ist eine Welt von URLs, die über Eigenschaften miteinander verbunden sind
- RDF Semantik wird durch Regeln gegeben, die Aussagen in dieser Welt:

*if  $E$  is an asserted triple  $s p o$  .  
then  $I(E) = true$  if  $\langle I(s), I(o) \rangle$  is in  $IEXT(I(p))$ ,  
otherwise  $I(E) = false$ .*

- Ziel ist Feststellung der semantischen Gleichheit von Ausdrücken, beispielsweise von Operationen auf RDF Aussagen

[31] © Robert Tolksdorf, Berlin

## RDF Test Cases

- Beseitigen aufgetretene Unklarheiten in RDF Spezifikationen durch Testfälle und gewünschte Interpretation
- Problemfall:

```
<rdf:RDF xmlns:rdf=
 "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
 xmlns:eg="http://example.org/">
 <rdf:Alt>
 <rdf:li>some value</rdf:li>
 </rdf:Alt>
</rdf:RDF>
```
- Interpretation als "N-Triple":

```
_:j0
<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#_1>
"some value" .
_:j0
<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type>
<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Alt> .
```

[32] © Robert Tolksdorf, Berlin



## RDF Schema

## RDF Schema

- Mit den grundlegenden RDF Mechanismen lassen sich einfache Aussagen auf vielfältige Weise treffen
- Mit RDF Schema werden einige Typen von Aussagen eingeführt, mit denen Schemas möglich werden, mit denen nützliche Modellierungsaussagen getroffen werden können:
  - "Jede Webseite hat einen Autor"
  - "Webseiten sind elektronische Dokumente"

## RDF Schema

- Elektronischen Dokumente bilden eine Klasse:

```
<rdf:Description rdf:ID="electronicDocument">
<rdf:type rdf:resource=
 "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
</rdf:Description>
```
- Web-Seiten sind elektronische Dokumente

```
<rdf:Description rdf:ID="webPage">
<rdf:type rdf:resource=
 "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#electronicDocument"/>
</rdf:Description>
```
- Web-Seiten haben eine URL

```
<rdf:Property rdf:ID="URL">
<rdfs:domain rdf:resource="#webPage"/>
<rdfs:range rdf:resource=
 "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</rdf:Property>
```

## Schema für RDF Dinge

- **rdfs: Resource**  
Alles, was durch RDF Sätze beschrieben werden kann
- **rdf: Property**  
Alle Ressourcen, die Eigenschaften sind
- **rdfs: Class**  
Dinge, die Typen oder Klassen repräsentieren, also von anderen Dingen abstrahieren
- **rdf: type**  
Eigenschaft aller Dinge, die Klasse oder Typ angibt
- **rdfs: subClassOf**  
Eigenschaft einer Klasse, die Generalisierung angibt

## Beziehungen zwischen Eigenschaften

- `rdfs: subPropertyOf`  
Eigenschaft ist Spezialisierung einer (oder mehrerer) anderen
- ```
<rdf: Description ID="biologicalParent" >
  <rdf: type resource=
    "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property" />
</rdf: Description>

<rdf: Description ID="biologicalFather" >
  <rdf: type resource=
    "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property" />
  <rdfs: subPropertyOf
    rdf: resource="#biologicalParent" />
</rdf: Description>
```

[37] © Robert Tolksdorf, Berlin

Beziehungen zwischen Ressourcen

- `rdfs: seeAlso`
Verweist auf Ressource, die weitere Informationen über das Subjekt liefern kann
- `rdfs: isDefinedBy`
Ressource, die das Subjekt definiert, z.B. ein Schema

[38] © Robert Tolksdorf, Berlin

Restriktionen

- `rdfs: ConstraintResource`
Ressource, die Einschränkung beschreibt, Verwendung anwendungsabhängig
- `rdfs: ConstraintProperty`
Eigenschaft, die Einschränkung beschreibt
- `rdfs: range`
Einschränkende Eigenschaft Wertebereich
- `rdfs: domain`
Einschränkende Eigenschaft Herkunftsbereich

[39] © Robert Tolksdorf, Berlin

Beispiel: Einschränkung

```
<rdf: Description ID="registeredTo" >
  <rdf: type resource=
    "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property" />
  <rdfs: domain rdf: resource="#MotorVehicle" />
  <rdfs: range rdf: resource="#Person" />
</rdf: Description>

<rdf: Description ID="rearSeatLegRoom" >
  <rdf: type resource=
    "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property" />
  <rdfs: domain rdf: resource="#PassengerVehicle" />
  <rdfs: domain rdf: resource="#Minivan" />
  <rdfs: range rdf: resource=
    "http://www.w3.org/2000/03/example/classes#Number" />
</rdf: Description>
</rdf: RDF>
```

[40] © Robert Tolksdorf, Berlin

Überblick: RDFS Ressourcen, Klassen, Eigenschaften

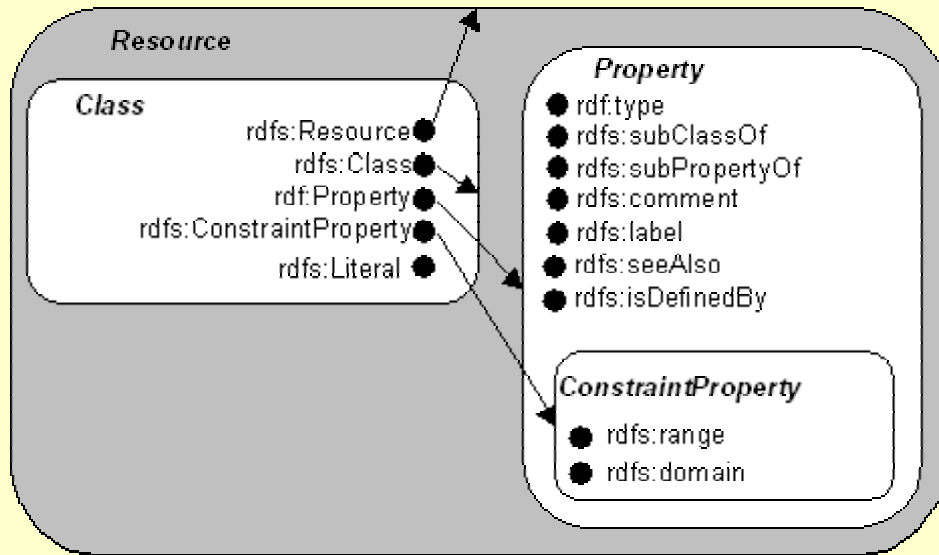


Abb.: © 2001 W3C

[41] © Robert Tolksdorf, Berlin

OWL

[42] © Robert Tolksdorf, Berlin

Nutzbarkeit von Metadaten

- Damit Metadaten nutzbar sind
 - muss der Informationsanbieter sich so ausdrücken, dass Informationsnutzer ihn verstehen
 - muss der Informationsnachfrage so fragen, dass er etwas finden kann
- Gemeinsame Benutzung von Konzepten
- Gemeinsame Sprache
- Ontologie zur Definition einer gemeinsamen Sprache

[43] © Robert Tolksdorf, Berlin

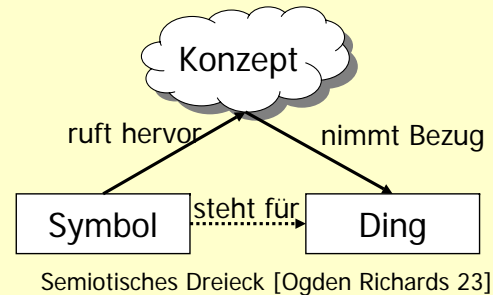
Menschliche und maschinelle Interpretation

- Wie sind Aussagen zu interpretieren?
- "Ich möchte einen Schein haben"
- Menschen wissen, dass ein Universitätsstudent damit einen Leistungsnachweis meint (oder will jemand 100€ kassieren?)
- Maschinen fehlt dieser Kontext aus Begriffen und Zusammenhängen
- Der rein textuelle Begriff führt nicht weiter (Geldschein, Führerschein, Heiligenschein...)

[44] © Robert Tolksdorf, Berlin

Gemeinsame Sprache

- Gemeinsame Sprache enthält
 - Definiertes Vokabular (Lexeme) ("Vorlesung", "Lecture", "Seminar", "Diplom", "Master")
 - Verständnis, welche Konzepte durch Lexeme bezeichnet werden (Lecture, Seminar, Master (?))
 - Verständnis, welche Beziehungen bezeichnet werden (Student besucht Seminar)



[45] © Robert Tolksdorf, Berlin

- **Ontologie:**
"An ontology is a specification of a conceptualization"
[Gruber 93]

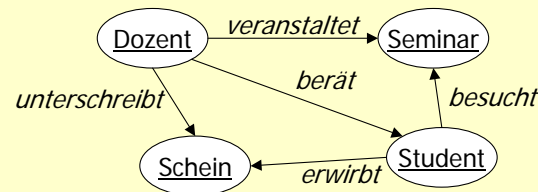
Ontologie

- Ist Beschreibung einer Wissensdomäne mit
 - Standardisierter Terminologie (Klassen, Axiome etc) für Konzepte
 - Beziehungen zwischen Konzepten
 - Ableitungsregeln
- Ziel:
Einschränkung der Interpretationsmöglichkeiten von Symbolen
- Dadurch: Gemeinsame Sprache
- Dadurch: Wissensaustausch möglich

[46] © Robert Tolksdorf, Berlin

Ontologie vs. Taxonomie

- **Ontologie:**
 - Graph aus inhaltlichen Bezügen



- **Taxonomie:**
 - hierarchische (oder poly-hierarchische) Klassifikation von Begriffen

- *Universitätsangehörige*
 - Studierende
 - Dozenten
- *Veranstaltungen*
 - Seminar
 - Vorlesung
- *Leistungsnachweise*
 - Schein
 - Diplom

[47] © Robert Tolksdorf, Berlin

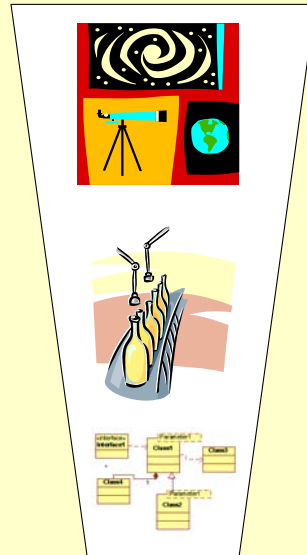
Weitere Abgrenzungen

- **Kontrolliertes Vokabular**
 - Liste definierter Schlagworte/Terme
 - zur Klassifikation, Indexierung, Suche
 - keinerlei inhaltlichen Bezüge
- **Thesaurus**
 - Ursprünglich Liste von Synonymen
 - Zusätzlich: Bezüge zwischen Begriffen (siehe auch, verwandt)
 - Ziel: Hilfe zum Auffinden von Begriffen
 - „Ontology: A thesaurus gone mad“

[48] © Robert Tolksdorf, Berlin

Arten von Ontologien

- Top Level Ontologien
 - Domänenüberschreitend
 - Allgemeine Konzepte
 - Person, Mensch, Tätigkeit, Artefakt
- Domain Ontologien
 - Auf bestimmten Bereich bezogen
 - Dozent, Veranstaltungsbesuch, Schein
- Als Ontologien verpackte Daten- und Klassenmodelle



[49] © Robert Tolksdorf, Berlin

Anwendung von Ontologien

- Kommunikation
 - Verständnis durch gleichen Bedeutungszusammenhang
- Automatisches Schließen
 - Anwendung von Regeln auf Wissen
 - Inferieren neuen Wissens
- Repräsentation von Wissen
 - Explizite Notation von Wissen
 - Wiederverwendung

[50] © Robert Tolksdorf, Berlin

Web Ontology Language OWL

- OWL verfeinert und erweitert Modellierungsmöglichkeiten von RDF
- Es gibt abgesicherte und nicht abgesicherte Webseiten:

```
<owl:Class rdf:ID="protectedPage">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#webPage"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="unprotectedPage">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#webPage"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#protectedPage"/>
</owl:Class>
```

[51] © Robert Tolksdorf, Berlin

Klassenbildung

- Klasse **car**:

```
<owl:Class rdf:ID="Car">
  <rdfs:comment>no car is a
  person</rdfs:comment>
```
- Ist Unterklasse einer anonymen Klasse und erfüllt auch deren Eigenschaften:

```
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Class>
    <owl:complementOf rdf:resource="#Person"/>
  </owl:Class>
</rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

[52] © Robert Tolksdorf, Berlin

Eigenschaften

- Eigenschaften sind Relationen zwischen einem Objekt und

- a) anderen Objekten

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasParent">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Animal"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Animal"/>
</owl:ObjectProperty>
```

- b) Daten

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="age">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:range rdf:resource=
    "http://www.w3.org/2000/10/
   /XMLSchema#nonNegativeInteger"/>
</owl:DatatypeProperty>
```

[53] © Robert Tolksdorf, Berlin

Modellierungskonzepte

- Inverse Eigenschaften

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasChild">
  <owl:inverseOf rdf:resource="#hasParent"/> ...
```

- Transitive Eigenschaften

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="descendant">
  <rdf:type rdf:resource="&owl;TransitiveProperty"/> ...
```

- Synonyme

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasMom">
  <owl:samePropertyAs rdf:resource="#hasMother"/> ...
```

```
<owl:Class rdf:ID="Mom">
  <owl:sameClassAs rdf:resource="#Mother"/> ...
```

[54] © Robert Tolksdorf, Berlin

Eigenschaften genauer modellieren

- Eltern von Personen sind Personen:

```
<owl:Class rdf:ID="Person">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Animal"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasParent"/>
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="#Person"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
```

- Personen haben genau einen Vater:

```
<rdfs:subClassOf>
  <owl:Restriction>
    <owl:onProperty rdf:resource="#hasFather"/>
    <owl:cardinality>1</owl:cardinality>
  </owl:Restriction>
</rdfs:subClassOf>
<owl:Class/>
```

[55] © Robert Tolksdorf, Berlin

Literatur

- T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220, 1993. http://ksl-web.stanford.edu/KSL_Abstracts/KSL-92-71.html
- C.K. Odgen and I.A. Richards. The Meaning of Meaning: A Study of the Influence of Language upon Thought and of the Science of Symbolism. Routledge & Kegan Paul Ltd., London, 10 edition, 1923.
- Stefan Decker, Sergey Melnik, Frank Van Harmelen, Dieter Fensel, Michel Klein, Jeen Broekstra, Michael Erdmann, Ian Horrocks. The Semantic Web: The Roles of XML and RDF. IEEE Internet Computing September/October 2000 (Vol. 4, No. 5) pp. 63-74.
- Frank van Harmelen, Peter F. Patel-Schneider and Ian Horrocks, editors. Annotated DAML+OIL (March 2001) Ontology Markup. <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-walkthru.html>
- Frank van Harmelen, Peter F. Patel-Schneider and Ian Horrocks, editors. Reference description of the DAML+OIL (March 2001) ontology markup language. <http://www.daml.org/2001/03/reference.html>
- Frank van Harmelen, Peter F. Patel-Schneider and Ian Horrocks, editors. A Model-Theoretic Semantics for DAML+OIL (March 2001). <http://www.daml.org/2001/03/model-theoretic-semantics.html>
- Michael K. Smith, Deborah McGuinness, Raphael Volz, Chris Welty. Web Ontology Language (OWL) Guide Version 1.0. W3C Working Draft 4 November 2002. <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>

[56] © Robert Tolksdorf, Berlin

Topic Maps

[57] © Robert Tolksdorf, Berlin

Topic Navigation Maps...

- ... Repräsentation von Semantik von Informationen
- Information technology - SGML Applications - Topic Maps
 - Ziel: Adressierbare Information semantisch zugänglich machen
 - Status: ISO/IEC 13250:2000
 - Quelle: <http://www.topicmaps.net/>,
<http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0129.pdf>
- XML Topic Maps (XTM) 1.0
 - Ziel: XML-basiertes Austauschformat für Topic Maps
 - Status: Unklar, TopicMaps.Org
 - Quelle: <http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/>

[58] © Robert Tolksdorf, Berlin

Adressierbare Information -> Wissen

Why Topic Maps?

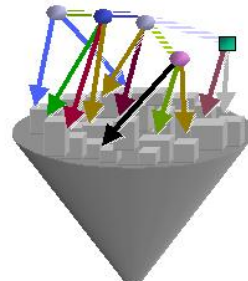
Before

Infoglut



After

Information / Knowledge Management



[59] © Robert Tolksdorf, Berlin

© 2001, InfoLoom, Inc. and Coolheads Consulting. All rights reserved.

Topic Navigation Maps Konzepte

- *Subject*: Etwas, das benannt oder wahrgenommen werden kann
- *Topic*: Repräsentation eines *Subject* in einer Topic Map
- *Name*: Bezeichnung eines Topics
- *Occurance*: Information, die in Bezug auf ein Subject wichtig ist
- *Association*: Beziehung zwischen Topics
- *Scope*: Kontext, in dem Namen, Occurances und Associations gültig sind
- *Topic Map*: Sammlung von Topics, Associations und Scopes
- *Merging*: Kombinieren zweier Topics oder Topic Maps

[60] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Umschließendes Element: `<topicMap>`
- Verweis auf ein anderes Topic: `<topicRef>`:
`<topicRef xlink:href="http://www.topicalmaps.org/xtm/1.0/language.xtm#en" />`
- In `<topic>`: Klassenbeziehung mit `<instanceOf>`:
`<topic id="hamlet">`
 `<instanceOf>`
 `<topicRef xlink:href="#play" />`
 `</instanceOf>`
`</topic>`

[61] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Verweis auf Subject: `<subjectIdentity>`
`<topic id="dk">`
 `<subjectIdentity>`
 `<subjectIndicatorRef xlink:href="http://www.topicalmaps.org/xtm/1.0/country.xtm#dk" />`
 `</subjectIdentity>`
`</topic>`
- Verweise
 - Auf Resource (Subjekt ist durch sich selber gegeben):
`<resourceRef>`
 - Auf anderes Topic: `<topicRef>`
 - Auf Subjektbeschreibung: `<subjectIndicatorRef>`

[62] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Gültigkeitsbereiche durch `<scope>`:
`<scope>`
 `<subjectIndicatorRef xlink:href="http://www.topicalmaps.org/xtm/1.0/language.xtm#en" />`
`</scope>`
- Namen von Topics:
`<topic id="denmark">`
 `<baseName>`
 `<scope><topicRef xlink:href="#en" /></scope>`
 `<baseNameString>Denmark</baseNameString>`
 `</baseName>`
 `<baseName>`
 `<scope><topicRef xlink:href="#da" /></scope>`
 `<baseNameString>Danmark</baseNameString>`
 `</baseName>`
`</topic>`

[63] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Varianten mit `<variant>`:
`<topic id="shakespeare">`
 `<baseName>`
 `<baseNameString>William Shakespeare</baseNameString>`
 `<variant>`
 `<parameters>`
 `<topicRef xlink:href="#sort" />`
 `</parameters>`
 `<variantName>`
 `<resourceData>shakespeare, william</resourceData>`
 `</variantName>`
 `</variant>`
 `</baseName>`
`</topic>`

[64] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Assoziationen:

```
<association id="will-wrote-hamlet">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#written-by"/>
  </instanceOf>
  <member>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#author"/>
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#shakespeare"/>
  </member>
  <member>
    <roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#work"/>
    </roleSpec>
    <topicRef xlink:href="#hamlet"/>
  </member>
</association>
```

[65] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Assoziation als Thema (Reification):

```
<topic id="will-wrote-hamlet-topic">
  <subjectIndentity>
    <subjectIndicatorRef xlink:href=
      "#will-wrote-hamlet"/>
  </subjectIndentity>
  <baseName>
    <baseNameString>
      Shakespeare's authorship of Hamlet
    </baseNameString>
  </baseName>
</topic>
```
- will-wrote-hamlet-topic ist jetzt Topic, das weiterverwendet werden kann

[66] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Occurrences:

```
<topic id="hamlet">
  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#date-of-composition"/>
    </instanceOf>
    <resourceData>1600-01</resourceData>
  </occurrence>

  <occurrence id="hamlet-in-xml">
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#xml-version"/>
    </instanceOf>
    <resourceRef xlink:href=
      "http://www.csclub.uwaterloo.ca/u/relender/XML/hamlet.xml"/>
  </occurrence>
</topic>
```

[67] © Robert Tolksdorf, Berlin

XTM

- Merge von Topic Maps: `<mergeMap>`

```
<mergeMap xlink:href=
  "http://www.shakespeare.org/plays.xtm">
  <topicRef xlink:href="#shakespeare"/>
  <topicRef xlink:href="#drama"/>
</mergeMap>
```
- Verarbeitungsregeln im XTM Standard definiert

[68] © Robert Tolksdorf, Berlin

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Metadaten im Web / Dublin Core
- Semantic Web
 - RDF
 - RDF Schema
 - Ontologien / OWL
- Topic Maps