



Semantic Web Grundlagen und RDF

Markus Luczak-Rösch
Freie Universität Berlin
Institut für Informatik
Netzbasierte Informationssysteme
markus.luczak-roesch@fu-berlin.de

Lego-Beispiel und Folien adaptiert von Magnus
Niemann

- beschreiben eine Menge von Ressourcen zusammen mit ihrer Link-Struktur (Netzwerk)
 - Ressourcen existieren unabhängig von Links
 - extra Linking-Elemente definieren Beziehungen
→ erlaubt many-to-many-Beziehungen
 - werden von keinem Browser unterstützt
 - stoßen bisher auf wenig Akzeptanz
- mögliche Alternative:
→ RDF (*Resource Description Framework*)

<Buch>Dieses Buch</Buch>
hat den Titel <Titel>Semantic
Web Grundlagen</Titel>

<foo>Dieses Buch</foo> hat
den Titel <bar>Semantic Web
Grundlagen</bar>

- natürliche Sprache
- Mehrdeutigkeit

<Apple>

<Pear>



Apple



- **Syntax** – die Art und Weise, wie Worte in einem Satz zusammengesetzt wurden.
- **Semantik** – Informationen, die in diesem Sinne kodiert wurden.
- **Pragmatik** – Implikationen aus den Informationen in einem Kontext.

Na das war ja jetzt ganz toll!

- unstrukturierter Text
- keine Unterstützung für Maschinenverarbeitung
- Data mining benötigt NLP
- keine/kaum Metadatenstandards



- Keyword-basiert
- hoher recall, geringe precision

$$\text{precision} = \frac{|\{\text{relevant documents}\} \cap \{\text{retrieved documents}\}|}{|\{\text{retrieved documents}\}|}$$

$$\text{recall} = \frac{|\{\text{relevant documents}\} \cap \{\text{retrieved documents}\}|}{|\{\text{relevant documents}\}|}$$

<http://upload.wikimedia.org/math/9/b/5/9b5a523e5d9c366caf75ed1ea1767b1c.png>

<http://upload.wikimedia.org/math/b/4/3/b43cb2dbb709c4932e8dd8b9b0c491fe.png>

Bildersuche: „Apache“



- Maschinen fehlt dieser Kontext aus Begriffen und Zusammenhängen
- Kontext muss Maschinen zusätzlich bereitgestellt werden

“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.”

Berners-Lee, Hendler, and Lassila, 2001.



Foto: W3C



Foto: Homepage



Foto: Homepage

- Webinhalte und ihre Vernetzung werden für Maschinen verständlich.
- Auch komplexe Anfragen können ans Web gestellt werden.
- Beispiel: Finde alle Fußballspieler, die bei einem Verein spielen, der ein Stadion mit mehr als 40.000 Plätzen hat und die in einem Land mit mehr als 10 Millionen Einwohnern geboren wurden.



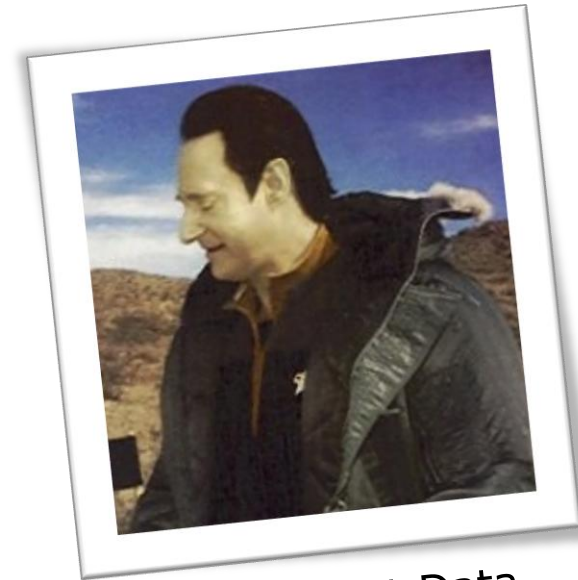
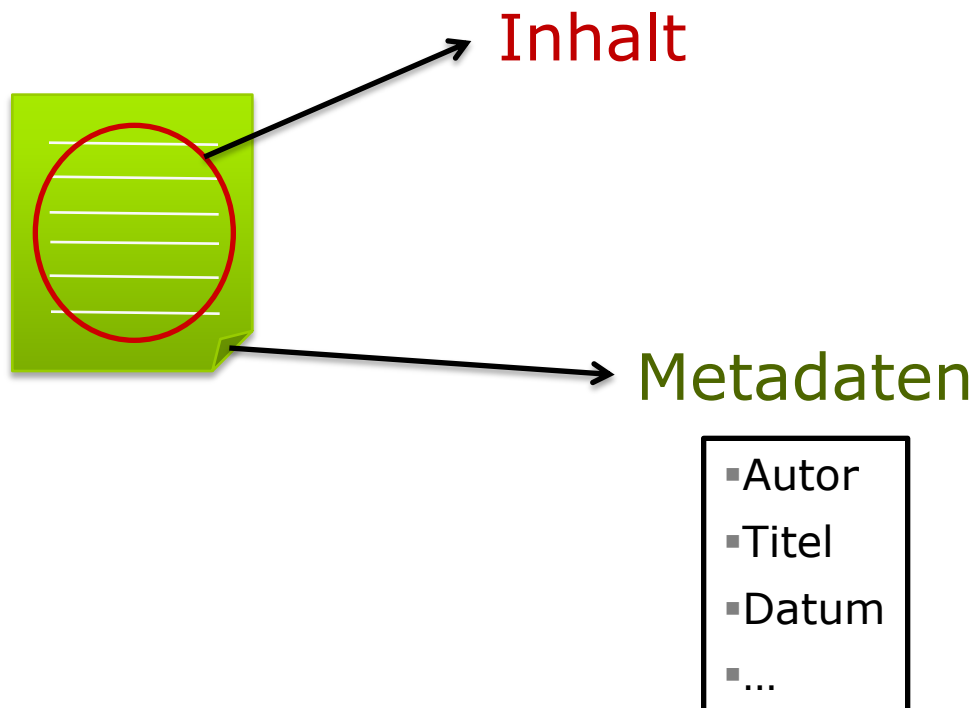
- eine Erweiterung des existierenden Web

- + Metadaten
- + Ontologien
- + Reasoning
- + intelligente Agenten

= Semantic Web



- Daten über Daten
 - beschreiben Inhalt
 - im besten Fall maschinenverarbeitbar



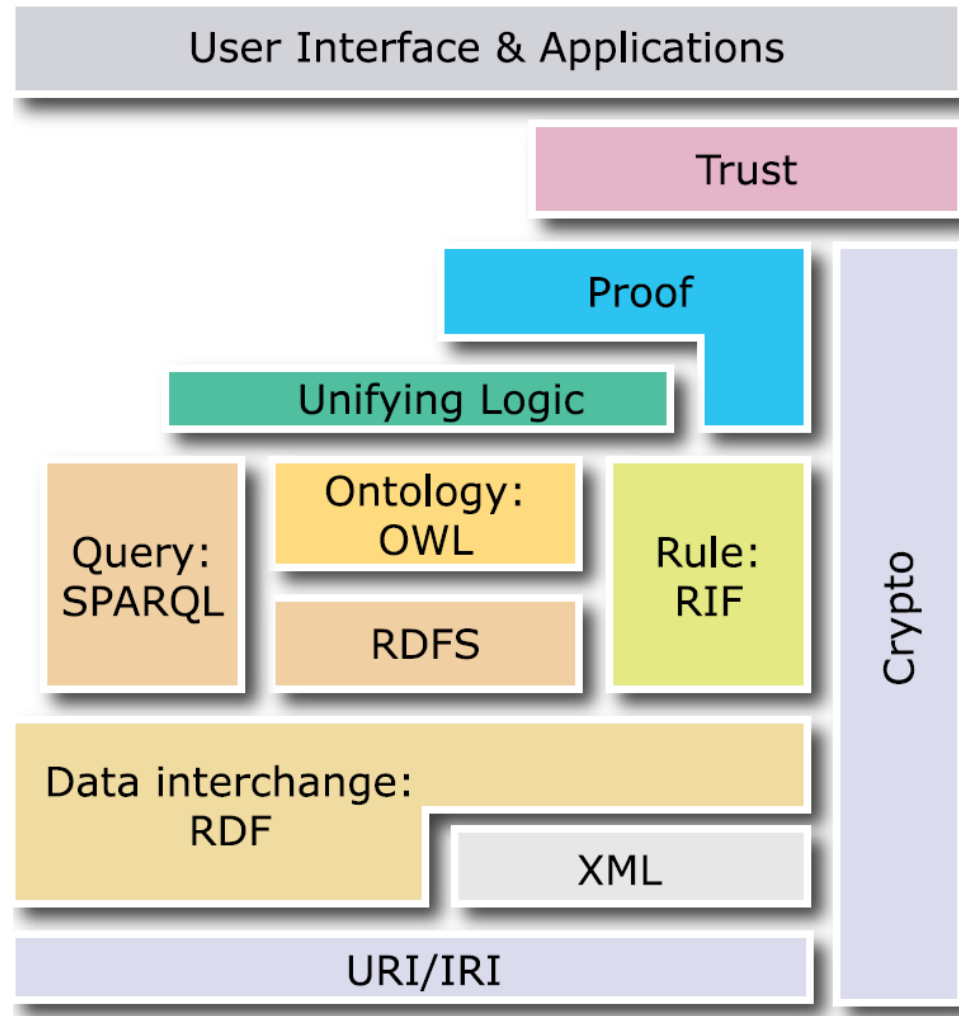
Data about Data

- Spezies: Android
- Größe:...

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Data_ST.jpg

- **Damit Metadaten nutzbar sind**
 - muss der Informationsanbieter sich so ausdrücken, dass Informationsnutzer ihn verstehen
 - muss der Informationsnachfrager so fragen, dass er etwas finden kann
- **Gemeinsame Benutzung von Konzepten**
- **Gemeinsame Sprache**
- **Ontologie zur Definition einer gemeinsamen Sprache**
 - Es gibt Konzepte, die wir mit „Bank“ und „Sparkasse“ benennen
 - Es gibt ein Konzept, das wir „Geldinstitut“ nennen und das die Konzepte „Bank“ und „Sparkasse“ umfasst

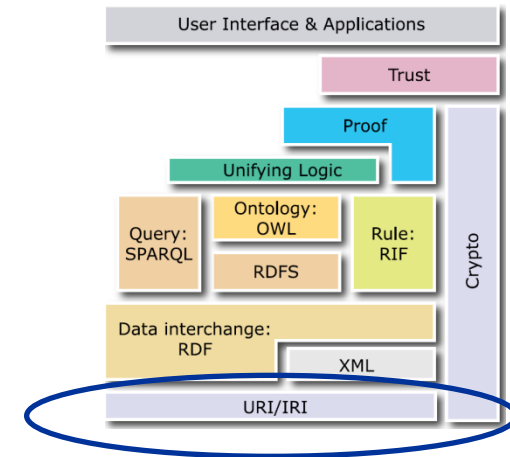
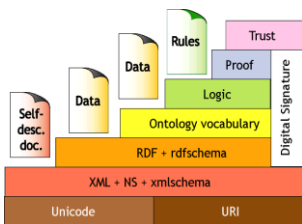
Semantic Web Stack (W3C, 2000)



Quelle: <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>

Unicode

- jedes Zeichen eigene Nummer (system-, programm- und spracheunabhängig)
- Unicode-Codierung – Zeichensätze für fast jede natürliche Sprache



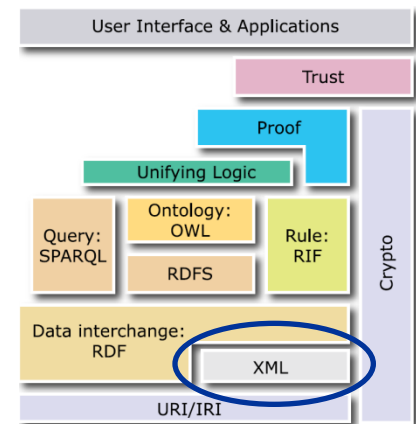
URI – Uniform Resource Identifier

- eindeutige Identifikation einer Quelle/Ressource → jedes beliebige Objekt verfügt über einen URI
- Mechanismus um Daten verteilt repräsentieren zu können
- URLs – Untergruppe von URIs
- Syntax vom W3C standardisiert

XML + Namensräume + XML-Schema

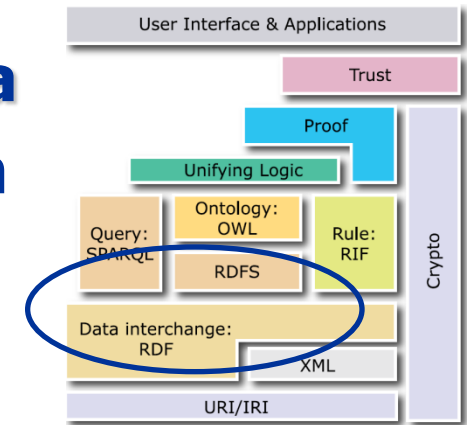
- hierarchisch strukturierte, medienneutrale Daten
- Vokabular kann mit XML-Schema definiert werden
- Bedeutung des Vokabulars kann mit Namensräumen festgelegt werden
- XML-Daten können mit XLink verlinkt werden: Links können Namen, aber keinen Namensraum haben

⇒ maschinenverarbeitbare verlinkte Daten, Links jedoch nicht maschinenverarbeitbar



RDF + Namensräume + RDF-Schema

- Web als Menge vernetzter Ressourcen
- Vokabular für Beziehungen kann mit RDF-Schema definiert werden
- Bedeutung des Vokabulars wird mit Namensräumen festgelegt
- RDF Modell bietet eine syntaxunabhängige Darstellung



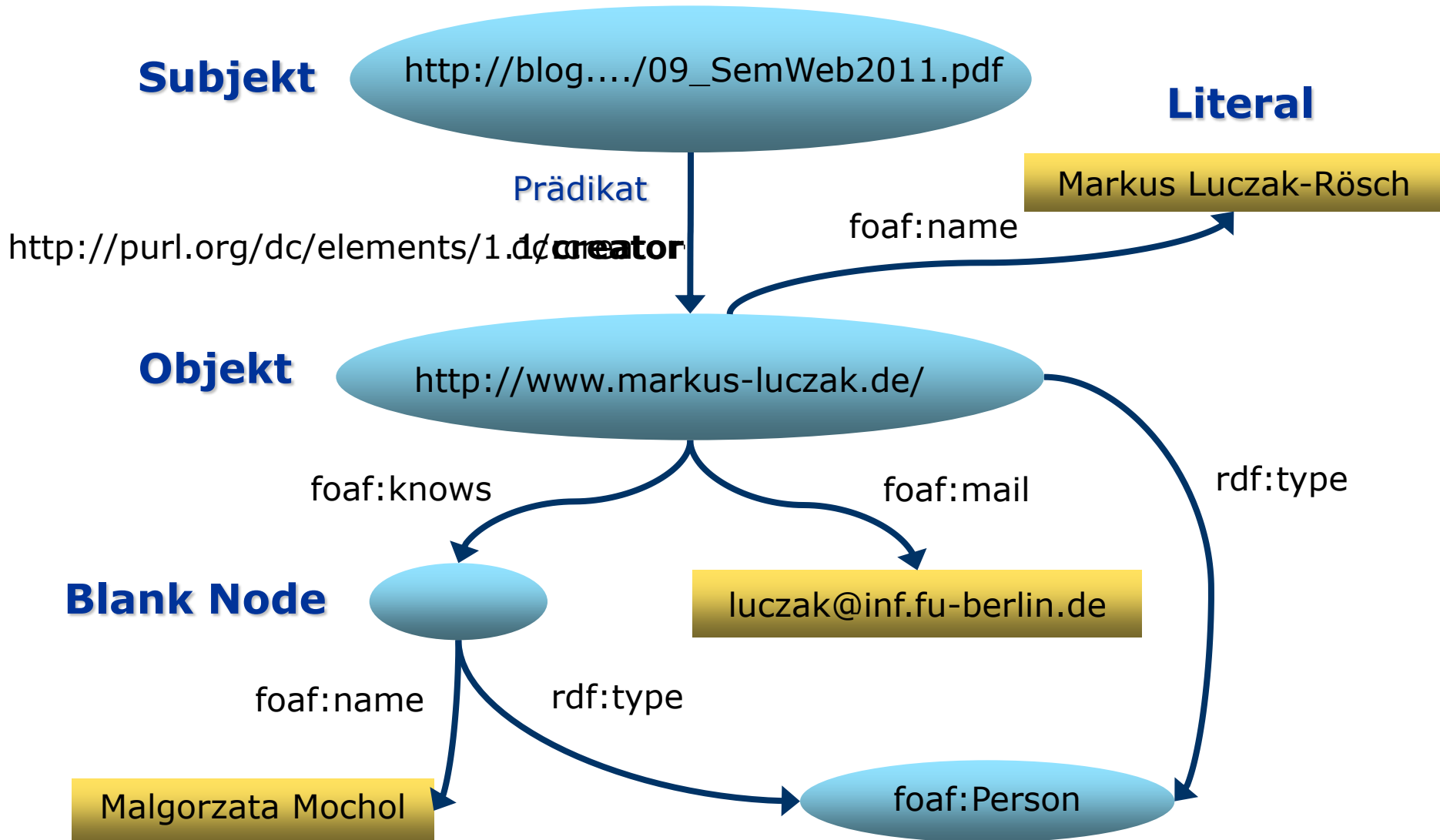
⇒ maschinenverarbeitbares
Netzwerk von Beziehungen

- RDF – W3C Recommendation seit 1999
- verschiedene Versionen:
 - kompakt und lesbar
 - für maschinelle Verarbeitung
- Tripel setzen bel. Web-Ressourcen URI-s und URI-o miteinander in Beziehung:

<URI-s, URI-p, URI-o>

URI-s steht zu URI-o in der Beziehung URI-p

- RDF Statement – die kleinste Informationseinheit, die ein Fakt darstellt
- Beispiel:
This presentation** was **created** by **Markus Luczak-Rösch
 - Subject (Ressource): ***This presentation***
 - Predicate (Property): ***creator***
 - Object (Wert): ***Markus Luczak-Rösch***
- RDF benutzt URIs :
 - Subject: ***http://blog.ag-nbi.de/wp-content/uploads/2011/05/09_SemWeb2011.pdf***
 - Predicate: ***<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>***
 - Object: ***<http://www.markus-luczak.de/>***



- Jedes vorstellbare “Ding”
 - z.B.: Autos, Obst, Musik,
- Jede Ressource wird über eine URI benannt

<http://www.markus-luczak.de/#me>

Properties (=Prädikate)

- beschreiben Relationen zwischen Ressourcen
- haben ebenfalls eine URI

<http://purl.org/dc/elements/1.1/creator>



Namespace



Prefix



dc:creator

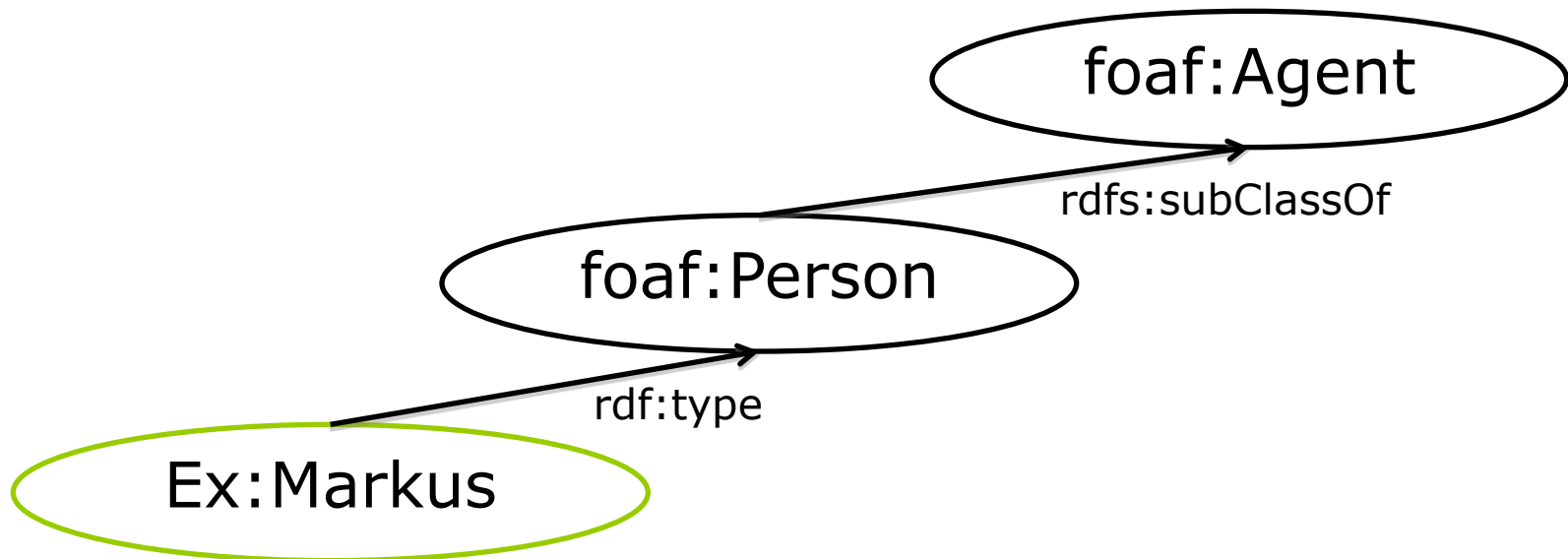
Blank nodes

- anonyme Ressource oder auch bnode
- zulässig nur als Subjekt oder Objekt
- keine URI sondern lokale ID

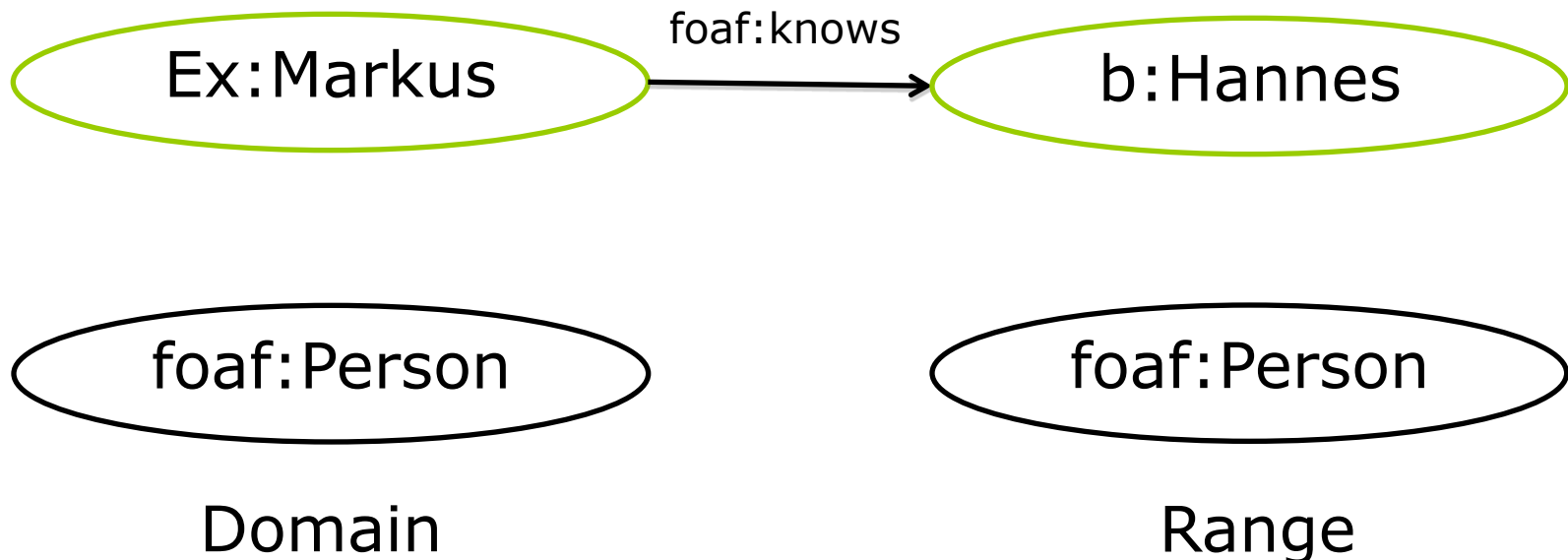
ex :Tim	foaf:knows	_:b1
_:b1	foaf:birthDate	01.04
_:b1	foaf:homepage	example.org

- Werte
- keine Ressource → keine URI
- Plaintext oder XML schema types
- Language Labels: @en, @de, @fr

- Klassen + Relationen = Ontologien
- sogenannte Instanzen von diesen Klassen spezifiziert man mittels RDF:TYPE
 - Ex:Markus rdf:type foaf:person



- Erweiterung des RDF-Vokabulars um
 - Subklassenbeziehungen zu beschreiben
 - Domain und Range Eigenschaften einzuschränken
 - Datentypen zu verwenden



- RDF/XML

```
· <rdf:RDF>
- <foaf:PersonalProfileDocument rdf:about="http://www.markus-luczak.de/">
- <foaf:maker>
- <foaf:Person rdf:about="http://www.markus-luczak.de/#me">
  <foaf:familyName xml:lang="en">Luczak-RÃ¶sch</foaf:familyName>
- <rdfs2:seeAlso xml:lang="en">
  http://data.semanticweb.org/person/markus-luczak-roesch
</rdfs2:seeAlso>
- <v:address>
- <v:Address rdf:about="http://www.markus-luczak.de/#location">
  <v:country-name xml:lang="en">Germany</v:country-name>
  <v:locality xml:lang="en">Berlin</v:locality>
</v:Address>
</v:address>
<foaf:phone xml:lang="en">+49 30 838-75226</foaf:phone>
<og:country-name xml:lang="en">Germany</og:country-name>
```

- Turtle

- N-Triples

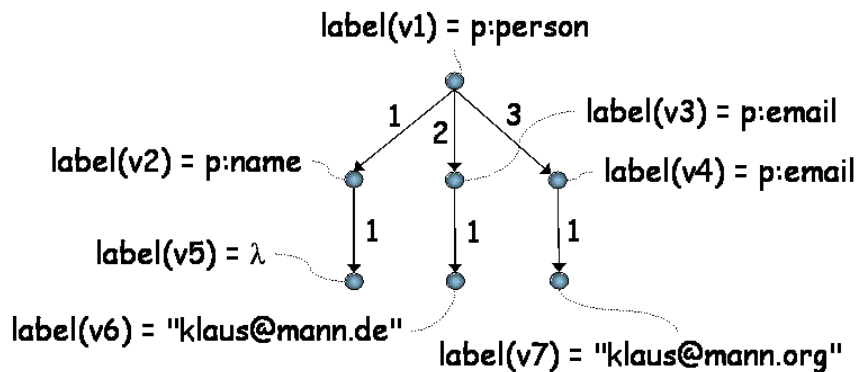
- Atom

- Others

```
@prefix dbpedia-owl: <http://dbpedia.org/ontology/> .
@prefix dbpedia: <http://dbpedia.org/resource/> .
dbpedia:Dance_or_Die dbpedia-owl:hometown dbpedia:Berlin .
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix ns3: <http://en.wikipedia.org/wiki/> .
ns3:Berlin foaf:primaryTopic dbpedia:Berlin .
<http://dbpedia.org/resource/Gunther_E._Rothenberg> dbpedia-owl:residence dbpedia:Berlin ;
dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Ferdinand_Georg_Frobenius dbpedia-owl:deathPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Alfred_Wegener dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:James_Israel dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Rudolph_Schoenheimer dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Nathanael_Pringsheim dbpedia-owl:deathPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Norbert_Stolzenburg dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Axel_Neumann dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
<http://dbpedia.org/resource/Alter_%C3%A9s_Kiss> dbpedia-owl:location dbpedia:Berlin .
@prefix dbpprop: <http://dbpedia.org/property/> .
dbpedia:List_of_licensed_and_localized_editions_of_Monopoly dbpprop:space dbpedia:Berlin .
dbpedia:Rainer_Ptacek dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
<http://dbpedia.org/resource/Ferdynand_Radziwi%C5%82%C5%82> dbpedia-owl:birthPlace dbpedia:Berlin .
dbpedia:Nazi_Germany dbpedia-owl:capital dbpedia:Berlin .
```

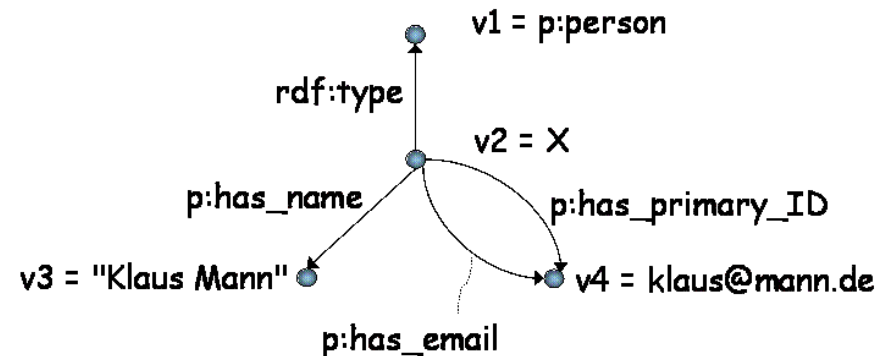
XML

```
<p:person>  
  <p:name/>  
  <p:email>klaus@mann.de</p:email>  
  <p:email>klaus@mann.org</p:email>  
</p:person>
```

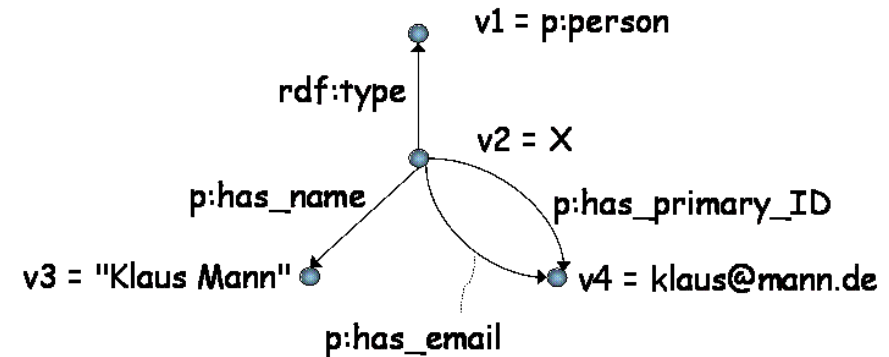
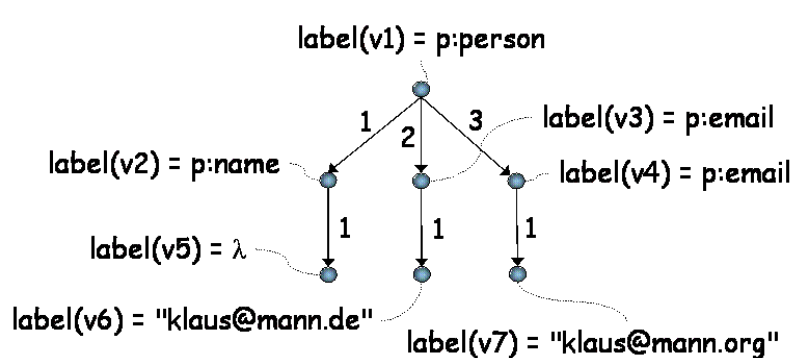


RDF

```
X rdf:type p:person  
X p:has_name "Klaus Mann"  
X p:has_email klaus@mann.de  
X p:has_primary_ID klaus@mann.de
```



	XML	RDF
Datenmodell	hierarchisches Modell	Netzwerkmodell
Was wird dargestellt?	einzelner Baum: <ul style="list-style-type: none"> ▪ benannte Knoten ▪ unbeschriftete, aber geordnete Kanten 	möglicherweise unendlich viele gerichtete Multi-Graphen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ benannte Knoten ▪ benannte Kanten ▪ Knoten = Name



Vergleich der Schema-Sprachen

	XML Schema	RDF Schema / OWL
Abstraktions-ebene	~ Datenbankschema	~ ER-Diagramm
Prinzip	nur zulässig, was explizit erlaubt: Closed World Assumption (CWA)	alles zulässig, was Randbedingungen erfüllen kann: Open World Assumption (OWA)
Validierung bzgl. Schema	möglich	nicht möglich
Berechnungskomplexität	polynomial	RDF Schema: NP-vollständig

CWA:

nicht zulässig

explizit erlaubt

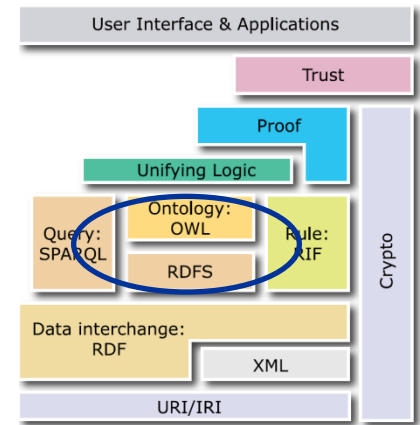
OWA:

zulässig

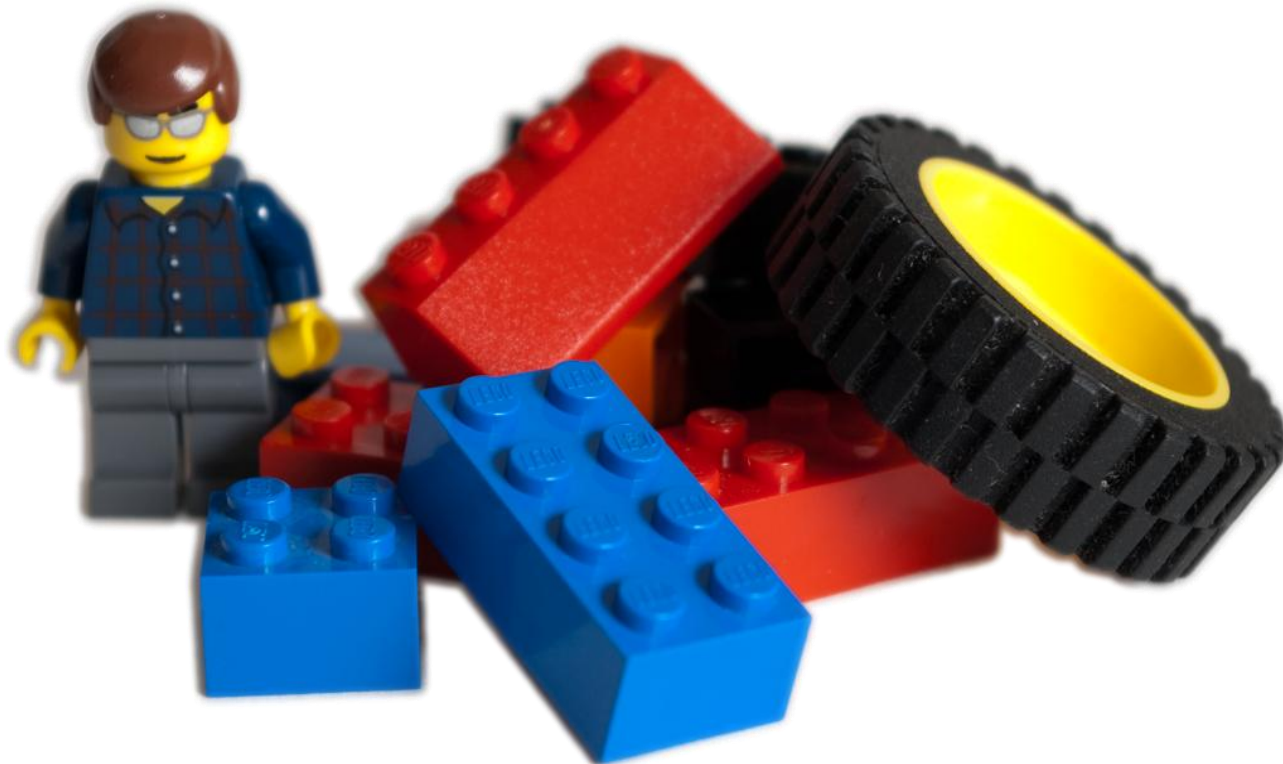
Randbedingungen nicht erfüllbar

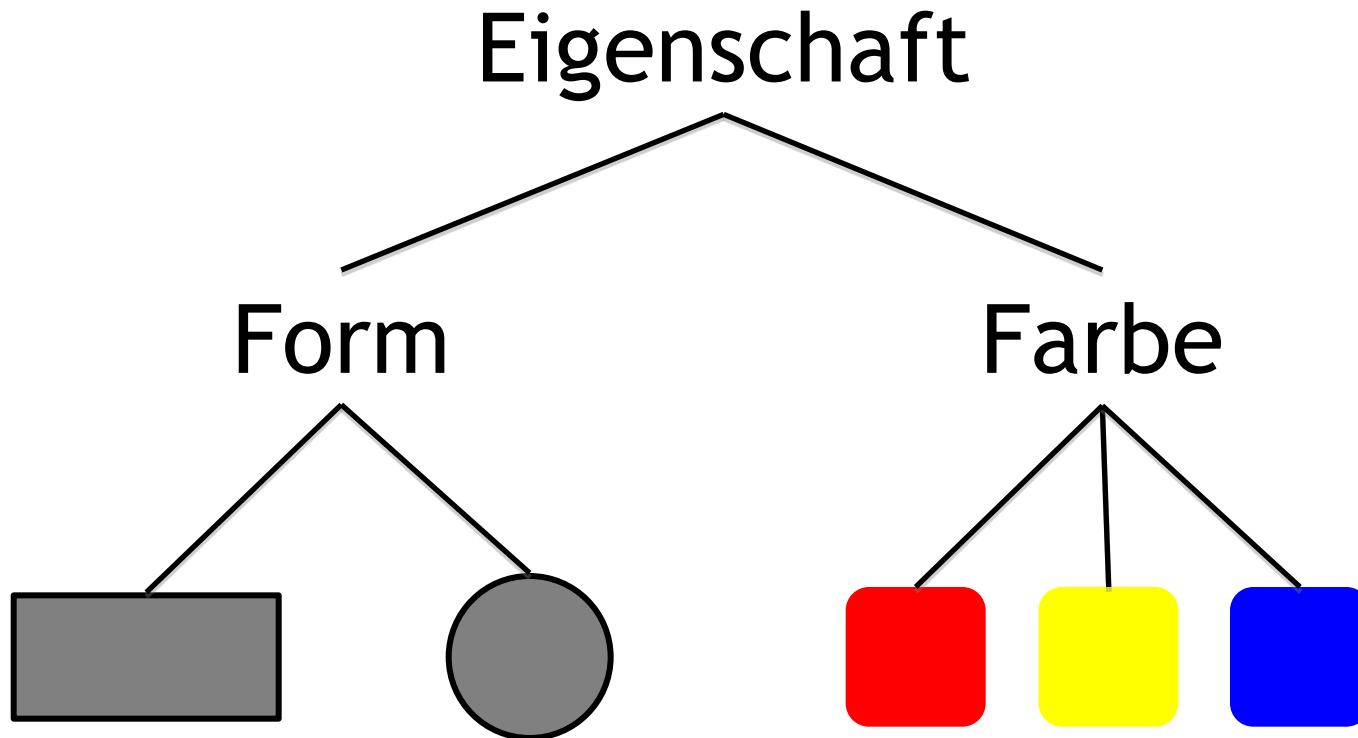
Ontologien

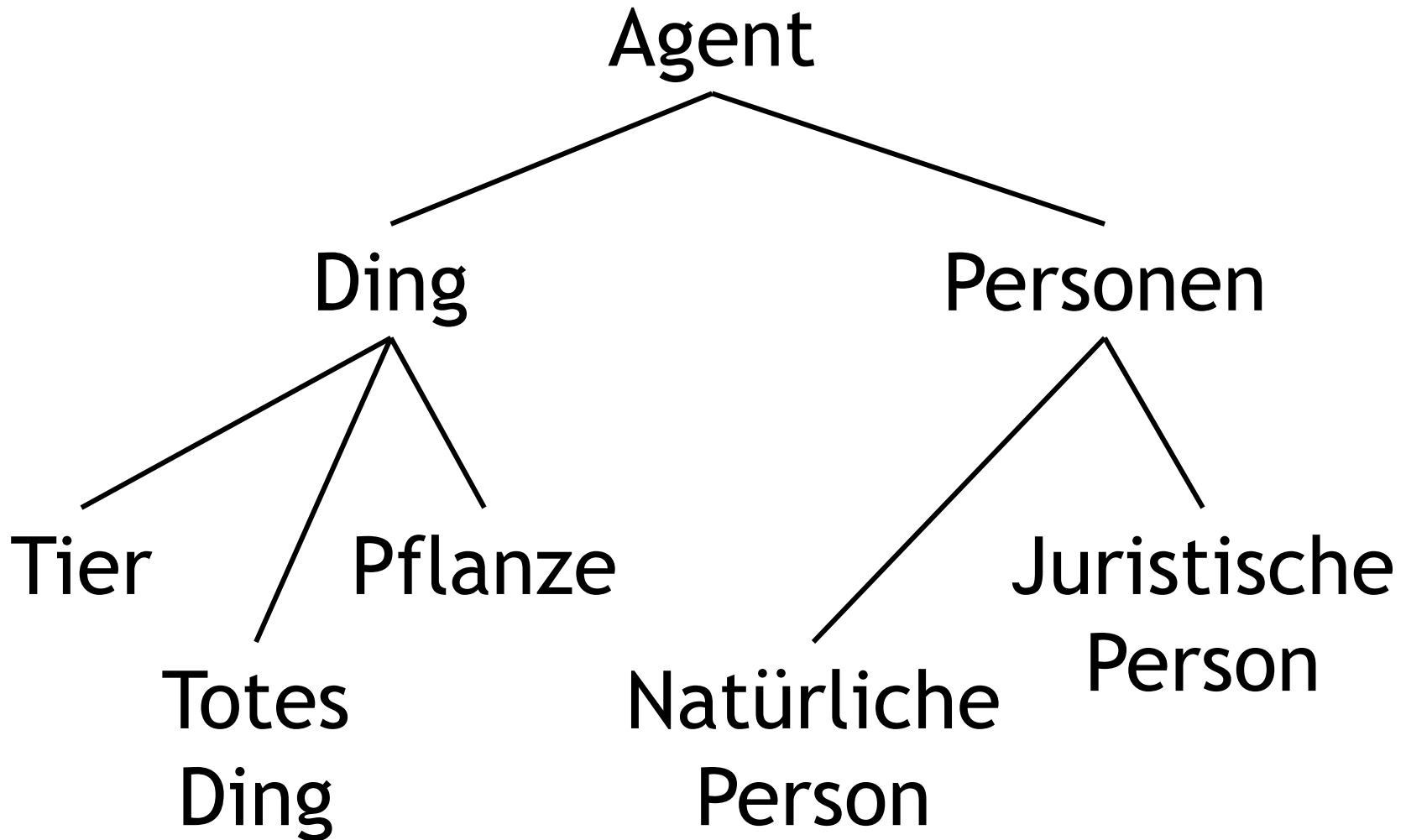
- Vokabulare
- Begriffsbeziehungen (Unterklasse, Untereigenschaft, Wertebereiche, ..., selbstdefinierte)
- Sprache für Web-Ontologien:
 - OWL – Web Ontology Language
 - Erweiterte Beschreibungsmöglichkeiten
 - In unterschiedlichen Komplexitäten (OWL-Lite, OWL-DL, OWL-Full)
 - mittlerweile OWL 2 mit feinerer Unterscheidung der Komplexität

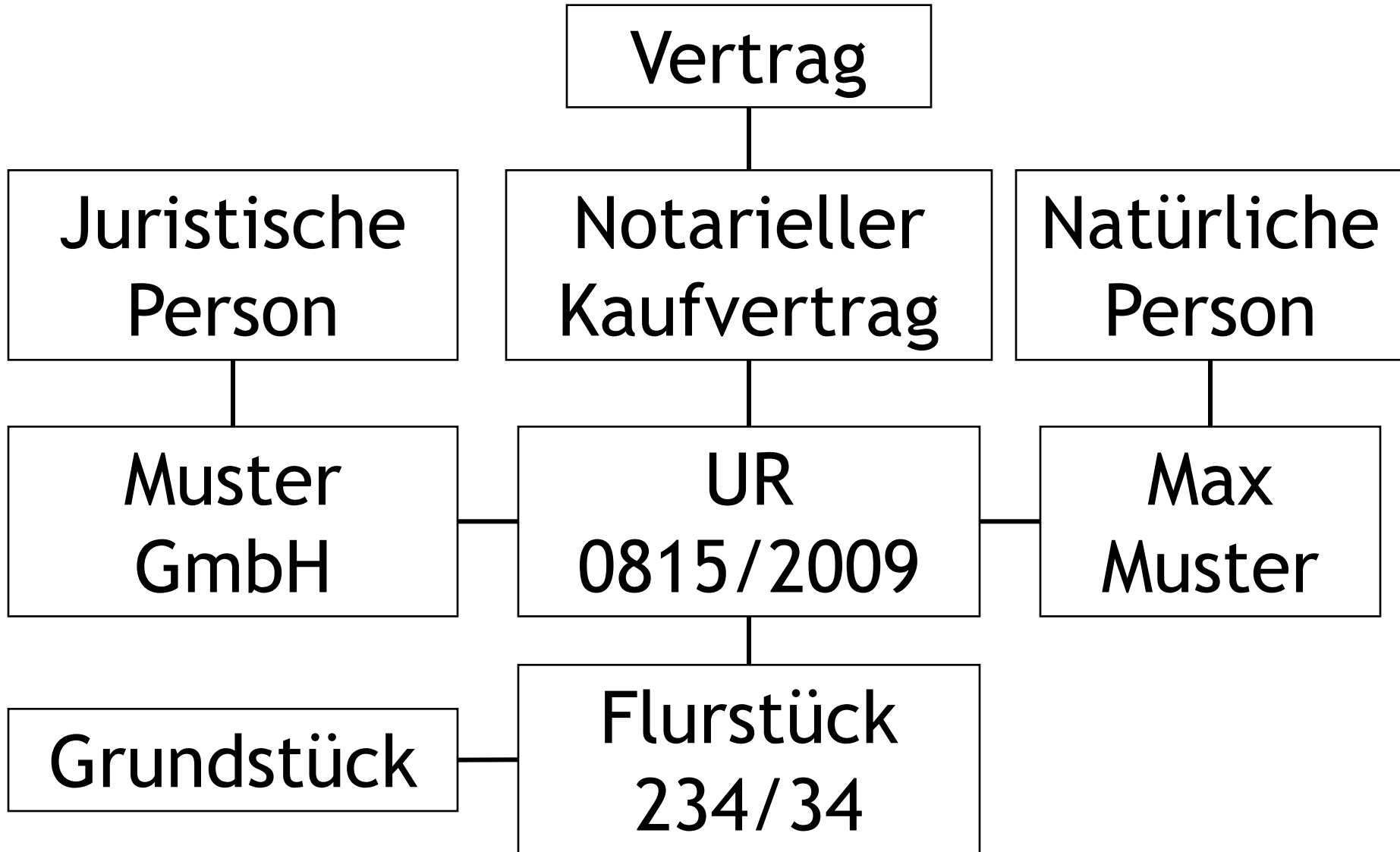


Eine Domäne



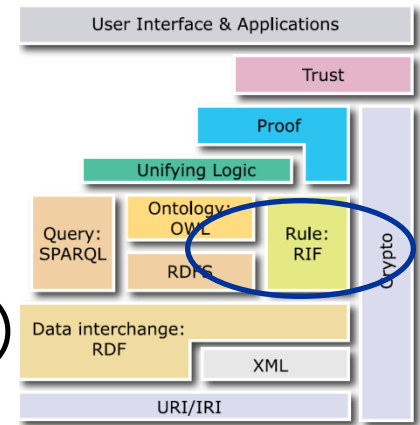




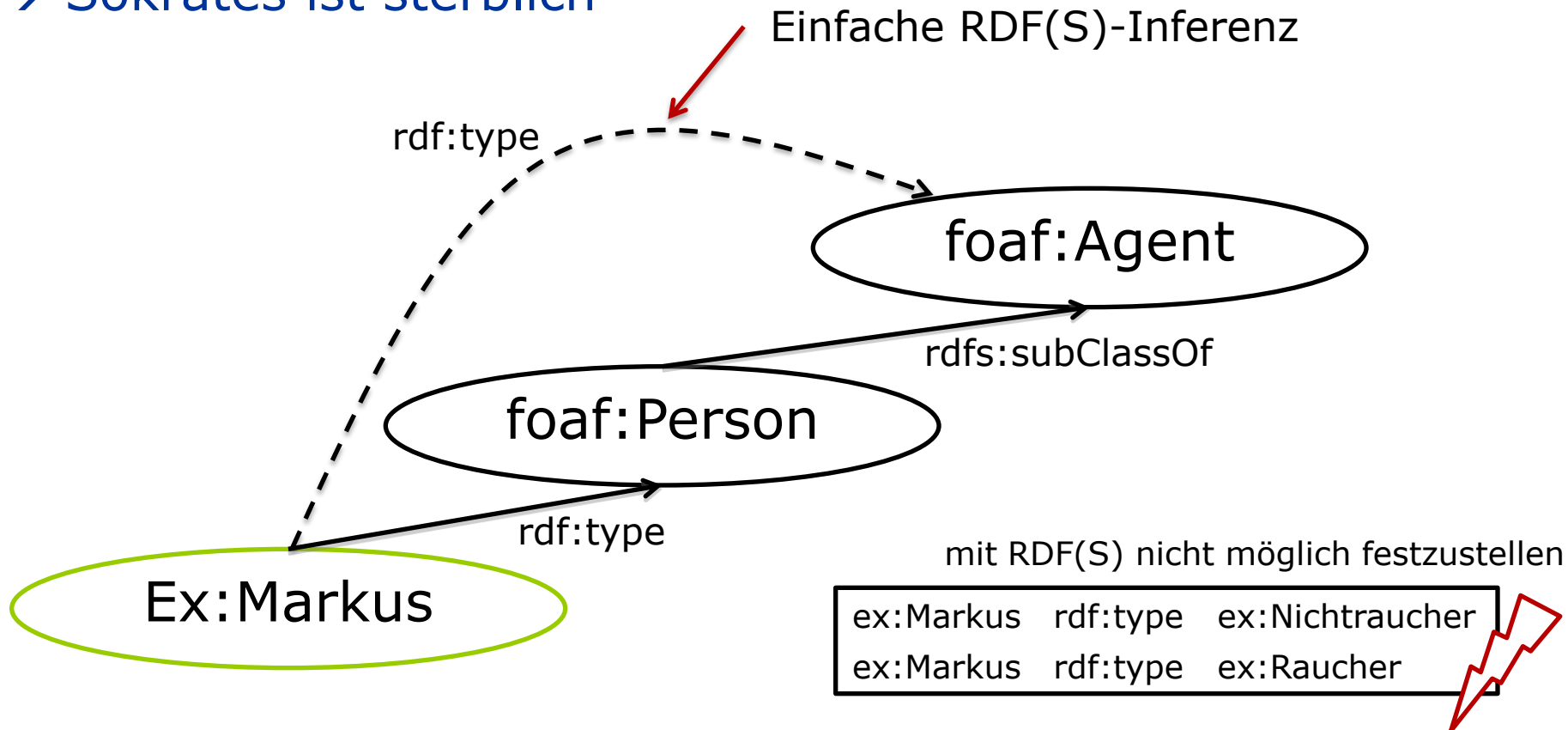


Regelsprachen

- bilden die Grundlage für das logische schließen auf Basis semantischer Daten
- früher SWRL (echte Regelsprache für OWL) als Teil des Layer Cakes
- heute RIF als ein Austauschformat zwischen unterschiedlichen Regelsystemen



- Alle Menschen sind sterblich
 - Sokrates ist ein Mensch
- Sokrates ist sterblich

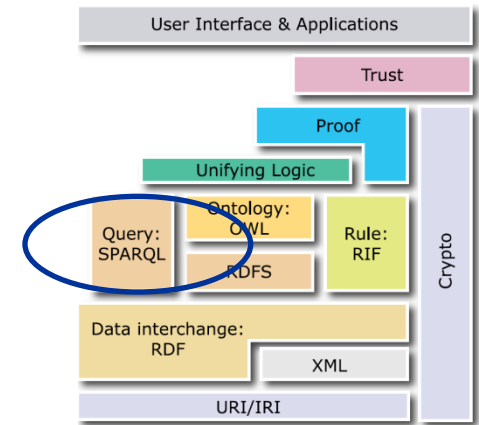


- Klassenäquivalenz
- Unterklassenbeziehung
- Klassendisjunktheit
- Globale Konsistenz
- Klassenkonsistenz
- Instanzüberprüfung
- Klasseninstanzen

Anfragesprache SPARQL

- Dient zur Abfrage von Instanzdaten in einer RDF-Datenbank
- „Gib mir alle Menschen, die vor 1900 in Berlin geboren wurden“

```
SELECT ?name ?birth ?death ?person
WHERE {
  ?person dbpedia2:birthPlace <http://dbpedia.org/resource/Berlin> .
  ?person dbo:birthDate ?birth .
  ?person foaf:name ?name .
  ?person dbo:deathDate ?death
  FILTER (?birth < "1900-01-01"^^xsd:date) .
}
ORDER BY ?name
```



- Graph Pattern als Anfragemuster

```
SELECT DISTINCT ?player {  
  ?s foaf:page ?player.  
  ?s rdf:type <http://dbpedia.org/ontology/SoccerPlayer> .  
  ?s dbpedia2:position ?position .  
  ?s <http://dbpedia.org/property/clubs> ?club .  
  ?club <http://dbpedia.org/ontology/capacity> ?cap .  
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/birthPlace> ?place .  
  ?place ?population ?pop.  
  OPTIONAL { ?s <http://dbpedia.org/ontology/number> ?tricot. }  
  Filter (?population in ( <http://dbpedia.org/property/populationEstimate> ,  
    <http://dbpedia.org/property/populationCensus> , <http://dbpedia.org/property/statPop> ))  
  Filter (xsd:int(?pop) > 10000000 ) .  
  Filter (xsd:int(?cap) < 40000 ) .  
  Filter (?position = "Goalkeeper"@en || ?position =  
    <http://dbpedia.org/resource/Goalkeeper_%28association_football%29> || ?position =  
    <http://dbpedia.org/resource/Goalkeeper_%28football%29> )  
} Limit 1000
```


- Bindings und NICHT RDF!

```
<sparql xmlns=http://www.w3.org/2005/sparql-results#
  xmlns:xsi=http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
  xsi:schemaLocation=http://www.w3.org/2001/sw/DataAccess/rf1/result2.xsd>
  <head>
    <variable name="player"/>
  </head>
  <results distinct="false" ordered="true">
    <result>
      <binding name="player">
        <uri>http://en.wikipedia.org/wiki/Petar_Radenkovi%C4%87</uri>
      </binding>
    </result>
    <result>
      <binding name="player">
        <uri>http://en.wikipedia.org/wiki/Michal_Vorel</uri>
      </binding>
    </result>
    ...
  </results>
</sparql>
```

Logik

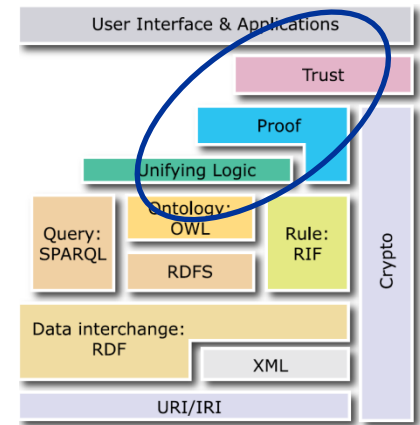
- Semantik auf logischer Basis
- Ableitungsregeln

Proof

- Konsistenz
- Ableitung (Inferenz)

Trust

→ Immer noch in der Forschung





Semantic Web → Beispiel

Organisatorisch:

- Stellenanbieter nutzen gemeinsames kontrolliertes Vokabular für die Annotierung von Stellenangeboten
- Stellensuchende nutzen gleiches Vokabular für Stellengesuche/Bewerberprofile

Technisch:

- Einfache Annotation → Reichere Annotation → Ersatz von Freitext durch RDF
- Stelleangebote direkt auf der Web-Seite des Unternehmens
- Semantische Suchmaschinen :
 - sammeln Informationen
 - Vergleich auf Basis von semantischen Informationen (Semantic Matching)

- Mit RDF und Bezug auf gemeinsames Vokabular (z.B. abgeleitet von HR-XML)

```
<html>
```

```
<head>
```

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="...#" xmlns:jpp="...#">  
  <jpp:JobPositionPosting  
    rdf:about="http://www.example.org/jp1.html"/>  
</rdf:RDF>
```

```
</head>
```

```
<body>
```

```
  ...Job posting in free text...
```

```
</body>
```

```
</html>
```

- Suchmaschinen können so Stellenangebote identifizieren

```
<html>
```

```
<head>
```

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="...#" xmlns:jpp="...#" xmlns:skills="...#">
  <jpp:JobPositionPosting
    rdf:about="http://www.example.org/jp1.html"/>
  <jpp:requiredCompetence>
    <skills:Java>
      <skills:hasCompetenceLevel rdf:resource="...#expert"/>
    </skills:Java>
  </jpp:requiredCompetence>
</rdf:RDF>
```

```
</head>
```

```
<body>
```

... Job posting in free text ...

```
</body>
```

```
</html>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="...#" xmlns:jpp="...#" xmlns:skills="...#">
  <jpp:JobPositionPosting rdf:about="#JobPositionPostingId-inf-44">
    <jpp:hasHiringOrganisation>
      <org:Organisation>
        <org:name>Freie Universität Berlin</org:name>
      </org:Organisation>
    </jpp:hasHiringOrganisation>...
    <jpp:requiredCompetence>
      <skills:Java>
        <skills:hasCompetenceLevel rdf:resource="...#expert"/>
      </skills:Java>
    </jpp:requiredCompetence>...
  </jpp:JobPositionPosting>...
</rdf:RDF>
```

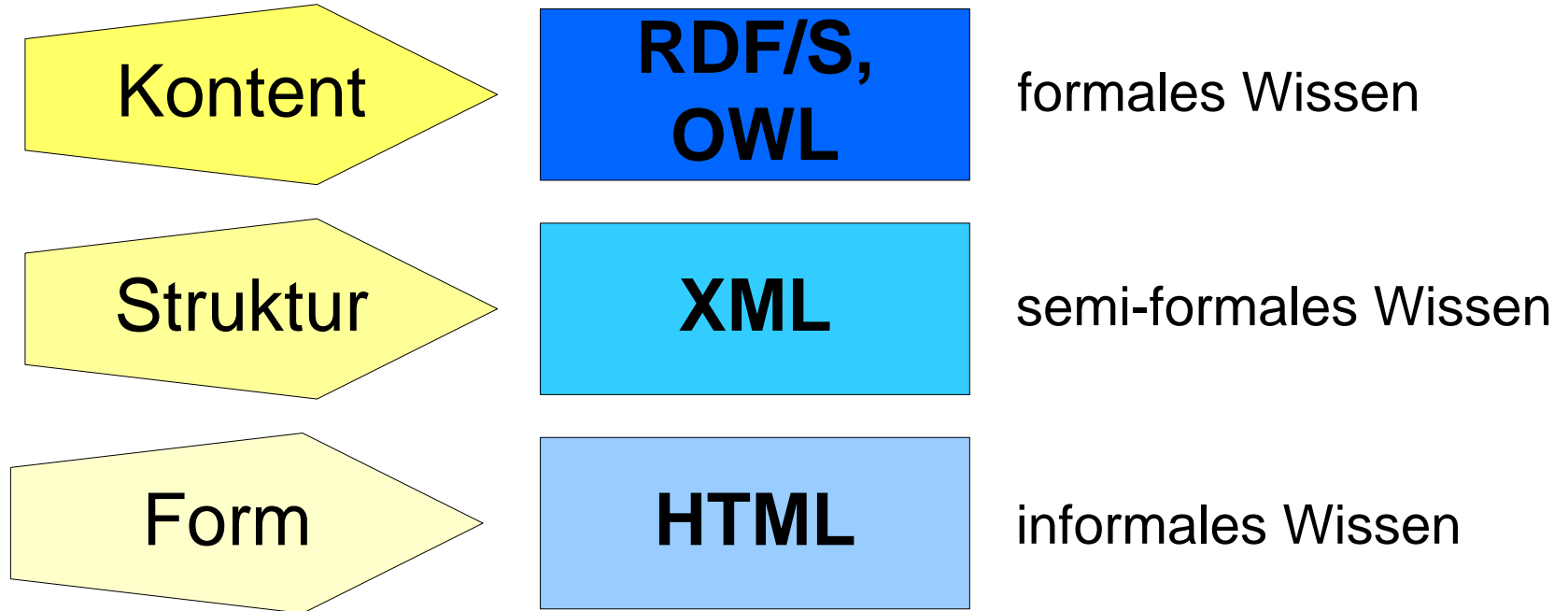
XML

- XML heute omnipräsent, wenn auch nicht immer sichtbar

RDF

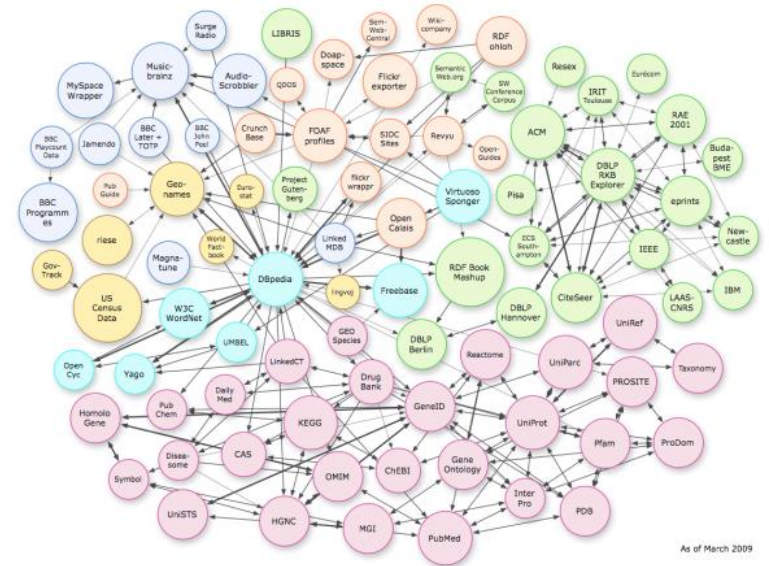
- HTML-Seiten und XML-Dokumente werden erstellt, aber noch nicht so viel RDF
- neue HTML-Versionen integrieren RDF als sogenanntes RDFa
 - Jedes HTML-Element kann dann RDF-Meta-Informationen haben

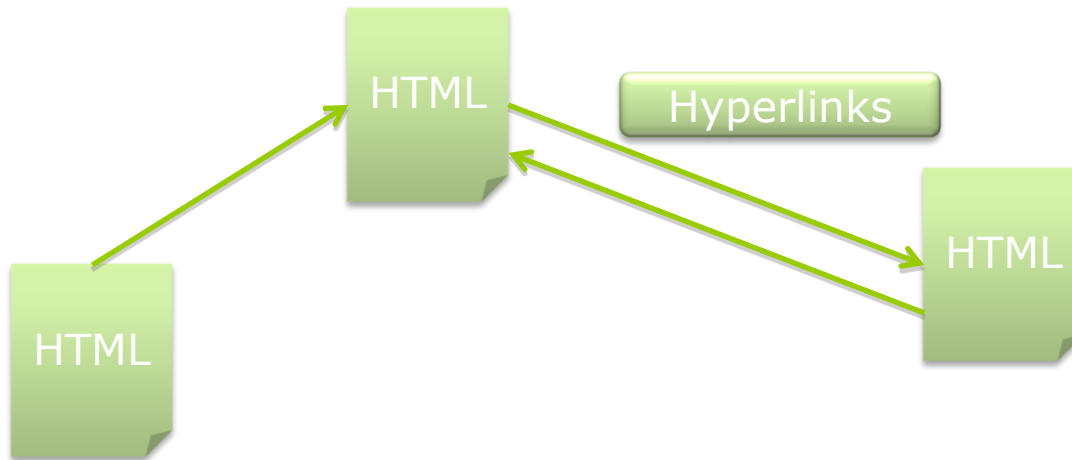
3 Levels von Markup im Web





Linked Open Data





- ...schuf einige gute Bekannte:

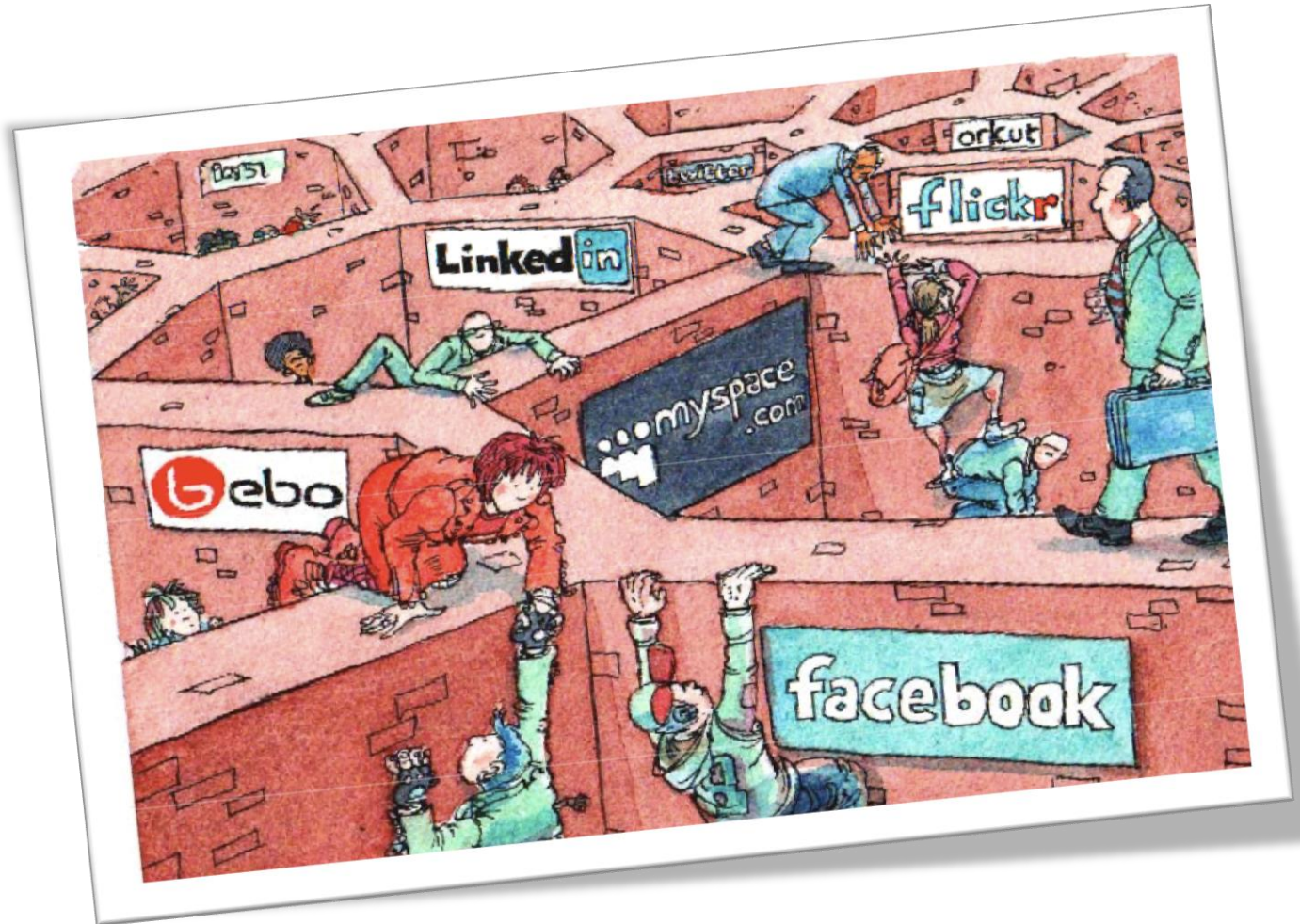
- REST-Prinzipien
- Web Browser
- Page Rank
- ...



Probleme?

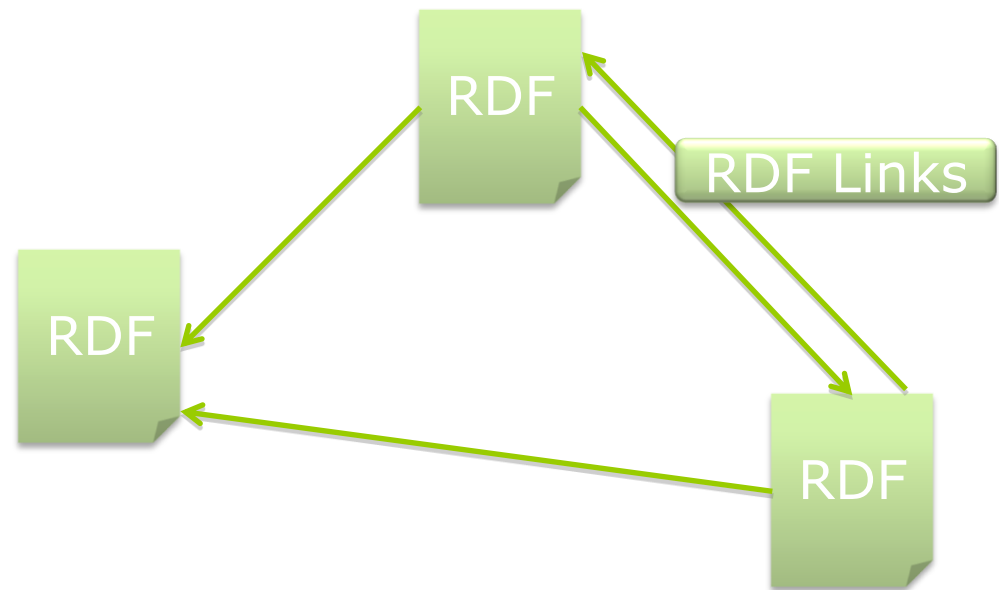
- Social Networks
- Web APIs
- Apps

→ Data Silos





Das Semantic Web?



1. URIs als Namen für (alle) "Dinge"
2. HTTP URIs damit man im Web auf diese Namen zugreifen kann
3. Wenn eine URI aufgerufen wird sollen sinnvolle Informationen entsprechend der Standards (RDF, SPARQL) geliefert werden
4. Setze Links zu anderen URIs, damit Nutzer mehr "Dinge" finden können

- <http://dbpedia.org/resource/Berlin>

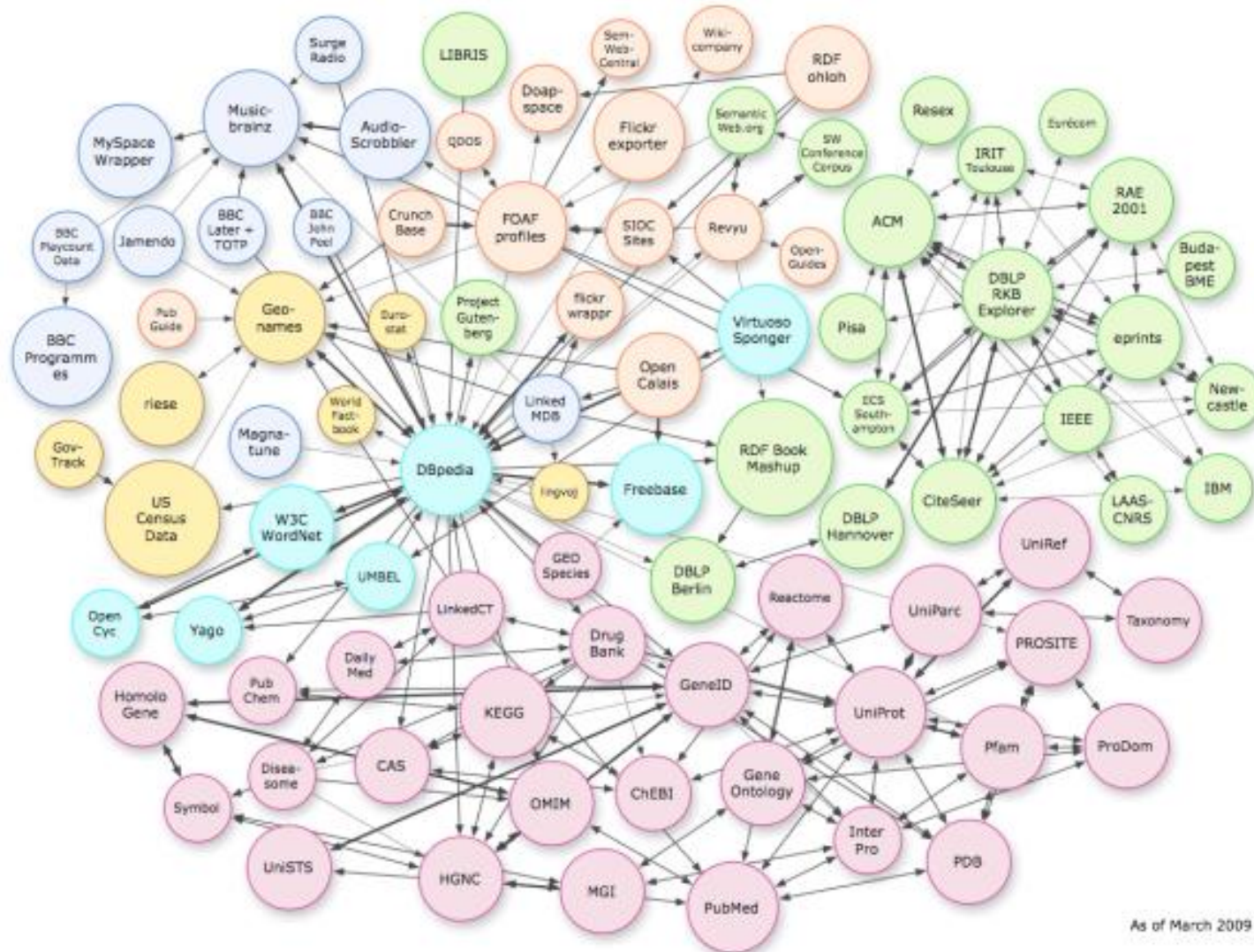
Content Negotiation

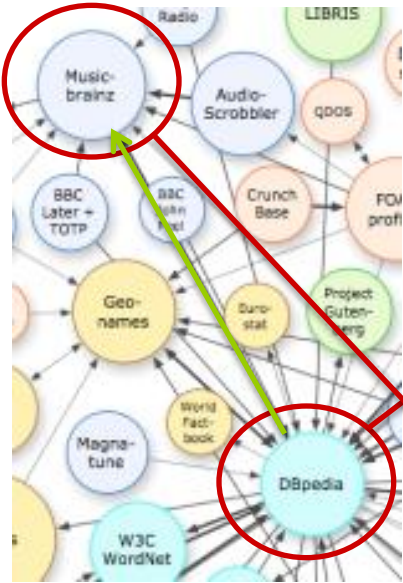


- <http://dbpedia.org/page/Berlin>
<http://dbpedia.org/data/Berlin>

- | | | |
|-----------------|---|---|
| yago-res:Berlin | S | |
| owl:sameAs | | P |
| dbpedia:Berlin | | O |

Die Linked Data Cloud





- Suche Label „Kate Busch“
- Finde Links
- Aggregiere Informationen

the United Kingdom's most successful solo female performers of the past 30 years. Bush was signed by EMI at the age of 16 after being recommended by Pink Floyd's David Gilmour. In 1978, at age 19, she topped the UK Singles Chart for four weeks with her debut single "Wuthering Heights", becoming the first woman to have a UK number-one with a self-written song. She was also the most photographed woman in the United Kingdom that year.

After her 1979 tour—the only concert tour of her career—Bush released the 1980 album *Never for Ever*, which made her the first British solo female artist to top the UK album charts and the first female artist ever to enter the album chart at No. 1. In 1987, she won a BRIT Award for Best British Female Solo Artist. She has released nine albums, three of which topped the UK Albums Chart, and has had twenty-five UK Top 40 hit singles including "Wuthering Heights", "Running Up That Hill", "King of the Mountain", "Babooshka", "The Man with the Child in His Eyes" and "Don't Give Up" (a duet with Peter Gabriel)—all of which reached the Top 10.

In 2002, Bush's songwriting ability was recognised with an Ivor Novello Award for Outstanding Contribution to British Music. In 2005, she released *Aerial*, her first album in 12 years. The album earned her a BRIT Award nomination for Best Album and another for Best Solo Female Artist. During the course of her career, she has also been nominated for three Grammy Awards. In early 2011, EMI Records also announced an upcoming re-issue of four of Bush's albums (*The Dreaming*, *Hounds of Love*, *The Sensual World* and *The Red Shoes*), now that Bush has regained full control over these records. Bush is scheduled to release *Director's Cut* on 16 May 2011, which will contain altered material from her albums *The Sensual World* (1989) and *The Red Shoes* (1993). As of March 2011, Bush was working on an album of new material.

[Read more at Wikipedia...](#)

WIKIPEDIA This entry is from **Wikipedia**, the user-contributed encyclopedia. It may not have been reviewed by professional editors and is licensed under the **GNU Free Documentation License**. If you find the biography content factually incorrect, defamatory or highly offensive you can [edit this article at Wikipedia](#). Find out more about our use of this data.

Links & Information








- LINKS**
- Official homepage at katebush.com
 - Fanpage at gaffa.org
 - Wikipedia article on [Kate Bush](#)
 - IMDb at imdb.com/name/nm0124165
 - Twitter at twitter.com/katebushmusic
 - Facebook page at facebook.com/katebush
 - Last.fm page on [Kate Bush](#)
 - MusicBrainz entry on [Kate Bush](#)

COLLABORATED ON [Ferry Aid](#), [Peter Gabriel & Kate Bush](#), [Alan Stivell & Kate Bush](#)

- BBC Radio 2 | [Alex Lester 10/05/2011](#)
- Deeper Understanding**
BBC Radio 2 | [Alex Lester 09/05/2011](#)
- Hammer Horror**
BBC 6 Music | [Liz Kershaw 07/05/2011](#)
- Oh England My Lionheart**
BBC 6 Music | [Liz Kershaw 07/05/2011](#)
- Hounds Of Love**
BBC 6 Music | [Shaun Keaveny FieldMusicNews](#)

Played By

Since December 2008

-  **Alex Lester**
2 BBC Radio 2
-  **Ken Bruce**
2 BBC Radio 2
-  **Janice Long**
2 BBC Radio 2
-  **The Radcliffe and Maconie Show**
2 BBC Radio 2
-  **Get it On With Bryan Burnett**
BBC Radio Scotland
-  **The Evening Show**
BBC Radio Wales
-  **Richard Allinson**
2 BBC Radio 2

Was ist möglich?

- Finde alle Fußballspieler, die bei einem Verein spielen, der ein Stadion mit mehr als 40.000 Plätzen hat und die in einem Land mit mehr als 10 Millionen Einwohnern geboren wurden.

```
SPARQL Explorer for http://dbpedia.org/sparql

SPARQL:
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
PREFIX : <http://dbpedia.org/resource/>
PREFIX dbpedia: <http://dbpedia.org/>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
SELECT DISTINCT ?player {
  ?s foaf:page ?player .
  ?s rdfs:type <http://dbpedia.org/ontology/SoccerPlayer> .
  ?s dbpedia2:position ?position .
  ?s <http://dbpedia.org/property/clubs> ?club .
  ?club <http://dbpedia.org/ontology/capacity> ?cap .
  ?s <http://dbpedia.org/ontology/birthPlace> ?place .
  ?place ?population ?pop .
  OPTIONAL (?s <http://dbpedia.org/ontology/number> ?tricot.)
  Filter (?population in (<http://dbpedia.org/property/populationEstimate>, <http://dbpedia.org/property/populationCensus>))
}
Results:   
```



Wie geht es weiter?

heutige Vorlesung

- ☑ Semantic Web Grundlagen
- ☑ RDF
- ☑ Linked Data

Vorlesung morgen

- Advanced Markup
 - HTML 5
 - RDFa
 - Microformats
 - Internationalisierung
 - SVG
 - ...

Wir empfehlen:

