

Vorlesung Semantic Web



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Vorlesung im Wintersemester 2011/2012

Dr. Heiko Paulheim

Fachgebiet Knowledge Engineering

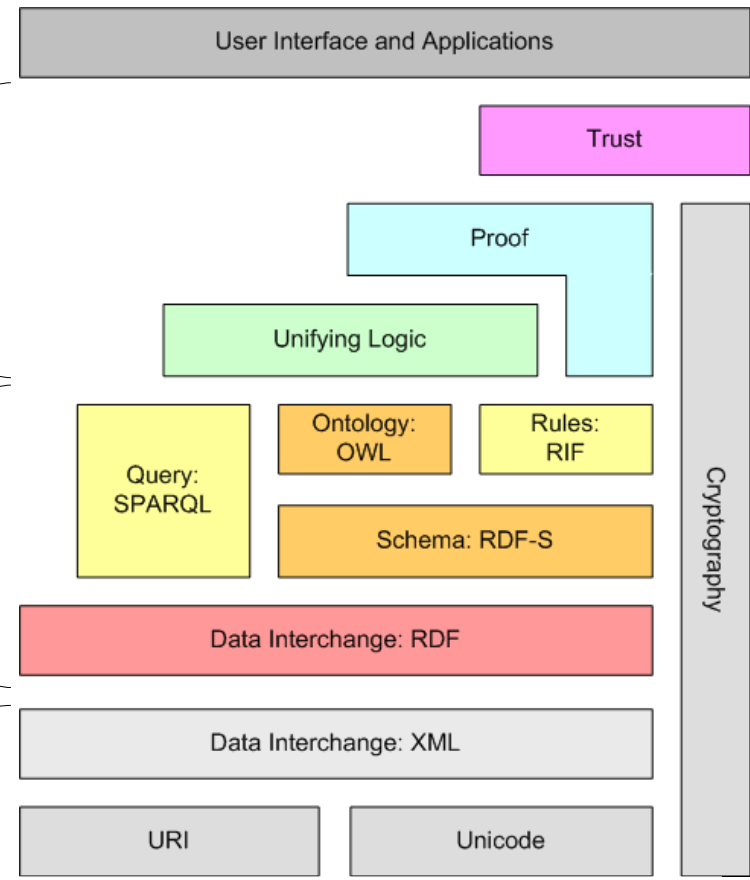
Semantic Web – Aufbau



here be dragons...

Semantic-Web-
Technologie
(Fokus der Vorlesung)

Technische
Grundlagen



Berners-Lee (2009): *Semantic Web and Linked Data*
<http://www.w3.org/2009/Talks/0120-campus-party-tbl/>

Was bisher geschah



- RDF: eine Sprache zur Beschreibung von Informationen
 - Graphenbasiert
 - Menge von Aussagen: Subjekt, Prädikat, Objekt
 - Notationen: RDF/XML, N3
- Besondere Sprachmittel
 - Leere Knoten
 - Mengen und Listen
 - Reifikation
- Semantik
 - Non-unique name assumption
 - Open world assumption

Nachtrag: rdf:Bag

- Bags sind eigentlich ungeordnet
- Dennoch beschreiben die folgenden Definitionen verschiedene Bags:

```
:Vorlesung_SW :hatTeilnehmer
[ a rdf:Bag ;
  rdf:_1 :Stefan;
  rdf:_2 :Andreas;
  rdf:_3 :Claudia ] .
```

```
:Vorlesung_SW :hatTeilnehmer
[ a rdf:Bag ;
  rdf:_1 :Andreas;
  rdf:_2 :Claudia;
  rdf:_3 :Stefan ] .
```

- Warum? Und warum nicht immer rdf:li verwenden?

Nachtrag: rdf:Bag

- rdf:li existiert nur als "Abkürzung" in der RDF/XML-Serialisierung
- In RDF selbst gibt es nur rdf:_1, rdf:_2, ...
- rdf:li wird beim Parsen von XML aufgelöst
 - daraus folgt: im XML-Dokument kommt es hier auf die Reihenfolge an
 - (das ist übrigens die einzige Stelle!)

Nachtrag: rdf:Bag

- Stimmen von der W3C-Semantic-Web-Mailingliste...
- Toby:
 - *rdf:Bag is ordered, but the order is not considered significant.*
 - *Modern RDF never uses rdf:Bag [...] anyway.*
- Pat:
 - *No, [they] are different graphs. But to emphasise again, this does not mean that they are describing different bags. The graph is only a **description**. The same thing - in this case, a small bag - can often be described in a number of different ways.*
 - *The numbers in the property names `_1`, `_2`, etc. should not be interpreted as imposing an order on the elements.*

Nachtrag: rdf:Bag

- Stimmen von der Semantic-Web-Mailingliste
- Antoine:
 - *[The graphs] are not equivalent either in terms of formal semantics, but at least they have a certain level of "informal equivalence" in the sense that they "intend" to describe the same set.*
- Dieter:
 - *Is it then fair to say that the formal RDF semantics is "broken" not reflecting the intuitive semantics of RDF?*

Nachtrag: rdf:Bag

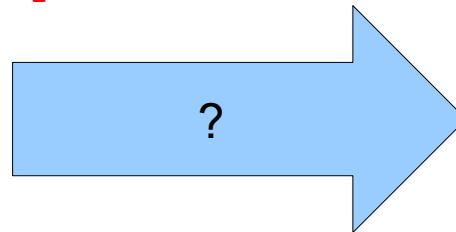
- Michael:

- *In addition, [...] trying to formalize "intuitive semantics" for Bags can easily lead to very unintuitive results.*

```
:Vorlesung_SW :hatTeilnehmer  
[ a rdf:Bag ;  
  rdf:_1 :Stefan;  
  rdf:_2 :Andreas;  
  rdf:_3 :Claudia ] .
```

Menge ist dieselbe,
nur die Codierung ist
eine andere, weshalb
auch zwei verschiedene
Graphen entstehen

```
:Vorlesung_SW :hatTeilnehmer  
[ a rdf:Bag ;  
  rdf:_1 :Andreas;  
  rdf:_2 :Claudia;  
  rdf:_3 :Stefan ] .
```



:Stefan == :Andreas

RDF-Tools: Speicherung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- RDF ist eine Menge von Tripeln
- RDF-Speicher werden daher auch "Triple Store" genannt
- Unterschiedlichste Systeme
 - native Implementierung
 - Nutzung einer relationalen Datenbank

Naiver Triple Store

- naive Implementierung mit einer Tabelle
 - drei String-Spalten

Subjekt	Prädikat	Objekt
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/vaterVon>	<http://foo.bar/Stefan>
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/name>	"Peter Müller"
<http://foo.bar/Peter>	<rdf:type>	<http://foo.bar/Person>
<http://foo.bar/Stefan>	<rdf:type>	<http://foo.bar/Person>
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/vaterVon>	<http://foo.bar/Julia>
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/kennt>	_:genID01
_:genID01	<http://foo.bar/vaterVon>	<http://foo.bar/Markus>
...

Naiver Triple Store



- Abfragemechanismus
 - "Wer ist der Vater von Julia?"

```
SELECT subjekt FROM triples
  WHERE praedikat = '<http://foo.bar/vaterVon>'
  AND    objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
```

- Wer kennt den Vater von Julia?

```
SELECT t1.subjekt FROM triples AS t1, triples AS t2
  WHERE t1.praedikat = '<http://foo.bar/kennt>'
  AND   t1.objekt = t2.subjekt
  AND   t2.praedikat = '<http://foo.bar/vaterVon>'
  AND   t2.objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
```

Naiver Triple Store

- Jede komplexe Abfrage führt zu einem Self-Join

```
SELECT t1.subjekt FROM triples AS t1, triples AS t2
WHERE t1.praedikat = '<http://foo.bar/kennt>'
AND t1.objekt = t2.subjekt
AND t2.praedikat = '<http://foo.bar/vaterVon>'
AND t2.objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
```

t1.Subjekt	t1.Prädikat	t1.Objekt	t2.Subjekt	t2.Prädikat	t2.Objekt
...
...
...

Naiver Triple Store

- Abfragemechanismus:
 - "Wer ist Vater, Mutter, Bruder, Schwester von Julia?"

```
SELECT praedikat,objekt FROM triples
WHERE (      praedikat = '<http://foo.bar/vaterVon>'
        OR   praedikat = '<http://foo.bar/mutterVon>'
        OR   praedikat = '<http://foo.bar/bruderVon>'
        OR   praedikat = '<http://foo.bar/schwesterVon>')
AND      objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
```

- Derartige Abfragen führen zu vielen gereihten OR-Statements

Naiver Triple Store

- Abfragemechanismus
 - Welche Informationen gibt es über Julia?

```
SELECT subjekt,praedikat,objekt FROM triples
  WHERE subjekt='<http://foo.bar/Julia>'
UNION
SELECT subjekt,praedikat,objekt FROM triples
  WHERE objekt='<http://foo.bar/Julia>'
```

Speicherung mit Property Table



- Property Table
 - Ein Eintrag pro Subjekt (statt pro Tripel)
 - eine Spalte pro Prädikat

Subjekt	rdf:type	foo:vaterVon	foo:kennt
foo:Peter	foo:Person	foo:Stefan	NULL
foo:Peter	NULL	foo:Julia	NULL
foo:Stefan	foo:Person	NULL	_:genID01
_:genID01	foo:Person	foo:Markus	NULL
...	

Speicherung mit Property Table

- Abfragemechanismus:
 - "Wer ist der Vater von Julia?"

```
SELECT subjekt FROM properties WHERE  
    foo_vaterVon = "http://foo.bar/Julia"
```

- "Wer kennt den Vater von Julia?"

```
SELECT p1.subjekt FROM properties AS p1, properties AS p2  
WHERE  
    p1.foo_kennt p2.subjekt AND  
    p2.foo_vaterVon = "http://foo.bar/Julia"
```

Speicherung mit Property Table



- Abfragemechanismus:
 - "Welche Informationen gibt es über Julia?"
 - Mit Julia als Subjekt ist das trivial:

```
SELECT * FROM properties WHERE
    subjekt = "http://foo.bar/Julia"
```

- Mit Julia als Objekt nicht:

```
SELECT 'vaterVon',foo_vaterVon FROM properties WHERE
    objekt = "http://foo.bar/Julia"
```

UNION

```
SELECT 'kennt',foo_kennt FROM properties WHERE
    objekt = "http://foo.bar/Julia"
```

UNION

...

Speicherung mit Property Table



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Geschwindigkeit
 - kürzere Tabelle → z.T. effizientere Abfragen
 - gut für Anfragen von ausgehenden Kanten
- Speicherbedarf
 - sehr kompakte Speicherung für ähnliche Ressourcen
 - schlecht bei unähnlichen Ressourcen
 - viele NULL-Werte
 - Probleme mit Relationen von hoher Kardinalität
 - z.B. "kennt"

Speicherung mit vertikaler Partitionierung

- Vertikale Partitionierung
 - Variante von Property-Table
 - eine Tabelle pro Property

Subjekt	rdf:type
foo:Peter	foo:Person
_:genID01	foo:Person
...	...

Subjekt	foo:vaterVon
foo:Peter	foo:Stefan
foo:Peter	foo:Julia
_:genID01	foo:Markus
...	...

Subjekt	foo:kennt
foo:Stefan	_:genID01
...	...

Speicherung mit vertikaler Partitionierung



- Abfragemechanismus:
 - "Wer ist der Vater von Julia?"

```
SELECT subjekt FROM foo_vaterVon WHERE  
    objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
```

- "Wer kennt den Vater von Julia?"

```
SELECT foo_kennt.subjekt FROM foo_kennt,foo_vaterVon WHERE  
    foo_kennt.objekt = foo_vaterVon.subjekt  
AND    foo_vaterVon.objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
```

Speicherung mit vertikaler Partitionierung

- Abfragemechanismus:
 - "Welche Informationen gibt es über Julia?"

```
SELECT subjekt, 'foo:vaterVon', objekt FROM foo_vaterVon
WHERE
    subjekt = '<http://foo.bar/Julia>'
UNION
SELECT subjekt, 'foo:vaterVon', objekt FROM foo_vaterVon
WHERE
    objekt = '<http://foo.bar/Julia>'
UNION
SELECT subjekt, 'foo:kennt', objekt FROM foo_kennt
WHERE
    ...
```

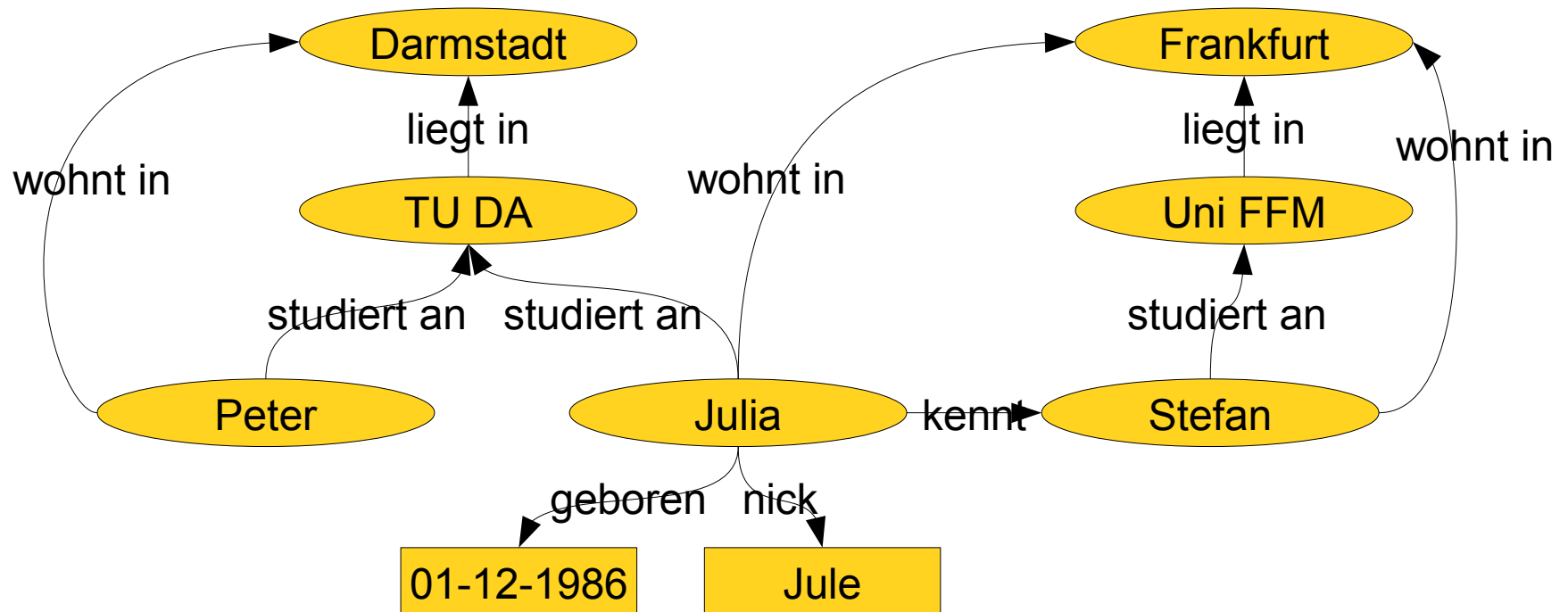
Speicherung mit vertikaler Partitionierung



- Geschwindigkeit
 - sehr kleine Tabellen → schnelle Joins
 - dafür oft sehr viele UNIONS nötig
- Speicherbedarf
 - kompakte Speicherung bei sehr verschiedenen Ressourcen
 - gut bei Relationen hoher Kardinalität
 - etwas schlechter für ähnliche Ressourcen

Beispiel

- Ein sozialer Graph soll gespeichert werden



Beispiel



- Ein sozialer Graph soll gespeichert werden
 - 10000 Personen mit Wohnort, Uni, Nickname, Geburtsdatum
 - Jede Person kennt im Mittel 50 andere Personen
 - 100 Universitäten mit Ort

Beispiel: Naiver Triple Store



- Speicherbedarf
 - 10000 Personen mit Wohnort, Uni, Nickname, Geburtsdatum
 - $10000 * 4$ Tripel
 - Jede Person kennt im Mittel 50 andere Personen
 - $10000 * 50$ Tripel
 - 100 Universitäten mit Ort
 - 100 Tripel
- Gesamt: Tripel-Tabelle mit ~ 540.000 Einträgen
 - 1,6 Mio Strings
 - keine Null-Werte

Beispiel: Property Table



- Sechs verschiedene Prädikate
- 10000 Personen: je 50 Einträge
- 100 Universitäten: je 1 Eintrag

- Tabelle mit ~ 500000 Einträgen
 - ~ 3 Mio. Strings, davon viele Null-Werte

3,5

Beispiel: vertikale Partitionierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Tabelle wohnt_in, studiert_in, geboren, nick: je 10000 Einträge
- Tabelle kennt: 500000 Einträge
- Tabelle liegt_in: 100 Einträge

- 6 Tabellen à 2 Spalten, ~540000 Einträge
- ~1,1 Mio Strings, keine Null-Werte

Vergleich der Lösungen

- Probleme:
 - Meist Trade-off zwischen Speicherplatz und Geschwindigkeit
 - Anzahl von Join- und Union-Operationen
 - Kein optimales Modell für *alle* Abfragen

RDF-Tools: Speicherung

- Gemischte Lösungen
 - aus allen vorher kennen gelernten
 - z.B. Einzeltabellen für häufig verwendete Prädikate

Subjekt	Prädikat	Objekt
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/vaterVon>	<http://foo.bar/Stefan>
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/vaterVon>	<http://foo.bar/Julia>
<http://foo.bar/Peter>	<http://foo.bar/vaterVon>	<http://foo.bar/Markus>
_:genID01		
...		

Subjekt	Prädikat	Objekt
<http://foo.bar/Peter>	rdf:type	<http://foo.bar/Person>
<http://foo.bar/Stefan>		<http://foo.bar/Person>
<http://foo.bar/Julia>		<http://foo.bar/Person>
...		...

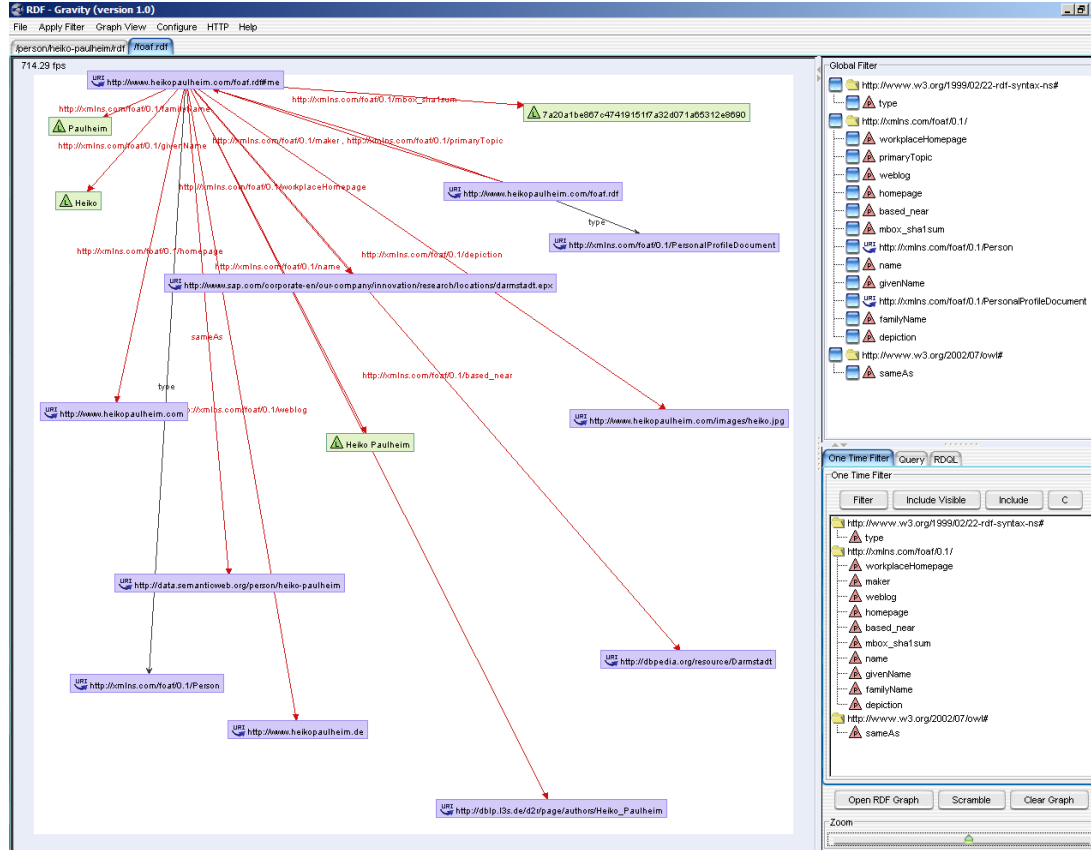
RDF-Tools: Speicherung

- Hashing verhindert "teure" String-Vergleiche:
 - "...WHERE Subjekt = '<http://foo.bar/Peter>'" wird zu
 - "...WHERE Subjekt = hash('<http://foo.bar/Peter>')"
 - Hash-Funktion effizient zu berechnen

Subjekt (int64)	Prädikat (int64)	Objekt (int64)	ObjLiteral (bool)
0A7B22F834A043BC	423ABEF890432ABC	432FE8A8BE390A32	FALSE
432FE8A8BE390A32	B879EA890BA...	...	FALSE
B879EA890BA...	FALSE
...

hash (int64)	URI
0A7B22F834A043BC	<http://foo.bar/Peter>
423ABEF890432ABC	<rdf:type>
432FE8A8BE390A32	<http://foo.bar/Person>
...	...

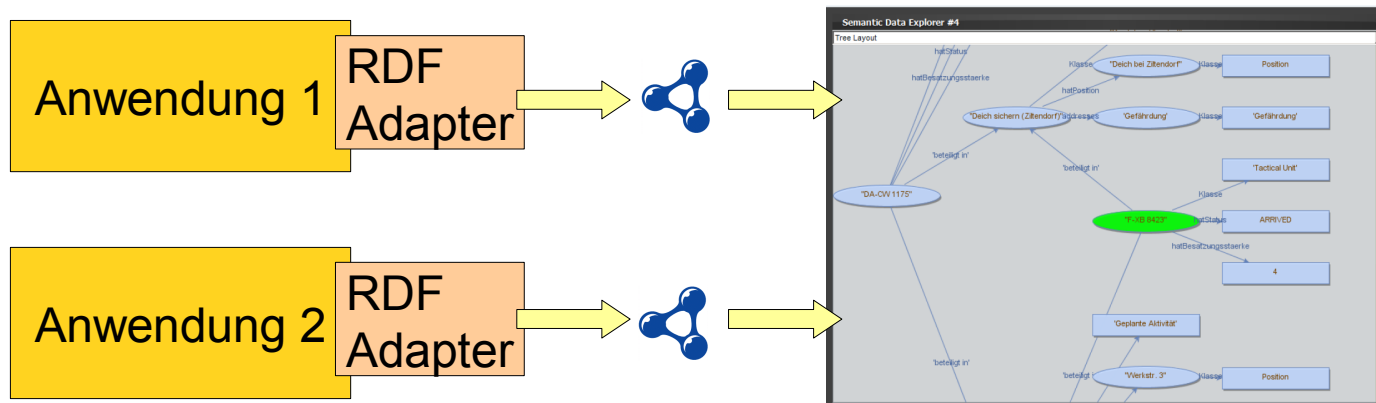
RDF-Tools: Visualisierung



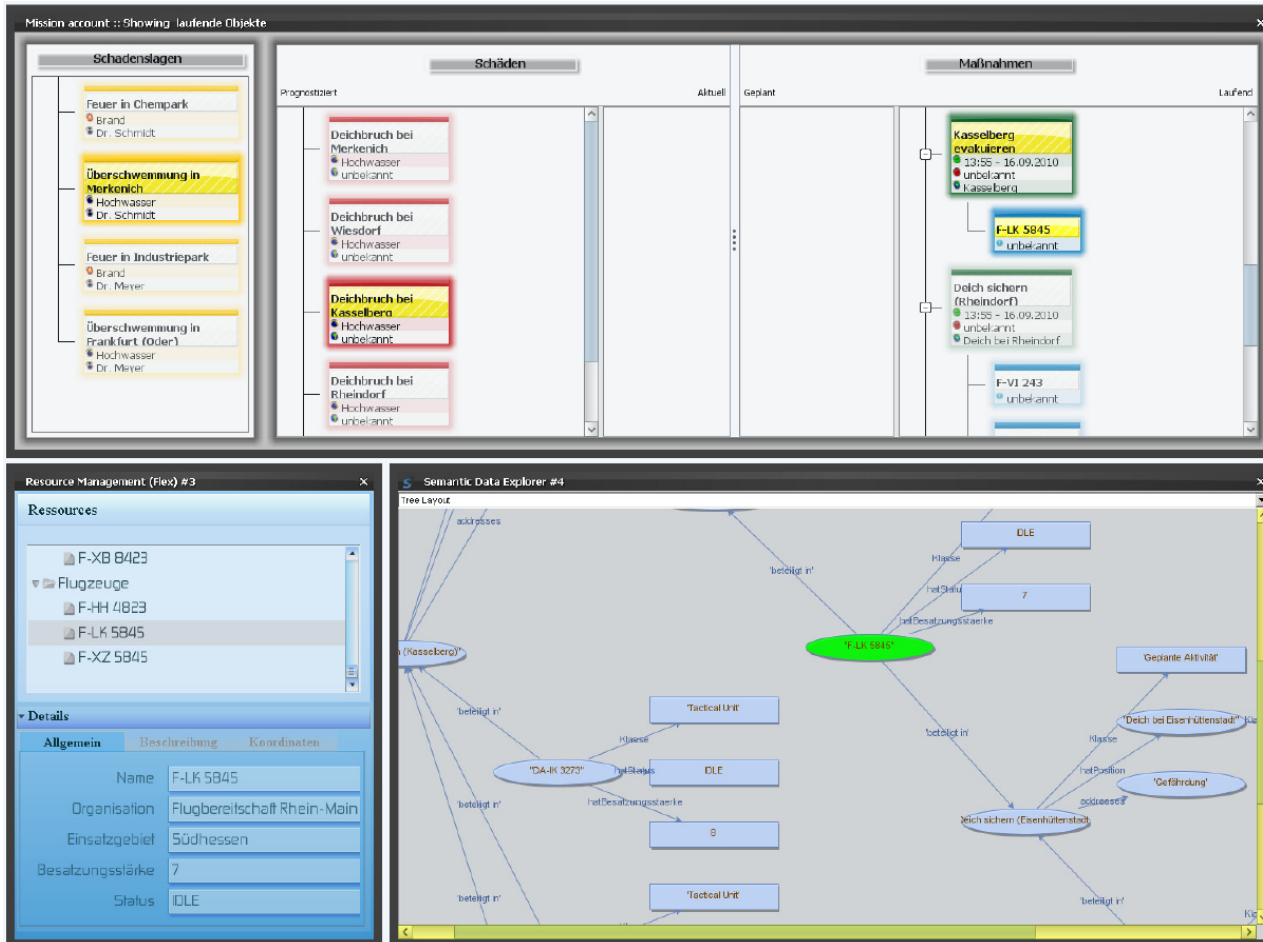
RDF Gravity
<http://semweb.salzburgresearch.at/apps/rdf-gravity/>

RDF-Tools: Visualisierung

- Experiment bei SAP Research 2010:
 - Daten aus Anwendungen als RDF zur Verfügung stellen
 - Den Graph direkt anzeigen
 - Verschränkte Interaktion:
 - Objekt im Graph wählen → wird in der Anwendung hervorgehoben
 - Objekt in der Anwendung wählen → wird im Graph hervorgehoben



RDF-Tools: Visualisierung



The image displays three software windows related to mission management and data visualization.

Mission account :: Showing laufende Objekte

- Schadenslagen:** A list of damage types including "Feuer in Chempark", "Überschwemmung in Merkenich", "Feuer in Industriepark", and "Überschwemmung in Frankfurt (Oder)".
- Schäden:** A table of damage events categorized by status: "Prognostiziert", "Aktuell", and "Geplant".
- Maßnahmen:** A table of measures categorized by status: "Geplant" and "Laufend".

Resource Management (Flex) #3

Resources:

- F-XB 8423
- Flugzeuge
 - F-HH 4823
 - F-LK 5845
 - F-XZ 5845

Details:

Allgemein	Beschreibung	Koordinaten
Name	F-LK 5845	
Organisation	Flugbereitschaft Rhein-Main	
Einsatzgebiet	Südhessen	
Besatzungsstärke	7	
Status	IDLE	

Semantic Data Explorer #4

Tree Layout

The diagram shows a network of nodes and relationships. Key nodes include:

- F-LK 5845** (highlighted in green)
- DLE** (Decision Logic Element)
- Tactical Unit**
- "DA-K 3273"**
- 8**
- Geplante Aktivität**
- "Deich bei Eisenhüttenstadt"**
- "Gefährdung"**
- Deich sichern (Eisenhüttenstadt)**

Relationships are labeled with terms like "beteiligt in", "hat Besatzungsstärke", "hat Status", "hat Position", and "hat Adresse".

RDF-Tools: Visualisierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Experiment bei SAP Research 2010:
 - Nutzer müssen verschieden komplexe Aufgaben lösen
 - einmal mit, einmal ohne RDF-Visualisierung
- Ergebnis:
 - Für komplexe Tasks signifikant geringere Bearbeitungszeit
 - Signifikant höhere Nutzerzufriedenheit

RDF-Tools: Validierung und Konvertierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- W3C RDF Validator:
 - W3C RDF Validator: <http://www.w3.org/RDF/Validator/>
 - Gibt RDF/XML in Tripeln und als Graph aus

- RDF About Validator:
 - <http://www.rdfabout.com/demo/validator/>
 - kann auch N3

Für Übungen nützlich!

RDF-Tools (weitere)

- Programmierframeworks
 - zum Entwickeln RDF-basierter Anwendungen
 - z.B. JENA, RDFReactor, ...
- Reasoner
 - können Schlussfolgerungen auf RDF-Graphen ziehen
 - können Anfragen beantworten
- Werden wir noch kennen lernen

- Das semantische Web verwendet also RDF
- Das "klassische" Web verwendet HTML
- Muss man jetzt jede Information doppelt codieren?

```
<html>
...
<b>Dr. Mark Smith</b>
<i>Physician</i>
Main St. 14
Smalltown
Mon-Fri 9-11 am
Wed 3-6 pm
...
</html>
```

```
:p a :Physician .
:p :hasDegree "Dr." .
:p :hasName "Mark Smith" .
:p :hasAddress :a .
:a :street "Main Street" .
:a :number "14"^^xsd:int .
:a :city "Smalltown" .
:p :hasOpeningHours [
  a rdf:Bag ;
  [ :day :Monday;
    :from "9"^^xsd:int;
    :to "11"^^xsd:int;
  ]
...

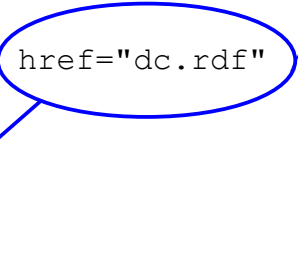
```

Gemeinsame Verwendung von HTML und RDF – Variante 1

- Verweis auf RDF-Beschreibung – haben wir schon mal gesehen

```
<html>
  <head>
    <link rel="meta" type="application/rdf+xml" title="DC" href="dc.rdf" />
  </head>
  <body>
    ...
  </body>
</html>
```

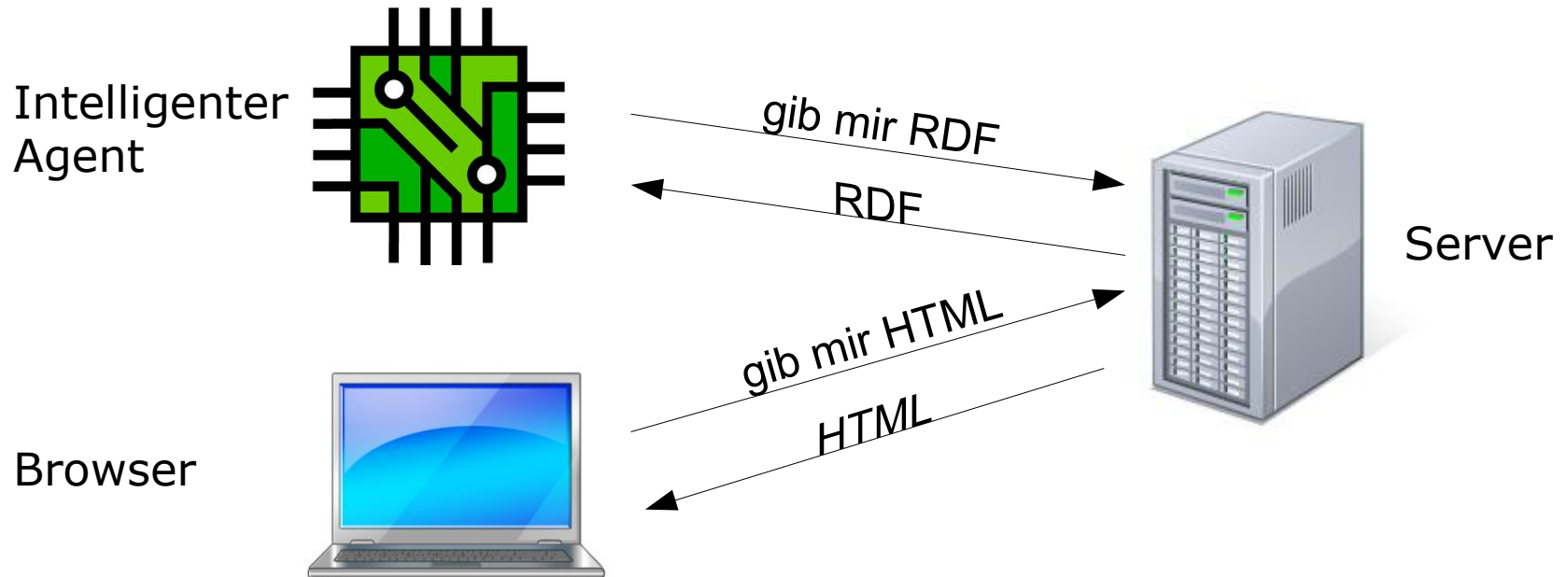
Keine Minderung der Redundanz. Im Body muss auch hier alles nochmal stehen.



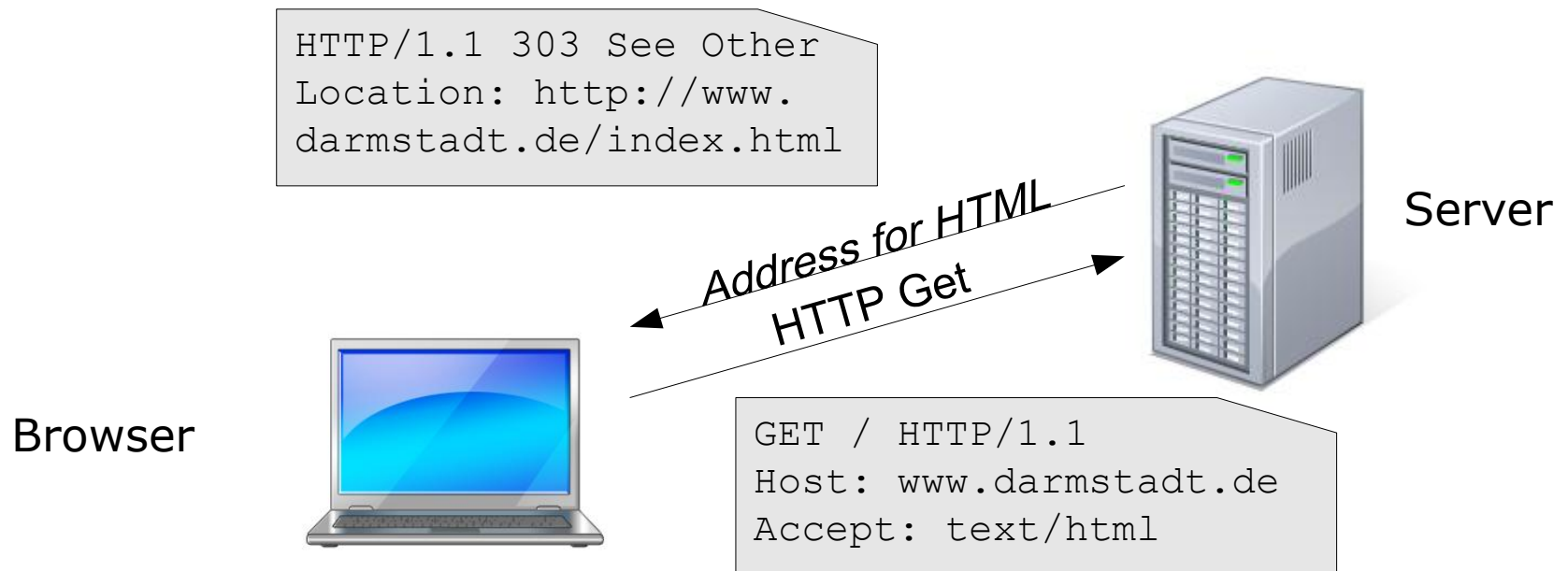
```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.ke.tu-darmstadt.de/lehre/semantic-web">
    <dc:publisher>TU Darmstadt</dc:publisher>
    <dc:subject>Semantic Web</dc:subject>
    <dc:creator>Heiko Paulheim</dc:creator>
    <dc:relation rdf:resource="http://www.w3.org/2001/sw/" />
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Parallele Verwendung von HTML und RDF – Variante 2

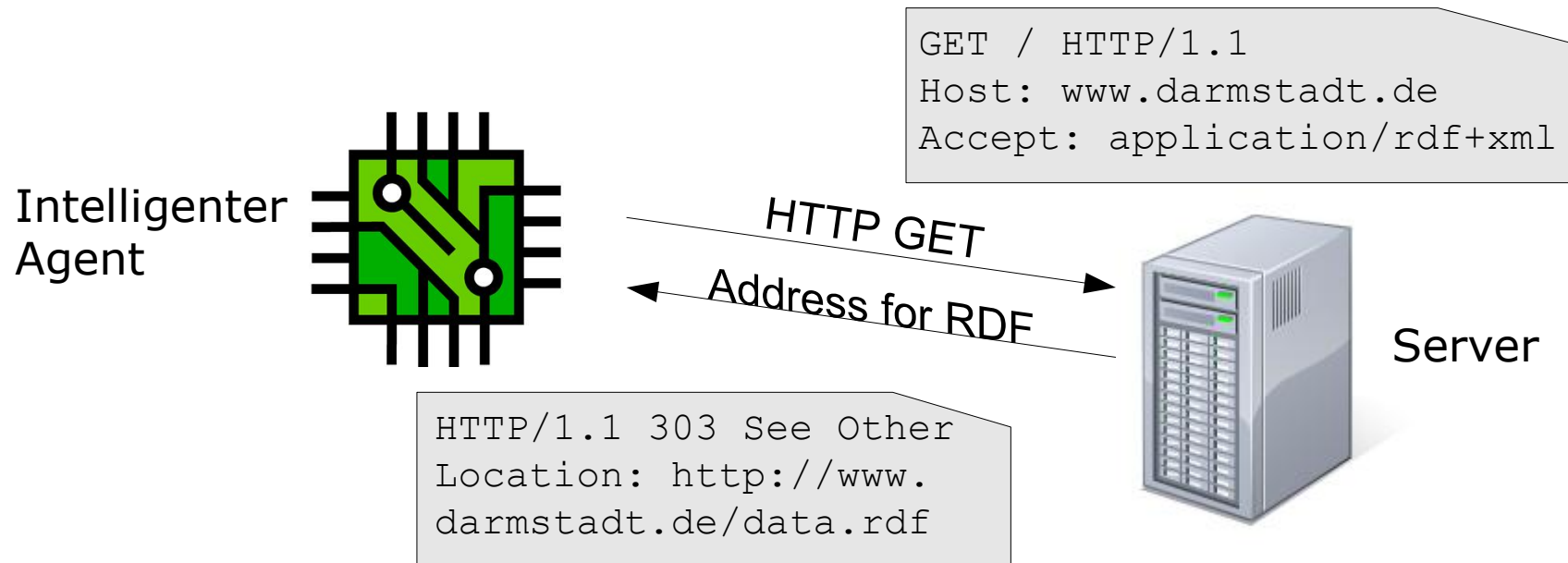
- Content Negotiation



Content Negotiation im Detail



Content Negotiation im Detail



Content Negotiation: MIME Types



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- MIME: Multipurpose Internet Mail Extensions
- Ursprünglich zur Kennzeichnung von Mail-Anhängen
 - Text, PDF, ..
- Erste Version: 1996
- Werden von der IANA verwaltet

- Für Semantic Web wichtige MIME Types:
 - application/rdf+xml
 - text/turtle
 - text/n3
 - application/sparql-query
 - application/sparql-results+xml



Gemeinsame Verwendung von HTML und RDF



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Link auf RDF-Dokument
 - Umsetzung mit HTML-Bordmitteln möglich
- Content Negotiation
 - Aufwändigere Maßnahme
 - *Ein* URI für verschiedene Repräsentationen möglich
- In beiden Fällen
 - Zwei getrennte Repräsentationen nötig
 - "Doppelte Buchführung"
 - Potentielle Inkonsistenz

RDF in Attributes (RDFa)

- Idee hinter RDF in Attributes (RDFa):
 - Warum nicht HTML und RDF in *einem* Dokument gemeinsam nutzen?
 - Information muss nur einmal codiert werden

- RDFa kombiniert XHTML mit RDF



```
<html>
...
<body about="http://www.marcsmith.com/MarcSmith">
  <b><span property="doc:name">Dr. Mark Smith</span></b>
  <i><span property="doc:profession">Physician</span></i>
  <span rel="doc:address" href="http://www.marcsmith.com/Address">
    <span property="doc:street">Main Street</span>
    <span property="doc:number">14</span>
    <span property="doc:city">Smalltown</span>
  </span>
  ...
</body>
</html>
```

Sprachmittel von RDFa



- **about** = "http://foo.bar/aSubject"
 - Legt das **Subjekt** einer Seite oder eines Unterabschnittes fest
- **property** = "http://foo.bar/aProperty"
 - Definiert eine Datenrelation
 - Inhalte des Tags werden als **Literal** interpretiert
- **rel** = "http://foo.bar/aRelation"
 - Definiert eine **Relation** zu einer anderen Ressource
- **href** = "http://foo.bar/aResource"
 - Definiert das **Objekt** einer Relation
 - kann wieder **Subjekt** werden
- **typeof** = "http://foo.bar/aType"
 - legt den **Typ** (rdf:type) einer Ressource fest

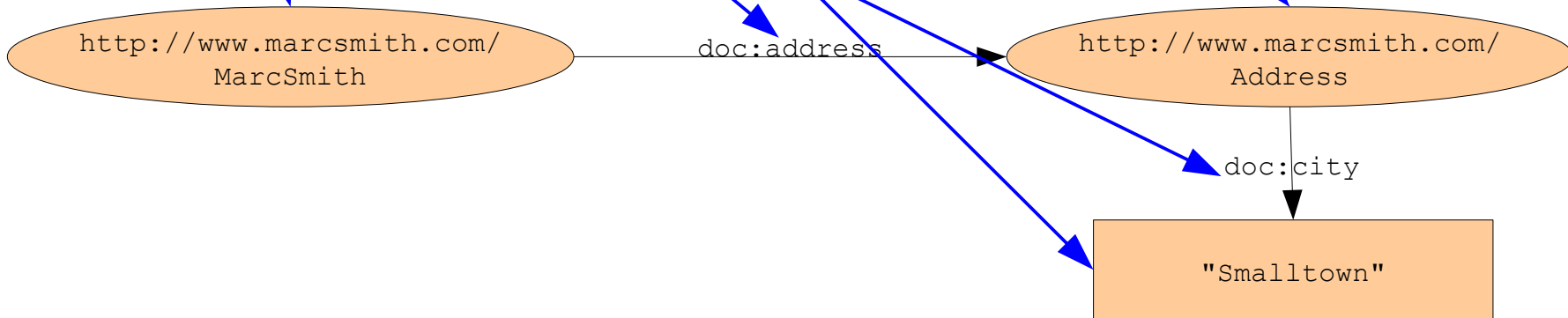
RDF in Attributes (RDFa)

```
<html>
...
<body about="http://www.marcsmith.com/MarcSmith">
  <b><span property="doc:name">Dr. Mark Smith</span></b>
  <i><span property="doc:profession">Physician</span></i>
  <span rel="doc:address" href="http://www.marcsmith.com/Address">
    <span property="doc:street">Main Street</span>
    <span property="doc:number">14</span>
    <span property="doc:city">Smalltown</span>
  </span>
...
</body>
</html>
```



RDF in Attributes (RDFa)

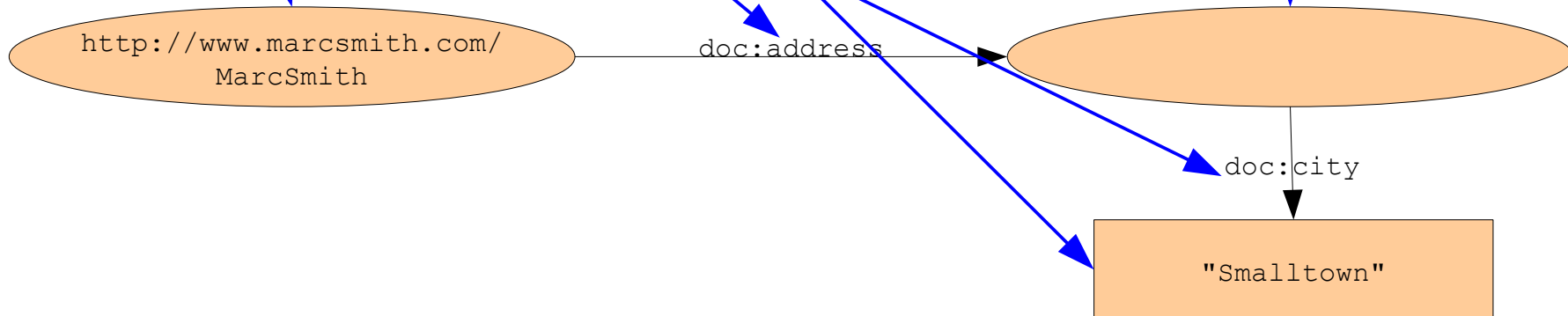
```
<html>
...
<body about="http://www.marcsmith.com/MarcSmith">
  <b><span property="doc:name">Dr. Mark Smith</span></b>
  <i><span property="doc:profession">Physician</span></i>
  <span rel="doc:address" href="http://www.marcsmith.com/Address">
    <span property="doc:street">Main Street</span>
    <span property="doc:number">14</span>
    <span property="doc:city">Smalltown</span>
  </span>
...
</body>
</html>
```



RDF in Attributes (RDFa)

```
<html>
...
<body about="http://www.marcsmith.com/MarcSmith">
  <b><span property="doc:name">Dr. Mark Smith</span></b>
  <i><span property="doc:profession">Physician</span></i>
  <span rel="doc:address">
    <span property="doc:street">Main Street</span>
    <span property="doc:number">14</span>
    <span property="doc:city">Smalltown</span>
  </span>
...
</body>
</html>
```

Relationen ohne
"href" werden zu
einem
leeren
Knoten!



RDFaCE



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Firefox

W.AKSW : Projects / RD Fa CE

RDFaCE: RDFa Content Editor

rdface.aksw.org/test/tinymce/examples/rdfaDemo.html#

LEO Eng-Deu

Twiki Aigaion xkcd ULB IEEE Xplore - Home SW Forum

Lesezeichen

RDFa Content Editor -- Demo

Dr. Mark Smith
Physician foaf#name

Address:
Main Street 14
Smalltown

Path: div

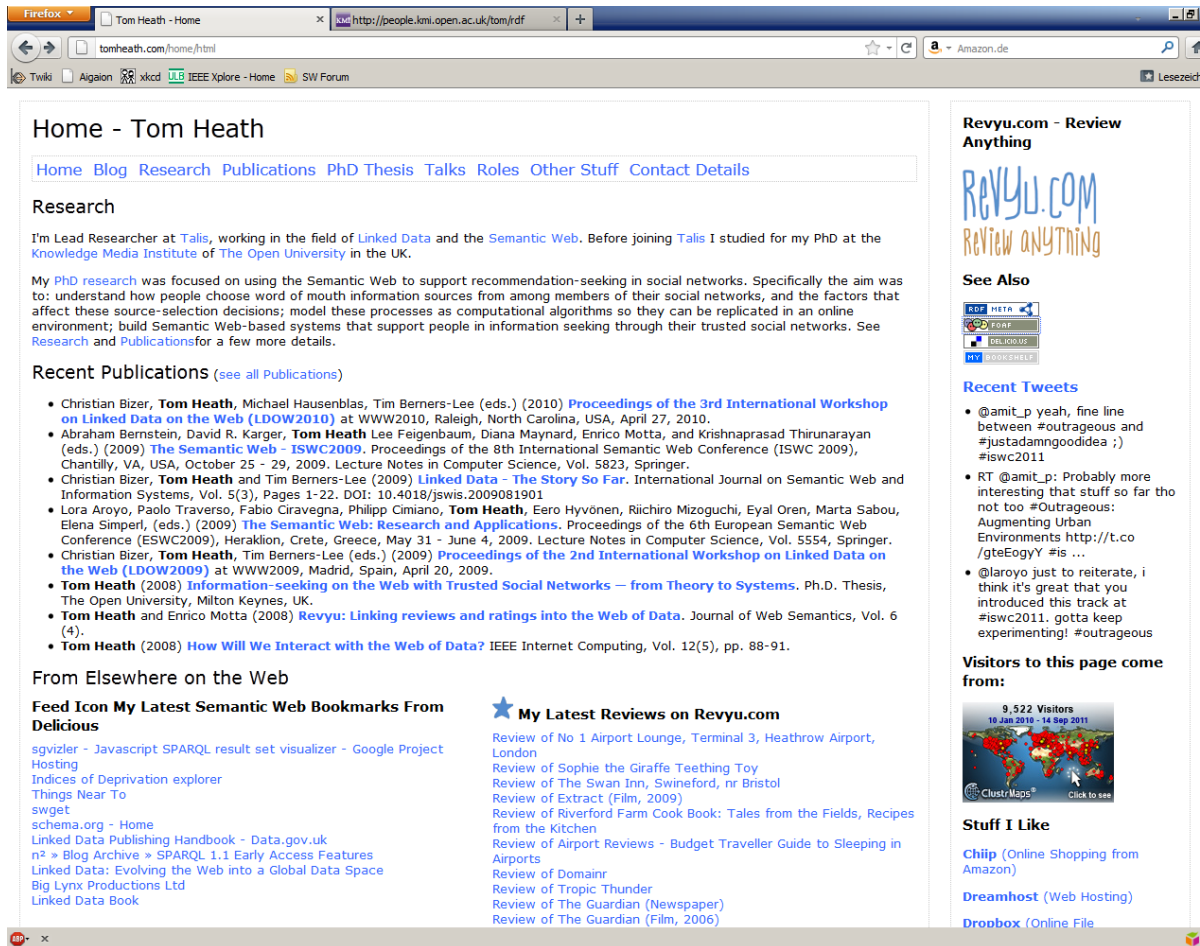
[Get selected HTML] Reset Submit about typeof property/rel

How did you find RDFaCE? [Your Feedback](#).
Created by [AKSW research group](#).
For more information: [RDFaCE Project Page](#)

AKSW x RDFa



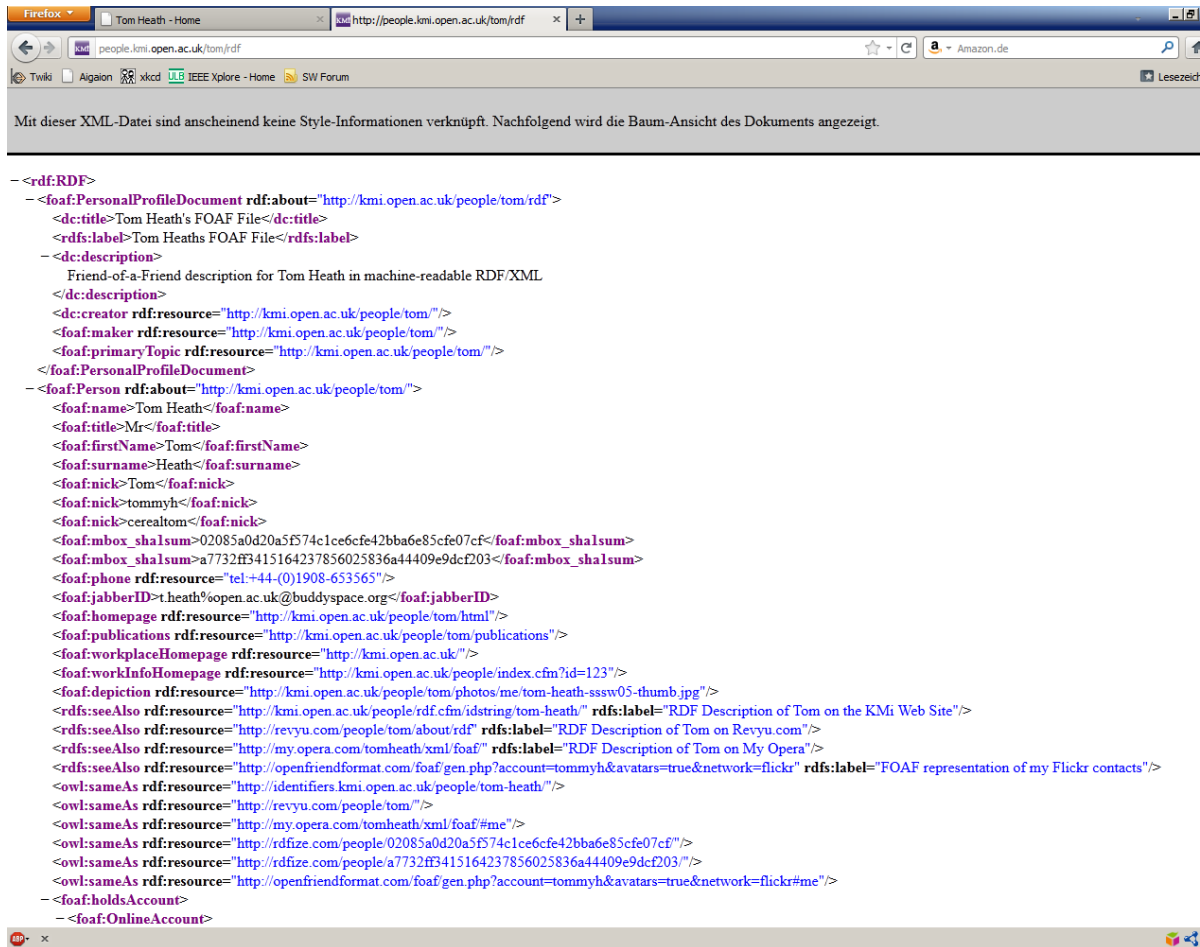
RDF in der freien Wildbahn: FOAF-Profile



The screenshot shows a Firefox browser window displaying the homepage of Tom Heath. The browser's address bar shows the URL <http://people.kmi.open.ac.uk/tom/df>. The page content includes a navigation menu with links for Home, Blog, Research, Publications, PhD Thesis, Talks, Roles, Other Stuff, and Contact Details. The main content area is titled "Home - Tom Heath" and features a "Research" section where Tom Heath is identified as a Lead Researcher at Talis, working in the field of Linked Data and the Semantic Web. Below this is a "Recent Publications" section listing several academic papers and books, including "Proceedings of the 3rd International Workshop on Linked Data on the Web (LDOW2010)", "The Semantic Web - ISWC2009", and "Information-seeking on the Web with Trusted Social Networks". There are also sections for "From Elsewhere on the Web" and "My Latest Semantic Web Bookmarks From Delicious". The right sidebar contains a "Revyu.com - Review Anything" logo, a "See Also" section with social media icons, "Recent Tweets" from users like @amit_p and @laroyo, and a "Visitors to this page come from:" section showing a world map and 9,522 visitors between Jan 2010 and Sep 2011. At the bottom of the sidebar, there is a "Stuff I Like" section listing various online services like Chimp, Dreamhost, and Dropbox.



RDF in der freien Wildbahn: FOAF-Profile



```
- <rdf:RDF>
- <foaf:PersonalProfileDocument rdf:about="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/rdf">
  <dc:title>Tom Heath's FOAF File</dc:title>
  <rdfs:label>Tom Heaths FOAF File</rdfs:label>
  - <dc:description>
    Friend-of-a-Friend description for Tom Heath in machine-readable RDF/XML
  </dc:description>
  <dc:creator rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/">
  <foaf:maker rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/">
  <foaf:primaryTopic rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/">
  <foaf:PersonalProfileDocument>
- <foaf:Person rdf:about="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/">
  <foaf:name>Tom Heath</foaf:name>
  <foaf:title>Mr</foaf:title>
  <foaf:firstName>Tom</foaf:firstName>
  <foaf:surname>Heath</foaf:surname>
  <foaf:nick>Tom</foaf:nick>
  <foaf:nick>tommyh</foaf:nick>
  <foaf:nick>cerealtom</foaf:nick>
  <foaf:mbox_sha1sum>02085a0d20a5f574c1ce6cfe42bba6e85cfe07cf</foaf:mbox_sha1sum>
  <foaf:mbox_sha1sum>a7732f3415164237856025836a44409e9dcf203</foaf:mbox_sha1sum>
  <foaf:phone rdf:resource="tel:+44-(0)1908-653565">
  <foaf:jabberID>t.heath%open.ac.uk@buddyspace.org</foaf:jabberID>
  <foaf:homepage rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/html">
  <foaf:publications rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/publications">
  <foaf:workplaceHomepage rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/">
  <foaf:workInfoHomepage rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/index.cfm?id=123/">
  <foaf:depiction rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/tom/photos/me/tom-heath-sssw05-thumb.jpg">
  <rdfs:seeAlso rdf:resource="http://kmi.open.ac.uk/people/rdf.cfm/idstring/tom-heath" rdfs:label="RDF Description of Tom on the KMi Web Site"/>
  <rdfs:seeAlso rdf:resource="http://revyu.com/people/tom/about/rdf" rdfs:label="RDF Description of Tom on Revyu.com"/>
  <rdfs:seeAlso rdf:resource="http://my.opera.com/tomheath/xml/foaf/" rdfs:label="RDF Description of Tom on My Opera"/>
  <rdfs:seeAlso rdf:resource="http://openfriendformat.com/foaf/gen.php?account=tommyh&avatars=true&network=flickr" rdfs:label="FOAF representation of my Flickr contacts"/>
  <owl:sameAs rdf:resource="http://identifiers.kmi.open.ac.uk/people/tom-heath/">
  <owl:sameAs rdf:resource="http://revyu.com/people/tom/">
  <owl:sameAs rdf:resource="http://my.opera.com/tomheath/xml/foaf/#me"/>
  <owl:sameAs rdf:resource="http://rdfize.com/people/02085a0d20a5f574c1ce6cfe42bba6e85cfe07cf/">
  <owl:sameAs rdf:resource="http://rdfize.com/people/a7732f3415164237856025836a44409e9dcf203/">
  <owl:sameAs rdf:resource="http://openfriendformat.com/foaf/gen.php?account=tommyh&avatars=true&network=flickr#me">
- <foaf:holdsAccount>
- <foaf:OnlineAccount>
```

RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel O'Reilly



The screenshot shows the O'Reilly website in a Firefox browser. The main content area features the book "Programming the Semantic Web" by Toby Segaran, Colin Evans, and Jamie Taylor. The book cover shows a cat. The description states: "With this book, the promise of the semantic web -- in which machines can find, share, and combine data on the Web -- is not just a technical possibility, but a practical reality. *Programming the Semantic Web* demonstrates several ways to implement semantic web applications, using existing standards and patterns as well as technologies recently introduced. Each chapter walks you through a single piece of semantic technology, and explains how to use it to solve real problems."

Buying Options:

- Save a Tree - Go Digital: Ebook \$31.99 (Formats: DAISY, ePub, Mobi, PDF)
- Print+Ebook \$43.99
- Print \$39.99

A "Semantic Radar Plugin" is overlaid on the bottom right of the browser window. The plugin interface shows the word "setzt" and the text "RDFa" in green, accompanied by a blue RDFa icon and a black radar icon.

Semantic Radar Plugin

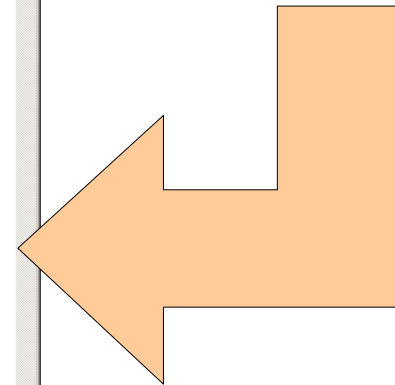
RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel O'Reilly



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Firefox Plugin:
Semantic Reader

```
- <rdf:RDF>
- <rdf:Description rdf:about="http://oreilly.com/catalog/9780596153823/">
  <xhv:stylesheet rdf:resource="http://oreilly.com/catalog/assets/jquery.lightbox-0.5.css"/>
  <xhv:stylesheet rdf:resource="http://t.p.mybuys.com/css/mbstyles.css"/>
  <xhv:stylesheet rdf:resource="http://oreilly.com/catalog/assets/catalog-video-toc.css"/>
  <xhv:stylesheet rdf:resource="http://oreilly.com/catalog/assets/catalog_page.css?7"/>
  <xhv:stylesheet rdf:resource="http://oreilly.com/styles/orm-store.css"/>
  <xhv:alternate rdf:resource="http://feeds.feedburner.com/oreilly/newbooks"/>
  <xhv:alternate rdf:resource="http://feeds.feedburner.com/oreilly/ebookdealoftheday"/>
  <xhv:alternate rdf:resource="http://feeds.feedburner.com/oreilly/upcomingbooks"/>
</rdf:Description>
- <frbr:Expression rdf:about="urn:x-domain:oreilly.com:product:9780596153823.IP">
  <dc:publisher xml:lang="en">O'Reilly Media</dc:publisher>
  <dc:creator>
    - <foaf:Person rdf:about="urn:x-domain:oreilly.com:agent:pdb:3449">
      <foaf:name xml:lang="en">Jamie Taylor</foaf:name>
      <foaf:homepage rdf:resource="http://www.oreillynet.com/pub/au/3656"/>
    </foaf:Person>
    </dc:creator>
  <dc:creator>
    - <foaf:Person rdf:about="urn:x-domain:oreilly.com:agent:pdb:3448">
      <foaf:name xml:lang="en">Colin Evans</foaf:name>
      <foaf:homepage rdf:resource="http://www.oreillynet.com/pub/au/3657"/>
    </foaf:Person>
    </dc:creator>
  <dc:creator>
    - <foaf:Person rdf:about="urn:x-domain:oreilly.com:agent:pdb:2677">
      <foaf:name xml:lang="en">Toby Segaran</foaf:name>
```




RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel O'Reilly



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Normale Suche ohne RDFa:

[Programming the Semantic Web - O'Reilly Media](#)

shop.oreilly.com/product/9780596153823.do 

With this book, the promise of the **semantic web** -- in which machines can find, share, and combine data on the **Web** -- is not just a technical possibility, but a ...

- Verbessertes Ergebnis mit RDFa:



[Programming the Semantic Web \[Book\]](#)

by Toby Segaran, Colin Evans, Jamie Taylor - O'Reilly (2009.07.01) - paperback - 280 pages

With this book, the promise of the **Semantic Web** -- in which machines can find, share, and combine data on the **Web** -- is not just a technical ...

★★★★☆ 8 reviews - [Add to Shopping List](#)



RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel BBC Music



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

The screenshot shows a Firefox browser window displaying the BBC Music website for the artist Nine Inch Nails. The address bar shows the URL `http://www.bbc.co.uk/music/artists/b7ffd2af-418f-4be2-bdd1-22f8b48613da`. The page features the BBC logo, navigation links (News, Sport, Weather, iPlayer, TV, Radio, More), and a search bar. The main content area includes a photo of a band member, a "Biography" section, and a "BBC Music Showcase" section with a list of tracks:

- Head Like A Hole**
BBC 6 Music | Late Night Jukebox 22/06/2011
- Right Where It Belongs**
BBC 6 Music | Jarvis Cocker's Sunday Service Adam Curtis makes a welcome return
- The Hand That Feeds**
BBC 6 Music | Shaun Keaveny Shrapnel



RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel BBC Music

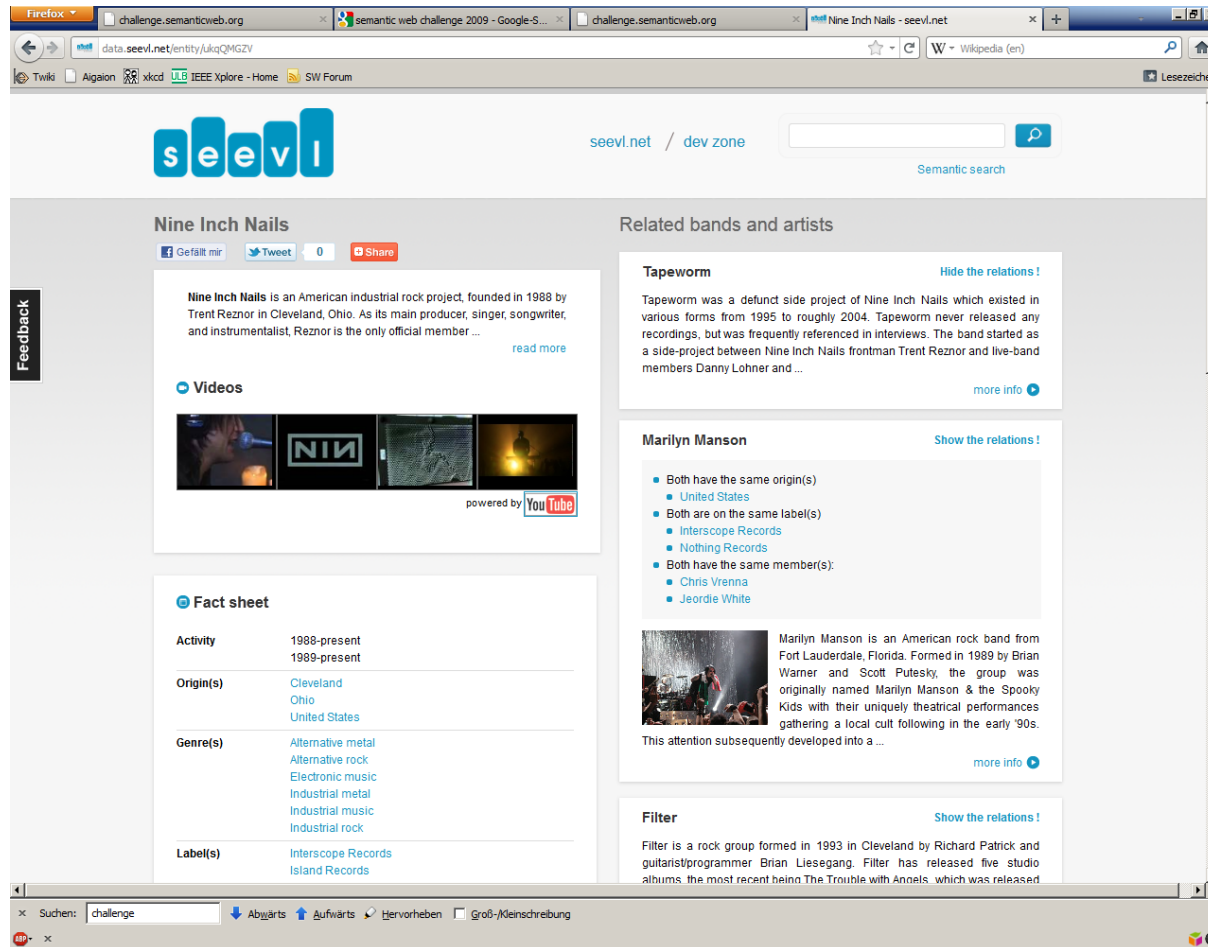


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
Firefox
BBC - Music - Nine Inch Nails
http://www.bbc.co.uk/music/artists/b7ffd2af-418f-4be2-bdd1-22f8b48613da.rdf
Login - Mitarbeiter-Wiki
Lesezeichen
<mo:member rdf:resource="/music/artists/40adef79-bcdd-4bd3-a2ee-1e2d371cd6bc#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/031e4b1f-460d-487d-ab01-9bae0992d4bc#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/2fd475b9-4a31-4b8c-8368-7b71118f2d71#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/5bcda370-1cd4-40ce-89a5-6ec6a0a7fc79#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/4d4e2261-02d2-4796-83bf-5bbadcba629#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/0923598e-2b97-4527-b984-5feed94c168d#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/90023d8a-3907-45ec-a2aa-b8da61a6d0bd#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/ab4625d4-9947-481c-af95-5955b0b13023#artist"/>
<mo:member rdf:resource="/music/artists/1f4ffb9e-2425-40fb-b054-68e80e2ef83d#artist"/>
- <foaf:made>
- <mo:Record>
  <dc:title>Year Zero</dc:title>
  <owl:sameAs rdf:resource="http://dbpedia.org/resource/Year_Zero_(album)"/>
  <mo:musicbrainz rdf:resource="http://musicbrainz.org/release/367dcac8-5b3c-4fa6-a304-e39451cd194e.html"/>
  <rev:hasReview rdf:resource="/music/reviews/x59x#review"/>
  <mo:Record>
</foaf:made>
- <foaf:made>
- <mo:Record>
  <dc:title>With Teeth</dc:title>
  <owl:sameAs rdf:resource="http://dbpedia.org/resource/With_Teeth"/>
  <mo:musicbrainz rdf:resource="http://musicbrainz.org/release/963b0e2e-d6cb-4482-a600-0ad167e5bff2.html"/>
  <rev:hasReview rdf:resource="/music/reviews/86vr#review"/>
  <mo:Record>
</foaf:made>
</mo:MusicArtist>
- <mo:MusicArtist rdf:about="/music/artists/30343313-1e24-4758-950f-4a96309d7893#artist">
  <foaf:name>Robin Finck</foaf:name>
</mo:MusicArtist>
</mo:MusicArtist>
Suchen: annotation
Abwärts Aufwärts Hervorheben Groß-/Kleinschreibung Das Seiteneende wurde erreicht, Suche vom Seitenanfang fortgesetzt
```



Musikempfehlungen auf Basis von freilaufendem RDFa



The screenshot shows a Firefox browser window with several tabs. The active tab is 'data.seevl.net/entity/ukqMGZV'. The page content includes:

- Header:** 'seevl' logo, 'seevl.net / dev zone', and a search bar.
- Main Content:**
 - Nine Inch Nails:** A description stating it's an American industrial rock project founded in 1988 by Trent Reznor. It includes social media share buttons (Facebook, Twitter, Share) and a 'read more' link.
 - Videos:** A video player showing a performance, with a 'powered by YouTube' logo.
 - Fact sheet:** A table-like structure with the following data:

Activity	1988-present 1989-present
Origin(s)	Cleveland Ohio United States
Genre(s)	Alternative metal Alternative rock Electronic music Industrial metal Industrial music Industrial rock
Label(s)	Interscope Records Island Records
- Related bands and artists:**
 - Tapeworm:** A defunct side project of Nine Inch Nails. Includes a 'Hide the relations!' link and a 'more info' link.
 - Marilyn Manson:** An American rock band. Includes a 'Show the relations!' link and a list of shared attributes:
 - Both have the same origin(s): United States
 - Both are on the same label(s): Interscope Records, Nothing Records
 - Both have the same member(s): Chris Vrenna, Jeordie White
 - Filter:** A rock group formed in 1993. Includes a 'Show the relations!' link.

RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel Rotten Tomatoes



The screenshot shows the Rotten Tomatoes website interface for the movie 'Requiem for a Dream (2000)'. The page features a green header with the Rotten Tomatoes logo and navigation links. The main content area includes a movie poster, a Tomatometer score of 78% (labeled 'FRESH'), and an Audience score of 93% (labeled 'liked it'). Below these scores are user rating options and a 'PLAY TRAILER' button. The 'MOVIE INFO' section provides details about the film, including its runtime, genre, and release date. A 'Requiem for a Dream Trailer & Photos' section is also visible. The right sidebar contains sections for 'DVD', 'TOP RENTALS', 'NEW ON DVD THIS WEEK', 'Movies Like Requiem for a Dream', and 'Latest News for Requiem for a Dream'.

Requiem for a Dream (2000)

TOMATOMETER 78% All Critics | Top Critics
AUDIENCE 93% liked it

Average Rating: 7.3/10
Reviews Counted: 131
Fresh: 102 | Rotten: 29

Though the movie may be too intense for some to stomach, the wonderful performances and the bleak imagery are hard to forget.

Average Rating: 4.1/5
User Ratings: 281,204

PLAY TRAILER

WANT TO SEE IT NOT INTERESTED

ADD A REVIEW (OPTIONAL)

POST

MOVIE INFO

Based on the novel by Hubert Selby Jr., this gritty drama concerns four people trapped by their addictions. Harry (Jared Leto), and his best friend Tyrone (Marlon Wayans) are impoverished heroin addicts living in Coney Island, NY, while Harry's girlfriend Marion (Jennifer Connelly) is a fellow addict trying to distance herself from her wealthy father. Harry dreams of scoring a pound of smack, from which he could make enough money to open a clothing boutique with Marion, but so far he and his ... [More](#)

R, 1 hr. 42 min. In Theaters: Oct 6, 2000 Wide
Drama On DVD: May 22, 2001
Directed By: Darren Aronofsky US Box Office: \$2.5M
Written By: Darren Aronofsky, Hubert Selby, Jr. Artisan Entertainment

Requiem for a Dream Trailer & Photos

More Trailers and Videos (1)

DVD

TOP RENTALS

- 33% Pirates of the Caribbean: On Str...
- 79% Captain America: The First Aveng...
- 35% Transformers: Dark of the Moon
- 77% Thor
- 27% Green Lantern

NEW ON DVD THIS WEEK

- 79% Captain America: The First Aveng...
- 91% Winnie the Pooh
- 89% Attack the Block
- 90% Rare Exports: A Christmas Tale
- 71% Shaolin

Movies Like Requiem for a Dream

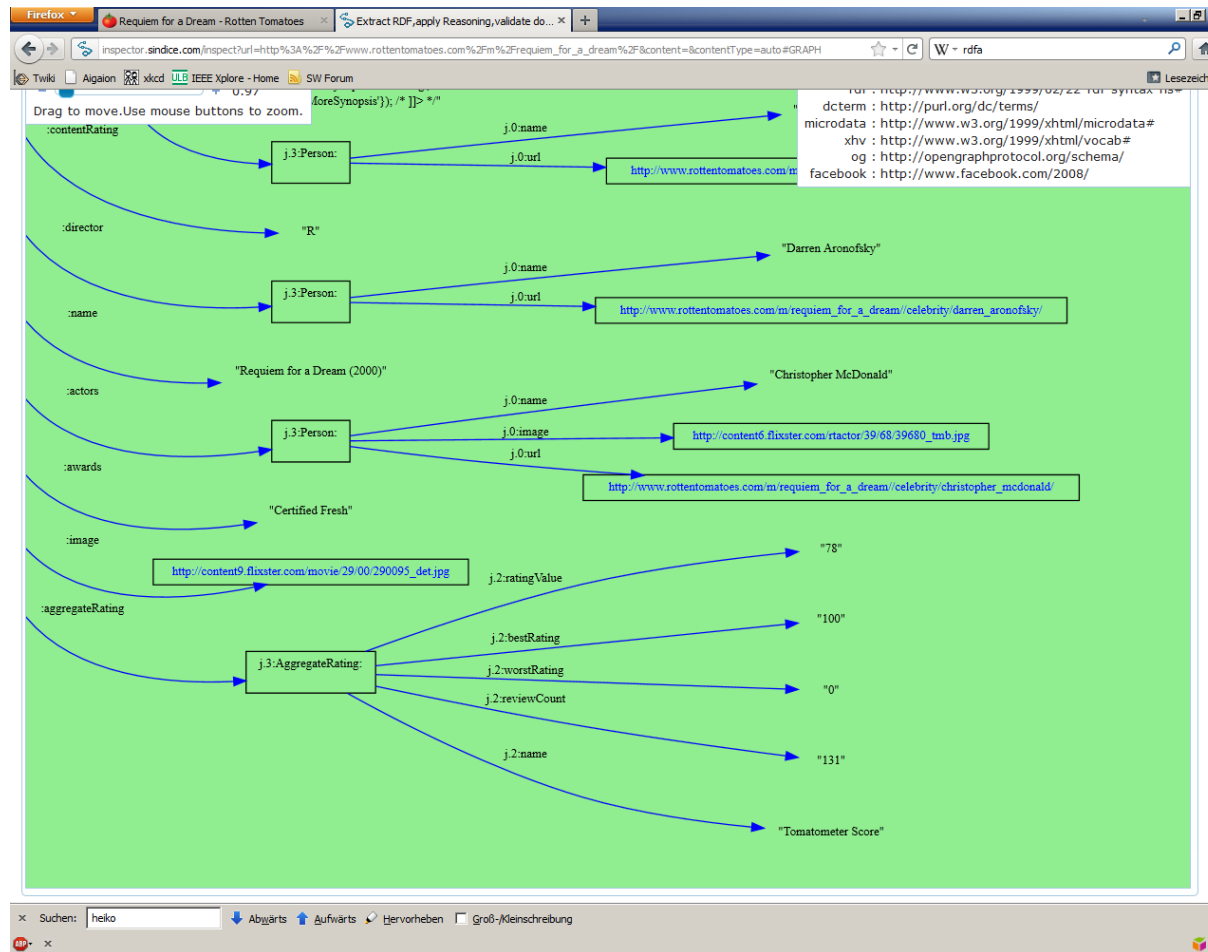
- Trainspotting
- Fear and Loathing in Las
- The Basketball Diaries

Latest News for Requiem for a Dream

August 25, 2009:
EW Lists 16 Classic "Dare You to Look" Scenes All the Nazi-scalpin' action in 'Inglorious Basterds' has got the EW staff to thinking about some...

January 9, 2008:
Lorenzo di Bonaventura Talks G.I. Joe, Transformers 2
You think G.I. Joe and Transformers producer Lorenzo di Bonaventura doesn't hear your grouching, film...

RDFa in der freien Wildbahn: Beispiel Rotten Tomatoes



Zusammenfassung RDF II

- Verschiedenste Tools für RDF existieren
 - Speicherung
 - Visualisierung
 - und vieles mehr
- RDFa ermöglicht die Verbindung von HTML und RDF
 - ohne Redundanz
- Einige Beispiele für RDF in der freien Wildbahn

Zusammenfassung

- RDF ist ein Standard zur Beschreibung beliebiger Informationen
 - Graphenbasiert
 - Serialisierungen in Triples und XML
- Semantische Prinzipien
 - Non-unique Naming Assumption
 - Open World Assumption
- Tools zur Speicherung

Ein kritischer Blick zurück

- Kann RDF mehr als XML?
- XML ist eine Auszeichnungssprache für Informationen
- In XML kann man beliebige Tags und Attribute definieren
- XML-Tagnamen haben für den Computer keine Bedeutung
- RDF ist eine Auszeichnungssprache für Informationen
- In RDF kann man beliebige Klassen / Relationen definieren
- RDF-Bezeichner haben für den Computer keine Bedeutung

Ein kritischer Blick zurück

- Warum haben wir das dann eigentlich gelernt?



Ein kritischer Blick zurück

HOW STANDARDS PROLIFERATE:
(SEE: A/C CHARGERS, CHARACTER ENCODINGS, INSTANT MESSAGING, ETC.)



<http://xkcd.com/927/>

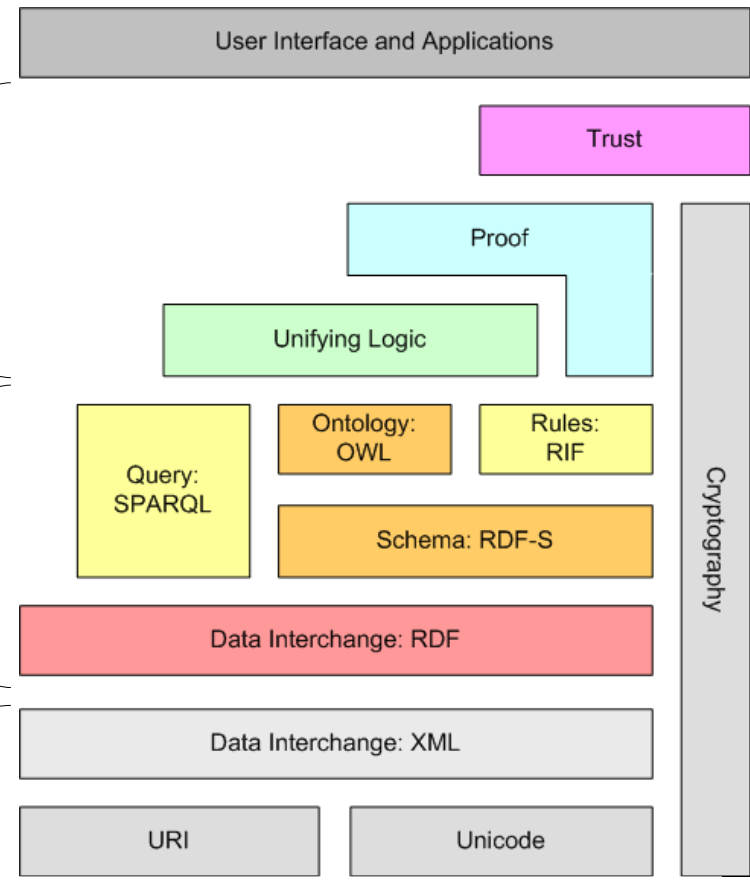
Semantic Web – Aufbau



here be dragons...

Semantic-Web-
Technologie
(Fokus der Vorlesung)

Technische
Grundlagen



Berners-Lee (2009): *Semantic Web and Linked Data*
<http://www.w3.org/2009/Talks/0120-campus-party-tbl/>

Vorlesung Semantic Web



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Vorlesung im Wintersemester 2011/2012

Dr. Heiko Paulheim

Fachgebiet Knowledge Engineering